

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Ульяновский государственный университет»
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии
им. И.П. Павлова Российской академии наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
Государственное учреждение Институт горной физиологии и медицины
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Кыргызско-Российский Славянский университет»

МЕДИКО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

МАТЕРИАЛЫ
VIII Всероссийской конференции
с международным участием

(01–04 декабря 2021 г.)



УЛЬЯНОВСК 2021

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Ульяновский государственный университет»
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной
физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
Государственное учреждение Институт горной физиологии и медицины
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Кыргызско-Российский Славянский университет»



Медико-физиологические проблемы экологии человека

Материалы
VIII Всероссийской конференции с международным участием
(01-04 декабря 2021 г.)



Ульяновск
2021

ББК 51.201+28.08
М42

Редакционная коллегия:

*д.б.н. М.В. Балыкин, д.м.н. Л.А. Белова,
д.м.н. Г.С. Джунусова, д.м.н. В.И. Мидленко,
к.б.н. И.В. Антипов, к.б.н. Н.А. Махова*

М42 **Медико-физиологические проблемы экологии человека** : материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием (01-04 декабря 2021 г.). – Ульяновск : УлГУ, 2021. – 260 с.

В сборнике конференции представлены материалы по вопросам антропогенных изменений биосферы и их влиянию на организм; зависимости здоровья человека от экологических факторов среды; адаптации в различных природно-климатических условиях среды обитания, в экстремальных и чрезвычайных ситуациях, при мышечной и спортивной деятельности; использовании факторов среды в коррекции состояния здоровья.

ББК 51.201+28.08

**Нормобарическая интервальная гипокситерапия
в коррекции нейроиммуноэндокринных нарушений у детей
и подростков с аутоиммунным тиреоидитом**

Абазова З.Х., Иванов А.Б., Борукаева И.Х., Шхагумов К.Ю.
ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова», Нальчик, Россия

Курс гипокситерапии прошли 130 детей и подростков в возрасте от 6 до 16 лет с диагнозом аутоиммунный тиреоидит (АИТ) в стадии гипотиреоза. Показана высокая эффективность метода нормобарической интервальной гипоксической тренировки в лечении гипотиреоза на фоне АИТ. Повышение функции и количества CD8⁺-клеток после курса гипокситерапии предотвращает прогрессирование аутоиммунного процесса и способствует восстановлению функции щитовидной железы, что в свою очередь приводит к положительной динамике в неврологическом статусе больных: улучшаются показатели умственной работоспособности и тонкой координации движений.

Ключевые слова: аутоиммунный тиреоидит, гипотиреоз, гипокситерапия, интервальная гипоксическая тренировка, нейроиммуноэндокринные нарушения.

Введение. Тесная взаимосвязь нервной, иммунной и эндокринной систем обуславливает их взаимодействие не только в физиологических условиях, но и сопряженное включение в патологический процесс (Акмаев И.Г., 2003). Аутоиммунный тиреоидит (АИТ) является ярким примером нейроиммуноэндокринных взаимодействий. Развитие иммунопатологического процесса против антигенов щитовидной железы (ЩЖ), приводящее к развитию стойкого гипотиреоза, лежит в основе патогенеза АИТ (Оганова Н.Э., 2011). Особенно чувствительна к недостатку тиреоидных гормонов (ТГ) нервная система. К сожалению, не всегда нормализация гормонального фона препаратами ТГ и традиционные средства коррекции нарушений иммунологических и неврологических показателей приводят к улучшению состояния данной категории больных (Свириденко Н.Ю., 2021). Все перечисленные факты объясняют необходимость поиска новых методов лечения данной патологии. В качестве такого метода нами была выбрана гипокситерапия в курсе нормобарической интервальной гипоксической тренировки (ИГТ), поскольку в литературе накоплен обширный опыт терапии различных заболеваний методом ИГТ (Абазова З.Х., Колчинская А.З., Кумыков В.К., Хацуков Б.Х., 2000; Колчинская А.З., Цыганова Т.Н., Остапенко Л.А., 2003; Абазова З.Х., 2013; Борукаева И.Х., Абазова З.Х., Иванов А.Б., Шхагумов К.Ю., 2019; Иванов А.Б., Борукаева И.Х., Абазова З.Х., Шхагумов К.Ю., 2021).

Цель работы состояла в оценке эффективности гипокситерапии в коррекции нейроиммуноэндокринных нарушений у детей и подростков с гипотиреозом на фоне АИТ.

Методика. Курс ИГТ на фоне гормонотерапии (L-тироксин в дозе 50-150 мкг) прошли 130 детей и подростков в возрасте от 6 до 16 лет с диагнозом АИТ в стадии гипотиреоза. Контрольную группу составили 90 детей и подростков с АИТ того же возраста, получавших только заместительную медикаментозную терапию L-тироксином без курса ИГТ. Гипоксическая смесь подавалась от гипоксикатора фирмы «Био-Нова-204». Определение субпопуляций лимфоцитов проводили методом непрямой иммунофлюоресценции с применением моноклональных антител против антигенов CD3⁺, CD4⁺, CD8⁺, D20⁺. Содержание сывороточных иммуноглобулинов (IgA, IgM, IgG) выявляли методом радиальной иммунодиффузии по Манчини. Циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК) определяли в реакции с полиэтиленгликолем по

Фальку. Титр антитиреоидных антител определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА). Для оценки когнитивных нарушений определяли изменение внимания (корректирующая проба по таблице Анфимова), механической кратковременной памяти (квадрат Лурия) и логического мышления (методика Равена). Изменения тонкой координации движений определяли по лабиринту Торндайка. Рефлексометрия проводилась с помощью рефлексометра с пьезоэлектрическим датчиком по разработанной нами методике (Абазова З.Х., Байсиев А.Х.М., Кумыков В.К., Эфендиева М.К., 2006; Абазова З.Х., Эфендиева М.К., Кумыков В.К., Байсиев А.Х.М., 2012).

Результаты. После 15-дневного курса ИГТ у детей и подростков с АИТ наблюдались определенные положительные сдвиги в неврологическом статусе. Прежде всего, отмечено улучшение показателей умственной работоспособности и тонкой координации движений. В качестве примера приведем результаты оценки умственной работоспособности по корректирующему тесту Анфимова: повысились коэффициенты точности выполнения задания и умственной продуктивности, увеличилась скорость переработки зрительной информации в ходе выполнения теста, что соответственно сокращает время, затрачиваемое на выполнение тестов на характеристику возбудительного и тормозного процессов при одновременном уменьшении количества ошибок, а при прохождении лабиринта Торндайка сократилось время прохождения, уменьшилось количество касаний и выходов за пределы лабиринта. Рефлексометрия, проводимая после ИГТ, показала существенное укорочение длительности сухожильных рефлексов (280 ± 20 мс) по сравнению с показателями до лечения (390 ± 20 мс). В результате курса ИГТ нормализовалось содержание в крови ТГ. Уровень T_3 возрос с $2,2 \pm 0,03$ до $5,4 \pm 0,02$ пмоль/л, содержание T_4 возросло с $6,2 \pm 0,04$ до $15,1 \pm 0,02$ пмоль/л. В процессе адаптации к гипоксии у пациентов с АИТ наблюдались определенные положительные сдвиги в иммунном статусе, прежде всего, отмечено увеличение количества исходно сниженных общих Т-лимфоцитов – $CD3^+$ (с $44,6 \pm 1,32$ до $67,1 \pm 2,16\%$) и $CD8^+$ -клеток (с $14,2 \pm 0,85$ до $29,8 \pm 1,22\%$), уменьшение уровня исходно повышенных Т-хелперов – $CD4^+$ (с $54,6 \pm 2,34$ до $36,8 \pm 1,25\%$), нормализация иммунорегуляторного индекса. Исследование показателей гуморального иммунитета в динамике выявило снижение исходно повышенного количества общих В-лимфоцитов ($CD20^+$), одновременно у большинства больных после курса ИГТ констатировано уменьшение уровня сывороточных IgA, IgM, IgG, кроме того, снизилось содержание ЦИК. Важно отметить, что после лечения значительно снизилась концентрация антитиреоидных антител, повышенный титр которых в конечном итоге и приводил к гипофункции ЩЖ. Так, у больных с АИТ было отмечено снижение титра антител к тиреопероксидазе ЩЖ на 552%, к тиреоглобулину – на 42%.

Заключение. Таким образом, лечебное действие ИГТ реализуется не только через усиление компенсаторных механизмов, обеспечивающих доставку кислорода в ткани, но и через торможение гуморальных иммунных реакций и стимуляцию Т-клеточного звена иммунитета у больных с АИТ. Повышение функции и количества $CD8^+$ -клеток после курса гипокситерапии предотвращает прогрессирование аутоиммунного процесса и способствует восстановлению ЩЖ, что в свою очередь приводит к положительной динамике в неврологическом статусе больных. Положительная гормонально-иммунологическая и неврологическая динамика у детей и подростков с АИТ после интервальной гипоксической тренировки свидетельствует о целесообразности ее включения в схемы патогенетической терапии пациентов с данной патологией.

Список литературы:

1. Абазова З.Х. Новый подход в тактике лечения субклинического гипертиреоза // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 3-1. – С. 13-16.

2. Абазова З.Х., Байсиев А.Х.М., Кумыков В.К., Эфендиева М.К. Прямой метод измерения времени проведения коленного рефлекса при тиреоидных патологиях // Медицинская техника. – 2006. – № 3. – С. 10-12.
3. Абазова З.Х., Колчинская А.З., Кумыков В.К., Хацуков Б.Х. Интервальная гипоксическая тренировка в курсе лечения миопии // Вестник новых медицинских технологий. – 2000. – Т. VII (2). – С. 87-90.
4. Абазова З.Х., Эфендиева М.К., Кумыков В.К., Байсиев А.Х.М. Скрининговые обследования с использованием методов экспресс-диагностики нарушений функции щитовидной железы // Успехи современного естествознания. – 2012. – Т. 12. – С. 8-12.
5. Акмаев И.Г. Нейроиммуноэндокринология: истоки и перспективы развития // Успехи физиологических наук. – 2003. – № 4. – С. 3-15.
6. Борукаева И.Х., Абазова З.Х., Иванов А.Б., Шхагумов К.Ю. Интервальная гипокситерапия и энтеральная оксигенотерапия в реабилитации пациентов с хронической обструктивной болезнью легких // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2019. – Т. 96 (2). – С. 27-32.
7. Иванов А.Б., Борукаева И.Х., Абазова З.Х., Шхагумов К.Ю. Интервальная гипокситерапия в лечении больных бронхиальной астмой с учетом хронотипов // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2021. – № 2. – С. 125-135.
8. Колчинская А.З., Цыганова Т.Н., Остапенко Л.А. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте. – М.: Медицина, 2003. – 250 с.
9. Оганова Н.Э. Патогенетические аспекты нейроэндокриноиммунных нарушений при заболеваниях щитовидной железы // Врач-аспирант. – 2011. – № 3. – С. 71-76.
10. Свириденко Н.Ю. Вопросы терапии гипотиреоза // Русский медицинский журнал. – 2012. – Т. 13. – С. 633-637.

Normobaric interval hypoxotherapy in the correction of neuroimmunoendocrine disorders in children and adolescents with autoimmune thyroiditis

Abazova Z.Kh., Ivanov A.B., Borukaeva I.Kh., Shkhagumov K.Yu.

Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Nalchik, Russia

130 children and adolescents aged 6 to 16 years with a diagnosis of autoimmune thyroiditis (AIT) at the stage of hypothyroidism underwent a course of hypoxotherapy. The high efficiency of the normobaric interval hypoxic training method in the treatment of hypothyroidism on the background of AIT is shown. An increase in the function and number of CD8+ cells after a course of hypoxotherapy prevents the progression of the autoimmune process and promotes the restoration of thyroid function, which in turn leads to positive dynamics in the neurological status of patients: improved indicators of mental performance and fine coordination of movements.

Key words: *autoimmune thyroiditis, hypothyroidism, hypoxotherapy, interval hypoxic training, neuroimmunoendocrine disorders.*

Функциональная активность тромбоцитов у возрастных пациентов с хронической сердечной недостаточностью при применении гипербарической оксигенации

Алтынбаева Э.Н.², Рузов В.И.¹, Горячая М.Н.², Слободнюк Н.А.²

¹ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

²ГУЗ «Ульяновский областной клинический госпиталь ветеранов войн», Ульяновск, Россия

Проведено обследование 105 пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) ишемической этиологии, среди них 70 мужчин (67%) и 35 женщин (33%), средний возраст 66,67±14,80 лет. Пятидневный курс лечения гипербарическим кислородом в барокамере БЛКС-303МК(Россия) в режиме 1,2 АТА с длительностью сеанса 30-45 минут пациентам сопровождался исследованием функциональной активности тромбоцитов. Установлено, что после лечения методом гипербарической оксигенации у женщин достоверно снижалась АДФ-индуцированная агрегация, у мужчин спонтанная. Однако на характер ответа функциональной активности тромбоцитов, на гипербарическую оксигенацию влияет начальное состояние тромбоцитарного звена гемостаза.

Ключевые слова: тромбоциты, гипербарическая оксигенация, агрегация тромбоцитов, сердечная недостаточность, гемостаз.

Введение. Известно, что основными гематологическими проявлениями при хронической сердечной недостаточности (ХСН) являются нарушение плазменного и тромбоцитарно-сосудистого звеньев гемостаза (Воронков Л.Г., Ткач Н.А., 2002; Pieroli M.F. et al., 2016). Тромбоциты, участвующие в процессах гемостаза и тромбообразования, являются связующим звеном основной триады: воспаления, тромбоза, атерогенеза (Pieroli M.F. et al., 2016), сопровождающей повреждения кровеносной системы и определяющей выраженность гипоксии клетки. Учитывая отсутствие и неоднозначность результатов исследований, посвященных изучению тромбоцитарно-сосудистого звена гемостаза при действии гипербарического кислорода с позиции коррекции активности тромбоцитов проведено исследование с учетом возраст-зависимых изменений.

Цель: оценить влияние возраста и пола пациента с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) на агрегационную активность тромбоцитов при проведении гипербарической оксигенотерапии.

Методика. Обследовано 105 пациентов с верифицированной хронической сердечной недостаточностью, осложнившей течение ИБС (70 мужчин – 67% и 35 женщин – 33%), средний возраст 78,67±13,80 лет. Все пациенты были разделены на 3 группы: пожилой (60-75 лет), старческий (75-90 лет) и долгожители (более 90 лет).

Всем пациентам, находившимся на стандартной терапии ХСН, проводился 5-дневный курс ГБО в барокамере БЛКС-303МК (Россия) в режиме 1,2 АТА с длительностью сеанса 30-45 минут. Исследование агрегации тромбоцитов проводили на двухканальном лазерном анализаторе агрегации 230 LA (НПФ «Биола» Россия).

Результаты. Оценка возрастных различий функциональной активности тромбоцитов показала более высокие значения показателей агрегации тромбоцитов с увеличением возраста пациентов. В ходе исследования выявлено статистически значимое повышение спонтанной агрегации у пациентов пожилого (1,44±0,56 отн.ед.), старческого возраста и долгожителей (1,49±0,59 отн.ед.) по сравнению с пациентами молодого (1,11±0,21 отн.ед.), среднего возраста (1,3±0,46 отн.ед.) (p<0,05). Аналогичные изменения наблюдались и при индуцированной низкими концентрациями АДФ агрегации тромбоцитов (0,1 мкмоль и 1,0 мкмоль АДФ) (p<0,05).

В ходе исследования установлено, что применение ГБО у пациентов пожилого, старческого возраста и долгожителей, несмотря на явную тенденцию к снижению показателей функциональной активности после пятидневного курса оксигенотерапии, не выявило статистически достоверных изменений показателей агрегации тромбоцитов ($p > 0,05$).

Оценка гендерных различий активности тромбоцитов показала, что у мужчин и женщин отмечались статистически значимые отличия, причем показатели, как спонтанной ($1,50 \pm 0,76$ vs $1,35 \pm 0,49$, $p < 0,05$), так и 0,1 АДФ ($2,23 \pm 1,19$ vs $1,81 \pm 0,86$ отн.ед., $p < 0,05$) и 1,0 АДФ-индуцированной агрегации ($3,24 \pm 1,74$ vs $2,49 \pm 1,26$ отн.ед., $p < 0,05$) оказались более высокими у женщин, чем у мужчин ($1,50 \pm 0,76$ vs $1,35 \pm 0,49$, $p < 0,05$).

Обращает на себя внимание гендерные различия по ответу тромбоцитарного звена гемостаза на ГБО. Лечение методом ГБО привело к снижению показателей агрегации и достоверное снижение 1,0 мкмоль АДФ-индуцированной агрегации у женщин ($3,45 \pm 1,55$ vs $2,6 \pm 1,47$, $p < 0,05$). У мужчин также отмечалась тенденция к снижению показателей агрегатограммы после ГБО и достоверное снижение спонтанной агрегации ($1,29 \pm 0,36$ vs $1,17 \pm 0,31$, $p < 0,05$).

Гендерные различия установлены и при различной исходной (до ГБО) функциональной активности тромбоцитов. У женщин с гиперагрегацией достоверно снижались показатели 0,1 АДФ-индуцированной ($2,73 \pm 0,88$ – $1,98 \pm 0,8$ отн.ед., $p < 0,05$), с нормальной – 1,0 ($3,54 \pm 1,37$ – $2,34 \pm 1,33$ отн.ед., $p < 0,05$) и 5,0 АДФ-индуцированной агрегации ($42,30 \pm 8,64$ – $36,23 \pm 11,46\%$, $p < 0,05$). У женщин с гипоагрегацией отмечалась тенденция к увеличению показателей агрегатограммы и достоверное повышение спонтанной агрегации ($1,06 \pm 0,19$ – $1,46 \pm 0,37$ отн.ед., $p < 0,05$).

У мужчин с гиперагрегацией после ГБО также отмечалось достоверное снижение показателей спонтанной ($1,79 \pm 0,43$ – $1,38 \pm 0,29$ отн.ед., $p < 0,05$) и 0,1 АДФ ($2,25 \pm 0,36$ – $1,93 \pm 0,66$ отн.ед., $p < 0,05$) и 1,0 АДФ-индуцированной агрегации ($3,99 \pm 1,52$ – $2,84 \pm 1,02$ отн.ед., $p < 0,05$), с нормальной – тенденция к повышению 0,1 АДФ и 1,0 АДФ-индуцированной агрегации и снижению 5,0 АДФ индуцированной агрегации ($p > 0,05$). У мужчин с исходной гипоагрегацией сохраняется тенденция к увеличению показателей агрегации и достоверно повышается 5,0 АДФ индуцированная ($15,81 \pm 0,08$ – $25,60 \pm 15,66\%$, $p < 0,05$).

Заключение. Результаты данного исследования демонстрируют, что хроническая сердечная недостаточность у пациентов старших возрастных групп, преимущественно у женщин ассоциировалась с высокой функциональной активностью тромбоцитов. Применение ГБО сопровождается снижением функциональной активности спонтанной агрегации тромбоцитов у мужчин при ее исходной гиперагрегации.

Список литературы:

1. Воронков Л.Г., Ткач Н.А. Тромбоэмболические осложнения у больных с сердечной недостаточностью // Украинский кардиологический журнал. – 2002. – № 5. – С. 107-112.
2. European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR) / M.F. Piepoli et al. // Eur Heart J. – 2016. – № 37 (29). – P. 2315-2381.
3. Gawaz M., Langer H., May A. Platelets in inflammation and atherogenesis // J. Clin. Invest. – 2005. – Vol. 115(12). – P. 3378-3384.

Functional activity of platelets in aged patients with chronic heart failure with hyperbaric oxygenation

Altynbaeva E.N.², Ruzov V.I.¹, Goryachaya M.N.², Slobodnjuk N.A.¹

¹Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

²Ulyanovsk Regional Clinical Hospital of War Veterans, Ulyanovsk, Russia

105 patients with chronic heart failure (CHF) with ischemic etiology of functional class were examined, among them 70 men (67%) and 35 women (33%), average age 78,67±13,80 years. A five-day course of hyperbaric oxygen treatment in the BLKS-303MK pressure chamber (Russia) in the 1.2 ATA with a 30-45 minutes session was accompanied by a study of the functional activity of platelets. It was found that after hyperbaric oxygenation treatment ADP-induced aggregation significantly decreased in women, spontaneous aggregation in men. However, the nature of the response of platelet functional activity to hyperbaric oxygenation is affected by the initial state of the platelet hemostasis.

Key words: platelets, hyperbaric oxygenation, platelet aggregation, heart failure, hemostasis.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-8-11

Влияние транскраниальной магнитной стимуляции на возбудимость мотонейронных пулов мышц нижних конечностей

Ананьев С.С.^{1,2}, Павлов Д.А.¹, Якупов Р.Н.¹, Голоднова В.А.¹, Балыкин М.В.¹

¹ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

²ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия

Исследование проводилось на 22 здоровых мужчинах в возрасте 18-23 лет. Первичную моторную кору, иннервирующую нижнюю конечность, активировали с помощью транскраниальной магнитной стимуляции. С использованием чрескожной электрической стимуляции спинного мозга инициировали вызванные моторные ответы мышц нижних конечностей при наложении электродов на кожу между остистыми отростками в проекции Th11-Th12. Протокол исследования: определение порогов ВМО мышц нижних конечностей при ЧЭССМ; определение порога ВМО мышцы ТА при ТМС; определение порогов ВМО мышц нижних конечностей при ЧЭССМ на фоне 80% и 90% ТМС. Установлено, что магнитная стимуляция моторной коры головного мозга приводит к повышению возбудимости нейронных структур поясничного утолщения спинного мозга и улучшению нервно-мышечных взаимодействий.

Ключевые слова: транскраниальная магнитная стимуляция, чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга, нейронные сети, возбудимость, нервно-мышечные взаимодействия.

Введение. Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) — метод неинвазивной активации нейронных структур центральной нервной системы. Метод основан на исследованиях магнитных явлений Майкла Фарадея (Rossini P.M. et al., 2015). В 1985 году группой учёных под руководством А. Barker было впервые проведено исследование по использованию ТМС для воздействия на сенсорно-моторную область коры головного мозга человека (Barker A.T., Jalinous R., Freeston I.L., 1985). ТМС стимулирует нейроны головного мозга и транссинаптически активизирует кортикоспинальный тракт (Rossini P.M. et al., 2015).

В последнее десятилетие активно проводятся исследования по изучению возможности использования чрескожной электростимуляции спинного мозга (ЧЭССМ) для ре-

гуляции двигательных функций человека. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о возможности применения ЧЭССМ в регуляции локомоторных функций и направленного управления ими, как у здоровых (Gorodnichev R.M. et al., 2012), так и у пациентов с нарушенными супраспинальными связями (Gerasimenko Y.P. et al., 2015; Balykin M.V. et al., 2017).

Логично было предположить, что ТМС оказывает влияние на возбудимость нейронных спинальных сетей и тем самым, может повышать эффективность спинальной стимуляции в регуляции двигательной активности.

Цель исследования – изучить влияние транскраниальной магнитной стимуляции на изменение возбудимости нейронных структур поясничного утолщения спинного мозга.

Методика. В исследовании приняли участие 22 практически здоровых мужчины в возрасте от 18 до 23 лет. Испытуемые не имели противопоказаний к проведению магнитной стимуляции головного мозга и чрескожной электростимуляции спинного мозга. Все испытуемые в соответствии с Хельсинской декларацией были проинформированы о ходе исследования и подписали добровольное согласие на участие в нём.

Исследование проводилось в реабилитационном центре Ульяновского государственного университета, который базируется в первичном сосудистом отделении ЦКМСЧ им. В.А. Егорова г. Ульяновска, в первой половине дня при комфортных температурных условиях, в положении лёжа на спине, после 10-15 минут привыкания к условиям лаборатории и получения методических показаний по проведению процедур и регистрации показателей.

Контрольные исследования включали в себя оценку электромиографических характеристик вызванных моторных ответов (ВМО) мышц нижних конечностей: *Vicepsfemoris* (BF); *Gastrocnemiusmedialis* (GM); *Rectusfemoris* (RF); *Tibialisanterior* (TA) при ЧЭССМ. Для регистрации ВМО применялся миограф Нейро-МВП 8 («Нейрософт», Россия). Чашечковые биполярные поверхностные электроды накладывались накожно на брюшки мышц с межэлектродным расстоянием 25 мм.

Для ЧЭССМ использовался стимулятор КУЛОН (ГУАП, СПб). Катод в виде диска диаметром 2,5 см, фиксировали по средней линии позвоночника между остистыми отростками на уровне Th11-Th12. Аноды в виде прямоугольных пластин размером 10×5 см накладывали в проекции гребней подвздошных костей. Пороговая сила тока необходимая для ВМО подбиралась индивидуально для каждого человека. Частота стимуляции составляла 1 гЦ.

Для ТМС использовали магнитный стимулятор МС/Д («Нейрософт», Россия), с индуктором (койл) в виде восьмёрки. Койл размещался над областью сенсорно-моторной коры, в зоне коркового представительства мышц нижних конечностей. Пороговая интенсивность (Тэслы) магнитной индукции, необходимая для ВМО, подбиралась исходя из индивидуальных особенностей обследуемых.

Протокол исследования включал: 1. Определение порогов активации мышц нижних конечностей при ЧЭССМ; 2. Определение порогов активации мышцы TA при ТМС; 3. Определение порогов активации мышц нижних конечностей при ЧЭССМ на фоне ТМС с интенсивностью 80% от пороговой; Определение порогов активации мышц нижних конечностей при ЧЭССМ при кондиционирующей ТМС с интенсивностью 90% от пороговой.

Статистическую обработку данных проводили с использованием компьютерной программы Statistica 10.0.

Результаты. При электрической стимуляции спинного мозга первыми в сокращение вовлекались проксимальные мышцы нижних конечностей (RF, BF), затем дистальные (TA, GM), это связано с топическим росто-каудальным распределением мо-

тонейронных пулов в поясничном утолщении спинного мозга. Пороговая величина силы тока для ЧЭССМ в покое составила: 36.0 ± 3.5 мА для BF; 14.7 ± 2.3 мА для RF, 84.8 ± 5.3 мА для ТА и 88.4 ± 4.3 мА для GM. При использовании кондиционирующего стимула в виде 80% ТМС от порога, который предшествовал чрескожной электрической стимуляции спинного мозга с задержкой между кондиционирующим и тестирующим стимулом от 250 до 300 мс, порог активации мышц при ЧЭССМ снижался на 19,4%, 10,2%, 35,7% и 11,7% для BF, GM, RF и ТА. Увеличение кондиционирующего стимула в виде магнитной индукции до 90% от пороговой мощности снижало пороги ВМО при ЧЭССМ на 36,1% для BF, 18,2% для GM, 57,2% для RF и 19,8% для ТА. Эти данные свидетельствуют о кондиционирующем эффекте ТМС на повышение возбудимости нейронных сетей спинного мозга за счёт нисходящего стимула по проводящим путям двигательной системы.

Воздействие ТМС 80% и 90% от пороговой величины приводит к повышению возбудимости нейронных сетей поясничного утолщения спинного мозга, что эквивалентно снижению порогового раздражителя при ЧЭССМ, но параллельно этому регистрировалось увеличение амплитуды вызванных моторных ответов исследуемых мышц. Так амплитуда ВМО BF, GM, RF, ТА повысилась по сравнению с исходными параметрами (пороговая ЧЭССМ) на 73,7 мкВ, 30 мкВ, 52,7 мкВ и 80,4 соответственно при 80% ТМС, а при 90% ТМС амплитуда увеличилась на 175,5 мкВ для BF, 93, 8 мкВ для GM, 131,9 мкВ для RF и 129 мкВ для ТА. В связи с этим можно говорить о вовлечении большего количества двигательных единиц в сокращение при меньшей силе стимуляции афферентного входа спинного мозга, и об улучшении нервно-мышечных взаимодействий.

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о том, что подпороговая транскраниальная магнитная стимуляция (80% и 90% от порога ТМС) приводит к снижению пороговых и увеличению амплитудных характеристик ВМО мышц нижних конечностей BF, GT, RF, ТА при ЧЭССМ. Полученные результаты свидетельствуют о повышении эффективности использования ЧЭССМ в регуляции двигательных функций за счёт подпороговых стимулов ТМС в проекции первичной моторной коры. Это связано с нисходящим по кортикоспинальному тракту кондиционирующим стимулом первичной моторной коры к нейронным структурам локомоторного аппарата.

Список литературы:

1. Balykin M.V., Yakupov R.N., Mashin V.V., Kotova E.Y., Balykin Y.M., Gerasimenko Y.P. The influence of non-invasive electrical stimulation of the spinal cord on the locomotor function of patients presenting with movement disorders of central genesis // *Voprosy kurtologii, fizioterapii, ilyechebnofizicheskoy kulturey*. – 2017. – № 4. – P. 4-9.
2. Barker A.T., Jalinous R., Freeston I.L. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex // *The Lancet*. – 1985. – Vol. 325 (8437). – P. 1106-1107.
3. Gerasimenko Y.P., Lu D.C., Modaber M., Zdunowski S., Gad P., Sayenko D.G., Morikawa E., Haakana P., Ferguson A.R., Roy R.R., Edgerton V.R. Noninvasive Reactivation of Motor Descending Control after Paralysis // *J Neurotrauma*. – 2015. – Vol. 32(24). – P. 1968-1980.
4. Gorodnichev R.M., Pivovarova E.A., Pukhov A., Moiseev S.A., Savokhin A.A., Moshonkina T.R., Shcherbakova N.A., Kilimnik V.A., Selionov V.A., Kozlovskaya I.B., Edgerton V.R., Gerasimenko Y.P. Transcutaneous electrical stimulation of the spinal cord: non-invasive tool for activation of locomotor circuitry in human // *Fiziol. Cheloveka*. – 2012. – Vol. 38(2). – P. 46-56.
5. Rossini P.M., Burke D., Chen R., Cohen L.G., Daskalakis Z., Di Iorio R., Di Lazzaro V., Ferreri F., Fitzgerald P.B., George M.S., Hallett M., Lefaucheur J.P., Langguth B.,

Matsumoto H., Miniussi C., Nitsche M.A., Pascual-Leone A., Paulus W., Rossi S., Rothwell J.C., Siebner H.R., Ugawa Y., Walsh V., Ziemann U. Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord, roots and peripheral nerves: Basic principles and procedures for routine clinical and research application. An updated report from an I.F.C.N. Committee // Clin Neurophysiol. – 2015. – Vol. 126(6). – P.1071-1107.

The effect of transcranial magnetic stimulation on the excitability of the motor neuron pools of the muscles of the lower extremities

Ananiev S.S.^{1,2}, Pavlov D.A.¹, Yakupov R.N.¹, Golodnova V.A.¹, Balykin M.V.¹

¹Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

²I.P. Pavlov Institute of Physiology, St. Petersburg, Russia

The study was conducted on 22 healthy men aged 18-23 years. The primary motor cortex innervating the lower limb was stimulated with transcranial magnetic stimulation. Using transcutaneous electrical stimulation of the spinal cord, evoked motor responses of the muscles of the lower extremities were initiated when electrodes were applied cutaneous between the spinous processes in the Th11-Th12 projection. Research protocol: Determination of the thresholds of BMO of the muscles of the lower extremities during TESCS; determination of the BMO threshold of the TA muscle in TMS; determination of the thresholds of the BMO of the muscles of the lower extremities during TESCS against the background of 80% and 90% TMS. It was found that magnetic stimulation of the motor cortex of the brain leads to an increase in the excitability of the neural structures of the lumbar thickening of the spinal cord and an improvement in neuromuscular interactions.

Key words: transcranial magnetic stimulation, transcutaneous electrical stimulation of the spinal cord, neural networks, excitability, neuromuscular interactions.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-11-14

Сравнительная характеристика качества атмосферного воздуха правобережной и левобережной частей г. Ульяновска

Антонова Ж.А.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Исследование проводилось на основе анализа данных стационарных постов наблюдения за загрязнением атмосферы за двухлетний период (2020-2021 гг.) и схемы зонирования города. В результате исследования были выявлены приоритетные загрязняющие вещества для правобережной и левобережной частей г. Ульяновска. По перечню приоритетных загрязняющих веществ установлен ряд предполагаемых источников данных выбросов.

Ключевые слова: стационарные посты наблюдения, приоритетные загрязняющие вещества, источники загрязнения, передвижные посты, экологические нормы.

Атмосферный воздух – есть самая важная жизнеобеспечивающая природная среда для человека и других живых организмов. Он представляет собой смесь газов и аэрозолей приземного слоя атмосферы, сложившуюся в ходе эволюции Земли, деятельности человека и находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений. В текущее время из всех форм деградации природной среды России именно загрязне-

ние атмосферы вредными, загрязняющими веществами является наиболее опасной. Особенности экологической обстановки в отдельных регионах Российской Федерации и возникающие экологические проблемы обусловлены местными природными условиями и характером воздействия на них промышленности, транспорта, коммунального и сельского хозяйства. Степень загрязнения воздуха зависит, как правило, от степени урбанизированности и промышленного развития территории (специфика предприятий, их мощность, размещение, применяемые технологии), а также от климатических условий, которые определяют потенциал загрязнения атмосферы. Состав воздуха вокруг нас постоянно меняется как из-за естественных, так и из-за антропогенных выбросов в атмосферу.

Загрязнение атмосферного воздуха – поступление в атмосферный воздух или образование в нем загрязняющих веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха.

Атмосфера оказывает значительное воздействие как на человека и биоту, так и на гидросферу, почвенно-растительный покров, здания, сооружения и многие другие техногенные объекты.

Тысячи ульяновцев живут на тех территориях, где городской смог, загрязнение частицами и токсичные загрязняющие вещества представляют серьезную угрозу для здоровья.

Цель данной работы – выполнить сравнительный анализ качества атмосферного воздуха правобережной и левобережной частей города Ульяновска.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Установить перечень ключевых загрязняющих веществ атмосферного воздуха левобережной и правобережной частей города Ульяновска.

2. Установить и изучить основные источники загрязнения, влияющие на качество атмосферного воздуха на территориях левобережной и правобережной частей города Ульяновска.

3. Разработать предложения по улучшению качества атмосферного воздуха в г. Ульяновске.

В г. Ульяновске на постоянной основе осуществляются мониторинговые исследования на соответствия показателей атмосферного воздуха нормативам на федеральном и региональном уровнях.

Существует несколько типов постов, которые подразделяются на: стационарные посты, маршрутные посты и передвижные посты.

Прежде всего, в структуре данной системы наблюдений г. Ульяновска происходит мониторинг загрязнения атмосферного воздуха, проводимый на стационарных постах наблюдений (ПНЗ) ежедневно с периодичностью 6 дней в неделю, три раза в сутки.

Кроме отбора проб воздуха для определения концентрации различных загрязняющих веществ, на всех постах, определяются метеорологические показатели, такие как: атмосферные явления, температура, направление и скорость ветра. Вместе с тем, регион имеет и свои особенности – в силу географического расположения, территориальных особенностей местности и специфики техногенных источников загрязнения.

Если ограничиться выбросами только стационарных источников, расположенных на территории трёх районов города – Ленинского, Железнодорожного и Засвияжского, то – в приоритетный список (для Правобережья) включены 12 веществ: диоксид азота, анагидрид сернистый, гидроксид кальция, оксид азота, пыль SiO_2 70-20%, ксилол, пыль $\text{SiO}_2 > 70\%$, пыль $\text{SiO}_2 < 20\%$, оксид углерода, сажа, свинец и его соединения, этилацетат.

В приоритетный список для Левобережья г. Ульяновска (по данным только тех источников, которые расположены на территории Заволжского района) включено всего 5 веществ: ангидрид сернистый, диоксид азота, оксид азота, циклогексанон, оксид углерода.

Предполагаемыми источниками загрязнения атмосферы г. Ульяновска по правому берегу на ПНЗ № 4 близлежащими являются: УМУП «Городская теплосеть», ООО «ПК Ульяновскмебель», ООО «Ульяновский мебельный комбинат», ООО Кондитерская фабрика «Волжанка». На ПНЗ № 7 такими являются: АО «Комплексный технический центр «Металлоконструкции»», ООО «Евроизол». Также нельзя обойти стороной и не учесть такие предприятия на правом берегу как: ООО «Ульяновский автомобильный завод», ООО «УАЗ-Автокомпонент», АО «Ульяновский моторный завод», АО «Механический завод», АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения», АО «Контактор», ПАО «Т Плюс» Ульяновская ТЭЦ-1.

Анализируя данные левобережной части города в окрестности ПНЗ № 5 можно отметить близкое нахождение АО «Ульяновский патронный завод». Рядом с ПНЗ № 6 имеются такие предприятия-загрязнители: ГСК «Петров овраг», АО «АэроКомпозит-Ульяновск», ПАО «Т Плюс», Ульяновская ТЭЦ-2 и в целом промзона Заволжского района.

На основе проведенных сравнительных исследований за 2020 и 2021 гг. были получены следующие результаты:

- ключевыми веществами, загрязняющими атмосферный воздух левобережной части г. Ульяновска, являются диоксид азота (3 класс), фенол (3 класс) и гидрохлорид (3 класс), а правобережной части формальдегид (2 класс) и взвешенные вещества (3 класс);

- предполагаемыми источниками загрязнения атмосферы правого берега г. Ульяновска являются: ООО «Ульяновский автомобильный завод», АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения», ПАО «Т Плюс» Ульяновская ТЭЦ-1, в левобережной части города – ПАО «Т Плюс» Ульяновская ТЭЦ-2 и ГСК «Петров овраг»;

- среди возможных путей снижения уровня загрязнённости атмосферного воздуха в пределах исследуемой территории можно выделить следующие: модернизация производственных мощностей (предприятий); установка современных специализированных фильтров на отводящие каналы (трубы и пр.); усиление контроля надзорных органов и повышение штрафных санкций за невыполнение установленных экологических норм и др.

Список литературы:

1. Акимов В.С. Диоксид серы и основные источники загрязнения атмосферы диоксидом серы // Общие и комплексные проблемы естественных и точных наук. – 2017. – № 6-1(19). – С. 18-20.

2. Голунков Ю.В., Аллянова В.А., Казакова В.В., Кутева О.Л. Загрязнение воздушной среды Ульяновска: монография. – Ульяновск: УлГУ, 2004. – 256 с.

3. Дорогова В.Б., Тараненко Н.А., Рычагова О.А. Формальдегид в окружающей среде и его влияние на организм (обзор) // Acta Biomedica Scientifica. – 2010. – № 1. – С. 32-35.

4. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. – СПб.: НИИ «Атмосфера», 2012. – 224 с.

Comparative characteristic of atmospheric air quality on the right-bank and left-bank parts of Ulyanovsk

Antonova Zh.A.

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

The investigation was carried out on the basis of analysis of data from stationary monitoring stations for atmospheric pollution during two-year period (2020-2021) and the city's zoning scheme. As a result of the investigation priority pollutants were identified for the right-bank and left-bank parts of Ulyanovsk. According to the list of priority pollutants, a number of prospective sources of these emissions were identified.

Key words: stationary observation posts, priority pollutants, pollution sources, mobile posts, environmental standards.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-14-16

Восстановление работы сердца и дыхания у крыс после охлаждения до температуры тела 9-10 °С

Арокина Н.К.

ФГБУН «Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН», Санкт-Петербург, Россия

Исследование проводилось на наркотизированных уретаном крысах-самцах Wistar. Охлаждение крыс производили в воде до остановки дыхания, через 5 минут начинали искусственную вентиляцию легких, что активировало работу сердца. Животных из воды не извлекали, частота сердцебиений понижалась, сердце останавливалось при ректальной температуре (Tr) $9,6 \pm 0,7$ °С, в пищеводе (Tn) $11,9 \pm 0,6$ °С. Затем крыс извлекали из воды, на грудную область накладывали солевую грелку (38-40 °С). В результате этого температура сердца повышалась, начинался рост частоты сердечных сокращений; при Tr $18,6 \pm 0,8$ °С и Tn $21,6 \pm 0,9$ °С появлялось собственное дыхание. Делается заключение, что снабжение сердца кислородом и согревание способствуют восстановлению его работы, и возобновлению собственного дыхания.

Ключевые слова: гипотермия, крыса, искусственное дыхание, сердце, дыхание.

Введение. При глубокой гипотермии температура тела может значительно понизиться, что приводит к остановке дыхания и сердца (Иванов К.П., 2008). Имеются данные о случаях спасения охлажденных людей даже после длительной остановки сердца (Nordberg P. et al., 2014; Paal P. et al., 2016). Но не всегда даже интенсивная реанимация таких пациентов оказывается эффективной. Показана высокая устойчивость изолированного сердца крысы к охлаждению, оно сохраняет работоспособность до 2-3 часов и способно поглощать O₂ (Алюхин Ю.С., 2008).

Целью работы было восстановление работы сердца и дыхания у крыс после длительного охлаждения в воде, с применением искусственной вентиляции легких и нагревания грудной области.

Методика. Эксперименты были выполнены на белых крысах-самцах породы Вистар (n=12) массой 300 ± 25 г; применяли уретановый наркоз (125 мг/100 г массы тела, внутривенно). Соблюдались этические принципы и нормативные документы о гуманном отношении к животным. Охлаждение производили в ванне с водой при

8-10 °С. Регистрировали температуру в прямой кишке (Тр), в пищеводе (Тп), частоту дыхания (ЧД), сердечных сокращений (ЧСС). С помощью пульсоксиметра регистрировали уровень насыщения кислородом крови (SpO₂). Аппарат искусственного дыхания (АИД) подключали через 5 мин после остановки у крыс дыхания; дыхание воздухом, ЧД 16 циклов/мин (Иванов К.П., Арокина, 2015). В опытной группе крыс (n=6) после подключения АИД животные продолжали охлаждаться в воде. После длительного охлаждения, вплоть до остановки сердца, крыс извлекали из воды, нагревали грудную область солевой грелкой (38-40 °С). В контроле (n=6) искусственную вентиляцию легких не производили. Данные регистрировали и обрабатывали с помощью АЦП Е14-140-М (L-Card, Россия). Использовали критерии Стьюдента, данные представлены как M±m; различия считались значимыми при p<0,05.

Результаты. После остановки дыхания (Тр 16,4±0,2 °С, Тп 18,5±0,4 °С) у крыс возникала аритмия, ЧСС снижалась до 22±3 ударов/мин, АД – до 24±2 мм рт. ст. В контроле животные погибали через 15-20 мин после остановки дыхания, показано, что при этом практически прекращалось кровообращение в микрососудах пиальной оболочки головного мозга крыс (Мельникова Н.Н. и др., 2017). Искусственная вентиляция легких способствовала восстановлению работы сердца, что проявлялось в повышении частоты сердечбиений (67±4 ударов/мин), АД до 42±5 мм рт. ст., восстановлении ритмичности ЭКГ, возрастании SpO₂ до 94-96%. Этот эффект описан в предыдущей статье (Иванов К.П., Арокина Н.К., 2015).

Дальнейшее охлаждение приводило к остановке сердечбиений, несмотря на продолжающееся искусственное дыхание, при Тр 9,6±0,7 °С и Тп 11,9±0,6 °С. После прекращения работы сердца крыс извлекали из воды и через 2-3 мин после этого к области груди прикладывали грелку. Повышение Тр и Тп наблюдалось через 86±5 с. Работа сердца возобновилась после нагревания животных до Тр 11,2±0,7 °С и Тп 13,6±0,5 °С. Латентность реакции активизации работы сердца от момента начала изменения Тп была 385±32 с, одновременно восстанавливалась ритмичность ЭКГ.

Нагревание грудной области крыс после извлечения из воды привело не только к росту ЧСС, но и к восстановлению дыхания. Собственное дыхание возникало примерно на 60-й мин нагревания крыс, при Тр 18,6±0,8 °С и Тп 21,6±0,9 °С. Отключение АИД на этом этапе эксперимента приводило к падению ЧД до 14±3 циклов/мин, ЧСС до 56±8 ударов/мин, АД до 35±5 мм рт. ст., SpO₂ до 60±5%. Поэтому искусственную вентиляцию легких возобновляли через 2-3 мин. Окончательное отключение АИД производилось при Тр 20,5±0,4 °С и Тп 22,5±0,6 °С, крысы дышали самостоятельно. Значения ЧД, ЧСС и АД в процессе согревания были достоверно ниже значений при таких же температурах, но в процессе охлаждения, таким образом наблюдался эффект запаздывания восстановления физиологических функций относительно повышения температуры тела.

Закключение. Таким образом, с помощью искусственной вентиляции легких и нагревания грудной области удалось восстановить работу сердца и дыхание после аноксии, усиленной дополнительным охлаждением животных. Снабжение сердца кислородом и согревание способствуют восстановлению его работы и возобновлению собственного дыхания в условиях глубокого охлаждения организма.

Список литературы:

1. Алюхин Ю.С. Температурные и временные пределы обратимости остановки сердца млекопитающих от холода // Успехи физиол. наук. – 2008. – Том 39; № 4. – С. 66-82.
2. Иванов К.П. Жизнь при минимальных расходах энергии // Успехи физиол. наук. – 2008. – Том 39; № 1. – С. 42-54.

3. Иванов К.П., Арокина Н.К. Поддержание сердечно-сосудистой функции у глубоко охлажденного гомойотермного организма физиологическими методами без внешнего отогревания // Бюлл. эксперим. биол. и медиц. – 2015. – Том 160; № 10. – С. 400-402.

4. Кровоток в микрососудах мозга крыс при гипотермической остановке дыхания и использовании искусственной вентиляции легких / Н.Н. Мельникова, Н.К. Арокина, Л.А. Петрова, И.П. Башагина // Росс. физиол. журн. им. И.М. Сеченов. – 2017. – Том 103; № 6. – С. 686-694.

5. Surviving two hours of ventricular fibrillation in accidental hypothermia / Nordberg P., Ivert T., Dalen M. et al. // Prehosp. Emerg. Care. – 2014. – Vol. 18; № 3. – P. 446-449.

6. Accidental hypothermia-an update the content of this review is endorsed by the international commission for mountain emergency medicine (ICAR MEDCOM) / Paal P., Gordon L., Strapazzon G. et al. // Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med. – 2016. – Vol. 24; № 1. – P. 111.

Restoration of heart and respiration in rats after cooling to a body temperature of 9-10 °C

Arokina N.K.

I.P. Pavlov Institute of Physiology, St. Petersburg, Russia

The study was carried out on male Wistar rats anesthetized by urethane. The rats were cooled in water until breathing stopped; after 5 minutes, mechanical ventilation of the lungs was started, which activated the work of the heart. The animals were not removed from the water, the heart rate decreased, the heart stopped at rectal temperature (Tr) $9,6\pm 0,7$ °C, in the esophagus (Te) $11,9\pm 0,6$ °C. Then the rats were taken out of the water, a saline heating pad (38-40 °C) was applied to the chest area. As a result, the heart temperature increased, the heart rate began to rise; their own respiration appeared at Tr $18,6\pm 0,8$ °C and Te $21,6\pm 0,9$ °C. It is concluded that the supply of oxygen to the heart and warming contribute to the restoration of its work, and the resumption of its own breathing.

Key words: hypothermia, rat, artificial respiration, heart, respiration.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-16-19

Качество жизни пациентов после паховой герниопластики эндоскопическими методами

Асутаев Ш.Д., Поборский А.Н.

БУ ВО «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия

Проведён сравнительный анализ показателей 53 мужчин, перенесших паховую герниопластику, методами ТЕР (n=20) и ТАРР (n=33). Качество жизни оценивалось с помощью международного опросника EQ-5D в 1-й день, через 1 месяц и 12 месяцев после операции. Мониторинг параметров качества жизни показал различия в оценке своего состояния пациентами, перенесшими ТЕР и ТАРР, максимально проявившимися в первые сутки после операции. Наличие проблем в этот период по всем компонентам опросника EQ-5D, в большей степени пациенты связывали с болью/дискомфортом в зоне операции. Последние максимально проявлялись у

большинства перенесших ТАПП (64%), что сказывалось и на более низкой оценке ими состояния здоровья. Выявленные отличия нивелируются уже через месяц после вмешательств и отсутствуют через 12 месяцев после операции.

Ключевые слова: качество жизни, паховая герниопластика, эндоскопические методы.

Введение. В современной герниологии надежными, с низкой травматичностью и малым числом осложнений, являются такие методы пластики пахового канала, как тотальная экстраперитонеальная лапароскопическая паховая герниопластика (Total Extra Peritonealrepair – ТЕР) и лапароскопическая трансабдоминальная предбрюшинная герниопластика (Trans Abdominal PrePeritoneal repair – ТАПП) (Егиев В.Н., 2015; Bittner R. et al., 2018). Однако до сегодня все еще нет единого мнения о преимуществе той или иной герниопластики, прежде всего, в их влиянии на качество жизни (КЖ) пациентов в послеоперационном периоде (Bittner R. et al., 2018). Без рассмотрения влияния на КЖ с точки зрения самого пациента в настоящее время невозможно провести полноценную оценку преимуществ или недостатков различных оперативных вмешательств (Новик А.А., 2007). Цель исследования: мониторинг параметров качества жизни пациентов, перенесших паховую герниопластику методами ТЕР и ТАПП.

Методика. Проведен анализ показателей 53 пациентов мужчин, которым выполнены в плановые оперативные вмешательства по поводу первичных односторонних несложненных паховых грыж. Медиана возраста составила 57 (44; 61) лет. Медиана длительности грыженосительства составила 14 (6; 18) месяцев. Операция по методу ТЕР была проведена у 20 (38%) пациентов, ТАПП у 33 (62%) больных при II и III типах паховой грыжи (по классификации L. Nyhus). В качестве сетчатого имплантата использовалась частично рассасывающаяся облегченная монофиламентная сетка ULTRAPRO (ETHICON Johnson&Johnson, США). Оперативное лечение выполнялось под общей анестезией с искусственной вентиляцией легких. Качество жизни пациентов оценивалось с помощью валидированной русской версии международного опросника EuroQol Index (EQ-5D). Статистическая обработка результатов проводилась непараметрическими методами.

Результаты. Оценка эффективности анализируемых методов паховой герниопластики продемонстрировала отсутствие рецидивов заболевания во все периоды обследования. Обнаруженные в ранний период после операции осложнения, были немногочисленны (серома у 1 пациента после ТАПП и 1 – после операции по методу ТЕР), не требовали дополнительных вмешательств и не приводили к инфицированию или нагноению раны. Мониторинг параметров КЖ с использованием EQ-5D, показал наличие разных вариантов субъективной оценки состояния своего здоровья в различные периоды после оперативных вмешательств. В первые сутки на проблемы по всем рассматриваемым компонентам EQ-5D указывали все пациенты, но наиболее значительная выраженность, отмечаемая по шкалам «боль/дискомфорт» и «тревожность/депрессия», имела место у прооперированных методом ТАПП. Через месяц после операции неблагоприятную оценку своему состоянию давали только 20% прооперированных методом ТЕР и 27% – ТАПП и лишь по таким показателям, как «боль / дискомфорт» и «тревога/депрессия». По этим же компонентам опросника проблемы сохранялись и у 6% перенесших ТАПП через 12 месяцев после операции. Оценка профиля «состояния здоровья» EQ-5D показала, что в первые сутки после ТЕР, все пациенты имели индекс КЖ «22222», отмечая наличие некоторых проблем с передвижением, самообслуживанием, повседневной активностью, они указывали на незначительные проявления боли, дискомфорта и, в связи с этим, небольшой тревоги. В то же время, код состояния здоровья «22222», имел место лишь у 36% пролеченных методом ТАПП. Большая же часть перенесших ТАПП (64% пациентов) оценили состояние своего здоровья по шкалам опрос-

ника, как «22333». Они имели некоторые проблемы с передвижением в пространстве, с самообслуживанием, отмечая при этом невозможность выполнения повседневных дел, что связывалось с наличием сильной боли в зоне операции. Последнее вызывало проявление выраженной тревоги. Показатели КЖ по шкале-«термометру» были невысокие, но статистически значимую более позитивную характеристику своего состояния давали прооперированные методом ТЕР (значения медианы, верхних и нижних квартилей после ТЕР 42 (28; 49), ТААР – 31 (18; 42), $p=0,020$). По прошествии месяца после оперативных вмешательств значительная часть пациентов (80% перенесших ТЕР и 73% ТААР), отмечала состояние здоровья, соответствующее максимальному индексу КЖ «1111», которое характеризовалось отсутствием проблем с передвижением, самообслуживанием, выполнением повседневных дел. Анкетируемые указывали на то, что их перестали беспокоить боль и дискомфорт в области операции, проявления тревоги. В то же время, 20% перенесших ТЕР и 27% оперированных способом ТААР, отражая свое состояние, как «1122», не имея проблем с передвижением в пространстве, самообслуживанием, в повседневной активности, при отсутствии болевого синдрома, продолжали испытывать небольшой дискомфорт в зоне оперативного вмешательства. Это вызывало у них определенную, пусть и незначительную тревогу. Позитивная характеристика состояния здоровья, отразившаяся в вышеописанных профилях, проявилась и в результатах оценки КЖ по шкале-«термометру». При этом величины показателя КЖ после ТЕР и ТААР, возросли относительно предшествующего периода обследования и стали сопоставимы (соответственно, после ТЕР с 42 (28; 49) до 53 (45; 59), $p=0,018$; после ТААР с 31 (18; 42) до 50 (40; 58), $p<0,0001$). Оцениваемые параметры КЖ через 12 месяцев после операции, продемонстрировали улучшение и рост у всех обследуемых после ТЕР. Индекс состояния здоровья в этой группе на момент проведения анкетирования составил «1111», что отражало отсутствие проблем по всем оцениваемым компонентам. В группе, где была проведена герниопластика ТААР 94% анкетируемых определяли свое состояние как максимально оптимальное, отмечая индекс КЖ как «1111». Лишь у 6% пациентов этой группы индекс КЖ «1122», свидетельствовал, что при отсутствии проблем с передвижением в пространстве, самообслуживанием, выполнением повседневных дел, по прошествии 12 месяцев после операции сохранялось чувство дискомфорта в зоне операции, это сопровождалось состоянием тревоги. Примечательно, что на «термометре» здоровья, отражаемая количественная оценка КЖ, оставалась неизменной относительно предшествующего периода исследования (1 месяц после вмешательства). При этом различия в показателях после ТЕР и ТААР отсутствовали (ТЕР – 59 (48; 62), ТААР – 55 (45; 62)).

Заключение. Мониторинг параметров КЖ с целью рассмотрения эффективности проведенных эндоскопических герниопластик, показал наличие проблем со здоровьем, максимально проявившимися в первые сутки после операции у пациентов, перенесших ТЕР и ТААР, которые нивелируются уже через месяц и отсутствуют через 12 месяцев после операции. Наличие проблем, по оцениваемым компонентам опросника EQ-5D, в большей степени пациенты связывали с болью/дискомфортом в зоне операции. Последние максимально проявлялись у большинства перенесших ТААР (64%), что сказывалось и на более низкой оценке ими состояния здоровья по шкале-«термометру» по сравнению с ТЕР.

Список литературы:

1. Егиев В.Н., Воскресенский П.К. Грыжи. – М.: Медпрактика-М, 2015. – 480 с.
2. Новик А.А., Ионова Т.И. Руководство по исследованию качества жизни в медицине. – М.: ЗАО «ОЛМА Медиа Групп», 2007. – 320 с.

3. Laparo-endoscopic Hernia Surgery / R. Bittner, F. Köckerling, R.J. Fitzgibbons, K.A. LeBlanc et al. – Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2018. – 475 p.

Quality of life of patients after inguinal hernioplasty by endoscopic methods

Asutaev Sh.D., Poborskiy A.N.
Surgut State University, Surgut, Russia

A comparative analysis of the indicators of 53 men who underwent inguinal hernioplasty using the TEP (n=20) and TAPP (n=33) methods was carried out. Quality of life was assessed using the international questionnaire EQ-5D on the 1st day, 1 month and 12 months after surgery. Monitoring of quality of life parameters showed differences in the assessment of their condition by patients who underwent TEP and TAPP, which were most pronounced on the first day after surgery. The presence of problems during this period for all components of the EQ-5D questionnaire, to a greater extent, was associated by patients with pain / discomfort in the operation area. The latter were maximally manifested in the majority of those who underwent TAPP (64%), which also affected their lower assessment of their health status. The revealed differences disappear within a month after the interventions and are absent 12 months after the operation.

Key words: *quality of life, inguinal hernioplasty, endoscopic methods.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-19-22

Адаптивная хеморецепторная пластичность и реактивность кардиореспираторной системы у спортсменов при гипоксических нагрузках

Балиоз Н.В., Кривошеков С.Г.
ФГБНУ НИИ Нейронаук и медицины, Новосибирск, Россия

Обследовано 110 здоровых мужчин (не занимающихся спортом и спортсменов) с применением гипоксических нагрузок. Установлено, что специфика регуляции газообмена зависят от характера тренировочных нагрузок (аэробные или смешанные), которые проявляются в параметрах хеморефлекторной реактивности, паттерне внешнего дыхания, газообмене и активности отделов вегетативной нервной системы (ВНС) в условиях гипоксической нагрузки. По мере роста спортивной квалификации происходит совершенствование механизмов межсистемной интеграции функций кардиореспираторной системы (КРС), которое проявляется в увеличении кардиореспираторной когерентности.

Ключевые слова: *спортсмены, гипоксия, кардиореспираторная система, газообмен организма, реактивность хеморецепторов.*

Введение. Особенностью тренировок в циклических видах спорта, тренирующих выносливость, являются преобразования в биоэнергетических системах организма, ответственных за экономию энергии при мышечной работе. Несоответствие между растущими энергетическими запросами организма и возможностями их удовлетворения приводит к «гипоксии нагрузки» (Колчинская А.З., 1993), а устойчивость к гипоксическим состояниям в циклических видах спорта влияет на спортивные результаты (Dempsey J.A. et al., 2012, Anthierens A. et al., 2019). Механизмы, лежащие в основе гипоксической хемочувствительности и кардиореспираторной реактивности (гипервенти-

ляция и симпатическая активация) остаются предметом активного изучения (López-Barneo J. et al., 2016). Современные гипотезы включают концепции кардиовентиляторного контроля, основанные на адаптивной изменчивости хемочувствительности (пластичности) и хемореактивности при гипоксических воздействиях, взаимозависимости центральных и периферических хеморецепторов, усилении влияния нейронов центральной нервной системы на дыхательные и симпатические регуляторные пути (Prabhakar N.R. et al., 2018). Есть основания полагать, что специфика тренировочного процесса в разных циклических видах спорта модулирует работу газотранспортной системы за счет специфических адаптивных преобразований хеморецепторной чувствительности и реактивности функций КРС. Актуальность проблемы продиктована недостатком знаний об адаптивных изменениях кардиореспираторной и газотранспортной систем, особенностях нейровисцеральной регуляции и интеграции функций при адаптации к интенсивным мышечным нагрузкам.

Цель исследования – изучить особенности регуляции функций и хемореактивности КРС при гипоксических нагрузках в зависимости от вида спорта и уровня спортивной квалификации.

Методика. Обследовано 110 человек, здоровые мужчины, не занимающиеся спортом (контроль) и спортсмены (лыжники, пловцы и бегуны) разного уровня спортивной квалификации (2 и 1 разряд, КМС, МС). Проведено 3 серии исследований с применением гипоксических нагрузок. В 1-й серии проводилось изучение особенности регуляции функций КРС в зависимости от уровня привычной физической активности. Во 2-й серии исследовались особенности регуляции газообмена, хемореактивности гипоксических реакций КРС у спортсменов в зависимости от характера тренировочных нагрузок в циклических видах спорта (пловцы vs лыжники). В 3-й серии исследовались изменения кардиореспираторного сопряжения (интеграции) у спортсменов циклического вида спорта (бегунов) в зависимости от уровня спортивной квалификации. В 1-й и 2-й сериях гипоксическая нагрузка создавалась с помощью модифицированного гипоксикатора (NewLife, AirStep, США), с плавным снижением концентрации O_2 с 20.9 до 10% в течение 30 минут. Регистрировались показатели газообмена и вентиляции (газоанализатор ОхусонPro®, ЭрихЭгер), сатурация O_2 в крови (Оксиметр VCI, SmithsMedical). Во 2-й серии также проводился велоэргометрический тест с нарастающей мышечной нагрузкой до отказа с определением уровня ПАНО (Wasserman, 1994). В 3-й серии проводился острый гипоксический тест (10 минут дыхания 10% O_2 газовой смесью) с записью показателей газообмена и вариабельности сердечного ритма. В качестве маркеров нейровисцеральной реактивности (пластичности) рассчитывались приросты показателей вентиляции и сердечной деятельности на 1% снижения сатурации кислорода (% SaO_2) в гипоксическом тесте: HVR (hypoxic ventilatory response), HBf (hypoxic breathing rate response), HBD (hypoxic breathing depth response) и HHR (hypoxic heart rate response). Для выявления межгрупповых различий обследованных лиц по типам реагирования использовался однофакторный ANOVA. Для оценки кардиореспираторной когерентности в статистический анализ брали величины когерентности для частот, различающихся на 0.005 Гц. Сравнение значений показателей до, во время и после гипоксии проводили с помощью дисперсионного анализа для повторных наблюдений (Repeated Measures Analysis of Variance, фактор “Hypoxia”) с Fisher LSD post-hoc анализом.

Результаты. Анализ показал, что специфические (фенотипические) особенности регуляции газообмена в условиях гипоксической нагрузки у спортсменов циклических видов спорта зависят от характера тренировочных нагрузок (аэробные или смешанные) и проявляются в параметрах хеморефлекторной реактивности, паттерне внешнего дыхания, газообмене и активности отделов ВНС. При занятиях аэробными видами спорта (лыжники) адаптивная перенастройка работы кардиореспираторной системы проявля-

ется снижением гипоксической хеморефлекторной реактивности, смещением баланса ВНС в парасимпатическую сторону, обеспечивая повышение экономичности работы дыхательной и сердечной систем в условиях гипоксии и при мышечной работе. У спортсменов аэробно-анаэробного вида тренировочных нагрузок (пловцы) происходит повышение уровня гипоксической хеморефлекторной реактивности, симпатического тонуса и усиление HVR, преимущественно за счет частоты дыхания, обеспечивая поддержание более высокого уровня сатурации O₂ в условиях гипоксии по сравнению с лыжниками. Эти изменения механизмов регуляции сопровождаются более высоким уровнем функциональных резервов дыхательной и сердечной систем при интенсивной мышечной работе у лыжников по сравнению с пловцами. По мере роста спортивной квалификации происходит совершенствование механизмов межсистемной интеграции функций КРС, которое проявляется в большем увеличении кардиореспираторной когерентности в низкочастотном диапазоне у спортсменов высокого уровня.

Заключение. Адаптивная перенастройка хеморецепторов у спортсменов, тренирующихся в условиях свободного дыхания (лыжники) направлена прежде всего на обеспечение аэробных резервов организма при интенсивной мышечной работе и только вторично – гипоксической устойчивости. У пловцов перенастройка хеморецепторной чувствительности и реактивности обеспечивает способность поддерживать более высокий уровень сатурации кислорода в крови при плавно нарастающей гипоксии, но снижает экономичность и длительность аэробного периода мышечной работы по сравнению с лыжниками в условиях нормоксии. У спортсменов высокого класса происходит совершенствование механизмов межсистемной интеграции – повышение «точности» настройки газообменной регуляции на внутреннюю гипоксическую гипоксию, что отражает адаптивную хеморецепторную пластичность в настройках КРС у спортсменов высокого класса.

Список литературы:

1. Колчинская А.З. Гипоксическая гипоксия, гипоксия нагрузки: повреждающий и конструктивный эффекты // *Hypoxia Med. J.* – 1993. – Vol. 1, № 3. – P. 8-13.
2. Anthierens A., Olivier N., Thevenon A., Mucci P. Trunk Muscle Aerobic Metabolism Responses in Endurance Athletes, Combat Athletes and Untrained Men // *Int J Sports Med.* – 2019. – Vol. 40, № 7. – P. 434-439.
3. Dempsey J.A., Amann M., Harms C.A., Wetter T.J. Respiratory system limitations to performance in the healthy athlete: some answers, more questions! // *Dtsch Z Sportmed.* – 2012. – Vol. 63, № 6. – P. 157-162.
4. José López-Barneo, David Macías, Aida Platero-Luengo, Patricia Ortega-Sáenz, Ricardo Pardal // Carotid body oxygen sensing and adaptation to hypoxia // *Review Pflugers Arch.* – 2016. – Vol. 468, № 1. – P. 59-70.
5. Prabhakar Nanduri R., Ying-Jie Peng, JayasriNanduri. Recent advances in understanding the physiology of hypoxic sensing by the carotid body // *F1000 Faculty Rev.* – 2018. – № 7.

Adaptive chemoreceptor plasticity and reactivity of the cardiorespiratory system in athletes under hypoxic loads

Balioz N.V., Krivoshekov S.G.

Scientific Research Institute of Neurosciences and Medicine, Novosibirsk, Russia

An exploration of 110 healthy men (not involved in sports and athletes) with the use of hypoxic loads was carried out. It is established that the specifics of the regulation of gas exchange depend on

the nature of training loads (aerobic or mixed), which are manifested in the parameters of chemoreceptor reactivity, the pattern of external respiration, gas exchange and activity of the autonomic nervous system under hypoxic load. As sports qualifications grow, the mechanisms of intersystem integration of the functions of the cardio-respiratory system are improved, which is manifested in an increase in cardiorespiratory coherence.

Key words: *athletes, hypoxia, cardiorespiratory system, gas exchange of the body, chemoreceptor reactivity.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-22-24

Физическая подготовка как средство повышения устойчивости организма к действию неблагоприятных факторов

Баранова О.В.¹, Романов К.В.¹, Дмитриева Н.Г.²

¹ФГБВОУ ВО «Военный институт физической культуры» МО РФ,
Санкт-Петербург, Россия

²Московский государственный институт физической культуры спорта и туризма
им. Ю.А. Сенкевича, Москва, Россия

Рассмотрены особенности совершенствования устойчивости к гравитационным перегрузкам и укачиванию у специалистов авиационного профиля средствами физической подготовки, определены направленность, структура, содержание и методика проведения физической тренировки. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что разработанные методы тренировки оказывают положительный эффект на многие функциональные показатели организма летчиков, что способствует адаптации в короткие сроки к летной деятельности.

Ключевые слова: *гравитационные перегрузки, укачивание, физическая тренировка, летная деятельность.*

Введение. В практике военной и авиационной медицины часто возникают ситуации, когда развитие устойчивой адаптации к экстремальным воздействиям должно быть достигнуто в короткие сроки. В связи с этим сохраняется актуальность повышения эффективности адаптационного процесса за счет использования физических упражнений (Баранова О.В., 2018; Дмитриев Г.Г., 2016; Кислый А.Н., 2016).

Как известно, неблагоприятными факторами в профессиональной деятельности летного состава являются инерционные силы ускорения, возникающие при резком изменении скорости и направления движения самолета, а также воздействие механических и статокINETических раздражителей разнонаправленного перемещения в пространстве самолета (Варжеленко И.И., 2016).

Цель нашего исследования заключалась в разработке комплексов упражнений оздоровительной физической культуры для развития специальных качеств летного состава, таких как устойчивость к укачиванию, гравитационным перегрузкам и пространственной ориентировки.

Методика. В обследовании приняли участие 16 летчиков, мужчины в возрасте 23-30 лет.

Нами был разработан комплекс практических занятий по физической подготовке, содержащий различные варианты общеразвивающих упражнений, в том числе с предметами. Основная часть проводилась в виде комплексной тренировки силовых упраж-

нений на снарядах, атлетических упражнений, упражнений на тренажерах, а также упражнений в беге.

Продолжительность учебно-тренировочных занятий со специалистами авиационного профиля составила 50 мин при трехразовых занятиях в недельном цикле. Обследование проводили до и после выполнения летной деятельности. Структура занятий состояла из подготовительной (15 мин), разминки (13 мин), основной (31 мин) и заключительной (4 мин) части. В ходе подготовительной части измеряли частоту сердечных сокращений (ЧСС). Разминка состояла из специальных вольных упражнений, упражнений с гимнастической палкой, гантелями, упражнениями вдвоем. В основной части проводили комплексную тренировку: упражнения для развития силовых способностей, упражнения для развития общей выносливости: Блок № 1 – «Силовая гимнастика» (упражнения на гимнастических снарядах, с отягощениями, на тренажерах); Блок № 2 – «Ускоренное передвижение» (упражнения в беге на 1-2 км). До и после тренировок регистрировали: антропометрические характеристики (масса тела, рост), динамометрические показатели, артериальное давление систолическое и диастолическое (АДс, АДд), жизненную емкость легких (ЖЕЛ), статическую выносливость мышц спины, рук и ног (СВ).

Результаты. Было установлено, что после тренировок ЖЕЛ увеличилась от $3,98 \pm 0,21$ до $4,15 \pm 0,18$ л ($p < 0,05$), что указывает на эффективность физических упражнений для повышения функциональных возможностей дыхательного аппарата. АДс незначительно повышалось от 120 ± 3 до 130 ± 3 мм рт. ст., АДд от 74 ± 2 до 75 ± 3 мм рт. ст., ЧСС уменьшалось от 69 ± 4 до 67 ± 2 уд./мин ($p > 0,05$), что свидетельствует об отсутствии негативного влияния примененных физических нагрузок. Показатели СВ мышц спины, рук и ног возросли в среднем в 2-3 раза.

Заключение. Таким образом, средства и методы физической подготовки по совершенствованию функциональных возможностей организма способствуют успешной адаптации специалистов авиационного профиля к профессиональной деятельности. Полученные закономерности повышения устойчивости организма средствами физической подготовки могут быть учтены в системе оздоровительных мероприятий, направленных на борьбу с профессиональными вредностями представителей различных воинских специальностей.

Список литературы:

1. Баранова О.В., Даценко А.И., Бученков К.В. Применение комплексов упражнений корригирующей гимнастики на занятиях с ветеранами подразделений особого риска для поддержания физического развития и функционального состояния // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. – 2018. – № 2. – С. 117-123.
2. Варжеленко И.И., Старовойтов А.Л., Горелов А.А. Развитие устойчивости к перегрузкам и укачиванию у летного состава средствами гимнастики // Актуальные вопросы современной гимнастики. – СПб.: ВИФК, 2006. – С. 57-65.
3. Дмитриев Г.Г., Баранова О.В., Физические упражнения как средство психофизиологической реабилитации после пребывания в условиях радиационной среды // Актуальные проблемы физической культуры, спорта и туризма: материалы X Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2016. – 550 с.
4. Кислый А.Н., Баранова О.В., Враге Е.В. Корригирующая гимнастика как основа оздоровительных занятий по реабилитации ветеранов подразделений особого риска // Гимнастика: теория, методика, практика: сборник научных материалов межвузовской научно-практической конференции. – СПб.: ВИФК, 2018. – С. 57-63.

Physical training as a means of increasing the body's resistance to adverse factors

Baranova O.V.¹, Romanov K.V.¹, Dmitrieva N.G.²

¹Military Institute of Physical Culture of the Ministry of Defense
of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

²Moscow State Institute of Physical Culture, Sports and Tourism
named after Yu. A. Senkevich, Moscow, Russia

The features of improving resistance to gravitational overload and motion sickness in aviation specialists by means of physical training are considered, the orientation, structure, content and methodology of physical training are determined. The data obtained allow us to conclude that the developed training methods have a positive effect on many functional indicators of the body of pilots, which contributes to adaptation to flight activities in a short time.

Key words: *gravitational overload, motion sickness, physical training, flight activity.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-24-27

Особенности изменения показателей variability сердечного ритма у курсантов автошколы с различным уровнем подготовленности

Бебинов С.Е.¹, Кривошекова О.Н.¹, Нечаев А.В.²

¹ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет»,
Омск, Россия

²Филиал ФГКВУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения
МО РФ» в г. Омске, Омск, Россия

Исследование проводилось на двух экспериментальных группах. Первая наблюдалась в условиях транспортного потока, вторая в период автотренажерного обучения. Определялись показатели ВСП: ЧСС – частота сердечных сокращений, ИН – индекс напряжения регуляторных систем, АМо – амплитуда моды, LF/HF – индекс вагосимпатического взаимодействия. Выявлена выраженная симпатическая реакция более подготовленных курсантов на учебную нагрузку с последующим восстановлением изучаемых характеристик.

Ключевые слова: *variability сердечного ритма, вегетативная регуляция, вагосимпатическое взаимодействие, обучение водителей, уровень подготовленности.*

Введение. На современном этапе организации профессионального обучения водителя автотранспортного средства недостаточно изучен фактор влияния вегетативной регуляции учебной деятельности на результат подготовки. Тем не менее, уровень формируемых навыков слушателя зависит не только от используемых средств и методов обучения, но и от возможностей курсанта, обеспечивающих компенсаторные и приспособительные реакции к учебным условиям.

В исследованиях, посвященных изучению адаптационных возможностей субъекта в условиях профессионального обучения, в качестве информативного инструмента, обеспечивающего многоуровневую оценку функциональных возможностей организма выступает метод анализа variability сердечного ритма (ВСП) (Космодемьянский Л.В., Башир-Заде Т.С., Ларцев М.А., 2011; Орлова Е.В., Кашук А.Е., Завьялова Т.Н., 2016), который нашел широкое применение и в спортивной практике, в том числе в технических видах спорта (Бебинов С.Е., 2001).

Целью исследования является изучение особенностей вегетативной регуляции учебной деятельности курсантов автошколы.

Методика. Исследование проведено на двух независимых выборках, обучающихся автошколы (юноши и девушки в возрасте от 18 до 23 лет). В каждой группе курсанты имели различный уровень подготовленности. В первой экспериментальной группе ($n=29$) показатели ВСР определялись на контрольном занятии в условиях транспортного потока. Курсанты второй экспериментальной группы ($n=24$) тестировались на начальном этапе обучения, после завершения четырехчасовой автотренажерной подготовки. Моделировались условия маневрирования в ограниченном пространстве в условиях автодрома. Продолжительность тестирования каждого испытуемого составляла 90 минут.

Запись кардиоритмограммы велась по пятиминутным отрезкам в начале занятия, в его основной части и сразу после завершения. Обучающийся находился за рулем на рабочем месте водителя. У курсантов, различающихся уровнями подготовленности, определялись показатели ВСР: ЧСС, ИН, АМо и LF/HF .

Результаты. Перед началом тестирования в условиях транспортного потока показатели ВСР у более подготовленных курсантов находятся в пределах физиологической нормы. ЧСС составляет 74 уд./мин, ИН 42 у.е., АМо 29%, LF/HF 1,33. Показатели менее подготовленных обучающихся имеют более высокий уровень, отражая симпатическую направленность регуляции. ЧСС 91 уд./мин, ИН 82 у.е., АМо 40%, LF/HF 2,44 (по всем признакам $p<0,01$).

Основная часть занятия в условиях транспортного потока характеризуется значительным увеличением ИН у менее подготовленных курсантов (105 у.е.), когда у лиц с более высоким уровнем сформированности навыков вождения ИН ниже 51 у.е. ($p<0,01$). Показатели ЧСС и АМо у всех испытуемых увеличиваются незначительно на фоне снижения LF/HF до 1,22 у менее подготовленных курсантов и повышения до 1,90 ($p<0,05$) у лиц с более высоким уровнем подготовленности. Заключительная часть занятия протекает на фоне восстановления у всех курсантов ЧСС до начального уровня. ИН у более подготовленных слушателей составляет 50 у.е., у субъектов с меньшим уровнем подготовленности 102 у.е. ($p<0,01$). У первых происходит заметное снижение показателя LF/HF до 1,21, когда у менее подготовленных курсантов величина LF/HF повышается до 1,93. Значение АМо не зависит от уровня подготовленности 50%.

У курсантов экспериментальной группы, проходившей автотренажерное обучение в подготовительной части занятия показатели ВСР выше у лиц, отстающих в формировании навыков вождения. ИН составляет 141 у.е., LF/HF 1,00. Более подготовленные курсанты имеют показатель ИН 77 у.е., LF/HF 0,74 (в обоих случаях $p<0,01$). Основная часть занятия отличается повышением ИН и LF/HF у более подготовленных курсантов (соответственно: 97 у.е. и 0,85). Показатели обучающихся с меньшим уровнем подготовленности снижаются: ИН 77 у.е. ($p<0,01$) и LF/HF 0,68 ($p<0,05$). В заключительной части занятия, после завершения управления автотренажером, происходит нарастание ИН. У более подготовленных курсантов показатель составляет 105 у.е., у менее подготовленных – 115 у.е. ($p<0,05$). Первые демонстрируют снижение индекса вагосимпатического взаимодействия LF/HF до 0,60, у вторых показатель возрастает до 1,10. Во время проведения тестирования не выявлено значительных изменений показателей ЧСС и АМо, которые находятся в пределах физиологической нормы.

Полученные в эксперименте данные демонстрируют изменение характера вегетативной регуляции учебной деятельности курсантов автошколы. При этом отметим, что более заметные сдвиги происходят при тестировании в условиях транспортного потока. Но, не смотря на меньшую динамику показателей ВСР у группы, проходившей обучение на автотренажере, направленность изменений изучаемых характеристик сохраняет-

ся. Показатели ВСР в подготовительной и заключительной частях занятия выше у менее подготовленных курсантов. В основной части тестирования, когда интенсивность учебной деятельности наибольшая, уровень воздействия симпатического отдела вегетативной нервной системы выше у более подготовленных слушателей.

Подобная закономерность динамики механизмов напряжения регуляторных систем наблюдается в спортивной деятельности (Бебинов С.Е., 2001). Квалифицированные спортсмены-картингисты характеризуются высокими показателями ВСР во время соревновательных заездов, но более заметным их снижением в восстановительном периоде. В свою очередь вегетативное обеспечение соревновательной деятельности у менее квалифицированных спортсменов ниже, но в период восстановления дольше сохраняется напряжение регуляторных механизмов. Это явление объясняется особенностями адаптации, формирующимися в процессе спортивной тренировки и обеспечивающими более результативную соревновательную деятельность.

Наше исследование отличается тем, что испытуемые не имеют достаточного опыта управления автомобилем, а различия в начальной подготовленности у них сформированы на протяжении короткого обучающего цикла. Тем не менее, преобладание симпатической регуляции во время выполнения учебных заданий позволяет достичь более высокого учебного результата.

Выводы:

1. На подготовительном и заключительном этапах тестирования показатели ВСР выше у менее подготовленных обучающихся.
2. Во время выполнения контрольных заданий более высокий учебный результат у курсантов с преобладанием симпатической регуляции.
3. Оценка динамики ИН и LF/HF на начальном этапе подготовки позволяет осуществлять прогноз успешности дальнейшего обучения каждого курсанта.

Список литературы:

1. Бебинов С.Е. Оптимизация спортивно-технической подготовки юных картингистов: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Омск, 2001. – 22 с.
2. Взаимосвязь показателей variability сердечного ритма и успешности профессионального обучения военнослужащих, проходящих военную службу по призыву / Л.В. Космодемьянский, Т.С. Башир-Заде, М.А. Ларцев // Военно-медицинский журнал. – 2011. – Т. 332. – № 7. – С. 58-59.
3. Оценка адаптации иностранных обучающихся методом анализа variability сердечного ритма / Е.В. Орлова, А.Е. Кащук, Т.Н. Завьялова // Научные исследования: от теории к практике. – 2016. – № 4-1(10). – С. 10-13.

Features of changes in heart rate variability indices in driving school cadets with different levels of preparedness

Bebinov S.E.¹, Krivoshechkova O.N.¹, Nechaev A.V.²

¹Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia

²Branch of the «Military Academy of Logistics» in Omsk, Omsk, Russia

The research was carried out on two independent experimental groups of boys and girls. The first was observed in traffic conditions, the second during the period of auto-simulator training. The HRV indices were determined: HR – heart rate, IN – index of tension of regulatory systems, AMo – amplitude of the mode, LF/HF – index of vagosympathetic interaction. A pronounced sympathetic

reaction of more prepared cadets to the training load with the subsequent restoration of the studied characteristics was revealed.

Key words: heart rate variability, autonomic regulation, vagosympathetic interaction, driver training, level of preparedness.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-27-29

Анализ содержания метаболитов оксида азота (II) у крыс разного возраста

Белова Ю.И., Яковлева О.В.

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия

Монооксид азота – газомедиатор, являющийся важным посредником во многих системах органов, особенно в центральной нервной системе. Монооксид азота участвует в расслаблении гладких мышц стенок сосудов, активации нейронов, вызывает цитотоксичность макрофагов. Изучение изменение концентрации метаболитов оксида азота помогает определить его влияние на системы органов человека и животных. Исследование проводилось на лабораторных животных разного возраста. Для определения уровня метаболитов использовали спектрофотометрический метод определения нитрит-иона, основанный на реакции нитритов с реактивом Грисса. Нами отмечено, что максимальное содержание метаболитов монооксида азота наблюдалось у новорожденных животных в возрасте 4 дней, далее наблюдалось постепенное снижение концентрации метаболитов к 14-15 дням жизни, и достигало минимальных значений к 28-31 дням.

Ключевые слова: монооксид азота, крысы, возраст, метаболиты монооксида азота, спектрофотометрия.

Введение. Монооксид азота является одним из наиболее важных регуляторов физиологических функций в организме. Оксид азота (II, NO) был первым идентифицированным газомедиатором, к которым относят в настоящее время любую газообразную молекулу, вовлеченную в сигнальный процесс (Ситдикова Г.Ф. с соавт., 2014). Было обнаружено, что NO синтезируется эндогенно и является сигнальной молекулой, выполняющими как аутокринную, так и паракринную регуляцию во многих системах организма (Ситдикова Г.Ф. с соавт., 2014). Наиболее хорошо изучена роль NO в нервной системе. При нормальных условиях выделяют три основных направления действия NO в нервной системе: 1) изменение синаптической пластичности при межклеточной передаче, в качестве постсинаптического или пресинаптического ретроградного мессенджера, 2) дифференцировка и рост клеток нервной системы и 3) регуляция церебрального кровотока (Кузнецова В.Л. с соавт., 2015). Целью нашей работы было определить количество метаболитов NO у крыс разного возраста.

Методика. Объектом исследования являлись самцы крыс линии Wistar в возрасте до 1 месяца. Крысы содержались в стандартных условиях вивария кафедры физиологии человека и животных КФУ и имели свободный доступ к воде и пище с естественным световым режимом (12/12 ч). В работе использовались 4 возрастные группы, так были использованы крысы P4 (n=4), P7 (n=10), P15 (n=5), P28-31 (n=7) возраста.

Измерение количества NO проводилось согласно классическому спектрофотометрическому методу определения нитрит-иона, основанному на реакции нитритов с реактивом Грисса в 10% гомогенатах мозга в 0.15 М NaCl pH 7,0 (Мажитова М.В., 2011) на спектрофотометре ПЭ5300ВИ (Экохим, Россия) при длине волны 543 нм. Расчет кон-

центрации нитритов в исследуемом образце производился на основе калибровочной кривой (Мажитова М.В., 2011).

Статистическую обработку проводили при помощи непараметрического метода с использованием пакета прикладных программ OriginProsoftware (OriginLabCorp, USA). Для проверки выборки на нормальное распределение применяли тест Колмогорова-Смирнова и F-тест для равных дисперсий. Групповые данные сравнивались при помощи ANOVA по Kruskal-Wallis test с последующим анализом U-критерия Манна-Уитни.

Результаты. Нами было показано, что максимальное содержание метаболитов NO наблюдалось у новорожденных животных в возрасте 4-5 дней и составило 24.1 ± 1.8 мкМ ($n=4$). Далее наблюдалось постепенное снижение концентрации метаболитов NO в мозге крысят до 15.2 ± 1.5 мкМ ($n=10$, $p < 0.05$) к 14-15 дням жизни и до 12.9 ± 1.8 мкМ ($n=5$, $p < 0.05$) к 30 дням жизни. Полученные нами результаты согласуются с литературными данными по анализу содержания метаболитов NO в сердце молодых крыс (Зарипова Р.И. с соавт., 2021) и по экспрессии генов нейрональной NO-синтазы в симпатических преганглионарных нейронах (Моисеев К.Ю. с соавт., 2018).

Заключение. В результате исследования нами было выявлено достоверное снижение содержания метаболитов оксида азота II в мозге крыс первого месяца жизни.

Список литературы:

1. Кузнецова В.Л., Соловьева А.Г. Оксид азота: свойства, биологическая роль, механизмы действия // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. – С. 462.
2. Мажитова М.В. Спектрофотометрическое определение уровня метаболитов монооксида азота в плазме крови и ткани мозга белых крыс // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 3. – С. 90-95.
3. Моисеев К.Ю. Влияние NO на синаптическую передачу в симпатических узлах в онтогенезе // Тезисы докладов XIV международного междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и психологии». – 2018. – С. 317-318.
4. Ситдикова Г.Ф., Яковлев А.В., Герасимова О.В., Яковлева О.В. Газообразные посредники – оксид азота, монооксид углерода и сероводород – как новый класс сигнальных молекул межклеточных коммуникаций // Избранные главы фундаментальной и трансляционной медицины: колл. моногр. / под ред. Р.И. Жданова (отв. ред.). – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2014. – С. 97-112.
5. Содержание оксида азота в сердце крыс 8- и 16-недельного возраста / Р.И. Зарипова, М.И. Сунгатуллина, В.В. Андрианов, Г.Г. Яфарова, Н.И. Зиятдинова, Т.Л. Зефирова, Х.Л. Гайнутдинов // Самойловские чтения. Современные проблемы нейрофизиологии: сборник тезисов Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 145-летию кафедры физиологии человека и животных / под общ. ред. Г.Ф. Ситдиковой. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2021. – С. 123-124.

Analysis of the content of nitric oxide (II) metabolites rats of different ages

Belova Y.I., Yakovleva O.V.
Kazan Federal University, Kazan, Russia

Nitrogen monoxide is a gas transmitter that is an important intermediary in many organ systems, especially in the central nervous system. Nitrogen monoxide is involved in the relaxation of smooth vascular muscles, activation of neurons and responsible for the cytotoxicity of macrophages. The study of change nitrogen oxide metabolite concentration helps to determine its effects on human

and animal organs. The study was carried out on laboratory animals of different ages. We used a spectrophotometric method to determine the level of metabolites based on the reaction of nitrites to the Griss reagent. We noted that the maximum level of metabolites NO was observed in newborn animals at the age of 4 days. In addition, metabolite concentrations decreased gradually by 14-15 days of life, reaching a minimum of 30 days

Key words: nitrogen monoxide, rats, age, metabolites of nitrogen monoxide, spectrophotometry.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-29-31

Некоторые аспекты лечения пациентов с параколостомическими свищами в амбулаторных условиях

Берч Е.Д., Смолькина А.В.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Проведён анализ результатов лечения 15 пациентов с параколостомическими свищами, проходящих лечение в амбулаторных условиях с применением сорбента «Целоформ». В результате наблюдения отмечено: данный препарат снимает отек, удаляет гнойный экссудат и способствует быстрому заживлению тканей. Использование современных препаратов для местного лечения ран на всех этапах комплексного лечения позволяет сократить сроки системной антимикробной терапии, избежать развития побочных явлений, значительно уменьшить расходы на дорогостоящие антибактериальные препараты.

Ключевые слова: колостома, параколостомический свищ, сорбент «Целоформ, качество жизни.

Введение. Хирургической реабилитации пациентов с постоянной колостомой на передней брюшной стенке сохраняется на современном этапе развития хирургии. Это обусловлено рядом обстоятельств и, прежде всего, ростом заболеваемости раком прямой кишки, радикальное хирургического лечение которого в 30% наблюдений завершается формированием постоянной концевой колостомы на передней брюшной стенке (Алиев С.А., 2015). Более половины радикально оперированных больных живут дольше пятилетнего срока наблюдения (Абелевич А.И., 2014).

Осложнения колостомии значительно ухудшают результаты лечения, приводя пациента к стойкой утрате трудоспособности, и создают трудности социальной адаптации (Сопуев А.А., 2019). В связи с этим поиск путей улучшения качества жизни стомированных больных остаётся актуальной задачей.

Цель исследования – анализ результатов лечения пациентов с параколостомическими свищами в амбулаторных условиях с применением сорбента «Целоформ».

Методика. «Целоформ» – медицинский сорбент, хлопковый, целлюлозный, порошкообразный (Мадина Н.Х., 2012; Нестеров О.В., 2015). В состав порошка входит только хлопок, противопоказания и побочные действия отсутствуют.

С 2019 по 2020 гг. в поликлинике ГУЗ «Ульяновский областной клинический центр специализированных видов медицинской помощи им. Е.М. Чучкалова» разработана методика лечения ран при помощи сорбента «Целоформ», которая применена у 15 пациентов с параколостомическими свищами, проходящих лечение в амбулаторных условиях. Среди обследованных преобладали мужчины – 10 (66,7%), женщин было 5 (33,3%), возраст пациентов в группе исследования в среднем составил от 35 до 50 лет.

Результаты. В настоящее время разработан препарат для местного лечения сорбент «Целоформ». Сорбент показал высокий уровень эффективности, получил регистрационное удостоверение Росздравнадзора МЗ РФ без ограничения срока действия и является изделием медицинского назначения класса 2а.

Консервативная терапия у пациентов начиналась на 7 сутки после выписки из стационара, извлекалась лигатура с кишечного шва, обрабатывалась и посыпалась «Целоформом». В результате наблюдения отмечено: данный препарат снимает отек, удаляет гнойный экссудат и способствует быстрому заживлению тканей.

К сожалению, следует констатировать, что подобные осложнения происходят из-за:

- некачественного ухода за стомой сразу после ее наложения;
- неправильное использование средств ухода за стомой.

Заключение. Использование современных препаратов для местного лечения ран на всех этапах комплексного лечения позволяет сократить сроки системной антимикробной терапии, избежать развития побочных явлений, значительно уменьшить расходы на дорогостоящие антибактериальные препараты. Проведенными нами исследованиями была показана высокая эффективность применения сорбента «Целоформ».

Список литературы:

1. Абелевич А.И., Ваншинова Е.В., Забихова А.Г., Антропова А.М. Этапное лечение толстокишечной непроходимости опухолевой этиологии // Медиаль. – 2014. – № 4. – С. 10-14.

2. Алиев С.А., Алиев Э.С. Усовершенствование способов формирования концевой колостомы – реальный путь к профилактике колостомических осложнений // Вестник хирургии имени И.И. Грекова. – 2015. – № 174(4). – С. 117-122.

3. Сопуев А.А., Сыдыков Н.Ж., Исаев Д.К., Мамбетов А.К., Мурзакалыков К.И. Сравнительная характеристика действенности различных колостом // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 2; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28618> (дата обращения: 06.10.2021).

4. Мадина Н.Х., Ренат А.Г., Саид С.К. Обоснование применение сорбента «Целоформом» при лечении гнойно-воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области // Казанский медицинский журнал. – 2012. – Т. 93, № 2. – С. 315-317.

5. Нестеров О.В., Ксембаев С.С., Нестерова Е.Е. Механизм противомикробного действия растительного сорбента «Целоформ» // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23159> (дата обращения: 06.10.2021).

Some aspects of the treatment of patients with paracolostomy fistulas in outpatient settings

Birch E.D., Smolkina A.V.

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

The analysis of the results of treatment of 15 patients with paracolostomy fistulas treated on an outpatient basis with the use of the sorbent "Celoform" was carried out. The use of modern drugs for the local treatment of wounds at all stages of complex treatment makes it possible to shorten the time of systemic antimicrobial therapy, avoid the development of side effects, and significantly reduce the cost of expensive antibacterial drugs.

Key words: *colostomy, paracolostomy fistula, sorbent "Celoform", quality of life.*

Влияние чрескожной электростимуляции спинного мозга на вегетативные реакции в острый период реабилитации после ишемического инсульта

Бикбаева Ю.Я., Павлов Д.А., Кузнецов А.С., Балыкина Е.С., Антипов И.В.
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Оценивалось влияние чрескожной электростимуляции спинного мозга (ЧЭССМ) на реакции вегетативной нервной системы у пациентов после острых нарушений мозгового кровообращения (ОНМК). Исследуемым в острый период восстановительного лечения проводился курс ЧЭССМ в течение 10 дней. До и после программы реабилитации оценивались вегетативные реакции с помощью ортоклиностатической пробы, опросника А.М. Вейна и неврологические нарушения по Скандинавской шкале. Данные заключительного обследования показали, что включение курса ЧЭССМ в программу физической реабилитации пациентов, перенесших ишемический инсульт, приводит к улучшению двигательного статуса и снижению дисбаланса симпатических и парасимпатических влияний

Ключевые слова: ишемический инсульт, чрескожная электростимуляция спинного мозга, вегетативные реакции.

Введение. На сегодняшний день ишемический инсульт (ИИ) остается одной из важнейших медико-социальных проблем в связи с его высокой распространенностью и инвалидизацией населения.

ИИ приводит, как к развитию двигательного дефицита, так и значимо изменяет работу вегетативной нервной системы (ВНС). Некоторые авторы склонны расценивать нарушение вегетативной регуляции, как острую вегетативную дисфункцию. Исследования показывают, что возникновение нарушений ВНС является закономерным результатом повреждения специфических зон головного мозга, ответственных за надсегментарную регуляцию (Сон А.С. с соавт, 2010).

К настоящему времени в литературе имеются сведения о положительном влиянии метода чрескожной электростимуляции спинного мозга (ЧЭССМ) в коррекции двигательных нарушений центрального генеза и при нарушениях супраспинальных связей (Балыкин М.В. с соавт., 2017; Якупов Р.Н. с соавт., 2020). Однако отсутствуют данные, оценивающие влияние ЧЭССМ изменение функций вегетативной нервной системы.

Исходя из этого, была поставлена цель: оценить влияние ЧЭССМ на реакции вегетативной нервной системы у пациентов после острых нарушений мозгового кровообращения (ОНМК).

Методика. В исследовании приняли участие 7 пациентов в возрасте от 51 до 77 лет (средний возраст 64 года) с диагнозом ишемический инсульт в бассейне средней мозговой артерии. Пациенты находились на раннем восстановительном лечении в условиях стационара.

Для проведения ЧЭССМ применялся одноканальный тип электростимуляции спинного мозга («Кулон» ГУАП, г. Санкт-Петербург, Россия). Стимулирующий электрод (катод) фиксировался по средней линии позвоночника на уровне грудных позвонков Т11 и Т12 между остистыми отростками. Индифферентные электроды (анод) – располагались симметрично на коже над гребнем подвздошных костей. Величина тока подбирались индивидуально для каждого испытуемого в зависимости от уровня порога активации мышц нижних конечностей.

Каждая процедура ЧЭССМ проводилась в три этапа. На первом этапе стимуляция проводилась с частотой 1 Гц, на втором 15 Гц и на третьем 30 Гц. Длительность каждого этапа в первые три дня проведения ЧЭССМ составляла 10 минут, с четвертого по шестой день увеличилась с 10 до 15 минут. С седьмого до десятого (заключительного)

дня время этапов было увеличено с 15 до 20 минут. Электростимуляция проводилась два раза в день, на протяжении 10 суток.

В процессе ЧЭССМ проводилась стандартная процедура измерения систолического и диастолического артериального давления (АДС и АДД) по методу Н.С. Короткова. Параллельно подсчитывалась частота сердечных сокращений (ЧСС). Для оценки вегетативных реакций проводилась ортоклиностагическая проба и специальный опросник А.М. Вейна (Вейн А.М., 2003).

Комбинированная оценка степени тяжести и неврологического статуса оценивалась по Скандинавской шкале. Статистическая обработка данных проводилась с использованием компьютерной программы Statistica 6.0.

Результаты. У пациентов до курса реабилитации средние значения АДС и АДД находились в пределах нормы: от 123 до 135 мм рт. ст. и от 73 до 79 мм рт. ст. соответственно, ЧСС варьировала в диапазоне от 69 до 77 ударов в минуту.

Результаты ортоклиностагической пробы (Оленская Т.Л. с соавт., 2003) до курса реабилитации свидетельствуют о том, что у двух пациентов имел место симпатико-астенический тип реакции на изменение положения тела, у двух – гиперсимпатикотонический тип и у трех наблюдался гипердиастолический вариант.

По опроснику А.М. Вейна данные пациентов до курса реабилитации колебались в интервале от 25 до 45 баллов (среднее значение – 33 балла), что указывает на выраженный характер нарушений вегетативных функций. Результаты по скандинавской шкале находились в диапазоне от 23 до 55 баллов (среднее значение – 34), что соответствовало неврологическому дефициту средней степени тяжести.

Заключительное обследование пациентов свидетельствовало, что показатели артериального давления и частоты сердечных сокращений после курса реабилитации изменяются не значительно: средние значения АДС и АДД составляли от 123 до 137 мм рт. ст. и от 71 до 77 мм рт. ст. соответственно, ЧСС варьировала в диапазоне от 63 до 67 ударов в минуту.

После 10 дневного курса ЧЭССМ при проведении ортоклиностагической пробы было выявлено, что у пяти пациентов по сравнению с исходными данными изменились реакция сердечно-сосудистой системы на смену положения тела, в частности, симпатико-астенический тип реакции сменился на нормостенический. Показатели ортоклиностагической пробы двух пациентов существенно не изменились.

Результаты пациентов по шкале А.М. Вейна, по завершению исследования, колебались от 19 до 30 баллов (среднее значение – 25), что свидетельствует о снижении дисбаланса симпатических и парасимпатических влияний на 24,4% по сравнению с исходными показателями.

Данные пациентов по скандинавской шкале соответствуют диапазону от 31 до 58 баллов (среднее значение – 45) и показывают умеренную положительную динамику неврологического дефицита пациента.

Заключение. Включение курса ЧЭССМ в программу физической реабилитации пациентов, перенесших ишемический инсульт, свидетельствует об улучшении двигательного статуса пациентов и снижении дисбаланса симпатических и парасимпатических влияний

Список литературы:

1. Балыкин М.В., Якупов Р.Н., Машин В.В., Котова Е.Ю., Балыкин Ю.М., Герасименко Ю.П. Влияние неинвазивной электростимуляции спинного мозга на локомоторные функции пациентов с двигательными нарушениями центрального генеза // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2017. – Т. 94, № 4. – С. 4-9.

2. Вейн А.М. Вегетативные расстройства. Клиника, диагностика, лечение. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 752 с.
3. Оленская Т.Л., Козловский В.И. Методы исследования ортостатических реакций // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2003. – Т. 2, № 1. – С. 26-31.
4. Сон А.С., Солодовникова Ю.А. Характер вегетативных расстройств в остром периоде ишемического инсульта // Международный неврологический журнал. – 2010. – № 7(37). – С. 98-104.
5. Якупов Р.Н., Павлов Д.А., Ананьев С.С., Голоднова В.А., Балыкин М.В. Влияние неинвазивной электростимуляции спинного мозга и механостимуляции мышц ног на системную гемодинамику при сохраненных и нарушенных супраспинальных связях // Журнал медико-биологических исследований. – 2020. – Т. 8, № 3. – С. 319.

The effect of percutaneous electrical stimulation of the spinal cord on autonomic reactions in the acute period of rehabilitation after ischemic stroke

Bikbaeva Y.Y., Pavlov D.A., Kuznetsov A.S., Balykina E.S., Antipov I.V.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

The effect of percutaneous electrical stimulation of the spinal cord on the reactions of the autonomic nervous system in patients after acute cerebral circulatory disorders was evaluated. Patients in the acute period of rehabilitation treatment underwent a course of percutaneous electrical stimulation for 10 days. Before and after rehabilitation, vegetative reactions were assessed using an orthoclinostatic test, an A.M.Wein questionnaire, and neurological disorders on the Scandinavian scale. The inclusion of the course of percutaneous electrical stimulation in the program of physical rehabilitation of patients who have suffered an ischemic stroke indicates an improvement in the motor status of patients and a decrease in the imbalance of sympathetic and parasympathetic influences

Keywords: *ischemic stroke, percutaneous electrical stimulation of the spinal cord, vegetative reactions.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-33-36

Неинвазивная электрическая стимуляция спинного мозга как метод коррекции ходьбы после инсульта

*Богачева И.Н.¹, Шербакова Н.А.¹, Скворцов Д.В.^{2,3}, Кауркин С.Н.^{2,3},
Мошонкина Т.Р.¹, Герасименко Ю.П.¹*

¹Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия

²Федеральный научный клинический центр ФМБА России, Москва, Россия

³Федеральный центр мозга и нейротехнологий ФМБА России, Москва, Россия

Исследовали влияние неинвазивной чрескожной стимуляции спинного мозга (ЧЭССМ) на параметры ходьбы у пациентов после перенесенного инфаркта головного мозга или ишемического инсульта. Показано, что после применения ЧЭССМ при ходьбе по полу увеличилась скорость движения, длина цикла шага, высота подъема ступни и амплитуды движений в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах, что показывает возможность использования ЧЭССМ для коррекции ходьбы после инсульта.

Ключевые слова: *спинной мозг, электрическая стимуляция, инсульт, ходьба.*

Введение. В последние годы интенсивно проводятся исследования эффектов чрескожной стимуляции спинного мозга (ЧЭССМ) на двигательные функции, разрабатываются клинические методы ее применения в комплексной терапии, в частности, для двигательной нейрореабилитации пациентов с вертебро-спинальной патологией (Du C.J. et al., 2010, Sayenko D.G. et al., 2019). Преимуществом ЧЭССМ перед другими видами лечения является неинвазивность, а также доступность (у процедуры мало противопоказаний). Поскольку ходьба – это ритмический процесс, в основе которого лежит переключение активности между флексорными и экстензорными моторными пулами, особый интерес вызывает адресное воздействие на соответствующие нейронные структуры в течение шагательного цикла. В настоящей работе проводится клиническая апробация непрерывной ЧЭССМ в сочетании с ритмической стимуляцией корешков спинного мозга для направленной активации сгибательных и разгибательных мышц как метода коррекции параметров ходьбы у пациентов с нарушениями двигательных функций после перенесенного инсульта.

Методика. В исследовании участвовали 15 пациентов, женщины (4) и мужчины (11), в возрасте от 33 до 79 лет (средний возраст 60 лет) после перенесенного инфаркта головного мозга или ишемического инсульта. Для ЧЭССМ и адресной активации мышц с пораженной стороны использовали спинальный нейропротез (Grishin A.A. et al., 2021), который обеспечивает одновременную непрерывную ЧЭССМ на уровне позвонков T11-T12 (частота 30 Гц) и стимуляцию корешков спинного мозга на уровне позвонков T12 (40 Гц) и на уровне L1 (20 Гц) с пораженной стороны. Стимуляция отдельных сегментов спинного мозга выполнялась в зависимости от фазы движения нижней конечности (перенос/опора), при этом электроды размещались латерально от средней линии спинного мозга на 2-2,5 см. Форма импульса – биполярная, заполненная частотой 5 кГц. С помощью комплекса «Стедис» (ООО «Нейрософт», Россия) регистрировались следующие параметры ходьбы: длина цикла шага (см), скорость ходьбы (м/с), высота подъема стопы (см), амплитуда сгибания/разгибания в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах (град.) а также фаз ходьбы – периода опоры, периода одиночной опоры, суммарной двойной опоры, начала второй двойной опоры, которые рассчитывались в процентах от продолжительности цикла шага. Во время тренировки на тренажере применялась ЧЭССМ определенных зон спинного мозга. После стартовой ходьбы по ленте тренажера без стимуляции последовательно включались 5 различных алгоритмов ЧЭССМ: 1) стимуляция поясничного отдела при расположении электродов по средней линии спинного мозга (непрерывная ЧЭССМ); 2) стимуляция нейронных пулов сгибательных мышц во время фазы переноса; 3) стимуляция нейронных пулов разгибательных мышц во время фазы опоры; 4) чередование стимуляции нейронных пулов сгибательных мышц во время фазы переноса и разгибательных мышц во время фазы опоры; 5) сочетание условий 4 и 1. Для оценки эффектов тренировки на тренажере с применением ЧЭССМ сравнивались параметры ходьбы по полу до и после тренировки. Для оценки влияния различных режимов ЧЭССМ сравнивались параметры ходьбы по ленте тренажера во время применения ЧЭССМ с параметрами такой же ходьбы без стимуляции. Статистическую значимость изменений характеристик оценивали с использованием парного t-критерия Стьюдента, отличия считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты. В результате исследования получено, что при ходьбе по полу после тренировки скорость ходьбы возросла у 10 пациентов. Среднее значение скорости по группе изменилось с 0,57 до 0,60 м/с, что является статистически достоверным. Также достоверно изменялась длина цикла шага с 80,8 до 84,5 см в среднем по группе. При ходьбе по полу после проведения тренировки с применением ЧЭССМ увеличилась амплитуда сгибания/разгибания, для тазобедренного сустава с 23,6 до 24,9, для коленного сустава с 42,2 до 45,4 и для голеностопного сустава с 24,1 до 25,9 градуса. Высота

подъема стопы увеличилась у 6 пациентов на 1-2 см, у остальных – осталась без изменений. При ходьбе по тредбану в сочетании с ЧЭССМ у большинства пациентов также отмечались достоверные изменения длины цикла шага. При начальном среднем значении 48,4 см при любой стимуляции длина цикла шага на тредбане возрастала на 3,7-6,4 см. Скорость ходьбы на тредбане не изменялась. При стимуляции корешков более чем у 50% пациентов увеличивался подъем стопы на 1-2 см, а также амплитуды сгибания/разгибания во всех суставах. Кроме того, при ходьбе по тредбану во время стимуляции установлено уменьшение асимметрии в фазах ходьбы больной и здоровой ноги. Так, при стимуляции сгибателей достоверно уменьшилась асимметрия периода опоры и начала двойной второй опоры.

Заключение. Увеличение длины цикла шага, скорости движения, амплитуды сгибания/ разгибания в суставах и подъема стопы при ходьбе по полу без стимуляции можно рассматривать как положительные изменения, которые получены в результате тренировки на тредбане с применением ЧЭССМ. Сравнение параметров без стимуляции и во время стимуляции при ходьбе по тредбану показало, что при стимуляции также увеличивается длина цикла шага и амплитуда движения во всех суставных углах и подъем стопы у большинства пациентов. Сравнивая различные виды ЧЭССМ, можно отметить, что стимуляция сгибателей и разгибателей и их чередования более эффективно изменяла параметры ходьбы, чем непрерывная стимуляция. Последнее соответствует нашим данным, полученным на здоровых испытуемых, в исследованиях с применением стимуляции корешков спинного мозга в соответствующие фазы шагательного цикла (Городничев Р.М. и др., 2021). Результаты доказывают эффективность использования ЧЭССМ в клинических методиках нейрореабилитации двигательных функций пациентов, перенесших инсульт.

Список литературы:

1. Городничев Р.М., Пухов А.М., Моисеев С.А., Иванов С.М., Маркевич В.В., Богачева И.Н., Гришин А.А., Мошонкина Т.Р., Герасименко Ю.П. Регуляция фаз шагательного цикла при неинвазивной электрической стимуляции спинного мозга // Физиология человека. – 2021. – Т. 47, №1. – С. 73.
2. Dy C.J., Gerasimenko Y.P., Edgerton V.R., Dyhre-Poulsen P., Courtine G., Harkema S.J. Phase-dependent modulation of percutaneously elicited multisegmental muscle responses after spinal cord injury // J Neurophysiol. – 2010. – Vol. 103, No. 5. – P. 2808.
3. Grishin A.A., Bobrova E.V., Reshetnikova V.V., Moshonkina T.R., Gerasimenko Yu.P. A System for Detecting Stepping Cycle Phases and Spinal Cord Stimulation as a Tool for Controlling Human Locomotion // Biomedical Engineering. – 2021. – Vol. 54, No. 5. – P. 312.
4. Sayenko D.G., Rath M., Ferguson A.R. et al. Self-Assisted Standing Enabled by Non-Invasive Spinal Stimulation after Spinal Cord Injury // J. Neurotrauma. – 2019. – Vol. 36, No. 5. – P. 1435.

Noninvasive electrical stimulation of the spinal cord as a method of correcting walking after a stroke

Bogacheva I.N.¹, Shcherbakova N.A.¹, Skvortsov D.V.^{2,3}, Kaurkin S.N.^{2,3},
Moshonkina T.R.¹, Gerasimenko Yu.P.¹

¹ I.P. Pavlov Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences,
Saint Petersburg, Russia

² Federal Research Clinical Center of the FMBA of Russia, Moscow, Russia

³ Federal State Budgetary Institution «Federal Center of Brain Research
and Neurotechnologies» of the FMBA of Russia, Moscow, Russia

The effect of noninvasive transcutaneous spinal cord stimulation (scTS) on walking parameters in patients after a cerebral infarction or ischemic stroke was investigated. It has been shown that after the use of scTS while walking on the floor the speed of movement, the length of the step cycle, the height of the foot elevation and the amplitude of movements in the hip, knee and ankle joints increased, which shows the ability of using scT to correct walking after a stroke.

Key words: spinal cord, electrical stimulation, stroke, walking.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-36-40

Временная организация кардиоинтервалов у здорового человека при разной степени острой нормобарической гипоксии

Бочаров М.И.

ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр УрО РАН», Сыктывкар, Россия

Изучено влияние острой нормобарической гипоксии (ОНГ) на хронотропные эффекты сердца мужчин. Так, легкая степень ОНГ (14,5% O₂, 20 мин), вызывающая понижение оксигенации крови на 6,3 абс. %, сопровождается начальным (на 5 мин) уменьшением интервалов RR и QT. Средняя степень ОНГ (12,3% O₂) приводит к понижению оксигенации крови на 19,7 абс. %. При этом, в обратной зависимости от развивающейся гипоксемии существенно уменьшаются RR и QT. Корректированные значения (Pc, PQc, QRSc, QTc) за период действия средней степени гипоксии нарастают, свидетельствуя об увеличении доли времени сокращения предсердий, предсердно-желудочкового проведения возбуждения и электрической систолы желудочков в общей длительности RR, что, по-видимому, обеспечивает оптимальный систолический эффект сердца.

Ключевые слова: человек, гипоксия, оксигенация крови, кардиоинтервалы.

Введение. До сих пор в физиологии и медицине сохраняется особый научный и практический интерес к изучению гипоксических состояний организма человека. Немало работ посвящено исследованиям адаптивных механизмов регуляции функций при гипоксии от генетического, клеточного до органного и системного уровней (Лукьянова Л.Д., 2019; Newsholme P. et al. 2009; Semenza G.L., 2012). Большой опыт накоплен в применении гипоксических воздействий для повышения специфической и неспецифической резистентности организма, а также в диагностике, профилактике, терапии и реабилитации (Колчинская А.З. с соавт., 2003; Navarrete-Opazo A., Mitchell G.S., 2014). Вместе с этим, многие вопросы индуцируемых гипоксией реакций еще требуют своего решения. В частности, это касается сердца, как известно (Лукьянова Л.Д., 2019), второ-

го после головного мозга по чувствительности к гипоксии органа. При всем наличии имеющихся сведений (Нестеров С.В., 2005; Roche F. et al., 2003; Coustet V. et al., 2015; Giles D. et al., 2016), в литературе отсутствует консенсус по критериям дозирования, информативности изучаемых параметров деятельности сердца, особенно на разных периодах и отличающихся по силе острых гипоксических воздействий. В этом контексте особое значение могут приобретать специальные исследования структуры хронотропной функции сердца, определяющей его активность при разной степени развивающейся гипоксемии организма.

Целью настоящей работы послужило изучение временной организации биоэлектрических процессов сердца человека на разных периодах острой нормобарической гипоксии, в зависимости от её выраженности.

Методика. Исследования выполнены на 2-х группах ($n_1=30$ и $n_2=29$) физически здоровых мужчинах 18-26 лет. В состоянии лежа на кушетке испытуемых подвергали острой нормобарической гипоксии (ОНГ) в течение 20 мин. Первая группа ($n_1=30$) дышала воздухом с содержанием кислорода $14,5\pm 0,16\%$ («легкая» степень – ЛОНГ), а вторая (n_2) – $12,3\pm 0,14\%$ («средняя» – СОНГ). До и на каждой минуте ОНГ измеряли оксигенацию крови (SpO_2 %) и частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин). В покое, на 5, 10 и 20 мин ОНГ регистрировали ЭКГ в 12 отведениях на комплексе «Кардиометр-МТ», с автоматической обработкой и усреднением за 24-секундный период. Анализ проводили по временным параметрам ЭКГ: RR, DX (вариационный размах), P, PQ, QRS, QT в мс. Дополнительно рассчитывали скорректированное значение Pс, PQс, QRSс и QTс в усл. ед. (по формуле Н.С. Bazett).

Обработку данных проводили с использованием параметрической статистики с определением средней арифметической (M), стандартного отклонения (SD), разности отклонений (d) и доверительного интервала (tm_d) при $p=0,05$. Достоверность различий для независимых переменных определяли методом сравнения средних, а для зависимых – методом разности отклонений по критерию t-Стьюдента; значимость отличий принималась при $p<0,05$. При очень высоких значениях уровни значимости округлялись до $p<0,001$. Все вычисления выполняли с помощью программ Statistica 10.0.

Результаты. Установлено, что при относительном покое между наблюдаемыми группами отсутствовали значимые отличия параметров ЭКГ и SpO_2 , указывая на их однородность. В условиях ЛОНГ SpO_2 снижалась до $91,6\pm 4,2\%$. При этом, судя по средним отклонениям и их доверительным границам кардиоинтервалы P, PQ и QRS статистически не изменялись ($p>0,05$) относительно исходных значений. Интервал RR статистически уменьшался только к 5 мин ($-38,7\pm 34,69$ мс; $p=0,03$) воздействия, а QT уменьшался к 5 мин ($-5,7\pm 4,12$ мс; $p=0,008$) и увеличивался к 20 мин ($5,0\pm 4,87$ мс; $p=0,044$) пробы. Вариационный размах (DX) статистически значимо прирастал к 10 мин ($48,3\pm 45,98$ мс; $p=0,04$) и 20 мин ($52,0\pm 39,15$ мс; $p=0,011$). Расчет отклонений скорректированных значений Pс, PQс, QRSс и QTс при ЛОНГ показал отсутствие значимых отличий ($p>0,05$) относительно исходных.

В условиях СОНГ SpO_2 к 20 мин снижалась до $78,2\pm 5,2\%$. Кардиоинтервалы P, PQ, QRS и DX существенно не изменялись ($p>0,05$) на всех периодах гипоксического воздействия относительно исходных значений. При этом, интервалы RR и QT к 5 мин гипоксии уменьшались на $-104,8\pm 26,20$ мс ($p<0,001$) и $-13,1\pm 4,44$ мс ($p<0,001$), соответственно. В дальнейшем к 20 мин СОНГ эти отклонения несколько уменьшались, составляя разность для RR $-95,8\pm 36,47$ мс ($p<0,001$), а для QT $-10,0\pm 5,84$ мс ($p=0,001$). Такая динамика изменения интервалов RR и QT отмечалась на фоне уменьшения SpO_2 к 5 мин острой гипоксии на $-11,1\pm 1,51$ абс. % ($p<0,001$), к 20 мин на $-19,7\pm 1,96$ абс. % ($p<0,001$). Установлено также, что при СОНГ отмечается стойкое увеличение всех наблюдаемых скорректированных значений кардиоинтервалом. Так, если на 5 мин острой

гипоксии P_c увеличивается на $9,1 \pm 4,53$ ед. ($p < 0,001$), то на 20 мин на $11,6 \pm 6,15$ ед. ($p < 0,001$), P_{Qc} – на $14,9 \pm 6,53$ ед. ($p < 0,001$) и $16,2 \pm 8,30$ ед. ($p < 0,001$), $QRSc$ – на $6,9 \pm 2,13$ ед. ($p < 0,001$) и $7,4 \pm 2,98$ ед. ($p < 0,001$), QTc – на $12,0 \pm 5,45$ ед. ($p < 0,001$) и $13,5 \pm 5,23$ ед. ($p < 0,001$), соответственно относительно исходных значений.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о том, что легкая степень ОНГ ($14,5\% O_2$), вызывая малое уменьшение оксигенации артериальной крови (всего на $4,8-6,3$ абс. %) относительно исходного уровня, сопровождается начальным уменьшением кардиоритма и электрической систолы желудочков, которое к концу гипоксического воздействия увеличивается, параллельно с нарастанием парасимпатического влияния на регуляцию ритма сердца, о чем свидетельствуют изменения DX. Примечательно, что скорректированные значения кардиоинтервалов практически не изменяются, указывая на отсутствие признаков отклонений в регуляции баланса отношений периодов систолической фазы сокращения сердца и его диастолы относительно общей длительности кардиоцикла (RR) в условиях легкой степени гипоксии.

Как и следовало ожидать, усиление степени ОНГ ($12,3\% O_2$) вызывает прогрессирующее уменьшение оксигенации крови. Вместе с этим статистически значимо укорачивалась длительность кардиоинтервала и электрической систолы желудочков, но в обратной зависимости от развивающейся гипоксемии. Такая динамика изменения длительности периодов ЭКГ может быть связана с усилением вагусного влияния на ритм сердца по мере действия гипоксического фактора (Giles D. et al., 2016). Замечено также, что все скорректированные значения (P_c , P_{Qc} , $QRSc$, QTc) статистически значимо нарастали с увеличением времени действия средней степени ОНГ. Это, может быть интерпретировано как нарастание доли времени сокращения предсердий, предсердно-желудочкового проведения возбуждения, начальной и суммарной электрической систолы желудочков в общей длительности кардиоцикла за счет сокращения диастолической фазы в период действия средней степени острой гипоксии. Такая временная организация кардиоинтервалов, по-видимому, направлена на оптимизацию систолической фазы сокращения сердца в условиях гипоксии ($12,3\% O_2$), обеспечивающей повышение производительности сердца (Бочаров М.И., 2013).

Выводы:

1. Легкая степень ОНГ ($14,5 \pm 0,16\% O_2$) в течение 20 мин вызывает понижение оксигенации крови на $6,3 \pm 1,49$ абс. % и только начальное уменьшение кардиоритма и электрической систолы желудочков.

2. Средняя степень ОНГ ($12,3 \pm 0,14\% O_2$) приводит к понижению оксигенации крови на $19,7 \pm 1,96$ абс. %, существенному уменьшению кардиоритма и электрической систолы желудочков в обратной зависимости от развивающейся гипоксемии.

3. Судя по скорректированным значениям, за период действия средней степени гипоксии нарастает увеличение доли времени сокращения предсердий, предсердно-желудочковой проводимости и электрической систолы желудочков в общей длительности кардиоцикла, что, по-видимому, обеспечивает оптимальный систолический эффект сердца.

Список литературы:

1. Бочаров М.И. Реакция гемодинамики человека на разные по величине гипоксические воздействия // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2013. – № 3. – С. 138-145.

2. Колчинская А.З., Цыганова Т.Н., Остапенко Л.А. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте. – М.: Медицина, 2003. – 408 с.

3. Лукьянова Л.Д. Сигнальные механизмы гипоксии: монография. – М: РАН, 2019. – 215 с.

4. Нестеров С.В. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма в условиях воздействия острой экспериментальной гипоксии // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 1. – С. 82-87.
5. Coustet B., Lhuissier F. J., Vincent R., Richalet J.-P. Electrocardiographic changes during exercise in acute hypoxia and susceptibility to severe high-altitude illnesses // Circulation. – 2015. – Vol. 131. – P. 786-794.
6. Giles D., Kelly J., Draper N. Alterations in autonomic cardiac modulation in response to normobaric hypoxia // European journal of sport science. – 2016. – Vol. 16, N 8. – P. 1023-1031.
7. Newsholme P., De Bittencourt P.I., O'Hagan C. et al. Exercise and possible molecular mechanisms of protection from vascular disease and diabetes: the central role of ROS and nitric oxide // Clin. Sci. (Lond). – 2009. – Vol. 118, N 5. – P. 341-349.
8. Roche F., Reynaud C., Pichot V. et al. Effect of acute hypoxia on QT rate dependence and corrected QT interval in healthy subjects // The American Journal of Cardiology. – 2003. – Vol. 91, N 7A. – P. 916-919.
9. Semenza G.L. Hypoxia-inducible factors in physiology and medicine // Cell. Physiol. Biochem. – 2012. Vol. 148, N 3. – P. 399-408.
10. Navarrete-Opazo A., Mitchell G.S. Therapeutic potential of intermittent hypoxia: a matter of dose // Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. – 2014. – Vol. 307. – P. 1181-1197.

Temporary cardiointerval organization with varying degrees of acute normobaric hypoxia in a healthy person

Bocharov M.I.

Federal Research Centre «Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences», Syktyvkar, Russia

The influence of acute normobaric hypoxia (ANH) on the male heart chronotropic effects was studied. Thus, a mild degree of ANH (14.5% O₂, 20 min), causing a decrease in blood oxygenation by 6.3 abs. %, accompanied by an initial (by 5 min) decrease in the RR and QT intervals. The average degree of ANH (12.3% O₂) leads to a decrease in blood oxygenation by 19.7 abs. %. At the same time, in inverse relationship to the developing hypoxemia, RR and QT significantly decrease. Corrected values (Pc, PQc, QRSc, QTc) increase during the action period of an average degree of hypoxia, indicating an increase in the proportion of atrial contraction time, atrioventricular conduction of excitation and electrical ventricular systole in the total RR duration, which, apparently, provides optimal systolic heart effect.

Key words: human, hypoxia, blood oxygenation, cardiointervals.

**Взаимосвязь компонентного состава тела и скорости старения
у студенческой молодежи**

Брагина А.М.

ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»,
Ярославль, Россия

Обследовано 120 юношей и девушек. Анализ компонентного состава осуществлялся с помощью биоимпедансного анализа прибором «Медасс». Расчёт коэффициента скорости старения производился по формуле Горелкина А.Г. Обнаружена корреляция между компонентами состава тела и скоростью постарения. Вероятность ускоренного старения организма возрастает при наличии избыточной жировой массы. К группе риска с увеличенным содержанием жировой ткани и уменьшенным содержанием скелетной мускулатуры относятся 25% юношей и 18,3% девушек.

Ключевые слова: старение, биологический возраст, компонентный состав тела, студенты.

Введение. Здоровье человека формируется под влиянием эндогенных и экзогенных факторов. К первой группе относятся генетические особенности, ко второй – питание, уровень двигательной активности, формирующие образ жизни. Универсальным методом оценки уровня здоровья является изучение компонентного состава тела, а также анализ скорости старения организма. Оценка состояния здоровья студенческой молодежи необходима для формирования сведений относительно работоспособности и трудовой активности (Пашкова И.Г., 2011). В связи с этим была поставлена цель исследования – изучить взаимосвязь компонентного состава тела и темпов старения у студенческой молодежи.

Методика. В исследовании приняли участие 120 относительно здоровых студентов Ярославского медицинского университета (60 юношей и 60 девушек). Средний возраст юношей составил $19,8 \pm 0,06$ лет, девушек – $19,7 \pm 0,07$ лет. В ходе обследования с использованием стандартизированных методик измерены антропометрические показатели: длина тела (см), масса тела (кг), обхваты талии (см) и бедер (см). Для оценки массы тела применяли соответствующий индекс (индекс Кетле, $\text{кг}/\text{м}^2$). Соотношение обхвата талии и бедер рассчитывалось с использованием индекса талии-бедра, дающего представление о характере и особенностях жировотложения. Исследование компонентного состава тела происходило методом биоимпедансного анализа с помощью прибора «Медасс». К достоинствам метода относится использование тока с низкой амплитудой, что создаёт безопасные и комфортные условия для проведения биоимпедансного анализа (Мартиросов Э.Г. и др., 2006). Расчет коэффициента скорости старения производился по методике Горелкина А.Г. (Горелкин А.Г., Пинхасов Б.Б., 2010). Полученные результаты были сформированы в электронную базу данных в программе Excel и проанализированы статистически в Statistica 12.

Результаты. Индивидуальное распределение результатов биоимпедансного анализа у юношей свидетельствует о том, что наблюдается снижение относительного содержания жировой массы (41,8%). Нормальное значение показателя зарегистрировано у 28,3%, повышенное – у 29,9% обследованных. У более чем половины зарегистрировано увеличение процентного содержания активной клеточной массы (55%), что свидетельствует о достаточном содержании белка в организме, способствующему увеличению физической активности, выносливости и скорости обменных процессов. Пониженное и нормальное содержание компонента обнаружено у 1,7 и 43,3%, соответствен-

но. Относительная скелетно-мышечная масса, характеризующая развитие мускулатуры и косвенно – уровень двигательной активности, у 56,7% характеризуется как нормальная. Отклонение от диапазона нормальных значений зарегистрировано у 26,7% в сторону уменьшения и у 23,4% содержание показателя превышает норму. В группу риска входят 25% юношей с повышенным содержанием жировой ткани и пониженным содержанием скелетной мускулатуры. Избыток жировой ткани, сопровождающийся уменьшением скелетной мускулатуры, способствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний и ожирения, которые сокращают продолжительность жизни человека (Бондаренко И.З., Шпагина О.В., 2015). Кроме того, ожирение приводит к повышению риска развития дегенеративных процессов в опорно-двигательном аппарате и влияет на усиление болевых процессов в ходе прогрессирования патологии (Мкртумян А.М., 2017). Корреляция между содержанием компонентов состава тела и скоростью старения у юношей показала, что увеличение содержания относительной жировой массы сопровождается ускорением старения и сокращением продолжительности жизни ($r=0,4$). Замедленный уровень обнаружен у 20% юношей, нормальный – у 31,7%, ускоренный – у 48,3%. Среднее по группе значение коэффициента составило $1,08 \pm 0,03$ и соответствовало ускоренному уровню ($>1,05$).

Данные по индивидуальному распределению компонентов состава тела девушек показали, что относительное содержание жировой ткани у 33,4% обследованных оценивалось как пониженное. Нормальная жировая масса зарегистрирована у 30%, превышающая нормальную – у 36,6% студенток. Повышенное значение относительной активной клеточной массы, способствующая увеличению скорости метаболизма, обнаружена у 53,3%. Понижение показателя ниже нормы не зарегистрировано, норма зафиксирована у 46,7% обследованных. Относительное содержание скелетной мускулатуры у большинства обследованных (63,3%) характеризуется как нормальное. Пониженное и повышенное количество компонента обнаружено у 26,7 и 10,0%, соответственно. Группу риска составляют девушки с повышенным содержанием жировой массы и пониженным содержанием скелетно-мышечной массы, таковых в выборке 18,3%. Среднее значение уровня старения составляет для девушек $0,97 \pm 0,03$ и характеризует нормальную степень старения (0,95-1,05). Расчёт коэффициента старения при индивидуальном распределении показал, что у большинства девушек скорость старения характеризуется как замедленная (56,6%). Нормальный и ускоренный темпы старения обнаружены у 21,7 и 21,7%, соответственно. Ретардированное старение способствует увеличению продолжительности жизни и здоровому долголетию (Усманова С.В., 2017). В группе девушек обнаружена сильная положительная корреляция между относительным содержанием жировой массы и скоростью старения ($r=0,8$). Полученные результаты согласуются с данными литературы (Тятенкова Н.Н. с соавт., 2021).

Заключение. Таким образом, избыточное содержание жировой ткани способствует ускорению скорости старения организма и является причиной развития ожирения и сердечно-сосудистых заболеваний. Средняя по выборке скорость старения девушек соответствует физиологической норме, у юношей – превышает её. Старение юношей и девушек оценивается как ускоренное у 48,3 и 21,7% обследованных, соответственно. К группе риска с увеличенным содержанием жировой ткани и уменьшенным содержанием скелетной мускулатуры относятся 25% юношей и 18,3% девушек.

Список литературы:

1. Бондаренко И.З., Шпагина О.В. Патогенетические основы развития сердечно-сосудистых заболеваний при ожирении. Трудности диагностики и лечения // Ожирение и метаболизм. – 2015. – Т. 12. – № 4. – С. 47-51.

2. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человек. – М.: Наука, 2006. – 248 с.
3. Мкртумян А.М., Соловьева И.В. Роль снижения массы тела в купировании болевого синдрома при остеоартрозе // Эффективная фармакотерапия. – 2017. – № 39. – С. 48-56.
4. Тятенкова Н.Н., Крупкина А.М., Уварова Ю.Е. Компонентный состав тела у девушек с различными темпами старения // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 2. – С. 54.
5. Усманова С.В. Понятие о геронтологии. Классификация возрастных групп: методическое пособие. – Иркутск: ИрГУПС МК ЖТ, 2017. – 30 с.
6. Патент на изобретение RU 2387374 С2. Способ определения биологического возраста человека и скорости старения / Горелкин А.Г., Пинхасов Б.Б. – Заявка № 2008130456/14 от 22.07.2008. Опубл. 27.04.2010 Бюл. № 12.
7. Пашкова И.Г. Характеристика анатомических компонентов тела и распределения соматотипов у девушек в условиях Карелии // Экология человека. – 2011. – С. 25-30.

The relationship between the component composition of the body and the rate of aging of student youth

Bragina A.M.

P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

Were examined 120 young men and young women. The analysis of the component composition was carried out using bioimpedance analysis by the MEDASS device. The coefficient of the aging rate was calculated according to the formula of A.G. Gorelkina. A correlation was established between the components of body composition and the rate of aging. The probability of accelerated aging of the body increases in the presence of excess fat mass. 25% of young men and 18.3% of young women belong to the risk group with an increased content of adipose tissue and a reduced content of skeletal muscles.

Key words: *aging, biological age, body component composition, students.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-42-45

Роль K-каналов в формировании ноцицептивного сигнала в тройничном нерве крысы¹

Буглинина А.Д., Верхотурова Т.М., Гафуров О.Ш., Королёва К.С., Ситдикова Г.Ф.
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия

Центральной проблемой данной работы является выяснение механизмов боли при мигрени и установление роли K_v-каналов в регуляции возбудимости менингеальных афферентов тройничного нерва, формирующих болевой сигнал при мигрени. Исследование проводилось на препарате изолированного черепа крысы. Установлено, что ингибиторы K_v-каналов 4-аминопиридин (100 мкМ и 1 мМ) и тетраэтиламмоний (5 мМ) приводят к увеличению возбудимости афферентов тройничного нерва, в то же время данный эффект частично снимался

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 20-15-00100.

нестероидным противовоспалительным средством – напроксеном, и не был чувствителен к суматриптану, классическому противомигренозному препарату.

Ключевые слова: мигрень, К-каналы, тригеминальный нерв, 4-аминопиридин, тетраэтиламмоний, напроксен, суматриптан.

Введение. Мигрень – неврологическое заболевание, характеризующееся комплексом симптомов, включающих одностороннюю пульсирующую и продолжительную головную боль, часто сопровождающуюся тошнотой, рвотой, а также повышенной чувствительностью к световым и звуковым раздражителям (Ettlín D., 2013). Данное заболевание с его сложным патогенезом, включающим изменения со стороны нервной, иммунной и сердечно-сосудистой систем, а также с ограниченной эффективностью медикаментозного лечения, представляет собой одну из актуальнейших проблем современной медицины. Клинические и экспериментальные наблюдения свидетельствуют о ведущем вкладе тройничного нерва и сосудов оболочек головного мозга в формировании ноцицептивного сигнала при мигрени. Непосредственно формирование боли при мигрени связано с активацией натриевых и калиевых ионных каналов в периферических нервных окончаниях в менингеальных оболочках, иннервируемых волокнами тройничного нерва (Schueler et al., 2014). Возникающие в окончаниях нерва потенциалы действия передаются в ствол мозга и далее в вышестоящие центры боли в ЦНС. Известно, что потенциал-управляемые Na^+ , K^+ и Ca^{2+} -каналы, рН-чувствительные ионные каналы (ASIC), TRP-каналы, лиганд-управляемые P2X-рецепторы участвуют в патогенезе боли, однако роль K^+ каналов в механизмах боли и в частности, боли при мигрени, остается мало изученной (Enyedi P., 2010). Интерес к К-каналам также обусловлен тем, что различные типы К-каналов экспрессируются в ключевых структурах, вовлеченных в патогенез мигрени: афферентах тройничного нерва, нейронах тройничного ганглия и тригеминоцервикального комплекса, сосудах оболочек головного мозга.

Целью нашей работы стало исследование роли потенциал-зависимых К-каналов в ноцицептивной активности тройничного нерва крысы, а также анализ влияния ингибиторов потенциал-зависимых K^+ -каналов – 4-аминопиридина и тетраэтиламония на активность потенциалов действия тройничного нерва.

Методика. Эксперименты проводились на самцах белых лабораторных крыс возрастом 4-8 недель, при комнатной температуре (20-25°C). В качестве объекта исследования использовался препарат изолированного черепа крысы, представляющий собой половину черепной коробки. Полученные половинки черепа с сохраненной твердой оболочкой мозга, содержащей отростки тройничного нерва, помещали в физиологический раствор Кребса с постоянной оксигенацией и наличием постоянной перфузии. Далее периферический отросток тройничного нерва аккуратно выделялся из твердой оболочки черепа и в последующем засасывался в регистрирующий стеклянный электрод. Для исследования роли потенциал-зависимых К-каналов в ноцицептивной активности в афферентах тройничного нерва крысы анализировалась частота потенциалов действия в контроле и после аппликации 4-АП и ТЭА в область расхождения средней менингеальной артерии. Протокол эксперимента включал в себя запись базовой частоты ПД в контроле на протяжении 20 мин, затем базовый раствор менялся на раствор, содержащий ингибиторы К-каналов. Впоследствии, после 10-минутной промывки, производилась стимуляция с помощью KCl. Сигналы записывались с использованием усилителя DAM 80. Электрические сигналы были оцифрованы на ПК и анализировались с использованием программного обеспечения WinEDR v.3.2.7. Для статистической обработки данных использовали приложение «DoClust» (MATLAB) и OriginPro 8.6. Порог достоверного отличия составлял $p < 0.05$.

Результаты. Было установлено, что аппликация 4-АП в концентрации 100 мкМ и 1 мМ приводит к достоверному и долгосрочному всплеску активности в тройничном нерве. В контроле частота ПД составила 188 ± 53 ПД за 5 мин, через 5 мин аппликации 4-АП (100 мкМ) частота составила 310 ± 80 ПД за 5 мин; на 10 мин – 1252 ± 369 ПД; на 15 мин – 2217 ± 730 ПД; на 20 мин – 2217 ± 730 ПД (100 мкМ; $p < 0.05$, $n=10$). Эффект сохранялся все время присутствия ингибитора в растворе. При увеличении концентрации 4-АП до 1 мМ также наблюдалось драматическое увеличение частоты ПД: в контроле частота ПД составила 283 ± 101 ПД за 5 мин; на 5 мин аппликации – 1365 ± 651 ПД; на 10 мин – 2447 ± 1032 ПД; на 15 мин – 2948 ± 1099 ПД; на 20 мин – 2868 ± 1033 ПД (1 мМ; $p < 0.05$, $n=8$).

Использование ТЭА в концентрации 1 мМ не вызывало изменение частоты ПД в афферентах тройничного нерва. В контроле частота ПД составила 348 ± 74 ПД за 5 мин, тогда как в присутствии ТЭА она увеличилась до 410 ± 72 ПД за 5 мин (1 мМ; $p < 0.05$, $n=6$). В то же время увеличение концентрации до 5 мМ приводило к достоверному изменению частоты ПД с 292 ± 50 ПД за 5 мин в контроле и 2510 ± 1242 ПД в первые 5 мин инкубации в растворе, содержащем ТЭА (5 мМ; $p < 0.05$, $n=10$).

4-АР увеличивает скорость возбуждения нейронов тригеминального нерва (Puil et al., 1989), что указывает на существенную экспрессию каналов этого типа при ноцицепции. Также известно, что в соответствии с состояниями, подобными мигрени, 4-АР способствует высвобождению медиатора мигрени CGRP из мозговых оболочек, однако этот эффект блокируется напроксеном и уменьшается суматриптаном – классическими лекарствами от мигрени. При сравнении функциональных эффектов 4-АР с ТЭА на возбуждающие свойства периферических частей тройничного нерва в мозговых оболочках, было обнаружено, что применение 4-АР не только увеличивает частоту ПД низкой амплитуды, но и активизирует обычно «молчащие» ПД большой амплитуды. Пульсирующее спайкование тройничного нерва при этом значительно снижается напроксеном, но остаётся нечувствительным к агонисту 5-НТ1 суматриптану.

Заключение. Таким образом, зафиксированное возрастание ноцицептивной активности при действии блокаторов может быть использовано в качестве модели для изучения механизмов мигрени и фармакологического тестирования препаратов против мигрени.

Список литературы:

1. Enyedi P., Czirjak G. Molecular background of leak K^+ currents: two-pore domain potassium channels // *Physiol. Rev.* – 2010. – Vol. 90. – P. 559-605.
2. Ettl D. The international classification of headache//*Cephalalgia.* – 2013. – Vol. 33. – P. 629-808.
3. Puil E., Miura R.M., Spigelman I. Consequences of 4-aminopyridine applications to trigeminal root ganglion neurons // *Neurophysiol.* – 1989. – Vol. 62. – P. 810-820.
4. Schueler M., Messlinger K., Dux M., Neuhuber W.L. and De Col R. Extracranial projections of meningeal afferents and their impact on meningeal nociception and headache // *Pain.* – 2013. – Vol. 154. – P. 1622-1631.

The role of K-channels in the formation of a nociceptive signal in the rat trigeminal nerve

Buglinina A.D., Verkhoturova T.M., Gafurov O.Sh., Koroleva K.S., Sitdikova G.F.
Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

The central problem of this work is to elucidate the mechanisms of pain in migraine and to establish the role of Kv channels in regulating the excitability of meningeal afferents of the trigeminal nerve that form a pain signal in migraine. The study was conducted on a preparation of an isolated rat skull. It was found that Kv-channel inhibitors 4-aminopyridine (100 microns and 1 mM) and tetraethylammonium (5 mM) lead to an increase in the excitability of trigeminal nerve afferents, at the same time, this effect was partially removed by a nonsteroidal anti-inflammatory agent – naproxen, and was not sensitive to sumatriptan, a classic anti-migraine drug.

Key words: migraine, K-channels, trigeminal nerve, 4-aminopyridine, tetraethylammonium, naproxen, sumatriptan.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-45-48

Анализ энерготрат лыжников-гонщиков в подготовительный период годового цикла

Бушманова Е.А.
ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия

У 55 высококвалифицированных лыжников-гонщиков, членов сборной команды Республики Коми, в подготовительный период тренировочного макроцикла проведено исследование энерготрат методом непрямой калориметрии с помощью эргоспирометрической системы «Охусон-Pro». Показано, что у 75% спортсменов, измеренные энерготраты покоя были выше расчетных значений на 20% и составили в среднем 2139 ± 363 ккал/сут. Расчетные суточные энерготраты с использованием коэффициента физической активности были в среднем 5347 ± 907 ккал, при этом в 90% случаев зафиксированы суточные энерготраты более 5000 ккал. Доля углеводов и жиров в структуре энерготрат покоя составила 67 и 33% соответственно. Обнаружено прогрессирующее увеличение относительного вклада окисления углеводов и соответствующее снижение относительного вклада окисления жиров в энерготраты физической нагрузки в тесте «до отказа».

Ключевые слова: энерготраты, физическая нагрузка, углеводы, жиры, лыжники-гонщики, непрямая калориметрия.

Введение. Непрямая калориметрия, основанная на исследовании газообмена, считается золотым стандартом для определения энерготрат (ЭТ) и может использоваться в качестве надежного метода (Purcell S.A. et al., 2020; MacKenzie-Shalders K. et al., 2020). Значения ЭТ в спорте зависят от пола, возраста, специфики вида спорта, периода тренировочного цикла (Rodríguez N.R. et al., 2009), а также длительности и интенсивности физических нагрузок (ФН) (Heydenreich J. et al., 2017; Purcell S.A. et al., 2020). Большой объем ФН приводит к возрастанию значений ЭТ, что является причиной изменений компонентного состава тела, снижения физической работоспособности, а так же развития состояния перетренированности, нервно-эмоционального напряжения, и как следствие, потери спортивной формы (Sundgot-Borgen J. et al., 2013).

У спортсменов энерготраты покоя (ЭТП) и суточные ЭТ достаточно хорошо изучены (MacKenzie-Shalders K. et al., 2020). Тем не менее, в лыжных гонках практически отсутствуют исследования, где рассматривается изучение вклада основных макронутриентов (углеводов и жиров) в структуру ЭТ (Heydenreich J. et al., 2017). Поэтому целью исследования был анализ энергообмена в состоянии покоя и при физической нагрузке в тесте «до отказа» на велоэргометре у лыжников-гонщиков в общеподготовительный период тренировочного цикла.

Методика. Обследованы высококвалифицированные лыжники-гонщики Республики Коми ($n=55$, мужчины, возраст 20.1 ± 4.7 лет; рост 176.4 ± 5.7 см; масса тела 69.6 ± 5.1 кг; доля жира $9.6\pm 2.7\%$) в общеподготовительный период тренировочного макроцикла. Для оценки ЭТП и ЭТ при ФН в тесте «до отказа» (Бойко, 2019), а так же вклада субстратов, участвующих в энергообеспечении ФН организма, использовали метод непрямой калориметрии с полным газовым анализом с помощью эргоспирометрической системы «Oxuson-Pro» (Jaeger, Германия). Для получения расчётных значений ЭТП использовалось уравнение прогнозирования Харриса-Бенедикта для мужчин. На основе коэффициента физической активности (КФА), который для лыжников-гонщиков равен 2.5 (Нормы., 2008), были рассчитаны суточные ЭТ.

Результаты. У обследуемых лыжников-гонщиков средние ЭТП (2139 ± 363 ккал/сут) сопоставимы с данными литературы (Heydenreich J. et al., 2017; Purcell, 2020). Как известно, ЭТП – самый большой компонент суточных ЭТ (Purcell S.A. et al., 2020), интерпретация которых является важной составляющей эффективного тренировочного процесса (MacKenzie-Shalders K. et al., 2020). Обычно ЭТП определяются с помощью прогнозирующих уравнений, которые удобны в использовании, но имеют большую погрешность, поэтому для более надёжной оценки ЭТ рекомендуется использовать метод непрямой калориметрии (Purcell S.A. et al., 2020; MacKenzie-Shalders K. et al., 2020). Поэтому был произведен сравнительный анализ ЭТП, полученных расчётным путем (1769 ± 82 ккал/сут) по уравнению Харриса-Бенедикта для мужчин и измеренных (2139 ± 363 ккал/сут) с помощью непрямой калориметрии. Расчётные значения ЭТП у лыжников варьируют в пределах 1600-2000 ккал/сут, в то время как измеренные ЭТП – в пределах 1500-2900 ккал/сут. Результаты показывают, что из исследуемой группы спортсменов у 41 лыжника-гонщика измеренные ЭТП были выше расчётных значений в среднем на 20%.

Эти различия могут быть связаны с рядом факторов: изменения в составе тела напрямую влияют на ЭТП из-за относительного энергетического вклада различных тканей тела, безжировой массы тела, прироста и/или потери скелетных мышц из-за резистентности к физическим или аэробным нагрузкам. Так же разницу в показателях ЭТП можно расценивать как тонизирующий эффект тренировок (MacKenzie-Shalders K. et al., 2020). В дополнение к этим основным факторам, ФН оказывает влияние на другие физиологические и генетические особенности, которые вносят свой вклад (статус щитовидной железы, обмен белков, циркулирующий лептин, термогенез, стимуляцию β -адренергических функций и митохондриальную активность печени). Кроме того, различия в значениях ЭТП могут быть связаны с размером выборки, а также в различиях методологии (Heydenreich J. et al., 2017; MacKenzie-Shalders K. et al., 2020).

Суточные ЭТ с КФА (2.5 у лыжников) составили в среднем 5347 ± 907 ккал, что превышает литературные данные по циклическим видам спорта примерно на 20 %, однако совпадает с единичными исследованиями по изучению ЭТ у лыжников-гонщиков (Heydenreich J. et al., 2017). Спортивная деятельность сопровождается значительным увеличением суточного расхода энергии – до 4500-5000 ккал. В дни тренировок с повышенными ФН и в дни соревнований в лыжных гонках эти величины могут быть еще больше, около 4800-6000 ккал/сут, достигая ≥ 8000 ккал (Нормы., 2008).

Известно, что во время ФН углеводы (Угл) и жирные кислоты являются основными энергетическими субстратами в мышцах, причем их относительный вклад в ЭТ, в первую очередь, зависит от изменений интенсивности ФН (Achten J. et al., 2003).

Выявлен примерно равный процентный вклад Угл и жиров в ЭТ, который составил 47 и 53% соответственно. За тест «до отказа» ЭТ составили около 150 ккал, и в среднем доля Угл в энергообеспечение ФН была 69%, жиров – 31%. По данным литературы у выносливых спортсменов вклад жиров в суточные ЭТ может составлять примерно 25%, тогда как вклад Угл 75% (Heydenreich J. et al., 2017). Хотя верхний предел липолиза у людей не известен, мобилизация и окисление жиров происходит интенсивнее у спортсменов с высокой аэробной работоспособностью (Lyudinina A.Y. et al., 2020). Установлено, что при анаэробных нагрузках жиры окисляются с низкой интенсивностью, а Угл окисляются в основном с высокой, однако вклад окисления жиров в суточные ЭТ во время упражнений при МПК выше 85% обычно игнорируется (Achten J. et al., 2003). Кроме того, когда интенсивность ФН увеличивается, активизируется анаэробная энергетическая система и наблюдается дополнительная продукция CO₂ из-за активации бикарбонатной буферной системы, что может вызвать завышенную оценку вклада Угл и недооценку вклада жиров. Вышесказанное актуализирует дальнейшее изучение степени участия макронутриентов в ФН разной интенсивности (Achten J. et al., 2003).

Заключение. Установлено, что у 75% спортсменов, измеренные энерготраты покоя были выше расчетных значений на 20% и составили в среднем по группе 2139±363 ккал/сут. Расчетные суточные энерготраты с использованием коэффициента физической активности составили в среднем 5347±907 ккал, при этом в 90% случаев зафиксированы суточные энерготраты более 5000 ккал. Кроме того, обнаружено прогрессирующее увеличение относительного вклада окисления углеводов и соответствующее снижение относительного вклада окисления жиров в энерготраты физической нагрузки в тесте «до отказа» в сравнении с энерготратами покоя.

Список литературы:

1. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические механизмы обеспечения спортивной деятельности зимних циклических видов спорта. – Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2019. – 256 с.
2. Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения Российской Федерации. Утв. Роспотребнадзором 18.12.2008 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=453316> (дата обращения: 11.10.2021).
3. Achten J., Jeukendrup A.E. Maximal fat oxidation during exercise in trained men // *International Journal of Sports Medicine*. – 2003. – Vol. 24. – P. 603-608.
4. Heydenreich J., Kayser B., Schutz Y. et al. Total Energy Expenditure, Energy Intake, and Body Composition in Endurance Athletes Across the Training Season: A Systematic Review // *Sports Medicine*. – 2017. – Open 3. – P. 8.
5. Lyudinina A.Y., Bushmanova E.A., Varlamova N.G. et al. Dietary and plasma blood α -linolenic acid as modulators of fat oxidation and predictors of aerobic performance // *J Int Soc Sports Nutr*. – 2020. Open 17(1). – P. 57.
6. MacKenzie-Shalders K., Kelly J.T., Daniel S. et al. The effect of exercise interventions on resting metabolic rate: A systematic review and meta-analysis // *Journal of Sports Sciences*. – 2020. – Vol. 4. – P.
7. Purcell S.A., Johnson-Stoklossa C., Braga Tibaes, J.R. et al. Accuracy and reliability of a portable indirect calorimeter compared to whole-body indirect calorimetry for

measuring resting energy expenditure // Clinical Nutrition ESPEN. – 2020. – Vol. 39. – P. 67-73.

8. Rodriquez N.R., DiMarco N.M., Langley S. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance // J. Am. Diet. Assoc. – 2009. – Vol. 3.– N 109. –P. 509-527.

9. Sundgot-Borgen J., Meyer N.L., Lohman T.G. et al. How to minimise the health risks to athletes who compete in weight-sensitive sports review and position statement on behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, under the auspices of the IOC Medical Commission // Br J Sports Med. – 2013. – Vol. 47. – N 16. – P. 1012-22.

Analysis of energy expenditure of skiers across the preparatory phase

Bushmanova E.A.

Department of Ecological and Medical Physiology, Institute of Physiology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

Energy expenditure was calculated at rest and during physical activity by indirect calorimetry using the Oxyson Pro system in 55 highly elite skiers. The results showed that in 75% of athletes, the measured rest energy expenditure were higher than the calculated rest energy expenditure by 20% and was 2139 ± 363 kcal/day. Daily energy expenditure was 5347 ± 907 kcal. In the structure of rest energy expenditure the part of carbohydrates was 67% and fats was 33%. Generally, energy expenditure was more 5000 kcal. In addition, in our study, it was observed a progressive increase of contribution of carbohydrate oxidation in energy expenditure during high-intensity exercise.

Key words: energy expenditure, high-intensity exercise, carbohydrates, fats, skiers, indirect calorimetry.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-48-51

Перспективы цифровизации системы мониторинга окружающей среды

Видеркер М.А., Рассадина Е.В.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

В настоящее время цифровизация затрагивает различные отрасли экономики. Значительную роль в регулировании цифровизации играет государство. Цифровая трансформация открывает большие перспективы для отрасли экологии и природопользования. Основными передовыми технологиями, которые позволят отрасли выйти на качественно новый уровень, являются большие данные, интернет вещей и искусственный интеллект. Внедрение цифровых технологий и платформенных решений в комплексную систему мониторинга окружающей среды позволит оперативно проводить комплексный сбор, обработку и анализ данных, прогнозирование и принятие управленческих решений по вопросам охраны окружающей среды, обеспечит открытость данных и принятых решений.

Ключевые слова: цифровые технологии, цифровизация, цифровая экономика, экология, природопользование, мониторинг окружающей среды.

В последние десятилетия происходит стремительное преобразование экономики и общества в цифровые. Цифровая экономика – система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий. Толчком к тотальной цифровизации послужило повышение производительной мощности компьютерной техники и появление Интернета (Доклад о мировом развитии..., 2016).

В настоящее время большое значение для цифровизации имеют объединение объектов в единую сеть, обмен и управление данными на основе интернета вещей, увеличение ёмкости аккумуляторов устройств и использование средств альтернативной энергетики, развитие и внедрение мобильных устройств, совершенствование программного обеспечения и облачных платформ, удешевление технологий.

В связи с тем, что цифровые технологии начинают занимать всё более значимое место в росте экономики стран (Нуреев Р.М., Карапаев О.В., 2019), приоритетной задачей российского государства становится создание всех необходимых условий для внедрения передовых технологий.

4 июня 2019 года на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам была утверждена национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Она разработана в рамках реализации Указов Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». Программа затрагивает не только научно-технические области, но и оказывает важное влияние на социально-экономические сферы, включая направления цифровой экологии и «зеленой» экономики.

26 июня 2021 года президиум Правительственной комиссии по цифровому развитию одобрил стратегии цифровой трансформации тринадцати направлений российской экономики и социальной сферы, включая отрасль экологии и природоохранной деятельности.

Основными передовыми технологиями, которые позволят отрасли выйти на новый уровень цифровизации являются: большие данные, интернет вещей, искусственный интеллект, робототехника, системы распределенного реестра и др.

В отрасли экологии и природопользования генерируются огромные потоки многообразных данных, причем, как структурированных, так и полуструктурированных и неструктурированных. Центральную роль для их эффективного хранения, обработки, управления и анализа должна сыграть технология больших данных (BigData).

Основными источниками больших данных в отрасли служит информация предприятий и организаций (транзакционная деловая информация, базы данных и прочее) и интернет вещей.

Интернет вещей (Internet of Things, IoT) является еще одной технологией, которая должна выступить прорывной для отрасли. IoT позволяет объединять в сеть устройства, снабженные датчиками и способные собирать, обрабатывать и обмениваться данными, а также устройства, которые могут отслеживаться и (или) управляться удаленно.

Компонентами интернета вещей применительно к отрасли экологии и природопользования могут выступать различные IoT-устройства, установленные на территории природных, промышленных и иных объектов, передающие и обрабатывающих текущие параметры объекта, а также метеорологические станции, дроны, спутники и прочее.

Значительную роль в цифровизации играет искусственный интеллект. Это комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые как

минимум с результатами интеллектуальной деятельности человека (Стратегия цифровой трансформации..., 2021).

Комплекс цифровых решений, внедряемый в систему мониторинга окружающей среды, должен включать в себя IoT-устройства, робототехнику, информационно-коммуникационные сети, сервисы и программные решения для хранения, интеллектуальной обработки данных и принятия решений.

Цифровизация открывает большие перспективы для мониторинга окружающей среды. Внедрение комплекса цифровых технологий и разработка отраслевой цифровой платформы позволит оперативно аккумулировать данные из различных источников, обеспечит их нормализацию и верификацию. Интеллектуальные инструменты больших данных обеспечат оперативную обработку и анализ данных, автоматизируют процессы прогнозирования и принятия управленческих решений по вопросам охраны окружающей среды. Это будет способствовать предупреждению или минимизации рисков, оперативной ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (Стратегия цифровой трансформации..., 2021).

Немаловажным является и то, что комплексная цифровая система мониторинга состояния и качества окружающей среды ориентирована на обеспечение прозрачности принимаемых решений и открытости данных по состоянию окружающей среды как для органов государственной власти и местного самоуправления, так и для общественных объединений и некоммерческих организаций, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и населения. Это достигается за счет веб-технологий.

Несомненно, цифровая трансформация отрасли экологии и природопользования – сложный ресурсоемкий процесс, который осложняется низким уровнем предыдущих затрат на цифровые технологии в отрасли со стороны государства, неразвитостью информационно-коммуникационной инфраструктуры, а также низкой цифровой компетентностью специалистов. К сожалению, не только население, но специалисты органов государственной власти и местного самоуправления, отраслевые специалисты не всегда четко представляют себе суть цифровой трансформации и зачастую сводят ее к повышению уровня компьютеризации. В связи с этим, обучение цифровым компетенциям специалистов, подготовка кадров, способных разрабатывать и эффективно использовать цифровые технологии, должны стать обязательным звеном цифровой трансформации отрасли.

В настоящее время в экологии передовые технологии на практике используются нечасто. Но будем рассчитывать, что заинтересованность государства позволит отрасли экологии и природопользования в ближайшее десятилетие выйти на новый, цифровой, уровень, что будет способствовать улучшению экологической обстановки и повышению качества жизни населения.

Список литературы:

1. Доклад о мировом развитии 2016. Цифровые дивиденды: Обзор / Всемирный банк. – Вашингтон, 2016. – 58 с. – Режим доступа: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23347/210671RuSum.pdf>.

2. Нуреев Р.М. Три этапа становления цифровой экономики / Нуреев Р.М., Карапаев О.В. // Journal of Economic Regulation (Вопросы регулирования экономики). – 2019. – Том 10. – № 2. – С. 6-27.

3. Стратегия цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования. – М., 2021. – 83 с. – Режим доступа: <http://mnr.gov.ru/upload/iblock/d7a/Проект%20Стратегии%20цифровой%20трансформации%20отрасли%20экологии%20и%20природопользования.pdf>.

Prospects for digitalization of the environmental monitoring system

Viderker M.A., Rassadina E.V.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

Currently, digitalization affects various sectors of the economy. The state plays a significant role in regulating digitalization. Digital transformation opens up great prospects for the ecology and nature management industry. The main advanced technologies that will allow the industry to reach a qualitatively new level are big data, the Internet of Things and artificial intelligence. The introduction of digital technologies and platform solutions into an integrated environmental monitoring system will allow to quickly carry out integrated collection, processing and analysis of data, forecasting and management decisions on environmental protection issues, and ensure the openness of data and decisions made.

Key words: digital technologies, digitalization, digital economy, ecology, nature management, environmental monitoring.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-51-54

Внешнее дыхание и газообмен в условиях максимальной нагрузки при различных уровнях аэробных возможностей организма

Виноградов С.Н.

ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации им. Б.П. Бугаева»,
Ульяновск, Россия

Проводилось исследование особенностей реакций звеньев внешнего дыхания и газообмена на различных этапах выполнения ступенчато-повышающейся нагрузки и при максимальной нагрузке при различных аэробных возможностях организма. Полученные данные указывают на то, что уровень аэробных возможностей организма определяет особенности реакций звеньев внешнего дыхания и газообмена на различных этапах выполнения ступенчато-повышающейся нагрузки и при максимальной нагрузке.

Ключевые слова функциональные резервы организма, газотранспортная система, максимальное потребление кислорода, аэробные возможности организма, газообмен.

Введение. Аэробное энергообеспечение имеет преобладающее влияние в процессах адаптации, поэтому допустима оценка уровня функциональных резервов организма на основании оценки аэробных механизмов энергообеспечения. Установлено, что лица с высоким потенциалом аэробного энергообразования обладают хорошей резистентностью к широкому спектру экстремальных воздействий – от гипоксии различного генеза до сдвигов в кислотно-основном состоянии внутренней среды организма. При этом, определяющую роль играют изменения интенсивности и скорости протекания физиологических процессов на системном, органном, тканевом и клеточном уровнях организма.

Целью исследования явилось изучение особенностей изменений показателей звеньев газотранспортной системы при максимальной физической нагрузке у лиц с различными уровнями аэробных возможностей.

Методика. В исследовании приняли участие практически здоровые мужчины в возрасте 18-21 лет. Испытуемые выполняли велоэргометрическую нагрузку в режиме

ступенчато-повышающейся мощности с определением МПК прямым методом. Потребление кислорода определялось газоанализатором «Спиrolит», сатурация артериальной крови измерялась пульсоксиметром, спирографические параметры измерялись на спирографе СМП-21/01-«РД». Парциальное напряжение кислорода артериальной крови определялись микрометодом Аструпa, показатели гемодинамики измерялись реографом РГПА-6/12-«РЕАН-ПОЛИ» Тестовая физическая нагрузка выполнялась на велоэргометре ВЭ-02.

Результаты. В зависимости от потребления кислорода при выполнении максимальной нагрузки все участники исследования были поделены на 5 категорий по И. Астранду (Коц Я.М., 1982).

Низкое потребление кислорода –	≤38 мл/мин/кг
Умеренное потребление кислорода –	39-43 мл/мин/кг
Среднее потребление кислорода –	44-51 мл/мин/кг
Хорошее потребление кислорода –	52-56 мл/мин/кг
Высокое потребление кислорода –	≥57 мл/мин/кг

В состоянии относительного покоя практически все показатели газообмена во всех группах существенно не различались и соответствовали физиологической норме

При выполнении ступенчато-повышающейся нагрузки в группе с низким уровнем аэробных возможностей потребление кислорода увеличилось в 10 раз, в группе с умеренным уровнем аэробных возможностей – в 11,5 раз, в группе со средним уровнем аэробных возможностей – в 12,4 раза, в группе с хорошим уровнем аэробных возможностей – в 12,2 раз, в группе с высоким уровнем аэробных возможностей – 14,9 раз.

Динамика потребления кислорода указывает на то, что у лиц с низким уровнем аэробных возможностей в процессе выполнения физической нагрузки наблюдалось увеличение потребления кислорода и тенденция к повышению интенсивности (прироста) потребления кислорода с увеличением мощности нагрузки до выхода на уровень максимального потребления кислорода. У лиц с умеренным потреблением кислорода скорость потребления кислорода была выше, чем у лиц с низким потреблением кислорода, но при положительной динамике потребления кислорода отмечена тенденция к снижению интенсивности потребления кислорода с ростом нагрузки. Похожая динамика скорости потребления кислорода и интенсивности наблюдалась у лиц со средним и хорошим уровнями аэробных возможностей. При этом следует отметить, что в группе лиц с хорошим уровнем аэробных возможностей тенденция к снижению интенсивности потребления кислорода с увеличением нагрузки прослеживалась наиболее существенно. У лиц с высоким уровнем аэробных возможностей, в процессе выполнения физической нагрузки с повышающейся мощностью также наблюдалось увеличение потребления кислорода и тенденция к повышению интенсивности потребления кислорода. Причём скорость потребления кислорода в процессе нагрузки была ниже, чем в других группах, а интенсивность потребления кислорода увеличилась наиболее значительно.

По показателю лёгочной вентиляции – минутному объёму дыхания (МОД) при выполнении ступенчато-повышающейся нагрузки наибольшее увеличение лёгочной вентиляции наблюдалось в группе со средним уровнем аэробных возможностей – в 12,7 раз, минимальное – в группе с умеренным уровнем аэробных возможностей, в 10,2 раза. В группах с низким, хорошим и высоким уровнями аэробных возможностей лёгочная вентиляция увеличилась соответственно в 10,6, 10,3 и 10,7 раз.

Анализ полученных данных показал, что наибольшая скорость увеличения МОД наблюдалась в группе с умеренным уровнем аэробных возможностей, однако в этой же группе наблюдалось и наиболее существенное снижение интенсивности прироста величины МОД при повышении потребления кислорода в условиях физической нагрузки. Тенденции к снижению интенсивности прироста МОД наблюдались также в группах с

низким, средним и высоким уровнями аэробных возможностей. Только в группе с хорошими аэробными возможностями отмечено увеличение интенсивности прироста МОД при увеличении потребления кислорода.

По величине частоты дыхания (ЧД) в состоянии относительно покоя между группами существенных различий между группами не наблюдалось. При выполнении ступенчато-повышающейся нагрузки до уровня максимального потребления кислорода (МПК) максимальное увеличение частоты дыхания – в 2,9 раза, было отмечено в группе с хорошим уровнем аэробных возможностей, минимальное (в 2,5 раза) – в группах с низким и умеренным уровнями аэробных возможностей. В группах со средним и высоким уровнями аэробных возможностей частота дыхания увеличилась соответственно в 2,6 и 2,7 раза. Максимальная величина ЧД в условиях максимальной нагрузки была в группе с высоким уровнем аэробных возможностей минимальная – группах с хорошим и средним уровнями аэробных возможностей.

Практически во всех случаях наблюдалась нелинейная тенденция преимущественно к увеличению частоты дыхания в зависимости от потребления кислорода. Наиболее ярко выраженная нелинейность имела место в группах с низким и высоким уровнями аэробных возможностями, где отмечено существенное увеличение частоты дыхания заключительных этапах выполнения ступенчато-повышающейся нагрузки. Дыхательный объем в состоянии относительного покоя соответствовал физиологической норме. При максимальной нагрузке на уровне МПК наибольшее увеличение ДО отмечено в группе со средним уровнем аэробных возможностей – в 5,4 раза, наименьшее увеличение отмечено в группе с умеренным уровнем аэробных возможностей – в 2,7 раз. В группе с высоким уровнем аэробных возможностей ДО увеличился в 4,6 раза, в группах с низким и хорошим уровнями возможностей – в 3,8 раз. Динамика изменения дыхательного объема изменения указывает на рост ДО на начальных этапах нагрузки с последующим снижением интенсивности прироста увеличения дыхательного объема до максимального значения на уровне порога анаэробного обмена (ПАНО) с последующей стабилизацией и снижением величины ДО при достижении максимальной нагрузки практически во всех группах.

Коэффициент утилизации кислорода $K_{УО_2}$ в группе с низкими уровнями аэробных возможностей увеличился в 3,5 раз, в группе с умеренным и хорошим уровнями аэробных возможностей – в 3,2 раза, с средним уровнем аэробных возможностей – в 3,1 раза, с высоким уровнем аэробных возможностей – в 3,6 раз. Наибольший $K_{УО_2}$ на уровне МПК был в группе с умеренным уровнем аэробных возможностей, наименьший – в группе с низким уровнем аэробных возможностей.

Заключение. Полученные данные позволяют говорить, о различной степени нелинейности динамики показателей внешнего дыхания и газообмена в зависимости от уровня аэробных возможностей организма и этапов выполнения ступенчато-повышающейся нагрузки до уровня МПК.

Список литературы:

1. Карпман В.Л. Сердечно-сосудистая система и транспорт кислорода при мышечной работе // в кн. Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов. Юбилейный сборник. – М.: РГАФК, 1994. – С. 12-39.
2. Леявина Т.А., Семенова Е.С., Гижя И.В., Ситникова М.Ю., Березина А. В., Бубнова И. В., Шляхто Е.В. Новый подход к выделению физиологических этапов механизма энергообеспечения во время возрастающей нагрузки у здоровых лиц и спортсменов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2012. – Т. 4 (86). – С. 77-86.

3. Лысенко Е.Н. Прогнозирование физической работоспособности и реакций кардиореспираторной системы при нагрузках аэробного характера у спортсменов высокого класса // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 4. – С. 33-38.

4. Физиология мышечной деятельности / под ред. Я.М. Коца. – М.: ФиС, 1982. – 347 с.

5. Юлдашев Р.Р. Войтенко Ю.Л., Балыкин М.В. Типы реагирования кислород-транспортных систем организма на максимальную физическую нагрузку // Физиология мышечной деятельности: тез. докл. Междунар. конф. – М., 2000. – С. 170-172.

External respiration and gas exchange in conditions of maximum load at different levels of the body's aerobic capacity

Vinogradov S.N.

Ulyanovsk Institute of civil aviation named after B.P. Bugaev, Ulyanovsk, Russia

The study of the characteristics of the reactions of the links of external respiration and gas exchange at various stages of performing a step-increasing load and at maximum load with various aerobic capabilities of the body was carried out. The data obtained indicate that the level of aerobic capabilities of the body determines the characteristics of the reactions of the links of external respiration and gas exchange at various stages of performing a step-increasing load and at maximum load.

Key words: functional reserves of organism, gas transportation system, maximum oxygen consumption, aerobic capacity of organism, gas exchange.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-54-57

Роль полиморфизма *ENOS* (C774T) в прогрессировании острого перитонита и формирования осложнений

Власов А.П.^{1, 2}, Аль-Кубайси Ш.С.¹, Али Фуад Ф.А.¹, Аль-Анбари С.Т.¹, Федотов Б.А.¹

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск, Россия

²ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

*С целью определения роли полиморфизма гена *ENOS* (C774T) в прогрессировании острого перитонита и формирования осложнений проведено клинико-биохимическое исследование 40 пациентов острым перитонитом. В результате исследования доказано, что ранний период острого перитонита характеризуется развитием эндогенной интоксикации, интенсификацией окислительного явления, гиперкоагуляции системы гомеостаза и ингибированием фибринолиза у пациентов острым перитонитом, носители патологического генотипа ТТ гена эндотелиальной синтазы оксида азота наблюдаются более выраженные отклонения гомеостатических показателей*

Ключевые слова: острый перитонит, генотип, ДНК-диагностика, генетическое тестирование генотипов.

Введение. Острый перитонит (ОП) до настоящего времени находится в ряду актуальнейших проблем хирургии (Коровин А.Я., 2017). Актуальность определена высокой частотой встречаемости (до 14,8%), высокой летальностью при тяжелых формах

(до 23,1%) (Канцалиев Л.Б., 2012). Основными патогенетическими компонентами ОП являются интоксикация, микроциркуляторные и коагуляционные нарушения, последствием которых является активация системного воспаления (Власов А.П., 2019). В настоящее время особый интерес уделяется персональной генетической оценке больных. Безусловно, мутации некоторых генов оказывают негативное воздействие на адаптивную защитно-приспособительную способность пациентов (Власова Т.И., 2020).

Цель исследования: определить роль полиморфизма гена *ENOS* (*C774T*) в прогрессировании острого перитонита и формирования осложнений.

Методика. Выполнено клиничко-биохимическое исследование 40 пациентов острым перитонитом. Критерии включения – согласие на участие, верификация диагноза «острый перитонит», срок развития патологии <2 суток, степень тяжести – различная. Критерия отмена – длительность болезни >2 дней, наличие тяжелых сопутствующих патологий. Больные разделены на 2 группы: группа сравнения (первая, n=20) – легкая степень ОП, основная – (вторая, n=20) – тяжелая степень тяжести. Оценка тяжести больных произведена при госпитализации с применением Мангеймского перитониеального индекса: в группе сравнения 15,3±2,71 баллов, в основной – 33,7±4,29, что соответствуют тяжелой степени тяжести (Орлов Ю.П., 2015).

Возраст пациентов первой группы равняется 51,7±6,38 года, а второй – 49,1±5,93 лет. Мужчин в первой группе было 12 (60,0%), во второй – 10 (50,0%), женщин 8 (40,0%) и 10 (50,0%) соответственно. Причинами острого перитонита являлись острый аппендицит, прободная язва двенадцатиперстной кишки, деструктивный холецистит, кишечная непроходимость, инфильтрат брюшной полости. Пациентам после поступления в клинику проведены предоперационная подготовка и экстренная операция (удаление источника, санация живота и его дренирование). В послеоперационный период проводилась стандартная терапия. При госпитализации обследуемым больным производилась рутинная диагностика: клинические, лабораторные и инструментальные методы. Дополнительно проведена оценка эндогенной интоксикации (по содержанию резерва связывания альбумина (РСА), индекса токсичности по альбумину (ИТ), молекул средней массы 254 нм (МСМ, усл. ед)), активности перекисное окисление липидов (ПОЛ) определялось (по уровню диеновых конъюгатов (ДК) и малонового диальдегида (МДА) функционального состояния системы гемостаза методом тромбозластографии (по значению реактивного времени (R) и параметра лизиса сгустка (LY30)). Определение генотипов и аллелей гена *ENOS* (*C774T*) у больных проведено методом полимеразной цепной реакции в реальном времени. Для сравнения исследуемых параметров с референсным уровнем обследованы здоровые лица (n=32). Статистическая обработка полученных результатов произведена с помощью цифровых программ MicrosoftExcel и «Statistica 13.3 Trial».

Результаты. Ранний период формирования ОП сопровождался существенными расстройствами системы гомеостаза, которые были ассоциированы со степенью тяжести патологии. При таксации эндотоксикоза установлено, что у больных первой группы содержание как гидрофобных метаболитов (РСА и ИТ), так и гидрофильных (МСМ) превышало референсный уровень на 1-е и 3-е сутки наблюдения на 30,9 и 23,5, 37,6 и 29,4, 51,6 и 40,2 % (p<0,05) соответственно. Во второй группе данные показатели были выше нормы на всех этапах исследования на 48,6-77,9, 69,2-89,7 и 100,3-183,4 % (p<0,05) соответственно.

По ходу изучения процессов ПОЛ в ранние сроки острого перитонита отмечено их значимая интенсификация. В группе сравнения уровень ДК и МДА превосходил исходный показатель на первом и втором этапе на 129,6 и 99,2%, 140,2 и 113,5% (p<0,05) соответственно. У больных основной группы метаболиты ПОЛ были выше референс-

ного параметра на протяжении всего периода наблюдения на 214,3-315,1 и 250,9-389,7% ($p < 0,05$) соответственно.

Наряду с появлением эндогенной интоксикации и развитием оксидативного стресса наблюдаются изменения свертываемости крови в виде гиперкоагуляции и гипофибринолиза. Так, у пациентов первой группы отмечены укорочение значения показателя R относительно нормы на 1-е и 3-е сутки на 24,5 и 19,7% ($p < 0,05$), и удлинение LY30 на 42,1 и 30,2% ($p < 0,05$) соответственно. У больных основной группы гемостатические расстройства регистрировались в течение всего срока наблюдения: снижение величины R на 38,9-58,6% и удлинение LY30 на 58,9-75,6% ($p < 0,05$).

При анализе результатов полимеразной цепной реакции в реальном времени выявлено, что частота генотипов (*CC*, *TC*, *TT*) в группе сравнения составила – 40,0, 50,0 и 10,0% ($\chi^2=2,28$, $p=0,13$, $OR=1,2$ (0,4-3,8)), а во основной – 5,0, 60,0 и 35,0% ($\chi^2=17,1$, $p=0,001$, $OR=70,0$ (5,4-150,0)) соответственно. Таким образом, отмечается достоверная сильная связь между мутным генотипом *CC* и тяжестью патологии.

При изучении сопряженности генетических вариантов полиморфизма гена *GPIIIa* и показателями системы гомеостаза при остром перитоните установлено, что у пациентов с генотипами *CC* и *TC* регистрируются меньшие отклонения: содержания РСА, ИТ и МСМ было снижено на 18,1-29,2, 22,4-34,5 и 32,8-48,6% ($p < 0,05$), уровень ДК и МДА – на 28,7-34,5 и 32,5-46,7% ($p < 0,05$), реактивное время было длиннее на 20,5-35,9% ($p < 0,05$), процесс лизиса сгустка был короче на 26,8-39,6% ($p < 0,05$).

Заключение. Ранний период острого перитонита характеризуется развитием эндогенной интоксикации, интенсификацией окислительного явления, гиперкоагуляции системы гомеостаза и ингибированием фибринолиза. Данные изменены носили стойкий и необратимый характер при тяжелой степени тяжести. У пациентов острым перитонитом, носители патологический генотип *TT* гена эндотелиальной синтазы оксида азота наблюдаются более выраженные отклонения гемостатических показателей.

Список литературы:

1. Власов А.П., Трофимов В.А., Власова Т.И., Власов П.А., Мышкина Н.А. Системный мембранодестабилизирующий дистресс-синдром в хирургии: понятие, патогенез, диагностика // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2019. – №5. – С. 25-30.
2. Власова Т.И., Аль-Кубайси Ш.С., Рязанцев В.Е., Ревва О.В., Хозина Е.А., Кумакшева Т.Н., Али-Фуад Ф.А., Аль-Анбари С.Т. Оценка полиморфизма генов антиоксидантной системы больных острым перитонитом // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=30415> (дата обращения: 10.10.2021).
3. Канцалиев Л.Б., Теуов А.А., Базиев А.М., Солтанов Э.И., Тлупова Л.М. Комплексное лечение острого распространенного перитонита с применением озонотерапии и лазерного облучения крови // Кубанский научный медицинский вестник. – 2012. – Т. 2. – С. 100-104.
4. Коровин А.Я., Базлов С.Б., Андреева М.Б., Нарсия В.В., Трифанов Н.А. Грозявления абдоминального сепсиса у больных с распространенным перитонитом // Кубанский научный медицинский вестник. – 2017. – Т. 6. – С. 78-83.
5. Орлов Ю.П., Лукач В.Н., Говорова Н.В., Глущенко А.В., Дмитрива О.Д. Место Ремаксола как гепатопротектора и антиоксиданта в интенсивной терапии распространенного перитонита // Анестезиология и реаниматология. – 2015. – Т. 6. – С. 24-29.

The role of ENOS polymorphism (C774T) in the progression of acute peritonitis and the formation of complications

Vlasov A.P.^{1,2}, Al-Kubaysi S.S.¹, Ali Fuad F.A.¹, Al-Anbari S.T.¹, Fedotov B.A.¹

¹Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk, Russia

²Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

In order to determine the role of ENOS (C774T) gene polymorphism in the progression of acute peritonitis and the formation of complications, a clinical and biochemical study of 40 patients with acute peritonitis was conducted. As a result of the study, it was proved that the early period of acute peritonitis is characterized by the development of endogenous intoxication, intensification of oxidative phenomena, hypercoagulation of the homeostasis system and inhibition of fibrinolysis, and in patients with acute peritonitis, carriers of the pathological TT genotype of the endothelial nitric oxide synthase gene, more pronounced deviations of homeostatic parameters are observed.

Key words: acute peritonitis, genotype, DNA diagnostics, genetic testing of genotypes.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-57-60

Прогностическое значение критериев эндотоксикоза в диагностике острого почечного повреждения

Власов А.П.^{1,2}, Рязанцев В.Е.¹, Муратова Т.А.¹, Волкова М.В.¹,
Степанов Н.Ю.¹, Машин И.В.¹

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск, Россия

²ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

С целью поиска информативных статически значимых лабораторных критериев эндотоксикоза в диагностике острого почечного повреждения было проведено клинико-биохимическое исследование 94 пациентов с острым почечным повреждением, развившимся на фоне ренальной урологической и экстраренальной хирургической патологии. Результаты исследования демонстрируют выраженные изменения в механизмах антиоксидантной защиты, развивающиеся у пациентов с острым почечным повреждением. Отклонения от исходного уровня изучаемых критериев взаимосвязаны со множеством звеньев патогенеза, где одним из центральных звеньев является ишемия паренхимы почек. Прогрессия эндогенной интоксикации, с учетом полученных данных, подтверждена снижением прооксидантной защиты способствует прогрессии внутрпочечных изменений, усугубляя функциональные изменения при ренальных и экстраренальных повреждениях.

Ключевые слова: значение критериев эндотоксикоза, острое почечное повреждение, эндотоксикоз, креатинин сыворотки крови, скорость клубочковой фильтрации.

Введение. Диагностические критерии острого почечного повреждения (ОПП), – диурез и концентрация сывороточного креатинина, являются констатацией уже произошедших изменений в почках, обусловленных нарушением гемостаза, дисбалансом электролитных и биохимических систем (Блинова Т.В., 2014). Ишемические изменения в паренхиме почки, могут приводить к морфологическим ренальным изменениям и определять течение заболевания в большей мере, чем основная патология. Патогенез и последовательность патологических реакций, отражающих эндогенную интоксикацию

изучены многократно и детально (Kellum J.A., 2012). Нами определены клинические и параклинические критерии, определяющие прогноз острого почечного повреждения (Рязанцев В.Е., 2020), применив основные компоненты оценки окислительного стресса и антиоксидантной способности сыворотки крови.

Целью работы является поиск информативных статически значимых лабораторных критериев эндотоксикоза в диагностике острого почечного повреждения.

Методика. Дизайн исследования предполагал лабораторную оценку критериев 94 пациентов с острым почечным повреждением, развившимся на фоне ренальной урологической и экстрауренальной хирургической патологии. Пациенты трудоспособного возраста (женщин – 73, мужчин – 21) были госпитализированы по экстренным показаниям в урологическое и хирургическое отделения ГБУЗ РМ «РКБ им. С.В. Каткова», г. Саранск.

Критерии включения: добровольное информированное письменное согласие на участие в исследовании; длительность заболевания 1-3 суток; отсутствие амбулаторного лечения и данных о ренальной патологии в анамнезе. Критерии исключения: обострение на момент госпитализации хронических заболеваний; сахарный диабет; системные васкулярные заболевания.

С целью определения исходного уровня метаболитов, сформирована группа (14 человек) добровольцев, значения критериев которых, приняты за условную норму. Исследование включало полную комплексную лабораторную и инструментальную диагностику госпитализированных пациентов с использованием дополнительных (по показаниям) методов – экскреторная урография и компьютерная томография с контрастированием. По стандартным лабораторным методикам определены, интересующие нас, значения – креатинина сыворотки крови, скорость клубочковой фильтрации (СКД-ЕП, мл/мин/1,73 м²), малонового диальдегида плазмы и эритроцитов, каталазы крови, общих тиоловых групп и их фракции.

Сформированные данные в SPSSStatistica 16.0 позволили определить основные методы анализа с учетом небольшого объема данных. Полученные значения представлены медианой и границами 95% доверительного интервала. Непараметрический анализ для двух выборок методом Манна-Уитни с описанием Z-критерия и значимости p (группа добровольцев и результаты больных), позволил продемонстрировать разницу между изучаемыми значениями.

Критерии KDIGO (Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury, 2012) для формирования 3-х групп по степени тяжести: 1-я степень – 72 (76,6%) пациента, 2-я степень – 17 (18,1%) больных, 3-я степень – 5 (5,3%) госпитализированных.

Результаты. Учитывая объем выборок, сопоставление результатов проводили между значениями условной нормы и контингентом больных с почечным повреждением. Статистический анализ, демонстрирующий увеличение значений медиан для МДАп на 37%, МДАэ – 47% и снижение концентрации каталазы на 7%, общих SH-групп – 4%, свободных SH-групп – 31%, свидетельствует о неотвратимых функциональных изменениях в паренхиме почек, возникающих уже в первые 3-е суток экстренных урологических и хирургических заболеваний.

У пациентов со 2-й и 3-й степенью тяжести ОПП, а также у 54% больных с 1-й степенью тяжести установлена высокая корреляция ($r=0,79$, $p=0,000$) между СКФ и выявленными изменениями антиоксидантной системы. Механизм такой корреляции требует дополнительных исследований, с целью установления критериев взаимосвязи. Непараметрический метод сравнения двух выборок не позволяет однозначно использовать перечисленные критерии, как единственные значения для уточнения ранних и начальных стадий почечного повреждения. Границы 95% доверительного интервалов имеют значимые зоны перекрытия для всех изучаемых критериев (χ^2 5,084, $p=0,01-0,09$, p Монте-

Карло 0,002-0,009). Однако, выявленные изменения диктуют необходимость увеличения объема выборки с расширением статистических критериев.

Заключение. Результаты исследования демонстрируют выраженные изменения в механизмах антиоксидантной защиты, развивающиеся у пациентов с острым почечным повреждением на фоне экстренной урологической и хирургической патологии. Отклонения от исходного уровня изучаемых критериев взаимосвязаны со множеством звеньев патогенеза, где одним из центральных звеньев является ишемия паренхимы почек. Изучение компенсаторных возможностей и иных маркеров раннего периода развития почечного повреждения предполагает включение в исследование большего числа параметров, где основной целью является предотвращение развития морфологических изменений. Прогрессия эндогенной интоксикации, с учетом полученных данных, подтвержденная снижением прооксидантной защиты (уменьшение концентрации каталазы) способствует прогрессии внутрпочечных изменений, усугубляя функциональные изменения при ренальных и экстраренальных повреждениях.

Список литературы:

1. Блинова Т.В., Страхова Л.А. Оценка уровня окислительного стресса и антиоксидантной способности сыворотки при некоторых физиологических и патологических состояниях // ЗНиСО. – 2014. – Т. 11 (260). – С. 29-34.
2. Рязанцев В.Е., Власов А.П., Маркин О.В. Факторный анализ клинических и параклинических критериев, определяющих прогноз острого почечного повреждения // Урология. – 2020. – Т. 6. – С. 23-27.
3. Kellum J.A., Lameire N, Aspelin P. et al. Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. *Kidney Inter Suppl.* 2012; URL: <https://kdigo.org/wp-content/uploads/2016/10/KDIGO-2012-AKI-Guideline-English.pdf> (дата обращения: 04.05.2021).

Prognostic value of endotoxycosis criteria in the diagnosis of acute renal injury

*Vlasov A.P.^{1,2}, Ryazantsev V.E.¹, Muratova T.A.¹, Volkova M.V.¹,
Stepanov N.Yu.¹, Mashnin I.V.¹*

¹Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk, Russia

²Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

In order to find informative statically significant laboratory criteria for endotoxycosis in the diagnosis of acute renal injury, a clinical and biochemical study of 40 patients with acute renal injury developed against the background of renal urological and extrarenal surgical pathology was conducted. The results of the study demonstrate pronounced changes in the mechanisms of antioxidant protection that develop in patients with acute renal injury. Конецформы

Deviations from the initial level of the studied criteria are interrelated with many links of pathogenesis, where one of the central links is ischemia of the renal parenchyma. The progression of endogenous intoxication, taking into account the data obtained, confirmed by a decrease in prooxidant protection contributes to the progression of intrarenal changes, aggravating functional changes in renal and extrarenal injuries.

Key words: *significance of endotoxycosis criteria, acute renal injury, endotoxycosis, serum creatinine, glomerular filtration rate.*

Персонафицированный подход в оптимизации лечения острого панкреатита

Власов А.П.^{1,2}, Трофимов В.А.¹, Аль-Кубайси Ш.С.¹, Мышкина Н.А.¹,
Муратова Т.А.¹, Умнов Л.Н.¹, Хачатуров М.Ю.¹

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск, Россия

²ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

С целью определения эффективности применения ремаксола на основе персонафицированного подхода у больных острым панкреатитом, базирующегося на установлении полиморфизма генов интегрин бета-3 (T1565C, ITGB3), интегрин альфа-2 (C807T, ITGA2), фибриногена (G(-455)A, FGB) и ингибитора активатора плазминогена (5G(-675)4G, SERPINE1) проведено исследование 84 пациентов острым панкреатитом разной тяжести. В результате исследования доказано, что с целью повышения эффективности лечения больных острым панкреатитом тяжелой степени при поступлении помимо клинико-лабораторно-инструментальных исследований необходимо проводить генетическое тестирование генотипов полиморфизма гена GPIIb (T1565C), ITGA2 (C807T), FGB (G(-455)A) и SERPINE1 (5G(-675)4G) для разработки персонафицированного подхода в лечении этой тяжелой категории больных.

Ключевые слова: острый панкреатит, генотип, ДНК-диагностика, генетическое тестирование генотипов, персонафицированная медицина.

Введение. Персонафицированная медицина является современным направлением, занимающимся разработкой диагностико-лечебного подхода в соответствии с особенностями пациента (Бабаев Ф.А., 2019; Власова Т.И., 2020). Безусловно, этот посыл особенно актуален по отношению острого панкреатита, при котором проблема эффективного лечения и профилактики осложнений особенно значимы до настоящего времени (Ачкасов Е.Е., 2018; Власов А.П., 2021).

Цель. Определить эффективность применения ремаксола на основе персонафицированного подхода у больных острым панкреатитом, базирующегося на установлении полиморфизма генов интегрин бета-3 (T1565C, ITGB3), интегрин альфа-2 (C807T, ITGA2), фибриногена (G(-455)A, FGB) и ингибитора активатора плазминогена (5G(-675)4G, SERPINE1).

Методика. Проведено исследование 84 пациентов острым панкреатитом (ОП) разной тяжести. Выделены 3 группы: I (n=28) – больные ОП легкой степени тяжести, получавшие стандартную терапию, II (n=28) – пациенты ОП тяжелой степени, которым также проводилась стандартная терапия, III (n=28) – аналогична второй, однако в общую терапию включен Ремаксол. В динамике исследован ряд лабораторных и биохимических показателей: интенсивность липоперекисления, фосфолипазная активность, состояние свертывающей системы и др. Проведена ДНК-диагностика некоторых генов системы свертывания: интегрин бета-3 (бета-субъединица рецептора фибриногена тромбоцитов) (T1565C, ITGB3), интегрин альфа-2 (гликопротеин Ia/IIa тромбоцитов) (C807T, ITGA2), фибриноген (G(-455)A, FGB), ингибитор активатора плазминогена (5G(-675)4G, SERPINE1), с помощью анализатора ПЦР в реальном времени (CFX96 Touch™ Real-Time PCR DetectionSystem, США).

Результаты. Установлено, что острый панкреатит в ранней фазе сопровождается активацией процессов липоперекисления и фосфолипазной системы, гиперкоагуляцией и гипофибринолизом и сопряжены с тяжестью болезни. Выраженность зарегистрированных отклонений гомеостатических показателей у пациентов ОП находится в взаимосвязи с полиморфными генотипами исследованных генов. По отношению гена ITGB3 получены следующие результаты. У больных с нормальным генотипом (T1565T)

отмечены сравнительно меньшие расстройства гомеостаза, а эффективность традиционной терапии была наибольшей. При других вариантах полиморфизма (*T1565C* и *C1565C*), напротив, изменения исследованных показателей были большими ($p=0,03$), а эффективность – меньшая ($p=0,04$). Тяжесть общего состояния по шкале АПАЧЕ у больных в пределах одной группы варьирует: она существенно (более чем на 30%, $p=0,04$) больше в бальном проявлении у пациентов с мутантными генотипами, у которых расстройства гомеостаза также заметно (на 9,2-20,6%, $p<0,05$) более выражены. Включение в комплексную терапию Ремаксол приводит к существенному эффекту в коррекции гомеостатических показателей у больных острым панкреатитом тяжелой степени в раннюю фазу. Особенно существенный благоприятный эффект препарата зарегистрирован у пациентов с тяжелой степенью болезни с генотипами *T1565C* и *C1565C* гена *GPIIIa*, *T/T* гена *ITGA2*, *G/A* и *A/A* гена *FGB* и *4G/4G* гена *SERPINE1*. У такого рода больных Ремаксол приводит к сравнительно меньшей выраженности оксидативного стресса на 13,4-17,1% ($p<0,05$), фосфолипазной активности – на 18,2-20,6% ($p<0,05$), гемокоагуляционных расстройств – на 9,2-14,7% ($p<0,05$).

Заключение. С целью повышения эффективности лечения больных острым панкреатитом тяжелой степени при поступлении помимо клинично-лабораторно-инструментальных исследований необходимо проводить генетическое тестирование генотипов полиморфизма гена *GPIIIa* (*T1565C*), *ITGA2* (*C807T*), *FGB* (*G(-455)A*) и *SERPINE1* (*5G(-675)4G*) для разработки персонализированного подхода в лечении этой тяжелой категории больных. При наличии у пациентов мутантных генотипов в комплексную терапию особенно показано включение Ремаксол.

Список литературы:

1. Ачкасов Е.Е., Пугаев А.В., Набиева Ж.Г., Калачев С.В. Влияние разных способов нутритивной поддержки на секрецию железы при остром панкреатите // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2018. – № 1. – С. 14-20.
2. Бабаев Ф.А., Вакулин Г.В., Ледин А.О. и соавт. Острый панкреатит: современные аспекты диагностики и лечения // Верхневолжский медицинский журнал. – 2019. – Т. 18 (2). – С. 15-22.
3. Власов А.П., Анаскин С.Г., Власова Т.И., Рубцов О.Ю., Лещанкина Н.Ю., Муратова Т.А., Шейранов Н.С., Рязанцев В.Е., Умнов Л.Н. Синдром системного воспалительного ответа при панкреонекрозе: триггерные агенты, органые повреждения // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2021. – №. 4. – С. 21-28.
4. Власова Т.И., Аль-Кубайси Ш.С., Рязанцев В.Е., Ревва О.В., Хозина Е.А., Кумакшева Т.Н., Али-Фуад Ф.А., Аль-Анбари С.Т. Оценка полиморфизма генов антиоксидантной системы больных острым перитонитом // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=30415> (дата обращения: 10.10.2021).

Personalized approach in optimizing the treatment of acute pancreatitis

*Vlasov A.P.^{1,2}, Trofimov V.A.¹, Al-Kubaysi S.S.¹, Myshkina N.A.¹, Muratova T.A.¹,
Umnov L.N.¹, Khachaturov M.Yu.¹*

¹Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk, Russia

²Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

In order to determine the effectiveness of the use of remaxol based on a personalized approach in patients with acute pancreatitis, based on the establishment of gene polymorphism of integrin beta-

3 (T1565C, ITGB3), integrin alpha-2 (C807T, ITGA2), fibrinogen (G(-455)A, FGB) and plasminogen activator inhibitor (5G(-675)4G, SERPINE1), a study of 84 patients with acute pancreatitis of varying severity was conducted. As a result of the study, it was proved that in order to increase the effectiveness of treatment of patients with severe acute pancreatitis upon admission, in addition to clinical, laboratory and instrumental studies, it is necessary to conduct genetic testing of the genotypes of the polymorphism of the GPIIa gene (T1565C), ITGA2 (C807T), FGB (G(-455)A) and SERPINE1 (5G(-675)4G) to develop a personalized approach in the treatment of this severe category of patients.

Key words: acute pancreatitis, genotype, DNA diagnostics, genetic testing of genotypes, personalized medicine.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-62-65

Микроанатомическая организация паренхимы регионарного пахового лимфатического узла после эндолимфатического введения наночастиц золота

*Габитов В.Х.¹, Бейсембаев А.А.¹, Сулайманкулова С.К.², Курамаева Т.Э.³,
Саалиева А.Н.¹, Омурбекуулу Улукмырза³, Габитова М.А.¹*

¹ГОУ ВПО «Кыргызско-Российский Славянский Университет», Бишкек, Кыргызстан

²Институт химии и фитотехнологий Национальной академии наук
Кыргызской Республики, Бишкек, Кыргызстан

³Научный центр реконструктивно-восстановительной хирургии МЗ КР,
Бишкек, Кыргызстан

Изучено морфофункциональное состояние регионарных лимфатических узлов белых беспородных крыс после эндолимфатического введения золотых наночастиц диаметром от 5 нм до 30 нм. Показано, что эндолимфатическое введение золотых наночастиц оказывает прямой иммуномодулирующий эффект уже при малых размерах нанозолота. Морфологические перестройки в регионарных лимфатических узлах свидетельствуют об активации процессов миграции, пролиферации и дифференцировки иммунокомпетентных клеток, что предполагает наличие иммуномодулирующего действия золотых наночастиц.

Ключевые слова: эндолимфатическое введение золотых наночастиц, паховые лимфатические узлы, клеточные популяции.

Введение. Биологическое действие наноматериалов зависят от нескольких показателей, критическим из которых является размер частиц и способы введения (Бучарская А.Б., 2020). Общеизвестно, что нанозолото является стимулятором иммуногенеза (Бейсембаев А.А. и др., 2020). Однако большим препятствием этого хорошего эффекта могут быть недостаточно эффективные способы введения препарата и побочные явления в виде токсичности, а это зависит от размеров наночастиц и дозировки. Поэтому имеется дальнейшая необходимость в продолжении исследований, связанных с оценками эффектов при эндолимфатическом введении золотых наночастиц (ЭЛЗ) в их воздействии на организм, в частности на иммунную систему.

Цель исследования: количественное определение морфокинетики клеточных популяций паховых лимфатических узлов после эндолимфатического введения золотых наночастиц разного размера у здоровых лабораторных животных.

Методика. Экспериментальные исследования были проведены на 35 белых беспородных крысах массой 180-220 г, которые составили 4 группы: первая группа – контрольная (вводили в паховую клетчатку 0,2 мл физ. раствора n=5); вторая, третья и чет-

вертая группы – опытные. Крысам опытных групп ЗНЧ (золотые наночастицы) вводили в клетчатку подколенной ямки (непрямая лимфостимуляция) однократно 0,2 мл физиологического раствора с ЗНЧ из расчета в концентрации по золоту $2,5 \cdot 10^{-4}\%$ на 100 г. массы животного по следующей схеме: вторая опытная группа (n=10) – диаметр ЗНЧ 5 нм, третья опытная группа (n=10) – диаметр ЗНЧ 15 нм, четвертая опытная группа (n=10) – диаметр 30 нм. В эксперименте были использованы ЗНЧ, полученные в лаборатории нанотехнологий института химии и фитотехнологий НАН Кыргызстана.

Животные во время эксперимента содержались в стандартных условиях вивария. На проведение эксперимента получено заключение Комитета по биоэтике при НЦРВХ № 3 от 29 августа 2019 г.

Забор материала осуществляли через 24 и 72 часа после ЭЛЗ. Для последующего гистологического исследования лимфатические узлы обрабатывались по общепринятой методике, окрашивали: гематоксилином и эозином; аzur-эозином, пиррофуксином по Ван Гизон.

Подсчет клеточных элементов (лимфоцитов, плазмочитов, тучных клеток, иммунобластов и фигур митоза) проводили в различных функциональных зонах лимфатических узлов стандартным методом с использованием комплекса Levenhuk-med в 10 полях зрения, с программными пакетами Microsoft Excel 2016 и Statistica 12 для статистической обработки полученных результатов.

Результаты. При морфометрическом анализе клеточных популяций различных функциональных зон паховых лимфатических узлов через 24 часа после эндолимфатического введения наночастиц золота (ЭЛЗ) размером 5 нм достоверные различия от группы контроля в лимфатических фолликулах кортикальной зоны выявлены прежде всего со стороны больших лимфоцитов, плазмочитов и тучных клеток, а через 72 часа практически все исследуемые параметры достоверно превышали контроль. При этом, митотическая активность через 3-е суток увеличилась почти в 10 раз. В паракортикальной зоне отмечалось в основном увеличение средних лимфоцитов, плазмочитов и иммунобластов. В зоне мозговых тяжей наблюдалось прежде всего значительное увеличение иммунобластов и число митозов, чаще выявлялись тучные клетки.

Морфокинетика регионарного пахового лимфатического узла после ЭЛЗ размером 15 нм следующая: через 24 часа достоверные различия от группы контроля выявлены практически во всех функциональных зонах узла. Так в лимфатических фолликулах кортикальной зоны число средних лимфоцитов увеличилось более чем в 2 раза, появились большие лимфоциты и тучные клетки, чаще встречались фигуры митоза. В паракортикальной зоне число средних лимфоцитов и плазмочитов увеличилось почти в 3 раза, а больших лимфоцитов – в 4 раза. Кроме того, в паракортикальной зоне появились иммунобласты и тучные клетки. В зоне мозговых тяжей число малых и средних лимфоцитов увеличилось незначительно, а больших лимфоцитов – в 2,5 раза. Практически в 2 раза увеличилось количество плазмочитов, иммунобластов и тучных клеток, а число фигур митоза возросло почти в 10 раз.

Через 72 часа после ЭЛЗ размером 15 нм во всех функциональных зонах регионарного пахового лимфатического узла наблюдалось дальнейшее увеличение всех исследуемых параметров.

Морфокинетика регионарного пахового лимфатического узла после ЭЛЗ размером 30 нм следующая: через 24 часа в лимфатических фолликулах кортикальной зоны в 2 раза увеличилось число средних лимфоцитов и почти в 6 раз число больших лимфоцитов, митотическая активность также увеличена. Через 72 часа увеличивалась площадь паракортикальной зоны лимфоузлов. В эти сроки экспериментального исследования зафиксированы признаки усиления пролиферативной активности лимфоидных клеток.

Заключение. Наблюдаемый комплекс изменений в структурно-функциональной организации лимфатических узлов может рассматриваться как усиление лимфоцитопоза в В-зависимой зоне (центрах размножения) и в Т-зависимой паракортикальной зоне. Отмечается также значительное увеличение количества клеток плазмоцитарного роста, наиболее заметное в зоне мозговых тяжей. Описанная морфологическая картина лимфатических узлов вполне согласуется с данными литературы (Бучарская А.Б., 2020; Бейсембаев А.А. и др., 2021; Староверов С.А. и др., 2021) о цитологических и функциональных перестройках периферических органов иммуногенеза под влиянием различных воздействий. Кроме того, появление в кортикальной зоне, отсутствующих там в норме, тучных клеток, опосредованно свидетельствует об усилении скорости лимфотока через узел после эндолимфатического введения золотых наночастиц.

Список литературы:

1. Бучарская А.Б. Применение золотых и магнитных наночастиц для тераностики в экспериментальной онкологии: дис. ... д-ра биол. наук. – Саратов, 2020. – 259 с.
2. Иммуностимулирующее действие наночастиц золота, конъюгированных с антигеном *Yersinia enterocolitica*/ Староверов С.А., Фомин А.С., Габалов К.П. и др. // Инфекция и иммунитет. – 2021. – 11(2). – С. 377-382.
3. Морфокинетика различных зон лимфатических узлов интактных крыс после лимфотропного введения наночастиц золота / Бейсембаев А.А., Исраилова Ф.А., Асавина А.М. и др. // Материалы II Междунар. научно-практической конференции «Бординские чтения». – Новосибирск: ИПЦ НГМУ, 2020. – Т. 1. – С. 82-86.
4. Цитоархитектоника лимфоидных органов при стрессорных воздействиях / Бейсембаев А.А., Песин Я.М, Габитов В.Х.// Лимфология: от фундаментальных исследований к медицинским технологиям: материалы XIV Междунар. научно-практической конференции. – Новосибирск, 2021. – Т. 1. – С. 70-74.

Microanatomical organization of regional inguinal lymph node parenchyma after endolymphatic injection of gold nanoparticles

Gabitov V.H.¹, Beisembayev A.A.¹, Sulaimankulova S.K.², Kuramaeva T.E.³, Saaliev A.N.¹, Omurbekuuulu Ulukmyrza³, Gabitova M.A.¹

¹Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan

²Institute of Chemistry and Phytotechnology, National Academy of Sciences, Bishkek, Kyrgyzstan

³Research Centre for Reconstructive and Remedial Surgery, Ministry of Health, Bishkek, Kyrgyzstan

The morphofunctional state of regional lymph nodes of white mongrel rats after endolymphatic introduction of gold nanoparticles with a diameter from 5 nm to 30 nm was studied. Endolymphatic introduction of gold nanoparticles was shown to have a direct immunomodulatory effect even at small sizes of nanogold. Morphological rearrangements in the regional lymph nodes testify to the activation of migration, proliferation and differentiation of immunocompetent cells, which suggests the immunomodulatory effect of gold nanoparticles.

Key words: *endolymphatic injection of gold nanoparticles, inguinal lymph nodes, cell populations.*

Влияние чрескожной электрической стимуляции спинного мозга на проявление реципрокного и пресинаптического торможения α -мотонейронов мышц-антагонистов

Гладченко Д.А., Богданов С.М., Рощина Л.В., Челноков А.А.

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта»,
Великие Луки, Россия

В статье представлены результаты исследования рефлекторных механизмов реципрокного и пресинаптического торможения в состоянии покоя и при выполнении изометрического сокращения в 5% от МПС на фоне двадцатиминутной неинвазивной электростимуляции спинного мозга. Установлено, что в состоянии покоя на фоне электростимуляционного воздействия реципрокное и пресинаптическое торможение инвертировалось на их облегчение, а при выполнении плантарной флексии стопы, наоборот, реципрокное и пресинаптическое торможение увеличивалось, но выраженность пресинаптического торможения была больше.

Ключевые слова: чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга (ЧЭССМ), реципрокное торможение, пресинаптического торможение, изометрическое сокращение.

Введение. Согласно современным данным в организации двигательной деятельности одно из важнейших мест занимают тормозные системы спинного мозга человека (Рощина Л.В., Челноков А.А. 2020; Yamaguchi T. et al. 2017; Челноков и др. 2017). В ряде научных исследований получены результаты влияния неинвазивной электрической стимуляции на проявление нерципрокного и возвратного торможения в системе мышц-агонистов, повышение силовых способностей скелетных мышц голени у человека (Рощина Л.В., Челноков А.А. 2020). В то же время в имеющейся литературе недостаточно сведений о влиянии ЧЭССМ на функциональную активность реципрокных и пресинаптических тормозных механизмов в системе мышц-антагонистов человека. В связи с этим целью исследования являлось изучение влияния 20-минутной ЧЭССМ на рефлекторные механизмы пресинаптического и реципрокного торможения α -мотонейронов в системе мышц-антагонистов голени в состоянии относительного мышечного покоя и при выполнении слабого по величине статического усилия.

Методика. В эксперименте принимали участие 10 испытуемых мужского пола в возрасте от 27 до 35 лет. Испытуемым в положении лежа на спине наносилась ЧЭССМ на уровне грудных позвонков T₁₁-T₁₂ с помощью активного электрода стимулятора «Нейро-МВП-8» (Городничев Р.М. и др. 2012). Интенсивность стимула на протяжении первых 10 минут находилась в пределах 30 мА, а в дальнейшем достигала 40 мА. Длительность однократного стимула составляла 0,5 мс, частота – 10 Гц. Каждому испытуемому наносились кондиционирующие (n. peroneusprofundus) и тестирующие (n. tibialis) стимулы с межстимульным интервалом 3 мс и 100 мс. Коротколатентный кондиционирующий стимул за 3 мс до тестирующего раздражения по афферентам группы Iap. peroneusprofundus активизирует тормозные Iaинтернейроны к α -мотонейронам m. soleus, тем самым подавляя тестирующий Н-ответ m. soleus (реципрокное торможение). Длиннолатентный кондиционирующий стимул, наносимый на n. peroneusprofundus за 100 мс до тестирующего раздражения также активизирует возбуждающие Ia афференты, идущие к тормозным интернейронам группы Ia, осуществляющих деполяризацию аксональных окончаний, подавляя Н-ответ m. soleus (пресинаптическое торможение). Выраженность реципрокного и пресинаптического торможения оценивали по отношению степени подавления, тестирующего Н-рефлекса к контрольному в %, и рассчитывали по формуле: Амплитуда тестирующего Н-ответа / Амплитуда контрольного Н-ответа \times 100%. Сила

контрольного и тестирующего стимулов на n. tibialis составляла 15-25% от интенсивности, вызывающей максимальную амплитуду Н-ответа m. soleus, а кондиционирующего раздражения на n. commonperoneal – 5-15% от величины стимула, вызывающей максимальную амплитуду М-ответа m. tibialis anterior. В качестве двигательной модели использовалось произвольное изометрическое сокращение величиной в 5% от индивидуального максимума, выполняемое на мультисуставном комплексе «Biodex» в течении 20 минут на фоне ЧЭССМ. Регистрацию амплитуд тестирующих Н-ответов m. soleus проводили в следующих условиях: 1) в состоянии покоя до воздействия ЧЭССМ, на 5, 10, 20 минутах во время и после электростимуляции; 2) при изометрическом сокращения до ЧЭССМ, а также на 5, 10, 20 минутах при удержании 5% от МПС на фоне и после стимуляции спинного мозга. Запись контрольных Н-рефлексов m. soleus осуществляли в состоянии относительного мышечного покоя. Статистический анализ данных проводился в программе Statistica 12.

Результаты. В результате обработки амплитуд, тестирующих Н-ответов m. soleus в условиях коротко- и длительнолатентной кондиционирующей стимуляции, выявлено, что на фоне электрической стимуляции спинного мозга в состоянии относительного мышечного покоя выраженность реципрокного и пресинаптического торможения снижается, инвертируясь на реципрокное и пресинаптическое облегчение. В постактивационный период реципрокное облегчение сохранялось до 5 минуты с последующей модификацией на реципрокное торможение вплоть до 20 минуты. Напротив, пресинаптическое облегчение с 5 по 20 минуты последействия ЧЭССМ изменилось на пресинаптическое торможение.

Удержание слабого по величине изометрического сокращения на фоне электрической стимуляции спинного мозга сопровождалось проявлением реципрокного и пресинаптического торможения. В условиях отсутствия электрического воздействия на спинной мозг наибольшая активность реципрокного и пресинаптического торможения отмечалась на 5 минуте. В дальнейшем реципрокное торможение инвертировалось на реципрокное облегчение, а выраженность пресинаптического торможения сохранялась до окончания постактивационного периода.

Сравнительный анализ проявления реципрокного и пресинаптического торможения показал, что на фоне ЧЭССМ и при выполнении слабого по величине статического усилия, а также в постстимуляционный период выраженность пресинаптического торможения была больше в сравнении с реципрокным торможением.

Заключение. Таким образом, воздействие двадцатиминутной чрескожной электрической стимуляции спинного мозга и после ее окончания в состоянии покоя приводит к реципрокному и пресинаптическому облегчению α -мотонейронов мышц-антагонистов голени, а при удержании изометрического сокращения в 5% от МПС, наоборот, к увеличению реципрокных и пресинаптических тормозных процессов, причем наиболее выраженным является пресинаптическое торможение. Предполагается, что нанесение 20-минутной ЧЭССМ в состоянии покоя активирует нисходящие возбуждающие и тормозные вестибуло- и ретикулоспинальные влияния на α -мотонейроны мышц-антагонистов голени, что приводит к облегчению спинальных механизмов в этих мышцах. При плантарной флексии стопы в сочетании с электрической стимуляцией спинного мозга дополнительно включаются нисходящие возбуждающие и тормозные кортикоспинальные влияния, приводящие к разной рефлекторной активности реципрокных и пресинаптических тормозных механизмов. Постстимуляционные эффекты проявления реципрокного и пресинаптического торможения вероятнее всего также обусловлены нисходящими возбуждающими и тормозными вестибуло- и ретикулоспинальными влияниями, обеспечивающих интегративную активность α -мотонейронов мышц-антагонистов голени.

Список литературы:

1. Возрастные особенности формирования спинального торможения скелетных мышц у лиц мужского пола в регуляции произвольных движений / А.А. Челноков, Д.А. Гладченко, С.А. Федоров, Р.М. Городничев // Физиология человека. – 2017. – Том 43; № 1. – С. 35-44.
2. Рощина Л.В., Челноков А.А. Эффект чрескожной электрической стимуляции спинного мозга на функциональное состояние моторной системы человека // Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 4. – С. 30.
3. Чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга: неинвазивный способ активации генераторов шагательных движений у человека / Городничев Р.М., Пивоварова Е.А., Пухов А.М. и др. // Физиология человека. – 2012. – Том 38; № 2. – С. 46-56.
4. The effects of transcutaneous spinal cord stimulation on spinal reciprocal inhibition in healthy persons / Yamaguchi T., Fujiwara T., Takahara T. et al. // Clinical Neurophysiology. – 2017. – Vol. 128; № 3. – P. 115-116.

Effect of percutaneous electrical stimulation of the spinal cord on the manifestation of reciprocal and presynaptic inhibition α -motor neurons of the lower leg muscles against the background of a weak isometric contraction in magnitude

Gladchenko D.A., Bogdanov S.M., Roshchina L.V., Chelnokov A.A.

Velikiye Luki State Academy of Physical Culture and Sports, Velikiye Luki, Russia

The article presents the results of a study of the reflex mechanisms of reciprocal and presynaptic inhibition at rest and when performing an isometric reduction of 5% of MPS against the background of twenty-minute non-invasive electrical stimulation of the spinal cord. It was found that at rest against the background of electrical stimulation, reciprocal and presynaptic inhibition was inverted to their relief, and when performing plantar flexion of the foot, on the contrary, reciprocal and presynaptic inhibition increased, but the severity of presynaptic inhibition was greater.

Key words: *percutaneous electrical stimulation of the spinal cord, reciprocal inhibition, presynaptic inhibition, isometric contraction.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-67-70

Влияние смешанной гнили от трутовика настоящего (*Fomes fomentarius* (L.:Fr.) Gill.) на накопление тяжелых металлов березой повислой (*Betula pendula* Roth.)

Гнусарев С.С., Митрофанова Н.А., Чураков Б.П.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Проводилось исследование влияния смешанной гнили от трутовика настоящего на накопление тяжелых металлов (медь, цинк, никель, кадмий, свинец, кобальт, железо) березой повислой

Ключевые слова: *настоящий трутовик, смешанная гниль, тяжелые металлы, береза повислая.*

На состояние и продуктивность березовых насаждений сильное влияние оказывают грибы-деструкторы. Одним из таких грибов является трутовик настоящий (*Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Gill.), вызывающий у березы повислой белую смешанную гниль.

Данный патоген широко распространён в лесах Ульяновской области (площадь очагов на 01.01.2021 года составляет 412,4 га), негативно влияет на санитарное и лесопатологическое состояние насаждений и наносит колоссальный экономический ущерб ввиду снижения товарных качеств древесины.

Задача исследования – исследовать накопление ТМ (медь (Cu), цинк (Zn), никель (Ni), кадмий (Cd), свинец (Pb), кобальт (Co), железо (Fe)) и радиоактивного нуклида Cs-137 в системе почва – дерево – трутовик (почва – береза повислая – трутовик настоящий).

Одним из основных антропогенных факторов, оказывающих негативное влияние на лесные насаждения, является загрязнение тяжелыми металлами и радиоактивными нуклидами. Особый интерес представляет изучение содержания и миграции тяжелых металлов и радиоактивного нуклида Cs-137 в системе почва – дерево – трутовик настоящий, а также влияние патогена на накопление данных элементов.

В настоящее время ввиду бурного развития промышленного сектора, транспорта, энергетики и других отраслей экономики, негативно влияющих на экосистемы, острой проблемой становится загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами и радиоактивными нуклидами.

Тяжелые металлы – химические элементы, имеющие свойства металлов (полуметаллов) и большой атомный вес. Элементы данной группы высокотоксичные, подвижные, способны к биоаккумуляции. К ним относятся медь, цинк, никель, кадмий, свинец, кобальт, железо и др.

В данной работе представлены исследования содержания и миграции тяжелых металлов и радиоактивного нуклида Cs-137 в системе почва – береза повислая – трутовик настоящий в целях биоиндикации техногенного загрязнения.

Исходя из полученных данных пришли к выводу, что наибольшее содержание данного элемента в системе почва-дерево-гриб выявлено в почве (13,45 мг/кг), содержание в древесине и теле гриба ниже ввиду того, что медь малоподвижный металл и его активность напрямую зависит от свойств почвы, её структуры. Высокое содержание меди в теле гриба относительно древесины можно объяснить тем, что данный элемент входит в состав ферментов участвующих в разложении древесины, в частности целлюлозы.

При анализе наибольшее содержание цинка было выявлено в почве 12,11 мг/кг, в древесине данный показатель был равен 8,55 мг/кг, в трутовике настоящим – 9,45 мг/кг. Такое содержание цинка в данной системе обусловлено в первую очередь тем, что растения накапливают цинк в корневой системе и только при сильном избытке, металл мигрирует в верхние части растения (Губин А.Н., 2007). Высокое содержание цинка в трутовике относительно древесины связано с непосредственным участием данного элемента в построении белков макромицетов.

В результате проведенного анализа выявлено, что содержание никеля в почве 10,79 мг/кг, древесине 3,02 мг/кг, плодовом теле трутовика 4,83 мг/кг. Полученные данные показывают, что содержание данного металла в трутовике настоящим выше, чем в древесине, но ниже, чем в почве.

Кадмий (Cd) – один из самых опасных тяжелых металлов, активно поглощается корневой системой и листьями. Высокое содержание кадмия способствует замедлению роста растения, негативно влияет на образование репродуктивных органов и содержание пигментов в листовых пластинках (Кабата-Пендиас А. и др., 1989). Анализ содержания кадмия в системе почва-дерево-гриб показал относительно постоянную концентрацию (0,38-0,58 мг/кг). Это обусловлено подвижностью элемента, его способностью легко поступать через корневую систему в растение, а затем и в тело гриба.

Свинец (Pb) – высокотоксичный для растений элемент. Может поступать в растение, как из почвы, так и из атмосферы. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что содержание свинца в почве 9,15 мг/кг, древесине 8,55 мг/кг, трутовике 10,12 мг/кг. Анализируя его содержания в системе, почва-дерево-гриб можно сделать вывод, что трутовик настоящий способен аккумулировать данный элемент, это обусловлено тем, что свинец легко передается по цепям и аккумулируется на конечном элементе системы. Так же стоит отметить, что содержание и миграция свинца сильно зависит от свойств почвы и рельефа.

Кобальт (Co) – относительно распространенный элемент, его содержание кобальта увеличивается по мере продвижения по трофической группе почва-дерево-гриб (от 2,54 мг/кг до 3,54 мг/кг). Концентрация кобальта в трутовике настоящим в 1,4 раза выше, чем в почве и в 1,2 выше, чем в древесине.

Анализ на нахождения железа показал наибольшую концентрацию в системе относительно других металлов (почва – 155,25 мг/кг; древесина – 89,58 мг/кг; гриб – 75,24 мг/кг). Концентрация железа в трутовике в 2 раза ниже, чем в почве. Уменьшение содержания железа по трофической системе обусловлено трудной растворимостью солей железа, что в свою очередь затрудняет его поглощение растениями.

Цезий-137 (Cs-137) – долгоживущий радионуклид, представляющий особую биологическую опасность. Отличается высокой биологической активностью и подвижностью. При анализе содержания данного элемента в трофической системе получены следующие результаты: содержание Cs-137 в почве 820,63 Бк/кг, в древесине 3,89 Бк/кг, в трутовике 6,58 Бк/кг. Содержание цезия в древесине и трутовике значительно ниже, чем в почве ввиду того, что Cs-137 сильнее сорбируется почвой и потому в относительно меньших количествах переходит в древесные растения.

Подводя итог сказанному выше, стоит отметить, что концентрация тяжелых металлов и радиоактивного нуклида Cs-137 в пробах почвы, древесины, трутовика была в пределах естественного фона и не превышала предельно допустимых значений.

Среди всех исследуемых металлов наибольшая концентрация в системе почва-дерево-трутовик у железа, наименьшая у кадмия.

При исследовании выявлена следующая закономерность, что при переходе в трофической цепи от почвы к дереву, концентрация тяжелых металлов и радионуклида Cs-137 снижается, за исключением кобальта, где наблюдается аккумуляция элемента в древесине. Связно это с тем, что многие тяжёлые металлы находятся в почве в труднодоступной форме или же, накопление металла происходит только в корневой системе и только при достижении предельных концентраций мигрирует в верхние части растения. В цепи дерево-трутовик можно наблюдать увеличение концентрации при переходе к высшему трофическому звену (трутовику). Это объясняется тем, что многие элементы входят в состав ферментов участвующих в разложении древесины, а также биоаккумулятивной способностью патогена.

Таким образом, накопление тяжелых металлов и радионуклидов в системе почва-дерево-трутовик настоящий, в основном зависит от свойств самого элемента, биологических особенностей гриба, дерева и условий их произрастания. Так же можно утверждать, что трутовик настоящий можно использовать в качестве биоиндикатора загрязнения кобальтом и свинцом окружающей среды.

Список литературы:

1. Губин А.Н. Кадмий в системе: торфяная низинная почва – растение // Плодородие. – 2007. – № 2. – С. 35-36.
2. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

The effect of mixed rot from the present tinder (*Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Gill.) on the accumulation of heavy metals in the hanging birch (*Betula pendula* Roth.)

Gnusarev S.S., Mitrofanova N.A., Churakov B.P.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

A study was conducted on the effect of mixed rot from the present tinder on the accumulation of heavy metals (copper, zinc, nickel, cadmium, lead, cobalt, iron) by hanging birch.

Keywords: real tinder, mixed rot, heavy metals, hanging birch.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-70-73

Влияние чрескожной электрической стимуляции спинного мозга в сочетании с физической нагрузкой на изменения системной и регионарной гемодинамики

Голоднова В.А., Ананьев С.С., Бикбаева Ю.Я., Балыкин М.В., Антипов И.В.
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Задача: оценить изменения системной и церебральной гемодинамики при чрескожной электростимуляции спинного мозга и в сочетании электростимуляции с механотерапией.

Методика. Исследуемым проводилась чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга, длительность сеанса составила 5 минут. Физическую нагрузку проводили с использованием тредбана. Исследуемые выполняли ходьбу на мощности 25 Вт. на протяжении 5 минут. Оценку гемодинамики проводили до и после сеанса электростимуляции, а также до и после сеанса механотерапии на дорожке в сочетании с чрескожной электростимуляцией спинного мозга. Для исследования системной и регионарной гемодинамики использовали реограф-полианализатор «РЕАН-ПОЛИ».

Результаты. Электрическая стимуляция спинного мозга не приводит к значительным изменениям системной и церебральной гемодинамики. Чрескожная электростимуляция спинного мозга в сочетании с физической нагрузкой приводит к реактивным изменениям системной гемодинамики, повышению кровенаполнения и венозного оттока, на фоне снижения периферического сопротивления сосудов головного мозга.

Ключевые слова: спинной мозг, чрескожная электростимуляция, механотерапия, системная гемодинамика, церебральная гемодинамика.

Введение. В настоящее время существует большое количество работ, посвященных изучению влияния электростимуляции на восстановление двигательных функций. Чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга (ЧЭССМ) является сравнительно новым методом воздействия на коррекцию двигательных функций в норме и при нарушениях ЦНС различного генеза. Использование ЧЭССМ показало достаточно высокую эффективность в коррекции двигательных функций после острых нарушений мозгового кровообращения (Балыкин М.В. с соавт., 2017; Якупов Р.Н. с соавт., 2015, 2016; Рощина Л.В. с соавт., 2018). При этом возникает вопрос о возможном влиянии метода на вегетативные центры спинного мозга и изменения системной и регионарной гемодинамики, что является важным прогностическим фактором возникновения возможных рисков при ведении реабилитационных мероприятий с использованием ЧЭССМ. Исходя из этого, в рамках проведенного исследования поставлена задача: оценить изменения системной и церебральной гемодинамики при чрескожной электростимуляции спинного мозга и в сочетании электростимуляции с физической нагрузкой на тредбане.

Методика. В исследовании приняли участие 10 здоровых юношей в возрасте от 20 до 22 лет. В соответствии с Хельсинской декларацией было получено информированное согласие испытуемых на участие в исследованиях. Каждому исследуемому проводилась ЧЭССМ с помощью электростимулятора «КУЛОН» (ГУАП, Санкт-Петербург). Стимулирующий электрод фиксировался по средней линии позвоночника Th11-Th12, пороговая сила токов подбиралась индивидуально. Частота стимуляции составляла 30 гЦ. Сеанс электростимуляции длился 5 минут. Физическую нагрузку проводили с использованием тредбана. Исследуемые выполняли ходьбу на мощности 25 Вт. на протяжении 5 минут.

Оценку гемодинамики проводили до и после сеанса электростимуляции, а также до и после сеанса ходьбы на дорожке в сочетании с ЧЭССМ. Для исследования системной и регионарной гемодинамики использовали реограф-полианализатор «РЕАН-ПОЛИ». Для оценки состояния системной гемодинамики использовали метод интегральной реографии по Тищенко. Изменения мозгового кровообращения оценивали с использованием реоэнцефалографии во фронто-мастоидальном и окципито-мастоидальном отведениях. Статистическая обработка данных, проводилась с использованием компьютерной программы Statistica 6.0.

Результаты. Результаты контрольного исследования системной гемодинамики (состояние относительного мышечного покоя, до сеанса электростимуляции) показали, что частота сердечных сокращений (ЧСС) составляет 68.6 ± 5.0 уд./мин, артериальное давление систолическое – 118.0 ± 2.0 и диастолическое – 69.0 ± 2.4 мм рт. ст., ударный объем крови (УОК) – 86.6 ± 11.4 мл, минутный объем крови (МОК) – 6.1 ± 0.8 л/мин, общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) – 1389.8 ± 208.6 дин/с/см и соответствует уровню возрастной физиологической нормы. При этом показатели церебральной гемодинамики во фронто-мастоидальном отведении составили: пульсовое кровенаполнение (РИ) – 0.154 ± 0.01 Ом в левом полушарии, 0.124 ± 0.01 Ом – в правом полушарии, периферическое сопротивление сосудов (ППСС) $57 \pm 9\%$ слева, $52.6 \pm 3.1\%$ – справа, скорость кровенаполнения (МСБКН) – 2 ± 0.3 Ом/с слева, 1.8 ± 0.3 Ом/с справа, венозный отток (ДСИ) – $59 \pm 11\%$, $50.2 \pm 2.4\%$. В окципито-мастоидальном отведении: РИ – 0.1 ± 0.01 Ом в левом полушарии, 0.09 ± 0.007 Ом – в правом полушарии, ОПСС – 53.4 ± 5.3 дин/с/см слева, 50 ± 3.7 дин/с/см справа, МСБКН – 1.87 ± 0.28 Ом/с слева, 1.72 ± 0.1 Ом/с справа, ДСИ – $49.4 \pm 5.1\%$, $47 \pm 3\%$ справа.

После сеанса электростимуляции показатели системной гемодинамики имеют тенденцию к снижению – УОК на 7.62% , МОК – на 11.48% , ОПСС – на 16.18% . Результаты реоэнцефалографии во фронто-мастоидальном отведении указывают на недостоверное увеличение ППСС на 7.72% в левом полушарии (52.2 ± 7.9), и на 1.52% – в правом (51.8 ± 8.9). Отмечается повышение МСБКН на 60.5% в левом полушарии (3.21 ± 1.1), и на 76.6% в правом полушарии (3.18 ± 1.1). При этом снизились показатели ДСИ на 7.80% в правом полушарии ($54.4 \pm 12.1\%$), и на 9.16% в левом полушарии ($45.6 \pm 5.7\%$).

В окципито-мастоидальном отведении отмечены снижение РИ в левом полушарии на 11% (0.089 ± 0.009 Ом), снижение МСБКН на 15.51% в левом полушарии (1.58 ± 0.17 Ом/с), и на 1.74% – в правом (1.69 ± 0.19 Ом/с). Повысился ДСИ на 15.32% в правом полушарии (54.2 ± 1.5). Показатели окципито-мастоидального отведения указали на снижение МСБКН.

В соответствии с задачей в исследовании оценивалась реактивность системной гемодинамики на электростимуляцию в сочетании с нагрузкой на тредбана. Установлено, что после сеанса ЧСС повышается на 6.10% , УОК на 21.15% , АД систолическое на 7.5% и диастолическое – на 7.14% , что связано с мышечной активностью и усилением деятельности сердца. Установлено снижение общего периферического сосудистого со-

противления на 10.25%, что вероятно связано с функциональной гиперемией во время нагрузки.

По результатам реоэнцефалографии после сеанса электростимуляции и ходьбы было выявлено повышение показателей пульсового кровенаполнения в бассейне средней мозговой артерии (фронтально-мастоидальное отведение) на 2.78% слева, на 7,69% – справа. В вертебробазилярном бассейне (окципито-мастоидальное отведение) отмечается так же повышение пульсового кровенаполнения на 22.54%. При этом повышается ППСС на 3,17% справа, и снижается на 5% в левом полушарии. Скорость кровенаполнения снижается на 14.7% в левом полушарии.

Заключение. Результаты исследования показали, что электрическая стимуляция спинного мозга приводит к незначительным изменениям системной и церебральной гемодинамики. Чрескожная электростимуляция спинного мозга в сочетании с физической нагрузкой приводит к реактивным изменениям системной гемодинамики, повышению кровенаполнения и венозного оттока, на фоне снижения периферического сопротивления сосудов головного мозга.

Список литературы:

1. Балыкин М.В., Якупов Р.Н., Машин В.В., Котова Е.Ю., Балыкин Ю.М., Герасименко Ю.П. Влияние неинвазивной электрической стимуляции спинного мозга на локомоторные функции пациентов с двигательными нарушениями центрального генеза // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2017. – Т. 94(4). – С. 4-9.
2. Рощина Л.В., Маркевич В.В., Иванов С.М., Городничев Р.М., Челноков А.А. Влияние длительной электрической и кратковременной электромагнитной стимуляции спинного мозга на параметры вызванных мышечных ответов человека // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2018. – № 2. – С. 121-126.
3. Якупов Р.Н., Балыкин Ю.М., Котова Е.Ю., Балыкин М.В., Герасименко Ю.П. Изменение силовых показателей мышц нижних конечностей при чрескожной электрической стимуляции спинного мозга // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2015. – № 4. – С. 94-99.
4. Якупов Р.Н., Котова Е.Ю., Балыкин Ю.М., Машин В.В., Балыкин М.В., Герасименко Ю.П. Влияние чрескожной электростимуляции спинного мозга и механотерапии на возбудимость спинальных нейронных сетей и локомоторные функции пациентов с нарушениями мозгового кровообращения // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2016. – № 4. – С. 117-121.

Effects of percutaneous electrical stimulation of the spinal cord in combination with mechanotherapy on changes in systemic and regional hemodynamics

Golodnova V.A., Ananyev S.S., Bikbaeva Y.Y., Balykin M.V., Antipov I.V.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

Objective: to evaluate changes in systemic and cerebral hemodynamics during percutaneous electrical stimulation of the spinal cord and in combination of electrical stimulation with mechanotherapy. Methodology. The subjects underwent percutaneous electrical stimulation of the spinal cord, the duration of the session was 5 minutes. Mechanotherapy was performed using a treadmill. The subjects performed walking at a power of 25W. for 5 minutes. Hemodynamics was evaluated before and after the electrical stimulation session, as well as before and after the mechanical therapy session on the track in combination with percutaneous electrical stimulation of the spinal cord. To study systemic

and regional hemodynamics, a rheograph-polyanalyzer "REAN-POLY" was used. Results. Electrical stimulation of the spinal cord does not lead to significant changes in systemic and cerebral hemodynamics. Percutaneous electrical stimulation of the spinal cord in combination with physical exertion leads to reactive changes in systemic hemodynamics, increased blood filling and venous outflow, against the background of a decrease in peripheral resistance of cerebral vessels.

Key words: electrostimulation, percutaneous electrostimulation, mechanotherapy, systemic hemodynamics, regional hemodynamics.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-73-76

Контроль динамики концентрации пыльцы аллергенных растений в целях профилактики поллинозов в г. Ульяновск

Голоднова Д.А.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Аллергенные растения и их палинокомплексы, несмотря на огромное значение их для профилактики поллинозов, оказались недостаточно изученными во многих странах мира, в том числе и в России. На территории Ульяновской области данные исследования не проводились, хотя поллинозы занимают ведущее место среди аллергопатологии. Исследования показали, что наибольшее количество пыльцевых зёрен за весь период цветения аллергенных растений наблюдалось в промышленной зоне. Можно сделать вывод, что июнь и июль являются самыми опасными месяцами для людей, страдающих аллергией. Наиболее опасными волнами можно считать вторую и третью, наименее опасной – первую. Результаты исследований необходимо учитывать при планировании профилактических мер и лечении поллинозов.

Ключевые слова: аллергенные растения, поллиноз, поллиноз, концентрация пыльцы, пыльцевая волна.

Введение. Пыльцевая аллергия (поллиноз) (от лат. pollen – пыльца) (сенный насморк, весенний катар, пыльцевая аллергия, пыльцевая ринопатия, травяная астма, пыльцевая астма, сенная лихорадка) – аллергическое заболевание, вызываемое пыльцой ветроопыляемых растений (Новиков Д.К., 1991). Заболевание имеет четко повторяющуюся сезонность, совпадающую с периодом цветения некоторых растений (Голоднова Д.А., 2020). Аллергенные растения, пыльца которых является одним из основных источников аллергических болезней, привлекают интерес не только ученых-ботаников, но и аллергологов. В последние десятилетия аллергия представляет глобальную медико-биологическую и социальную проблему (Адо А.Д., 1976). В настоящее время более 50% населения земного шара страдает аллергическими заболеваниями, в том числе вызванными растениями (в разных регионах от 10 до 30% общего числа больных аллергией). Ежегодно, по свидетельству Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), количество людей, страдающих аллергическими заболеваниями от поллинозов и других контактов с аллергенными растениями, возрастает (Ушакова С.А., Каца Я.Г., 2002).

Аллергенные растения и их палинокомплексы, несмотря на огромное значение их для профилактики поллинозов, оказались недостаточно изученными во многих странах мира, в том числе и в России. На территории Ульяновской области данные исследования не проводились несмотря на то, что поллинозы занимают ведущее место среди аллергопатологии, а список аллергенных растений, по нашим данным, достаточно обширен – порядка сотни видов. Все это затрудняет организацию специфической диагности-

ки, иммунотерапии больных поллинозом и проведение лечебно-профилактической работы в регионе. Многие аллергенные растения до сих пор используются для озеленения промышленных, торговых и даже образовательных и лечебных учреждений города (Стрельцов А.Б., 2003).

На показатели распространенности пыльцевой аллергии существенное влияние оказывают природно-климатические, экологические, этнографические особенности, а также критерии диагностики и методология эпидемиологических исследований (Астафьева Н.Г., Горячкина Л.А., 1998). Результаты эпидемиологических исследований свидетельствуют о том, что данное заболевание у жителей промышленных городов встречается в 6 раз чаще, чем в сельской местности (Sibbald В., 1993).

Цель данного исследования – изучить динамику концентрации пыльцы различных аллергенных растений, распространенных на территории города Ульяновска для профилактики поллинозов.

Методика. Проводились фенологические наблюдения, обработка пыльцы методом Поста (Чигуряева А.А., Колоскова И.Г., Дайковский В.С., 1975) при помощи кипячения в 10% щелочи в течение 3-10 минут с последующим центрифугированием для повышения концентрации пыльцевых зерен в навеске. Определение пыльцы под микроскопом с увеличением 15х40. Обработка статистических данных с помощью программы MSExcel.

Результаты. В результате флористических и фенологических наблюдений был выявлен 31 вид аллергенных растений. Сезон цветения и пыления проходит с апреля по сентябрь. Среди видов присутствуют как слабоаллергенные, так и высокоаллергенные растения. К слабоаллергенным растениям можно отнести семейства: Сосновые (Pinaceae) (2 вида) и Ивовые (Salicaceae) (9 видов). К высокоаллергенным: семейства Березовые (Betulaceae) (2 вида), Розоцветные (Rosaceae) (1 вид), Злаковые, или Мятликовые, (Poaceae) (6 видов), Маревые (Chenopodiaceae) (6 видов) и Астровые (Asteraceae), или Сложноцветные (Compositae) (5 видов) (Голоднова Д.А., 2020).

С учетом всех ботанико-географических особенностей крупных урбанизированных территорий (рекреационных, селитебных, промышленных и учебных зон) проведено комплексное исследование и систематизация данных по аллергенным растениям и их пыльцевым комплексам. Исследование показало, что наибольшее количество пыльцевых зёрен за весь период цветения аллергенных растений наблюдалось в промышленной (3537 шт./кв.см) и рекреационной (3084 шт./кв.см) зонах.

Благоприятными условиями для поллинииции служат теплая солнечная погода и достаточная влажность. Засуха или дождливая погода нарушают процессы созревания и продукции пыльцы, резко снижая ее концентрацию в воздухе. Максимальная концентрация пыльцы приходится, как правило, на ранние утренние часы. По сравнению с 2020 годом весной 2019 года наблюдалась более ранняя поллиниция березы, так как погода была теплее.

Выделяют три периода нарастания концентрации пыльцы в атмосфере, т.е. три пыльцевые волны: весенняя, весенне-летняя, летне-осенняя.

Первая волна характеризуется обилием пыльцы древесных растений, время цветения которых приходится на апрель – май. Большинство видов аллергенных растений принадлежит к семейству Ивовые – 9 из 31 вида, изучаемых в данном исследовании. Это 2 вида ивы и 7 видов тополя. В апреле начинает массово цвести тополь белый (*Populus alba L.*), т. дрожащий (Осина) (*P. tremula L.*) и др. (Голоднова Д.А., 2020). Исследование показывает, что у данных видов наибольший показатель количества пыльцевых зёрен в 1 кв.см во всех четырёх исследуемых зонах. Вторая пыльцевая волна охватывает время массового пыления луговых и злаковых трав (мятлик, костер, тимopheвка, лисохвост, кострец). Третья волна – летне-осенняя – отличается массовым пыле-

нием сорняков (лебеда, полынь, амброзия, марь), которые отличаются высокой пыльцевой продуктивностью (Мошкевич В.С., Нурмуханбетова А.А., 2000).

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод, что июнь и июль являются самыми опасными месяцами для людей, страдающих аллергией на семейства: Злаковые, Маревые и Астровые. Высокоаллергенными считаются Тимофеевка степная (*Phleum phleoides* (L.) Karst.), Тимофеевка луговая (*P. pratense* L.) – Злаковые, Марь белая (*Chenopodium album* L.), Лебеда татарская (*Atriplex tatarica* L.) – Маревые, Амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.), Амброзия трехраздельная (*A. trifida* L.), Полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.) – Астровые (Голоднова Д.А., 2020). Особо опасными считаются 2 карантинных для России растения, произрастающих на территории г. Ульяновска и его окрестностей: амброзия полыннолистная и трехраздельная. Амброзия цветет с июля до начала сентября. Виды амброзии произрастают на газонах, в парке «Винновская роща» и на пустырях Заволжского района (Раков Н.С., 2003). Наиболее опасными волнами можно считать вторую и третью, так как на них приходится пыление высокоаллергенных растений. Менее опасная волна – первая, так как древесные растения являются слабоаллергенными.

Результаты исследований необходимо учитывать при планировании профилактических мер и лечении поллинозов. Так, следует ограничить пребывание аллергиков в рекреационной зоне в утренние часы. Стоит обратить особое внимание также на селитебную зону. Исследование показало, что она является не менее опасной для проживания и работы (2881 шт./кв.см) (Голоднова Д.А., 2020).

Список литературы:

1. Адо А.Д. Методологические вопросы экологии человека // Вестник Академии Медицинских наук СССР. 1976. – № 4 – 68-70 с.
2. Астафьева Н.Г., Горячкина Л.А. Аллергология. 1998. – N 2. – 34-40 с.
3. Голоднова Д.А. Основные периоды полликации массовых аллергенных растений г. Ульяновска. ПРИРОДА СИБИРСКОГО ПОВОЛЖЬЯ. – Ульяновск: Издательство «Корпорация технологий продвижения», 2020. – 55-57 с.
4. Мошкевич В.С., Нурмуханбетова А.А. Методические рекомендации. – Алма-Ата, 2000. – 14 с.
5. Новиков Д.К. Клиническая аллергология. – Минск: Вышэйш. школа, 1991. – 177 с.
6. Раков Н.С. Флора города Ульяновска и его окрестностей. – Ульяновск: Корпорация технологий продвижения, 2003. – 216 с.
7. Стрельцов А.Б. Региональная система биологического мониторинга. – Калуга: Изд-во Калужского ЦНТИ, 2003. – 158 с.
8. Чигуряева А.А., Колоскова И.Г., Дайковский В.С. Учебное пособие по палинологии. Часть I. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1975. – 14 с.
9. Экологическое состояние территории России / под ред. С.А. Ушакова, Я.Г. Каца. – М., 2002. – 128 с.
10. Sibbald V. Monogr. Allergy. – 1993. – Vol. 31 – 61 p.

Monitoring the dynamics of the concentration of pollen of allergenic plants the purpose of prevention of polynosis in Ulyanovsk

Golodnova D.A.

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

The study of allergenic plants and their palynological complexes is of great importance for the prevention of pollinosis. Despite this, they are insufficiently studied in many countries of the world, including Russia. On the territory of the Ulyanovsk region, these studies were not carried out, although pollinosis occupy a leading place among allergic pathology.

Studies have shown that the largest amount of pollen grains for the entire flowering period of allergenic plants is observed in the industrial zone. We can conclude that June and July are the most dangerous months for people with allergies. The most dangerous waves are the second and third, the least dangerous – the first. The research results must be taken into account when planning preventive measures and treating pollinosis.

Key words: *allergenic plants, hay fever, pollination, pollen concentration, pollen wave.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-76-81

Психофизиологические особенности влияния различных видов спорта на регуляторно-адаптивные возможности подростков

Гондарева Л.Н.¹, Куракина О.В.¹, Столяров А.А.², Сокунова С.Ф.³

¹ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

²МБУ Спортивная школа Засвияжского района, Ульяновск, Россия

³НОЧУВО Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Москва, Россия

Показано, что занятия игровыми видами спорта и стрельбой значительно повышает работоспособность, волевую саморегуляцию, способствует развитию адаптивности и оптимизации работы кровообращения.

Ключевые слова: *подростковый возраст, флорбол, стендовая стрельба, умственная работоспособность, психофизиологический комфорт, сердечно-сосудистая система.*

Введение. В настоящее время выявлены и ранжированы по силе влияния факторы риска школьного образования на здоровье подростков. Среди них выделяются нерациональная организация учебной деятельности и недостаточное использование средств физического воспитания и спорта. Возрастает количество детей с отставанием физического развития, что приводит к хроническому пребыванию в состоянии сенсомоторного и психогенного напряжения, что истощает симпато-адреналовую систему как основу иммунной и нейрогуморальной психической деятельности (Базарный В.Ф., 1994). Психомоторная недостаточность является основой психосоматических нарушений не только школьного возраста. Обучение детей с информационно-вербальными нагрузками ведет к «шизоидной интоксикации» и формированию «шизоидной конституции» (Гарбузов В.И., 1999).

Таким образом, коррекция структуры учебного процесса может дать существенные позитивные результаты в состоянии здоровья детей и подростков. Интегрированным показателем здоровья является работоспособность как физическая, так и умствен-

ная. Труд школьника относится к умственному труду с стандартным видом деятельности, по умственной работоспособности школьника можно судить о состоянии его здоровья.

Для оценки влияния на адаптивность и психофизиологические свойства подростков нами выбран флорбол и спортивная стрельба.

Двигательная активность, построенная на игровых методах, в значительной степени способствует повышению уровня физической подготовленности, физическому и психическому развитию, вызывает повышенный интерес у школьников. Среди спортивных игр флорбол является популярным видом двигательной активности подростков, но методика обучения элементам игры является наименее изученной. Возможности использования упражнений с элементами игры во флорбол для психофизиологического развития подростков значительны. Отсутствуют также данные о влиянии флорбола на уровень двигательной подготовленности, функциональное и психофизиологическое состояние школьников. Открытым остается вопрос медико-биологического обоснования влияния нагрузок на организм детей и подростков на занятиях флорболом.

Таким образом, оптимизация уровня игровой двигательной активности в рамках третьего часа урока физической культуры для укрепления здоровья учащихся является остроактуальной задачей, решению которой способствует комплексное исследование влияния занятий флорболом в условиях различных двигательных режимов на морфофункциональное, психофизиологическое развитие и умственную работоспособность, а также может быть использована как профилактическое средство развития утомления (Гондарева Л.Н., Столяров А.А., 2010).

Спортивная стрельба – интересная и увлекательная дисциплина со множеством тонкостей. Это вид спорта, в котором спортсмены соревнуются в стрельбе из огнестрельного и пневматического оружия, он занимает одно из ведущих мест в системе физического воспитания. Регулярные занятия стрелковыми видами спорта научат управлять своими эмоциями, помогут постоянно быть в хорошем настроении. Психологи считают, что стрельба – это генетически обусловленный инстинкт самосохранения и самореализации. Человек начал стрелять ради пропитания и защиты своей жизни. Стрелковый спорт – это сложно-координированный вид спортивной деятельности.

Цель работы: изучить влияние занятий флорболом и спортивной стрельбой на психофизиологическую устойчивость и умственную работоспособность как профилактического средства развития утомления и напряжения.

Методика. Для достижения поставленной цели на разных этапах тренировочного процесса обследовано 15 юных флорболистов (экспериментальная группа, ЭГ¹) 12-15 лет и 15 школьников-ровесников, не занимающихся спортом (контрольная группа, КГ¹). Оценка психофизиологического комфорта проводили методом анкетирования (Блинова Н.Г., 2000) Оценка умственной работоспособности проводили по корректурной пробе Анфимова (Горшков С.И., 1974), оценку функционального состояния сердечно-сосудистой системы по пробе Мартинэ (Кучкин С.Н., 1994), оценку функциональной физической работоспособности проводили по индексу Руфье, уровень напряжения механизмов адаптации проводили по показателю адаптационного потенциала (Поляков С.Д., Хрушев С.В., 2006).

Также в исследовании приняли участие 20 подростков 12-14 лет, которые были поделены на 2 группы по 10 человек: контрольную и экспериментальную. В экспериментальной группе (ЭГ²) находились подростки, занимающиеся стендовой стрельбой на траншейном стенде от двух до трёх лет, а в контрольной группе (КГ²) были их ровесники, не занимающиеся стрелковым спортом.

Для изучения взаимоотношений психофизиологической устойчивости у подростков были проведены следующие исследования: тест «Шкала тревоги Спилбергера»;

тест-опросник «Исследование волевой саморегуляции»; тест на точность стрельбы по количеству попаданий (Володина И.С., 1995); методика экспресс-диагностики свойств нервной системы (теппинг-тест) по психомоторным показателям (Блинова Н.Г., 2000; Горшков С.И., 1974). Всего обследовано 50 подростков в возрасте 12-15 лет. Оценку достоверности отличий проводили по t-критерию Стьюдента.

Результаты. Динамика развития нервных процессов показала, что по результатам анкетирования психофизиологического комфорта учащиеся ЭГ¹ находятся в оптимальном психическом состоянии, в то время как 27% учащихся КГ¹ пребывают в состоянии психического дискомфорта ($p \leq 0,01$). Оценка свойств памяти и внимания выявила лучшие показатели кратковременной механической памяти у учащихся ЭГ¹ ($p \leq 0,05$). Показатели умственной работоспособности были достоверно выше у учащихся ЭГ¹ по коэффициенту продуктивности ($p \leq 0,01$) и коэффициенту подвижности нервных процессов показатели кратковременной механической памяти также выше у учащихся ЭГ¹ ($p \leq 0,05$). Обследование состояния кардиореспираторной системы показало, что у мальчиков ЭГ¹ время задержки дыхания больше чем в КГ¹ ($53,2 \pm 2,3$ и $48,8 \pm 2,1$ с соответственно). Обнаружена также тенденция к понижению ЧСС в ЭГ ($90,2 \pm 2,2$ и $94,3 \pm 2,1$ уд/мин соответственно), что допустимо рассматривать как более высокую зрелость ССС и более раннее созревание регуляторных механизмов.

Показатели АД соответствуют диапазону средних значений подросткового периода. Пульсовое давление выше в ЭГ¹ ($42,0 \pm 1,6$ и $36,0 \pm 0,6$ мм рт. ст.; $p \leq 0,05$, соответственно). Уменьшение величины пульсового давления в КГ¹ признак утомления под влиянием интенсивной учебной нагрузки.

Оценка функциональной физической работоспособности показала, что у подростков КГ индекс Руфье выше, чем в ЭГ, что отражает относительное замещение процесса восстановления ЧСС после дозированной физической нагрузки. Индекс Руфье обеих групп относится к области оптимальных значений, что говорит о нормальной регуляции деятельности ССС ($7,3 \pm 0,0$ и $8,8 \pm 0,5$ в ЭГ¹ и КГ¹ соответственно).

Дозированная физическая нагрузка выявила различия в регуляторных возможностях ССС в ЭГ¹ и КГ¹. Прирост ЧСС в ЭГ¹ и КГ¹ составил соответственно $44,7 \pm 1,0$ и $57,1 \pm 0,5$ уд/мин ($p \leq 0,01$). Увеличение ЧСС после нагрузки составляет 25-50% у 67% юных флорболистов, в КГ¹ такой прирост наблюдается лишь у 2 человек, а у остальных испытуемых он составил 55-75%, что соответствует удовлетворительному уровню работы сердца, но свидетельствует о его недостаточной тренированности.

Таким образом, функциональное состояние кардиореспираторной системы юных флорболистов в состоянии физиологического покоя показывает большой резерв, чем у школьников-ровесников, не занимающихся спортом. Это особенно выражено в сниженном приросте ЧСС на дозированную физическую нагрузку и укорочении времени восстановления ЧСС после нагрузки.

Адаптационный потенциал (АП) является комплексным показателем и отражает функциональную зрелость и функциональные резервы системы кровообращения. В результате обследования обнаружено, что в ЭГ¹ значения АП относятся к диапазону от 1,795 до 1,830, а в КГ от 1,85 до 2,050. Средние значения соответственно $1,820 \pm 0,100$ и $1,973 \pm 0,030$, что соответствует области удовлетворительной адаптации. Эти данные получены в начале учебного года. Через три месяца проведено повторное обследование, в результате которого обнаружено, что у юных флорболистов АП соответствует высокому и выше среднего уровню здоровья ($1,869 \pm 0,06$). В КГ¹ у 53,3% обнаружено напряжение процессов адаптации (АП от 2,010 до 2,142; среднее значение $2,088 \pm 0,2$). Таким образом, устойчивость к утомлению в ЭГ¹ выше, чем у КГ¹, они раньше достигают функционального оптимума.

В результате исследования реактивной и личностной тревожности обнаружено, что у всех подростков показатели не выходят из области средних значений, однако у подростков ЭГ² отмечается тенденция к повышению как ситуативной (31,7±1,8 и 35,7±3,5; $tst=1,0$), так и личностной тревожности (34,1±2,2 и 39,1±3,8; $tst=1,1$). Показатели волевой саморегуляции в ЭГ² значительно выше, чем в КГ². Под уровнем волевой саморегуляции понимают меру овладения собственным поведением в различных ситуациях, а также способность сознательно управлять своими действиями, состояниями и побуждениями. Соответственно, в КГ² и ЭГ² эти значения 10,8±1,3 и 19,1±0,5 ($tst=6,1$). Уровень развития волевой саморегуляции характеризуется по свойствам характера. Настойчивость в КГ² и ЭГ² соответственно 7,3±1,1 и 12,6±0,4 ($tst=4,6$), самообладание 5,4±0,6 и 10,6±0,3 ($tst=7,2$).

Полученные данные свидетельствуют о высоком уровне развития общей саморегуляции, настойчивости, готовности к восприятию нового. Это сочетается со свободой взглядов, стремлением к новаторству и радикализму. Однако стремление к постоянному самоконтролю, сознательное стремление к ограничению спонтанности, что, по видимому, может приводить к повышению внутреннего напряжения и выражается в тенденции к повышению тревожности, постоянной озабоченности и утомляемости. По результатам теппинг-теста, отражающего психофизиологическую устойчивость, силу нервных процессов, работоспособность нервных клеток в целом обнаружено три типа нервной системы (сильная, средняя и средне-слабая). Подростки сильным типом нервной системы характеризуются большим количеством попаданий, чем подростки со средним и средне-слабым типом нервной системы. Таким образом, первая группа подростков более работоспособны, они уверены в себе, не испытывают напряжения в учебе и спорте. С ясностью усваивают значительный по объему новый материал, полны энергии, готовы к деятельности, имеют хорошие оценки и результаты.

Выводы:

1. Уровень тревожности у всех подростков находится на оптимальном уровне, но 27% подростков КГ¹ испытывают психологический дискомфорт ($p \leq 0,01$). У подростков стрелков выше показатели умственной работоспособности и волевой саморегуляции ($p \leq 0,01 - p \leq 0,001$).

2. Изменения состояния кардиореспираторной системы у занимающихся флорболом (ЭГ¹) осуществляется рациональными механизмами. У 33,3% учащихся КГ¹ пульсовое давление снижено ($p \leq 0,05$), что косвенно указывает на уменьшение ударного объема крови и свидетельствует о менее экономичном режиме работы сердца. Сравнение величин ЧСС (покой) у школьников двух групп показало, что у 60% школьников КГ¹ данный показатель достоверно выше по сравнению со сверстниками из ЭГ¹ ($p \leq 0,05$). Результаты пробы Мартиэ показали, что у 67% учащихся ЭГ¹ происходит оптимальное увеличение пульса после нагрузки, в то время как у КГ¹ такая реакция наблюдается лишь у 13% учащихся ($p \leq 0,01$).

3. В результате исследования адаптационного потенциала учащихся выявили, что степень напряжения механизмов адаптации к учебной нагрузке испытывают только КГ¹ – 53,3%, в то время как школьники ЭГ¹ находятся в зоне удовлетворительной адаптации на протяжении всего учебного года ($p \leq 0,01$). У подростков, занимающихся стрельбой выше работоспособность нервных процессов и точность реакций.

Список литературы:

1. Базарный В.Ф. Методология оздоровления детей и подростков // Сборник научно-методических и информационных материалов для медицинских работников службы формирования здорового образа жизни. – М., 1994. – С. 46-55.

2. Блинова Н.Г., Игишева Л.Н., Литвинова Н.А., Федоров А.И. Практикум по психофизиологической диагностике: учебное пособие для студ. высш. заведений. – М.: Гуманит. изд. ВЛАДОС, 2000. – 128 с.
3. Володина И.С. Подготовка стрелка спортсмена: учебное пособие для студентов и слушателей ФПК РГАФК. – М., 1995. – 117 с.
4. Гарбузов В.И. «Концепция инстинктов и психосоматическая патология. – СПб.: Сотис, 1999. – 298 с.
5. Грицаенко М.В. Оптимизация эмоциональной устойчивости в тренировочном процессе у стрелков-винтовочников // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка: Детский тренер. – 2002. – № 3. – С. 25.
6. Гондарева Л.Н., Столяров А.А. Роль повышения игровой двигательной активности в профилактике утомления и дисфункции автономной нервной системы у подростков, проживающих в зоне экологического напряжения // Теоретические и прикладные проблемы современной науки и образования. Материалы международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 117-120.
7. Горшков С.И., Золина З.М., Мойкин Ю.В. Методики исследования в физиологии труда. – М.: Медицина, 1974. – 311 с.
8. Методика экспресс – диагностики свойств нервной системы по психомоторным показателям Е.П. Ильина (Теппинг-тест) // Практическая диагностика. Методы и тесты / ред. сост. Д.Я. Райгородский. – Самара, 2001. – 530 с.
9. Кучкин С.Н. Методы оценки здоровья и физической работоспособности: учеб. пособие. – Волгоград, 1994. – 104 с.
10. Мониторинг и коррекция физического здоровья школьников: метод. пособие / С.Д. Поляков, С.В. Хрущев, И.Г. Корнеева и др. – М.: Айрис-пресс, 2006. – 96 с.

Psychophysiological features of the sport's influence on the regulatory and adaptive abilities of teenagers

Gondareva L.N.¹, Kurakina O.V.¹, Stolyarov A.A.², Sokunova S.F.³

¹Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

²Sports school of Zasviyazhsky district, Ulyanovsk, Russia

³Moscow University for Industry and Finance "Synergy", Moscow, Russia

It is shown, that sport activities and shooting extremelly increase workability, self-control, impact on development of blood circulation's adaptation and optimization.

Key words: *teenage, floorball, stand shooting, brain abilities, psychophysiological comfort, cardiovascular system.*

Исследование энергообеспечения мышечной деятельности в тесте Купера у спортсменов-игровиков по индивидуальной реакции ЧСС на нагрузку

Горбанева Е.П.¹, Мицулина М.П.¹, Рябчук Ю.В.²

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский Государственный Медицинский университет»,
Волгоград, Россия;

²ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры»,
Волгоград, Россия

В данном исследовании на примере теста Купера были выявлены в процентном соотношении пульсовые зоны, позволяющие косвенно судить о вкладе той или иной системы энергообеспечения у каждого спортсмена во время выполнения циклической работы.

Ключевые слова: *тест Купера, энергообеспечение, спортсмены-игровики, пульсовые зоны, пульсометрия, Polar.*

Введение. На сегодняшний день сформированная концепция тренировочной деятельности предполагает определенную взаимосвязь между тренировочной нагрузкой, ее объемом, интенсивностью и направленностью. Кряжев В.Д. (2020) в своих трудах акцентирует внимание на том, что в зависимости от этого возникают характерные изменения в деятельности физиологических систем организма, обеспечивающие тренировочный эффект (Кряжев В.Д., 2020). Долговременная адаптация кислородтранспортной системы к различным режимам мышечной деятельности спортивного характера является ведущим фактором, обуславливающим уровень аэробной производительности спортсмена. Трансформации, возникающие в данной системе, носят как морфологический, так и функциональный характер и являются результатом следовых процессов после продолжительных физических нагрузок, требующих от функциональной системы мобилизации различных её звеньев (Платонов В.Н., 2019).

Несмотря на то, что тест Купера косвенно оценивает аэробную производительность и механизмы энергетического обеспечения общей работоспособности, он по-прежнему широко используется в спортивной практике. В совокупности с методами срочного контроля, данный тест позволяет выявить у спортсменов особенности их систем энергообеспечения во время выполнения стандартной циклической работы, что позволяет своевременно вносить коррективы в тренировочную деятельность с целью повышения спортивного результата.

Преимущество срочного контроля, подчеркивает Павлов А.С. с соавторами (2021), заключается в мгновенном анализе данных и понимании процессов, происходящих в момент выполнения упражнения или же сразу по его окончании. Для тренеров и спортсменов это очень ценная информация, поскольку позволяет вносить поправки в тренировочный процесс буквально «на месте». Это стало доступнее благодаря современному технологическому развитию и появлению на рынке все более совершенных устройств регистрации физиологических параметров (Павлов А.С., 2021). Из них к наиболее распространенным относятся компактные пульсометры, дающие возможность на протяжении выполнения всего упражнения или целого занятия непрерывно регистрировать индивидуальную частоту сердечных сокращений (ЧСС) спортсмена. Данный показатель является информативным в спортивной практике для оценки интенсивности нагрузки.

Методика. Исследование было организовано с участием 21-го спортсмена специализаций волейбол и баскетбол, имеющих спортивные разряды от II-го взрослого до кандидата в мастера спорта. Возраст испытуемых был в пределах 18-21 года. обследо-

вание включало проведение косвенной оценки аэробной производительности в тесте Купера с применением средства срочного контроля – оптического пульсометра «PolarA370». Полученные результаты были обработаны с помощью методов математической статистики.

Результаты. Полученные данные свидетельствовали о низком уровне развития общей выносливости среди спортсменов, специализирующихся в игровых видах спорта. В среднем по группе дистанция, которую преодолели спортсмены в 12-минутном тесте Купера, составила $1801 \pm 64,35$ м. Данные значения соответствуют диапазону, определяемому как «очень плохая физическая подготовленность» в тесте Купера.

Среди обследованных спортсменов только у одного результат соответствует «хорошему», это 4,7% относительно всей выборки. «Удовлетворительный» результат показали 19,0%, остальные результаты спортсменов соответствовали диапазону более низких значений, это означает, что дистанция, которую они преодолели, не превышала 2100 м (Труднева М.И., 2017).

Поскольку результаты данного теста связаны с показателями максимального потребления кислорода (МПК) и, соответственно, с уровнем развития кислородтранспортной системы, можно выдвинуть суждение о недостаточном ее развитии, в целом, по группе.

Во время преодоления дистанции у спортсменов непрерывно фиксировались показатели ЧСС посредством оптических пульсометров «PolarA370». Таким образом, удалось выявить у каждого испытуемого преобладающую пульсовую зону, в которой выполнялась работа. Согласно программному обеспечению пульсометра, выделяется пять зон мощности по данным ЧСС. Так ЧСС для I зоны в пределах 50-59% от максимального значения; для II, III, IV и V зон – 60-69%; 70-79%; 80-89%; 90-100%, соответственно.

В зависимости от уровня адаптации кислородтранспортной системы к физической нагрузке, скорость вработывания систем вегетативного обеспечения организма и продолжительность работы в устойчивом состоянии при динамической циклической деятельности повышаются. При этом, формируется явление экономизации функций организма, что проявляется в снижении частоты сердечных сокращений как во время выполнения упражнения, так и в состоянии физиологического покоя.

В группе обследованных спортсменов выявлены различия в зонах мощности, в которых преимущественно выполнялся тест Купера. Большинство участников выполняли тестовую нагрузку в зоне анаэробного гликолитического энергообеспечения (38,1%). В зоне аэробного ресинтеза АТФ выполняли нагрузку 23,8% испытуемых, а аэробно-анаэробный механизм использовали 28,6% спортсменов изучаемой группы.

Следует отметить, что спортсмены, работавшие в IV зоне при ЧСС 160-179 уд/мин, показали наилучший результат в тесте Купера. Возможно предположить, что у данных спортсменов более высокий уровень порога анаэробного обмена, позволяющий им продолжительно выполнять циклическую работу высокой интенсивности и поддерживать устойчивость к изменениям во внутренней среде организма.

Значения спортсменов, которые приблизились к максимальным, и наоборот, к III зоне, могут быть связаны с более низким уровнем аэробных возможностей, а также с состоянием усталости или перетренированности. В первом случае резервы организма истощены, а в случае снижения ЧСС и результата теста, наблюдается недостаточная мощность функциональной системы обеспечения мышечной деятельности.

Работа организма спортсмена во время тренировочного действия обеспечивается всеми механизмами энергообеспечения, однако, доля каждого из них варьируется в зависимости от индивидуальных особенностей, уровня тренированности, характера выполняемого упражнения. По данным Филатовой Н.П. (2016) специфическая выносли-

вость – это совокупность взаимосвязанных элементов выносливости, которые обеспечиваются разными типами энергообразования (Филатова Н.П., 2016).

Заключение. Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что несмотря на низкие показатели физической работоспособности в целом по группе обследованных спортсменов, они имели определенные различия в пульсовых зонах, косвенно характеризующих тип энергообеспечения физической нагрузки. Так, треть спортсменов преодолевали дистанцию с преимущественным использованием анаэробного гликолитического механизма энергообеспечения. При этом, эти спортсмены имели более высокий уровень спортивной квалификации. Менее квалифицированные спортсмены работали в зонах аэробного и аэробно-анаэробного ресинтеза АТФ, что, вероятно, и не позволило им демонстрировать высокую скорость прохождения дистанции. В этой связи можно заключить, что при выполнении практически одинаковой динамической циклической работы её функциональная стоимость и энергообеспечение у разных спортсменов различается, что в итоге определяет результат. Поэтому, знание зон мощности, в которых реализует физическую нагрузку спортсмен, дает возможность целенаправленно тренировать слабые звенья энергетики двигательной деятельности отдельных спортсменов.

Список литературы:

1. Кряжев В.Д. Кряжева С.В., Аленуров Э.А., Бокова Л.В. Зоны соревновательной и тренировочной нагрузки в циклических локомоциях у спортсменов высшей квалификации // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 10(188). – С. 205-213.
2. Павлов А.С., Урюпин Н.Н., Александров Д.В., Володин А.А. Анализ частоты сердечных сокращений у хоккеистов молодежной команды во время соревновательной деятельности с использованием системы "polarteampro" // Вестник спортивной науки. – 2021. – № 1. – С. 45-49.
3. Платонов В.Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов. – М.: Спорт, 2019. – 656 с.
4. Труднева М.И. Тест Купера как экспресс-метод оценки физической подготовленности студентов: Учебно-методическое пособие. – М.: РУТ (МИИТ), 2017. – 20 с.
5. Филатова Н.П. Выносливость квалифицированных спортсменов в командных спортивных играх как система способностей // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 8. – С. 55.

Study of the energy supply of muscular activity in the Cooper test among sportsmen-gamers according to the individual heart rate response to the load

Gorbaneva E.P.¹, Mitsulina M.P.¹, Ryabchuk Yu.V.²

¹Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

²Volgograd State Physical Education Academy, Volgograd, Russia

In this study, using the example of the Cooper test, pulse zones were identified in percentage ratio, which allow indirectly judging the contribution of a particular energy supply system for each athlete during cyclic work.

Key words: *Cooper's test, energy supply, athletes-game players, pulse zones, heart rate monitoring, Polar.*

Морфофункциональная оценка коррекции тромбоцитарной активности при гипербарической оксигенации крови

Горячая М.Н.¹, Алтынбаева Э.Н.¹, Рузов В.И.², Слободнюк Н.А.²

¹Ульяновский областной клинический госпиталь ветеранов войн, Ульяновск, Россия

²ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Обследовано 100 пациентов со стенокардией напряжения II-III функционального класса. Обследуемым проводился 10-дневный курс гипербарической оксигенации (ГБО) в режиме 1,2 ата в течении 40 минут, на фоне стандартной терапии ишемической болезни сердца (ИБС). До и после проведения ГБО проведена оценка тромбоцитарного звена гемостаза и эластические свойства мембраны тромбоцитов. Оценка влияния курса ГБО на функциональное состояние тромбоцитов, в зависимости от их агрегационной активности, показала, что у пациентов с исходно нормальной агрегацией тромбоцитов наблюдается тенденция к снижению спонтанной агрегации, в отличие от пациентов с исходной гипоагрегацией проведение ГБО способствовало достоверному росту спонтанной агрегации. Применение 10 дневного курса ГБО сопровождалось реакцией снижения эластичности биомембраны тромбоцитов.

Ключевые слова: агрегация; атомно-силовая микроскопия; мембрана тромбоцита; гипербарическая оксигенация.

Введение. Известно, что гипоксия является ведущим фактором энергетически-метаболических нарушений клетки (Комаров А.Л. и др., 2009; Мусихина Н.А. и др., 2016). При лечении гипербарическим кислородом в терапии ряда соматических заболеваний в качестве корректора гипоксических и ишемических состояний имеет давнюю историю. (Карабалиева С. К., Соколов И. М., 2007; Щегольков А.М. с соавт., 2016; Gunes A.E., Aktas S., 2017) Наименее изученными остаются вопросы, связанные с коррекцией ГБО нарушений тромбоцитарного звена гемостаза, в частности, при кардиальной патологии.

Цель исследования. Изучить морфофункциональные изменения тромбоцитов при действии гипербарического кислорода у пациентов с ИБС.

Методика. Субъектом исследования являлись 100 пациентов со стабильной ИБС, из них 32 женщины и 68 мужчин. Средний возраст пациентов составил 64,4±10,9. Объектом исследования являлась функциональная активность тромбоцита и состояние ее биомембраны. Проводилась оценка агрегации тромбоцитов методом оптической агрегометрии на 2-канальном лазерном анализаторе агрегации тромбоцитов Биола LA-230-2 (НПФ «Биола», Россия). Обогащенную тромбоцитами плазму получали путем центрифугирования 1000 оборотов/мин в течение 18 мин. Количественное определение тромбоцитов и их средний объем (СОТ) определяли на гематологическом анализаторе Myndray BS-3200 (Myndray, Китай) в цельной крови, взятой в вакуумную пробирку с антикоагулянтом КЗЭДА (трикалий этилендиаминтетрауксусная кислота). Оценка изменений эластических свойств мембраны тромбоцитов проводилась методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) в контакт режиме с использованием кантилевера типа PNP-DB на сканирующем зондовом микроскопе Solver P47-PRO (Nt-MDT, Россия). Статистическая обработка данных проводилась с использованием компьютерной программы Statistica 8.0 («StatSoft», США). Данные представлены в формате M±SD. Достоверность полученных статистических данных оценивали тестом расхождения средних величин, частоту событий по методу Хи-квадрат (χ^2). Различия считали статистически достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты. Оценка среднего объема тромбоцитов у обследованных пациентов составила 8,31±0,78 fl, что соответствовало их нормальным значениям.

Общее число тромбоцитов составило $(213 \pm 32,6) \times 10^9/\text{л}$, и было в пределах референсных значений. Средние показатели исходной спонтанной агрегации тромбоцитов у пациентов составили $1,14 \pm 0,12$ отн.ед. У 53.3% пациентов наблюдалась спонтанная гиперагрегация.

Исследование динамики агрегации тромбоцитов при применении ГБО выявило различный ответ на действие гипербарического кислорода у пациентов, в зависимости от исходной агрегации. Показатели агрегатограммы у пациентов с исходно повышенной спонтанной агрегацией до и после применения ГБО достоверно не различались. При этом применение курса ГБО не сопровождалось достоверными изменениями и на 0,1, 1,0, 5,0 мкмоль/л концентрациях индуктора. У пациентов с исходной нормаагрегацией, проведение курса ГБО не влияло на величину агрегационной активности на всех концентрациях индуктора.

У пациентов с исходной гипоагрегацией проведение ГБО способствовало достоверному росту спонтанной агрегации. При оценке изменения мембраны тромбоцитов на АСМ выявлены конформационные изменения. Применение 10 дневного курса ГБО-терапии у пациентов с исходно повышенной, низкой и нормальной агрегационной активностью вызвало достоверное повышение модуля Юнга.

Заключение. Структурная и функциональная активность тромбоцитов при действии гипербарического кислорода у пациентов с ИБС определяется их исходной функциональной активностью, которая сопровождается конформационными изменениями мембраны клетки. Данный феномен требует дальнейшего объяснения для выявления связи между амплитудными изменениями и эластичностью мембраны.

Список литературы:

1. Комаров А.Л., Сироткина О.В., Деев А.Д. Факторы риска тромботических осложнений и прогноз у больных с хронической формой ишемической болезни сердца // Кардиология. – 2009. – № 11. – С. 4-10.
2. Мусихина Н.А., Гапон Л.И., Петелина Т.И., Махнева Е.А., Еменова И.В. Особенности дисфункции эндотелия и variability ритма сердца при артериальной гипертензии и ишемической болезни сердца // Артериальная гипертензия. – 2016. – Т. 22. – № 4. – С. 414-424.
3. Карабалиева С.К., Соколов И.М. Гипербарическая оксигенация при остром инфаркте миокарда и темпы развития хронической сердечной недостаточности // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2007. – № 2. – С. 56-64.
4. Щегольков А.М., Юдин В.Е., Клишко В.В., Джалилова Д.А., Джалилова Р.А. Применение гипербарической оксигенации в комплексной медицинской реабилитации больных ишемической болезнью сердца после резекции аневризмы брюшного отдела аорты // Вестник восстановительной медицины. – 2016. – № 4 (74). – С. 52-60.
5. Gunes AE, Aktas S. Effect of hyperbaric oxygen therapy on complete blood count // Undersea HyperbMed. – 2017. – Vol. 44(4). – P. 357-364.

Morphofunctional assessment of platelet activity correction in hyperbaric blood oxygenation

Goriachaia M.N.¹, Altynbaeva E.N.¹, Ruzov V.I.², Slobodnyuk H.A.²

¹Ulyanovsk Regional Clinical Hospital of War Veterans, Ulyanovsk, Russia

²Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

100 patients with functional class II-III exertional angina were examined. The subjects underwent a 10-day course of hyperbaric oxygenation (HBO) in the 1.2 ATA mode for 40 minutes, against the background of standard therapy for coronary heart disease (IHD). Before and after HBO, the platelet link of hemostasis and the elastic properties of the platelet membrane were assessed. Assessment of the effect of the HBO course on the functional state of platelets, depending on their aggregation activity, showed that in patients with initially normal platelet aggregation, there is a tendency to a decrease in spontaneous aggregation, in contrast to patients with initial hypoaggregation, HBO promoted a significant increase in spontaneous aggregation. The use of a 10-day course of HBO was accompanied by a reaction of reducing the elasticity of the platelet biomembrane.

Key words: aggregation; atomic force microscopy; platelet membrane; hyperbaric oxygenation.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-86-88

Роль простагландинов в реализации дыхательных эффектов фактора некроза опухоли – α при гипоксии

Данилова Г.А., Клиникова А.А., Александрова Н.П.

ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время очень мало известно о влиянии системного воспаления на рефлекторные механизмы регуляции дыхания. Целью настоящего исследования было сравнительное исследование дыхательных эффектов основного провоспалительного цитокина ФНО – α до и после введения диклофенака, неспецифического ингибитора циклооксигеназы (СОХ).

В экспериментах на наркотизированных, трахеостомированных крысах исследовано влияние основного провоспалительного цитокина ФНО – α на паттерн дыхания, методом пневмотахометрии, и вентиляторный ответ на гипоксию, методом возвратного дыхания. Показано, что повышение системного уровня ФНО – α при внутривенном введении в хвостовую вену вызывало достоверное увеличение минутного объема дыхания, дыхательного объема, средней скорости инспираторного потока. В тоже время наблюдалось ослабление вентиляторного ответа на гипоксию. При введении ФНО – α на фоне действия диклофенака не отмечалось статистически значимых изменений в параметрах дыхания. Данные указывают на то, что в реализации влияний ФНО – α на параметры дыхания и вентиляторный гипоксический ответ участвуют циклооксигеназные механизмы.

Ключевые слова: фактор некроза опухоли – α , гипоксия, простагландины, периферическая хеморецепция, внешнее дыхание.

Введение. Известно, что системный уровень основных провоспалительных цитокинов увеличивается при многих респираторных заболеваниях, таких как астма, ХОБЛ и апноэ во сне (Bucchioni et al., 2003; Vernooy et al., 2002). Для этих заболеваний характерны изменения вентиляции легких и патологические типы дыхания. По этой причине актуальны исследования респираторных эффектов цитокинов.

Целью этого исследования было сравнить респираторные эффекты фактора некроза опухоли – α (TNF- α) до и после предварительного введения диклофенака, неспецифического ингибитора циклооксигеназы (ЦОГ).

Методика. Эксперименты проводились на трахеостомированных, наркотизированных уретаном крысах. Соединенную с пневмотахометром миниатюрную пневмометрическую трубку ML141 (AD Instruments, Новая Зеландия), обеспечивающей ламинарность воздушного потока использовали для регистрации объемной скорости воздушного потока, и частоты дыхания. Гипоксический вентиляционный ответ измеряли методом возвратного дыхания гипоксической газовой смесью до и после введения TNF- α в хвостовую вену (10 мкг/крысу).

Для определения роли циклооксигеназных механизмов в вентиляционных эффектах TNF- α , было использовано интроперитонеальное введение диклофенака, неспецифического ингибитора ЦОГ (0,5 мг / крысу).

Результаты. Мы показали, что повышение уровня TNF- α в крови увеличивало такие параметры дыхания, как минутная вентиляция (на 40%), дыхательный объем (на 18%) и средняя скорость инспираторного потока (на 33%). Величина прироста минутной вентиляции снижалась с $6,06 \pm 0,91$ до $3,48 \pm 0,38$ мл/мин⁻¹/мм рт. ст.⁻¹ (на 40%) через 40 мин после введения TNF- α ($p < 0,05$), прирост дыхательного объема и средней скорости инспираторного потока также снизился (на 27%) ($p < 0,05$). При введении TNF- α на фоне действия диклофенака не отмечалось статистически значимых изменений в параметрах дыхания.

Мы пришли к выводу, что повышение уровня провоспалительных цитокинов в крови усиливает вентиляцию при спокойном дыхании, что может быть связано с повышенной центральной инспираторной активностью. В то же время TNF- α снижает хеморефлекторную чувствительность к гипоксии, тем самым ухудшая компенсаторные возможности дыхательной системы.

Заключение. Таким образом, результаты нашего исследования указывают на участие провоспалительных цитокинов в центральных механизмах регуляции дыхания и хеморецепции. Предварительное введение диклофенака устраняло респираторные эффекты TNF- α . Данные указывают на то, что в реализации влияний ФНО – α на параметры дыхания и вентиляционный гипоксический ответ участвуют циклооксигеназные механизмы.

Список литературы:

1. Bucchioni E., Kharitonov S.A., Allegra L., Barnes P.J. High levels of interleukin-6 in the exhaled breath condensate of patients with COPD // *Respir. Med.* – 2003. – №. 97. – P. 1299-1302.
2. Vernooij J.H., Kucukaycan M., Jacobs J.A., Chavannes N.H., Buurman W.A., Dentener M.A., Wouters E.F. Local and systemic inflammation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: soluble tumour necrosis factor receptors are increased in sputum // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 2002. – Vol. 166. – P. 1218-1224.

The role of prostaglandins in the realization of respiratory effects of TNF- α in case of hypoxia

Danilova G.A., Klinnikova A.A., Aleksandrova N.P.

Pavlov Institute of Physiology of RAS, St-Petersburg, Russian Federation

At the present time very little is known about interactions between systemic inflammation and control of respiration. The aim of this study was to compare the respiratory effects of the main inflammatory cytokine TNF – α before and after pretreatment with diclofenac, a nonspecific cyclooxygenase (COX) inhibitor.

In experiments on anesthetized, tracheostomized rats, pneumotachometry method was used to measure peak airflow and respiratory rate. The ventilatory response to hypoxia was investigated by the rebreathing method. It is shown that an increase in the systemic level of TNF – α causes a significant increase in the minute volume of respiration, tidal volume, the average speed of the inspiratory flow. In contrast the slope of the hypoxic ventilatory response decreased after administration of TNF- α . Diclofenac pretreatment eliminated these respiratory effects of TNF – α . The data indicate that the ability of TNF – α to enhance basal ventilation and to reduce the ventilatory hypoxic response is mediated by the cyclooxygenase pathway.

Key words: tumor necrosis factor – α , hypoxia, prostaglandins, peripheral chemoreception, respiration.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-88-92

Нейрофизиологический статус подростков, электронные паспорта и развитие здоровьесберегающих технологий в горах Кыргызстана

Джунусова Г.С., Сатаева Н.У., Ибраимов С.Б.

Институт горной физиологии и медицины НАН, Бишкек, Кыргызская Республика

Исследования проводились на подростках-горцах, проживающих в высокогорных районах (2800 м над ур. м., в Нарынской, Ошской, Иссык-Кульской областях, 260 чел.). Выявлены маркеры функциональной активности мозга, характеризующие дезадаптационные функциональные сдвиги на ЭЭГ. Созданы информационные базы данных ЭЭГ-параметров подростков, проживающих на высоте 2800 м над ур. м. с выявлением особенностей региональных ЭЭГ-нормативов, разработаны «электронные паспорта функционального состояния здоровья» подростков. Выявлены системные, и межсистемные перестройки организма, позволяющие выделять группы лиц с неустойчивым функциональным состоянием, подверженных стрессорным воздействиям среды.

Ключевые слова: высокогорная гипоксия, подростки, центральная нервная система, ЭЭГ.

Введение. Кыргызстан высокогорная страна, основную территорию которой занимают горы. Как и большинство высокогорных территорий характеризуется суровыми климатическими условиями, сложным и расчлененным рельефом, наличием перевалов и крутых склонов, которые определяют территориальную обособленность горных поселений и расселение местного населения. Эти природно-географические особенности, равно как и труднодоступность, являются объективными условиями, осложняющими жизнедеятельность человека в горах и препятствующими устойчивому развитию.

Объективными факторами, воздействующими на качество жизни в горах, являются различные природные явления, которые нередко влекут за собой человеческие жертвы, наносят ущерб здоровью людей, жизнедеятельности населения и окружающей природной среде. В результате мониторинговых нейрофизиологических и психофизиологических исследований горцев, проживающих на высоте 2800 м над ур. м. в Нарынской, Ошской и Иссык-Кульской областях выявлены основные нейродинамические характеристики ЦНС.

Методика. Объектом исследований явились подростки, проживающие в высокогорных районах (2800 м над ур.м., в Нарынской, Ошской, Иссык-Кульской областях, 260 чел), из них 138 девушек-подростков и 122 юношей-подростков в возрасте от 10 до 22 лет, которые разделены на 3 возрастные группы: I – от 10 до 13 лет (52 чел., 20%), II – от 14 до 17 лет (122 чел., 47%), III – от 18-22 лет (86 чел., 33%).

Результаты. Установлено, что соотношение быстрых и медленно волновых составляющих ЭЭГ-параметров в группах с высокой, средней и низкой спектральной мощностью альфа-ритма отличаются между собой. Так, в группе с высокой спектральной мощностью альфа-ритма изменения более выражены, усилено чередование синхронных и десинхронных периодов ЭЭГ, особенно альфа-ритма, что свидетельствует о ритмических перестройках корковых компонентов мозга и указывает на наличие, или отсутствие функциональных взаимосвязей в исследуемых зонах коры головного мозга. Суммарный рост амплитуды альфа-ритма свидетельствует о наличии и росте внутриполушарных и межполушарных взаимосвязей, а рассогласование активности нейронов характеризуется снижением амплитуды ритмов, указывая на отсутствие взаимосвязи между нейронными популяциями коры головного мозга. Также отмечается десинхронизация бета-ритма в центральных теменных зонах коры у 32% подростков на высоте 2800 м над ур. м., которая рассматривается в качестве адаптивного маркера повышения уровня возбудимости коры на гипоксию. Наличие низкочастотного тета-ритма у 15% подростков характеризует пубертатный период развития мозга и является маркером для выявления латентных форм функциональных сдвигов центральной нервной системы.

Отмечается снижение альфа-ритма в теменных зонах коры головного мозга в подростковом возрасте 15-16 лет. Особое внимание было направлено на подростков со сниженным вниманием (13%), на ЭЭГ, которых отмечалось наличие низкочастотных тета- и дельта-ритма. Такое снижение низкочастотной волновой активности является маркером нарушения внимания. В механизме сдвигов кроется недостаток торможения, возникающий из-за нарушения регуляции коркового торможения, а амплитуда ЭЭГ-волн является функцией перекрестной фазовой синхронизации (Klimesh W. et al., 2004; Alexander D.M., 2006).

Спектральная мощность ЭЭГ ритмов является суммой пространственно-временной волновой активности. Отмечается снижение амплитуды альфа-волн ЭЭГ в теменных и в центральных зонах коры у подростков, также снижена спектральная мощность бета-волн в центральных зонах коры головного мозга. Отмечены более низкие значения волновой активности в тета-диапазоне, то есть наличие отрицательных корреляций в тета- и в альфа-полосе со шкалами невнимательности. В некоторых случаях отмечается повышение альфа- и тета-активности. Снижение частоты в тета- и дельта-диапазонах является маркером невнимательности, и свидетельствует о дисфункции в координации торможения в коре головного мозга. Низкочастотный дельта-ритм для подростков (1-2 Гц) и 2,5-3 Гц для взрослых горцев указывает на повышение частоты альфа- и тета-волновой активности в теменных и центральных зонах коры головного мозга. В течение жизни и этапного взросления от 6 до 30 лет частота дельта-ритма повышается до 2,8-3 Гц (Alexander D.M., 2006). По данным (Klimesh W. et al., 2004; Alexander D.M., 2006) в 12 лет у подростков происходит возрастной сдвиг частоты

ты для всех ритмов ЭЭГ, аналогично тому, что наблюдается для альфа-частоты. А в условиях высокогорья результаты исследований показали, что данный сдвиг отмечается у 7% 15-16 летних подростков, хотя временные и спектральные характеристики отличаются от взрослых типов ЭЭГ.

Снижение альфа-активности происходит за счет уменьшения активности волн от теменных зон до центральных зон. Предполагается, что дезорганизация волновой активности тета- и дельта-диапазонов у подростков в теменных зонах приводит к снижению фазовой синхронизации в отдельных зонах коры и, в свою очередь, объясняет снижение амплитуды альфа и тета-активности в теменных зонах. Снижение дельта-активности связано со снижением альфа- и тета-активности в теменных зонах, и является информативным показателем. Снижение низкочастотной волновой активности связано с когнитивной обработкой и отражает разнообразие напряжения, которое обеспечивает функциональные сдвиги мозговой активности.

Эффекты в альфа и тета-диапазонах являются объективными показателями в оценке способности человека поддерживать внимание. Медленноволновая активность связана с дисбалансом возбуждающих и тормозящих механизмов мозговых структур. Такой дисбаланс может проявляться как дефицит тормозящей системы механизмов координации.

Снижение альфа-активности у подростков (46%) в горах на высоте 2800 м над ур. м. связано с десинхронизацией. Значения бета-ритма снижены от 10 до 50%. Кроме того, средняя частота бета-ритма увеличивается с 16 до 20 Гц у 32% подростков и свидетельствует о повышенном уровне возбудимости коры.

Изменения в альфа-диапазоне незначительны, повышение бета-активности или его восстановление происходит в центральных и лобных зонах и является маркером повышенного уровня возбудимости коры головного мозга на уровне 2800 м. Бета-активность снижается на высоте у пожилых людей и у лиц, в анамнезе которых отмечаются черепно-мозговые травмы. Повышение невнимательности может привести к социальным и эмоциональным проблемам. Механизмы невнимательности остаются плохо понятными, в некоторых случаях невнимательность может быть результатом сбоя и нарушения процессов саморегуляции.

У подростков 15-16 лет работа мозга строится на основе созревания мозга в центральных теменных зонах коры. Активация корковых и лимбических зон зависит от произвольного и непроизвольного внимания. Непроизвольная ориентация на неожиданный и новый стимул генерирует тета-активность в лобно-центральных областях, особенно во фронтальной коре. Снижение альфа-ритма во фронтальных зонах отражает активное участие префронтальной коры на формирование механизмов рабочей памяти. Амплитуда ЭЭГ-активности в теменных зонах пропорциональна уровню ресурсов внимания. Наличие низкочастотного тета-ритма у 15% подростков характеризует пубертатный период развития мозга и является маркером для выявления латентных форм функциональных сдвигов центральной нервной системы. Повышение амплитуды тета-ритма в центральных теменных зонах коры отражает механизмы фронтального внимания, а снижение амплитуды отражает височно-теменную активность, связанную с запоминанием. А если это сочетается с высокой тревожностью амплитуда лобно-центральных зон мозга будет снижена. Дефицит низкочастотной волновой активности является маркером невнимательности. Это надежный маркер снижения амплитуды ЭЭГ в центральных теменных областях, возникающий при функциональной патологии подросткового возраста. Основная дизрегуляция в лобных и теменных зонах возникает из-за нарушения нейромодуляции в коре, влияя на баланс возбуждающих и тормозящих активность нейронов.

Выявленные маркеры функциональной активности мозга характеризуют о наличии дезадаптационных сдвигов на ЭЭГ, или функциональном пороге между нормальным функционированием мозга и началом дезадаптационных функциональных сдвигов, а при сочетании с дискомфортным состоянием организма свидетельствуют о патологии. Чем выше частота альфа-ритма, тем выше уровень взаимосвязанных нейронных ансамблей и, следовательно, выше уровень межкорковых взаимосвязей у 54% подростков высокогорья, что свидетельствует об их адаптации к условиям высокогорной гипоксии.

Заключение. В результате комплексного анализа результатов исследований:

- созданы информационные базы данных ЭЭГ-параметров подростков и взрослого населения, проживающих на высоте 2800 м над ур. м. Нарынской, Ошской и Иссык-Кульской областей, с выявлением особенностей региональных ЭЭГ-нормативов;
- разработаны «электронные паспорта функционального состояния здоровья» подростков, проживающих в высокогорных регионах указанных областей КР;
- выявлены определенные системные, и межсистемные перестройки организма в зависимости от доминирования ведущей стратегии в выборе адаптивных программ.

Установлено, что высокая устойчивость, пластичность центральной нервной системы и психофизиологических реакций являются основными физиологическими ресурсами эффективного поведения в горах, обеспечивающим оптимальную адаптацию горцев и позволяющих выделять группы лиц с неустойчивым функциональным состоянием, подверженных стрессорным воздействиям среды.

Список литературы:

1. Alexander D.M. Event-related wave activity in the EEG provides new marker of ADHD // *Clinical Neurophysiology*. – 2008. – Vol. 119. – P. 163-179.
2. Klimesch W., Schack B., Schabus M., Doppelmayr M., Gruber W., Sauseng P. Phase-locked alpha and theta oscillations generate the P1-N1 complex and are related to memory performance // *Brain Res Cogn Brain Res*. – 2004. – Vol. 19(3). – P. 302-316.

Neurophysiological status of adolescents, electronic passports and the development of health-saving technologies in the mountains of Kyrgyzstan

Dzhunusova G.S., Sataeva N.U., Ibraimov S.B.

Institute of mountain physiology and medicine NAS, Bishkek, Kyrgyzstan

The studies were carried out on adolescents-mountaineers living in high-mountainous areas (2800 m above sea level, in Naryn, Osh, Issyk-Kul regions, 260 people). The markers of the functional activity of the brain were revealed, which characterize maladjustment functional changes on the EEG. Information databases of EEG parameters of adolescents living at an altitude of 2800 m have been created with the identification of the peculiarities of regional EEG standards, "electronic passports of the functional state of health" of adolescents were developed. The systemic and intersystemic restructuring of the body was identified, allowing to distinguish groups of persons with an unstable functional state, exposed to stressful environmental influences.

Key words: hypoxia, adolescents, central nervous system, EEG.

Загрязняющие питьевую воду вещества как факторы риска здоровья населения Ульяновской области

Ермолаева С.В.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Основная цель анализа риска здоровью – получение и обобщение информации о возможном влиянии факторов среды обитания человека на состояние его здоровья. В результате проведения гидрохимических исследований источников питьевого водоснабжения районов Ульяновской области установлен перечень приоритетных загрязнителей – это аммоний общ., железо сум., медь, фосфаты, сульфаты, хлориды, нитраты, цинк, марганец и хром. Превышения предельно допустимых концентраций обнаружены по трем загрязняющим веществам – железо сум., марганец и сульфаты. Концентрация железа на уровне пороговых хронических эффектов обнаружена в питьевой воде Барышского (0,13), Мелекесского (0,16), Сенгилеевского (0,13) районов. Тяжелые хронические эффекты может вызывать концентрация железа и марганца в питьевой воде Старомайнского (0,4 и 0,3) и Чердаклинского (0,9 и 0,27) районов. В результате произведенной оценки риска для здоровья установлено, что в ряде районов области вода из питьевых источников может являться фактором риска развития заболеваний.

Ключевые слова: факторы риска, заболеваемость, предельно допустимая концентрация, загрязняющие вещества, относительный условный риск, среднесуточная доза.

Введение. Оценить и регламентировать последствия воздействия огромного количества неблагоприятных факторов, присутствующих в окружающей среде, чрезвычайно сложно. В целом, до настоящего времени практически не используется предупредительный принцип, позволяющий осуществлять наступательную стратегию при разработке регулирующих мер по снижению и/или устранению существующих или вновь появляющихся факторов риска. Основная цель анализа риска здоровью – получение и обобщение информации о возможном влиянии факторов среды обитания человека на состояние его здоровья, необходимой и достаточной для обоснования наиболее оптимальных управленческих решений по устранению или снижению уровней риска, оптимизации регулирования и мониторинга уровней экспозиций и рисков.

Задачей экологии человека является установление основных закономерностей и механизмов воздействий различных факторов окружающей среды на организм человека. Фактор окружающей среды может рассматриваться как фактор риска, т.е. такой компонент этиологии, который хотя и важен для развития и прогрессирования заболевания, однако сам по себе при отсутствии других условий (например, генетической предрасположенности, измененного статуса организма) не способен вызвать заболевание у конкретного человека. Таким образом, фактор риска – это фактор любой природы (например, наследственный, экологический, производственный, фактор образа жизни и др.), который при определенных условиях может провоцировать или увеличивать риск развития нарушений состояния здоровья. Важно отметить, что процедура анализа риска здоровью не относится к определенному человеку, а описывает риск в определенной популяции. Анализ риска здоровью включает такие самостоятельные, но, в то же время неразрывно связанные между собой элементы, как оценка риска, управление риском, информирование всех заинтересованных лиц о риске и способах его устранения или снижения (Руководство ..., 2017).

Целью настоящего исследования является установление количественных значений факторов риска здоровью населения районов Ульяновской области, связанных с загрязнением питьевой воды.

Методика. Оценка риска здоровью населения включает в себя четыре этапа (2): идентификация опасности, оценка зависимости «доза-ответ», оценка экспозиции, характеристика риска. При оценке риска на определенной территории, устанавливаются все основные существующие или существовавшие в прошлом источники загрязнения объектов окружающей среды, включая прилегающие территории, потенциально способных воздействовать на исследуемое население в связи с возможностью пространственного распространения загрязнения. Оценка зависимости «доза-эффект» отражает количественную связь между уровнем воздействия и возникающими в результате этого вредными эффектами в состоянии здоровья. Расчет относительного условного риска производится по формуле:

$$Risk = \lg(C_i / ПДК_{ср}).$$

Выполнение третьего этапа оценки риска, как правило, следует рассматривать расчет среднесуточной дозы (АВВ) или поступления. Стандартное уравнение для расчета среднесуточной дозы или среднесуточного поступления имеет следующий вид:

$$ABV(I) = (C * CR * ED * EF) / (BW * AT * 365),$$

где АВВ – среднесуточная доза (I – среднесуточное поступление); C – концентрация вещества в среде обитания; CR – скорость поступления (объем ежедневно вдыхаемого воздуха, м³/день, или количество потребляемой питьевой воды, л/сут, и пр.); ED – продолжительность воздействия, лет; EF – частота воздействия, дней/год; BW – масса тела человека; AT – период усреднения экспозиции, лет; 365 – число дней в году (Руководство, 2004).

На этапе характеристики риска интегрируются все данные, полученные в процессе идентификации опасности, оценки зависимости «экспозиция-ответ» и оценки экспозиции; проводится совокупный анализ степени надежности полученных данных; описываются риски для отдельных факторов и их сочетаний, а также характеризуется вероятность и тяжесть возможных неблагоприятных эффектов на здоровье человека.

Результаты. В результате проведения гидрохимических исследований экологами Ульяновского государственного университета источников питьевого водоснабжения районов Ульяновской области установлен перечень приоритетных загрязнителей – это аммоний общ., железо сум., медь, фосфаты, сульфаты, хлориды, нитраты, цинк, марганец и хром. Превышения предельно допустимых концентраций обнаружены по трем загрязняющим веществам – железо сум., марганец и сульфаты. В результате расчетов относительного условного риска установлено, что концентрация в питьевой воде сульфата на уровне минимального риска (0,03) обнаружена в Павловском районе, железа и марганца (в диапазоне 0,03-0,09) в Базарносызганском и Кузоватовском районах, марганца (0,03) в Сенгилеевском районе. Концентрация железа на уровне пороговых хронических эффектов обнаружена в питьевой воде Барышского (0,13), Мелекесского (0,16), Сенгилеевского (0,13) районов. Тяжелые хронические эффекты может вызывать концентрация железа и марганца в питьевой воде Старомайнского (0,4 и 0,3) и Чердаклинского (0,9 и 0,27) районов.

Расчет среднесуточной дозы показал, что из 8 загрязняющих веществ, относящихся к 3 классу опасности, в таких районах как (дети) – Базарносызганский, Барышский, Кузоватовский, Мелекесский, Николаевский, Павловский, Сенгилеевский, Чердаклинский, (подростки) – Базарносызганский, Мелекесский, (взрослые) – Базарносызганский, Кузоватовский, Мелекесский, Николаевский, Чердаклинский по 4-5 веществам (нитратам, железу, фосфатам, нитратам, меди) обнаружен неприемлемый для населения риск, который обуславливает 3-4 случая развития патологии на 10 000 человек.

Заключение. Таким образом, в результате произведенной оценки риска для здоровья установлено, что в ряде районов области вода из питьевых источников может являться фактором риска развития заболеваний.

Список литературы:

1. Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска. – М., 2017. – 68 с.
2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 144 с.

**Drinking water contaminants as risk factors for the health
of the Ulyanovsk region population**

Ermolaeva S.V.

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

The main goal of health risk analysis is to obtain and generalize information about the possible influence of environmental factors on human health. As a result of hydrochemical analysis of drinking water supply sources in the Ulyanovsk region, a list of main contaminants has been established. It includes ammonium, iron, copper, phosphates, sulfates, chlorides, nitrates, zinc, manganese and chromium. Among them three pollutants – iron, manganese and sulfates – had surpassed maximum permissible concentration. The concentration of iron at the level of threshold chronic effects was found in drinking water of Baryshsky (0.13), Melekessky (0.16), Sengileevsky (0.13) districts. Severe chronic effects can be caused by the concentration of iron and manganese in the drinking water of the Staromainsky (0.4 and 0.3) and Cherdaklinsky (0.9 and 0.27) districts. Assessment of health risks led us to the conclusion that drinking water can serve as an additional risk factor and provoke disease development.

Key words: risk factors, morbidity, maximum permissible concentration, pollutants, relative conditional risk, average daily dose.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-94-97

**Половой диморфизм в физическом развитии юношей и девушек
северного региона с установленным диспластическим фенотипом**

*Ильющенко Н.А., Гайнутдинова Ю.О., Эскиндырова З.Б., Рагозина О.В.,
Шевнин И.А., Джафарова Б.З.*

БУ ВО ХМАО-Югры «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия»,
Ханты-Мансийск, Россия

Проанализированы данные антропометрического и соматотипологического исследования 164 юношей и 93 девушек ХМАО-Югры, разных половых соматотипов с различной выраженностью признаков-фенов недифференцированной дисплазии соединительной ткани (НДСТ). Установлено, что 44% юношей и 22% девушек с НДСТ, согласно половой соматической дифференцировки соответствуют биологическому полу, у 34% юношей и 53% девушек выявляется легкая дисплазия пола в виде мезоморфии, а признаки инверсии пола имеют 19% юношей и 21% девушек. Недифференцированная дисплазия соединительной ткани влияет на выраженность морфотипологических отличий между половыми соматотипами и появление признаков грациализации внутри их.

Ключевые слова: северный регион, юношеский возраст, половой диморфизм, недифференцированная дисплазия соединительной ткани.

Введение. Физическое развитие очень тесно связано с общей и физической конституцией, с половым диморфизмом, двигательной активностью, здоровьем молодого поколения, характеристикой климатических условий региона проживания, адаптационными возможностями и имеет существенное значение для молодого и растущего организма в процессе формирования и полового созревания в пубертатном и постпубертатном периодах (Тимошенко К.Т., Николенко В.Н., Минибаев Т.Ш. и др., 2016; Пуликович А.С., Кочан Н.С., Сидоренко А.В. и др., 2017).

Целью настоящего исследования послужило определение морфотипологических характеристик физического развития юношей и девушек различных половых соматотипов по классификации J.M. Tanner (Tanner J.M., 1962) и влияние на них недифференцированной дисплазии соединительной ткани.

Методика. В исследовании приняли участие 164 юноши и 93 девушки, рожденные и проживающие на территории ХМАО-Югры. Все обследованные относились к юношескому периоду развития. Фенотипические проявления недифференцированной дисплазии соединительной ткани (НДСТ) оценивались по модификации карты M.J. Glesby (Glesby M.J., 1989) и Онуфрийчук Ю.О. с соавт. (Онуфрийчук Ю.О., Рагозин О.Н., 2009), включающих 75 признаков-фенов. Группу исследования (ГИ) составили 46 юношей и 32 девушки, у которых количество диагностически значимых признаков-фенов НДСТ составило 6 и более признаков. Группу сравнения (ГС) составили 118 юношей и 61 девушка, у которых было выявлено менее 6 диагностически значимых признаков-фенов. Антропометрическое обследование проводилось по общепринятой методике В.В. Бунака (Бунака В.В., 1941), и включало 45 измерительных признаков. Для определения уровня полового диморфизма, произведено соматотипирование всех участников на основании показателей индекса J.M. Tanner (Tanner J.M., 1962). Полученный материал обрабатывался в программе Statistica 6.0 и Excel 2013 с применением методов непараметрической статистики.

Результаты. В (ГИ) андроморфный соматотип был установлен у 21 (45%) юношей и 8 (25%) девушек, мезоморфный у 16 (34,8%) и 17 (53,12%), гинекоморфный у 9 (19,56%) и 7 (21,88%) соответственно. В (ГС) андроморфия выявлялась у 52 (44%) юношей и 19 (31,15%) девушек, мезоморфия у 51 (43,20%) и 34 (55,73%), а гинекоморфия у 15 (12,80%) и 8 (13,11%) соответственно. Юноши гинекоморфносоматотипа (ГИ) имели достоверно ($p < 0,05$) низкие значения массы тела, окружности грудной клетки, окружности плеча и окружности голени по сравнению с юношами других соматотипов данной группы. Поперечный диаметр грудной клетки, окружность бедер, и окружность талии были достоверно больше ($p < 0,05$) у юношей андроморфного соматотипа (ГИ) по сравнению с юношами других типов. По длине верхней конечности, ширине плеч и мышечному компоненту установлены достоверные статистически значимые отличия между представителями всех трех половых соматотипов ($p < 0,05$). Девушки андроморфного соматотипа (ГИ) имели достоверно большие показатели длины тела, длины тела сидя, окружности бедер, межостистого и межвертельного диаметров по сравнению с девушками мезоморфного соматотипа ($p < 0,05$), но по этим же параметрам статистически не отличались от девушек гинекоморфного соматотипа. Показатели длины тела сидя, окружность бедер, мышечный компонент состава тела и межвертельный диаметр имели статистически большие значения ($p < 0,05$) у девушек гинекоморфного соматотипа по сравнению с девушками мезоморфного типа. Диаметр плеч имел статистически значимые ($p < 0,05$) отличия у девушек всех выделенных соматотипов.

В группе сравнения (ГС) юноши андроморфного соматотипа имели достоверно большие ($p < 0,05$) средние значения длина тела, массы тела, диаметров и окружности грудной клетки, размаха рук, диаметров эпифизов конечностей и окружностей конечностей по сравнению с юношами других соматотипов. У девушек (ГС) статистически значимые отличия выявлены различия антропометрических показателей в крайних половых соматотипах. Так, параметры массы тела, длины тела, длины тела сидя, жирового компонента и диаметров таза были достоверно больше ($p < 0,05$) у девушек андроморфного типа строения тела нежели у девушек гинекоморфного типа.

Анализ индексов пропорциональности у юношей и девушек (ГИ) показал, что средние значения кормического индекса у представителей гинекоморфного соматотипа были достоверно ниже ($p < 0,05$) чем у представителей андро- и гинекоморфного типа, что указывало на короткий корпус у первых и средний у всех остальных. Средние значения индекса Бругша, были достоверно ниже у представителей и представительниц гинекоморфного соматотипа (ГИ), что характеризовало их грудную клетку как узкую. Показатели индекса плеч, и индекса формы туловища достоверно отличались у юношей и девушек всех трех соматотипов ($p < 0,01$) (ГИ). Согласно индексу W.L. Rees – H.J. Eysenck (Rees W.L., Eysenck H.J., 1945) среди юношей и девушек гинекоморфного соматотипа (ГИ) пикников не выявлено, нормостеников – незначительное количество (11,10% и 15,73%), а астеники составляли основную массу (88,89 и 84,27% соответственно), также как в гинекоморфном (61,23% и 56,84%) и в мезоморфном типах (62,50% и 58,43%).

Заключение. Таким образом, в ходе настоящего исследования установлено, что независимо от степени диспластической стигматизации 44% юношей ХМАО-Югры являются зрелыми, поскольку имеют андроморфный соматотип. У 43% юношей выявляются внешние признаки легкой дисплазии пола, а у 13% формирование феминных черт в строении тела. У девушек северного региона установлены признаки инверсии пола с преобладанием мезоморфного и андроморфного соматотипов. Наличие НДСТ отражается на физическом развитии юношей и девушек различных половых соматотипов, чем больше степень стигматизации, тем выраженнее морфотипологические отличия между половыми соматотипами и ярче проявления грациализации внутри их.

Список литературы:

1. Антропометрические показатели студентов юношеского возраста на начальном этапе обучения в вузе / К.Т. Тимошенко, В.Н. Николенко, Т.Ш. Минибаев и др. // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 6 (279). – С. 29-32.
2. Бунак В. В. Антропометрия. Практический курс. – М., 1941. – 367 с.
3. Конституциональная характеристика физического развития и полового диморфизма юношей-европеоидов юга Сибири / А.С. Пуликович, Н.С. Кочан, А.В. Сидоренко др. // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 5; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=27011> (дата обращения: 15.04.2021).
4. Онуфрийчук Ю.О., Рагозин О.Н. Дисплазия соединительной ткани и сердечно-сосудистая патология у лиц, подвергающихся воздействию субэкстремальных факторов севера. – Ханты-Мансийск, 2010. – 133 с.
5. Glesby M.J., Pyeritz R.E. Association of mitral valve prolapse and systemic abnormalities of connective tissue. A. phenotypic continuum // JAMA. – 1989. – № 262 (4) – P. 523-526.
6. Rees W.L., Eysenck H.J. A factorial study of some morphological aspect of human constitution // Journal of Mental Science. 1945. – Vol. 91(386). – P. 8-21.
7. Tanner J.M. Growth and adolescence. – Oxford, 1962. – 325 p.

Sexual dimorphism in the physical development of boys and girls of the northern region with an established dysplastic phenotype

Ilyushenko N.A., Gainutdinova Yu.O., Eskindyrova Z.B., Ragozina O.V., Shevnin I.A., Jafarova B.Z.

Khanty-Mansiysk State Medical Academy, Khanty-Mansiysk, Russia

The article analyzes the data of an anthropometric and somatotypological study of 164 boys and 93 girls of the northern region, different sexual somatotypes with different severity of signs-phenes of undifferentiated connective tissue dysplasia. It was found that 44% of boys and 22% of girls with d, according to sexual somatic differentiation, correspond to the biological sex, 34% of boys and 53% of girls have mild gender dysplasia in the form of mesomorphy, and 19% of boys and 21% of girls have signs of sex inversion. Undifferentiated connective tissue dysplasia affects the severity of morphotypological differences between sexual somatotypes and the appearance of signs of gracialization within them.

Key words: northern region, adolescence, sexual dimorphism, undifferentiated connective tissue dysplasia.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-97-99

Влияние лекарственной электроаппликации биологически активного средства «Пеламин» от аппарата ЭЛАВ-8 на микроциркуляцию в ухе кролика

Инюшкина Е.М.¹, Воробьев Д.В.², Инюшкин А.Н.¹

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национально-исследовательский университет имени академика С.П. Королева», Самара, Россия

²ООО «Центр медицинских инноваций доктора Воробьева Д.В.», Самара, Россия

В исследовании впервые было изучено влияние импульсных электрических токов от аппарата ЭЛАВ-8 и биологически активного вещества «Пеламин» на микроциркуляцию в ухе кролика.

Установлено, что импульсные токи от аппарата ЭЛАВ-8 частотой 100 Гц, а также биологически активное средство «Пеламин», введенное в паравертебральную область кролика посредством импульсных токов, оказывают вазодилататорное действие на сосудистое русло уха кролика. При этом трансдермальное введение биологически активного средства «Пеламин» с помощью токов от аппарата ЭЛАВ-8 оказывает более пролонгированный эффект на расширение сосудов.

Ключевые слова: Микроциркуляция, ухо кролика, паравертебральная область, диаметр сосудов, «Пеламин», аппарат ЭЛАВ-8.

Целью исследования являлось изучение эффективности воздействия импульсного тока частотой 100 Гц, а также лекарственной электроаппликации (трансдермальной электрофармстимуляции) биологически активного средства «Пеламин» от аппарата ЭЛАВ-8 (электроаппликатор доктора Воробьева) на микроциркуляцию в ухе кролика.

Методика. Эксперимент проводился в течение четырех недель. В работе использовали 6 кроликов одного помета возрастом 3 месяца. Сначала 6 кроликов входили в контрольную группу, затем они же – в опытную группу. Это было необходимо из-за

наличия индивидуальных особенностей микроциркуляторного русла уха каждого из кроликов. Вначале рассматривали ухо кролика при дневном освещении. Затем его фотографировали цифровым фотоаппаратом с целью зафиксировать сосуды уха в норме. В экспериментах использовали аппарат ЭЛАВ-8 – это медицинский электрод (электро-аппликатор), соединенный с генератором стимулирующего электрического тока (Воробьев, 2011). Он предназначается для трансдермального введения лекарственных веществ, при лечении заболеваний опорно-двигательной системы и др. (Воробьев Д.В. и др., 2015; Vorobev D.V., 2014). На область спины кролика, воздействовали импульсным электрическим током частотой 100 Гц и амплитудой 10 В от ЭЛАВ-8, паравертебрально. Воздействие осуществляли на протяжении 15 минут. Фотоаппаратом фиксировали сосуды уха на 3, 5, 10 и 15 минутах воздействия от ЭЛАВ-8 на одинаковом расстоянии. Повторяли то же самое, предварительно смазав область воздействия биологически активным средством «Пеламин», для его трансдермального введения посредством электрического тока от ЭЛАВ-8. Затем сравнивали сосуды уха до воздействия, на 3, 5, 10 и 15 минутах. Результаты обрабатывали в программе ImageJ, позволяющей измерять диаметр сосудов, графики строили в программе SigmaPlot.

Результаты. При воздействии тока от ЭЛАВ-8 наблюдалось расширение сосудов, а также увеличение общей площади сосудов уха. Диаметр верхней части артерии на 3-й минуте увеличивается на 11%, на 5-й и 10-й минутах – на 15%, на 15-й – на 14% (по сравнению с 1-й минутой). Диаметр нижней части артерии на 3-й минуте увеличивается на 10%, на 5-й и 10-й минутах – на 15%, на 15-й – на 13% (по сравнению с 1-й минутой).

В работе использовалась современная методика исследования эффективности лекарственной электроаппликации (трансдермальной электрофармстимуляции) (Инюшкина Е.М., Воробьев Д.В., Инюшкин А.Н., 2019; Инюшкина Е.М., Воробьев Д.В., Ткачева М.А. и др., 2019). Воздействие импульсных токов от аппарата ЭЛАВ-8 в сочетании с введением биологически активного средства «Пеламин» методом лекарственной электроаппликации так же оказывали вазодилататорное действие на сосуды уха кролика. Изменения происходили последовательно, и достигали максимального эффекта на пятнадцатой минуте. Диаметр верхней части артерии на 3-й минуте увеличивается на 4,3%, на 5й – на 8,6%, на 10-й – на 12%, на 15-й – на 16%. Диаметр нижней части артерии на 3-й минуте увеличивается на 5,5%, на 5-й и на 10-й минутах – на 13%, на 15-й – на 16% (по сравнению с 1-ой минутой).

Заключение. Нами было показано, что комбинированное воздействие импульсного электрического тока от аппарата ЭЛАВ-8 и биологически активного средства «Пеламин» оказывает более пролонгированный эффект на расширение сосудистого русла. Данное биологически активное средство основано на лечебной грязи, что может улучшить его терапевтический эффект за счет повышения проникающей способности «Пеламина». Этот факт может свидетельствовать о том, что имеется возможность его использования для лечения и реабилитации пациентов с нарушением микроциркуляции в лечебно-профилактических учреждениях и домашних условиях.

Список литературы:

1. Воробьев Д.В., Константинова Е.С. Комплексное лечение гонартроза с использованием трансдермальной электрофармстимуляции // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2015. – № 1. – С. 66-69.
2. Инюшкина Е.М., Воробьев Д.В., Инюшкин А.Н. Исследование влияния трансдермальной электрофармстимуляции гуминовых кислот на поведение крыс в тесте: «черно-белая камера» // Актуальные проблемы охраны здоровья и безопасности детей: материалы Всерос. научно-практической конф. – 2019. – С. 118-123.

3. Исследование влияния трансдермальной электрофармстимуляции с препаратом Валериана Хель на уровень стресса у лабораторных животных / Инюшкина Е.М., Воробьев Д.В., Ткачева М.А., Инюшкин А.Н. // Актуальные проблемы экопрофилактики и пути их решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции / под общей редакцией Д.В. Воробьева, Н.В. Тимушкиной. – 2019. – С. 115-122.

4. Электроаппликатор доктора Воробьева (ЭЛАВ-8) устройство, модификации, методики лечения заболеваний опорно-двигательной системы: методические рекомендации / авт. сост. Д.В. Воробьев. – Самара: АНО «Центр медицинских инноваций доктора Воробьева Д.В.», 2011. – 24 с.

5. Vorobiev D.V. Application prospects of transdermal Electropharmstimulation and Electroapplication in Treatment of Diseases of the musculoskeletal System // Int. med. kongr. "Moderne Aspekte der Prophylaxe, Behandlung und Rehabilitation" 10-14 Yuni, 2014. – Hannover, 2014. – P. 167-168.

The effect of medicinal electroapplication of the biologically active agent "Pelamine" from the ELAV-8 device on microcirculation in the rabbit ear

Inyushkina E.M.¹, Vorobiev D.V.², Inyushkin A.N.¹

¹Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, Samara, Russia

²Dr. Vorobyov D.V. Center for Medical Innovations LLC, Samara, Russia

The study was the first to study the effect of pulsed electric currents from the ELAV-8 device and the biologically active substance "Pelamine" on microcirculation in the rabbit ear.

It was found that pulsed currents from the ELAV-8 device with a frequency of 100 Hz, as well as the biologically active agent "Pelamine" injected into the rabbit's paravertebral region by means of pulsed currents, have a vasodilatory effect on the vascular bed of the rabbit's ear. At the same time, transdermal administration of the biologically active agent "Pelamine" with the help of currents from the ELAV-8 device has a more prolonged effect on vasodilation.

Key words: *Microcirculation, rabbit ear, paravertebral region, vascular diameter, "Pelamine", ELAV-8 device.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-99-102

Прогнозирование радиационного фона территорий Казахстана, расположенных вблизи уранодобывающих отраслей

Исмаилова А.А.¹, Нурбаева Н.А.²

¹НАО «Медицинский университет Астана» Министерство здравоохранения Республики Казахстан, Нур-Султан, Казахстан

²НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина», Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, Нур-Султан, Казахстан

Значительная часть территории Казахстана характеризуется высоким естественным радиационным фоном почв и горных пород, распространением природных грунтовых и подземных вод с высокими содержаниями радионуклидов в районах урановых, ториевых и редкометалльных рудных провинций и районов. Поэтому проведение качественного радиационного мо-

иторинга состояния окружающей среды с помощью современных информационных систем позволит своевременно прогнозировать радиационный фон и наметить меры по снижению экологических рисков для здоровья нации в целом.

Ключевые слова: радиоэкология, мониторинг, безопасность жизнедеятельности, радионуклиды, здоровье нации.

Введение. Казахстан располагает одной четвертой частью мировых запасов урана, которые сосредоточены в 116 месторождениях. Добыча урана подземным скважинным выщелачиванием ведется в следующих провинциях: *Шу-Сарысуйской провинции* на месторождениях Уванас, Мынкудук, Канжуган, Моинкум, Акдала, Буденовское и Инкай; *Сырдарьинской провинции* на месторождениях Северный и Южный Карамурун, Ирколь и Хорасан; *Северо-Казахстанской провинции* на месторождении Семизбай. Объемы накапливающихся радиоактивных отходов уранодобывающих предприятий составляют 61 млн тонн, а суммарная активность – 168,4 тыс. Ки (Кенесариев У.И., Жакашов Н.Ж., 2006; Айкешев Б.М., Муса К.Ш., 2007; Масалимов Е.Т., Апсаликов К.Н., Гусев Б.И., 2012; Каскенов Н.А., Бейсекеев К.Р., 2013).

Методика. Гигиеническая оценка радиационного состояния территорий Казахстана осуществлялась по данным отчетным материалов Центров санитарно-эпидемиологического надзора и Департаментов Казгидромет за 2000-2020 годы.

Результаты. Результаты анализа радиационного мониторинга за 2000-2020 годы позволили установить, что среднее значение радиационного гамма-излучения в целом Республике Казахстан варьировала в диапазоне от 0,19 до 0,32 мкЗв/ч.

Так, в 2000 году среднее значение гамма фона находилась в диапазоне 0,19 мкЗв/ч и был ниже почти на 60%, по сравнению с 2020 годом. Аналогичная ситуация наблюдалась и в 2010 году, где среднее значение гамма-фона варьировалось в пределах 0,21 мкЗв/ч, что ниже на 54,9%, по сравнению с 2020 годом. Разница среднего показателя радиационного гамма фона за период с 2000 по 2020 год составила 0,13 мкЗв/ч.

Наиболее высокие значения плотности были зафиксированы в Карагандинской, Восточно-Казахстанской и Южно-Казахстанской областях.

Главными факторами сложившейся радиоэкологической ситуации на территориях Казахстана следует считать наличие:

- объектов урановой промышленности;
- мест захоронения радиоактивных отходов;
- карьеров открытой добычи полезных ископаемых с высоким естественным уровнем радиоактивного излучения и др.

В настоящее время напряжена обстановка с утилизацией и захоронением радиоактивных отходов: в более чем 100 местах хранения сосредоточено около 50 млн тонн радиоактивных отходов общей интенсивностью более 50 тыс. кюри.

При радиационном обследовании было обнаружено и ликвидировано более 700 неконтролируемых источников, из которых 16 – смертельно опасные для человека.

При ненадлежащем отношении к данной проблеме, ситуация может усугубиться и перерасти в экологический кризис, а затем и в экологическую катастрофу.

Результаты анализа радиоэкологического мониторинга позволили сделать прогноз на ближайшие 10-20 лет.

Если же ситуация будет развиваться по сложившемуся сценарию на протяжении следующих десятилетий, при имеющемся показателе радиационного гамма-фона в 2020 году (0,32 мкЗв/ч), то к 2030 году показатели будут равны 0,45 мкЗв/ч, а к 2040 – 0,58 мкЗв/ч – что приведет к дестабилизации радиоэкологической ситуации на территории Казахстана.

Заключение. Прирост показателя радиационного гамма-фона исследуемых территорий, при неизменном его состоянии может повлечь неминуемую угрозу в ближайшие 20 лет.

Поэтому встает острая необходимость снижения уровня радиационного фона от искусственных источников, методами совершенствования технологии добычи радиоактивных элементов, захоронения радиоактивных отходов и способов их дезактивации.

Список литературы:

1. Айкешев Б.М., Муса К.Ш. Актуальные вопросы экологической безопасности ракетно-космической деятельности в Казахстане // Экологическая безопасность урбанизированных территорий в условиях устойчивого развития: материалы Междунар. научно-практ. конф. – Астана, 2007. – С. 41-44.

2. Каскенов Н.А., Бейсекеев К.Р. Радиационный мониторинг территорий Казахстана, подверженных воздействию урановой промышленности. Оценка рисков экологического дисбаланса. – Алматы, 2013. – С. 255-258.

3. Кенесариев У.И., Жакашов Н.Ж. Эколого-гигиеническая оценка объектов окружающей среды Западного Казахстана, прилегающих к полигону Капустин Яр // Научно-прикладные исследования в области охраны окружающей среды: сборник науч. трудов МООС РК. – Алматы, 2006. – Т. 1. – С. 115-121.

4. Масалимов Е.Т., Апсаликов К.Н., Гусев Б.И. и др. Радиоэкологическая обстановка урбанизированных территорий Казахстана в зоне влияния цветной металлургии // Гигиена труда и мед. экология. – 2012. – № 1(34). – С. 31-39.

Forecasting the radiation background in the territories of Kazakhstan located near the uranium mining industries

Ismailova A.A.¹, Nurbaeva N.A.²

¹Astana Medical University Ministry of Health Republic of Kazakhstan,
Nur-Sultan, Kazakhstan

²S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Ministry of Agriculture
of the Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan, Kazakhstan

A significant part of the territory of Kazakhstan is characterized by a high natural background radiation of soils and rocks, the spread of natural ground and underground waters with high concentrations of radionuclides in the regions of uranium, thorium and rare metal ore provinces and regions. Therefore, conducting high-quality radio monitoring of the state of the environment using modern information systems will make it possible to predict the background radiation in a timely manner and outline measures to reduce environmental risks to the health of the nation as a whole.

Key words: radioecology, monitoring, life safety, radionuclides, national health.

Влияние сероводорода на характеристику терминалей нервно-мышечного синапса диафрагмы крысы¹

Каденов А.Н., Яковлева О.В.

ФГБОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия

Сероводород – один из газотрансмиттеров, также выполняющий другие биологические функции, антиоксидантные свойства которого являются одним из важных. Исследование проводилось на крысах обоего пола в возрасте от 6 до 18 дней. Мы показали, что у потомства самок, которым вводили подкожно сероводород, увеличивается площадь и свечение нервных терминалей в период постнатального онтогенеза, что в дальнейшем может быть использовано для нивелирования эффектов гипергомоцистеинемии на синаптическую передачу.

Ключевые слова: нервно-мышечный синапс, флуоресцентная микроскопия, сероводород.

Введение. Эндогенный сероводород образуется в организме из цистеина при помощи ферментов цистатионин-β-синтетазы и цистатионин-γ-лиазы. Способность сероводорода к связыванию АФК, что повышает выживаемость нейронов. Серосодержащая аминокислота – гомоцистеин, при повышенных концентрациях приводит к заболеванию гипергомоцистеинемии. Показано, что введение донора сероводорода самкам крыс с гипергомоцистеинемией, сводит к нулю поведенческие нарушения и устраняет развитие оксидативного стресса в тканях головного мозга у потомства данных самок (Яковлева О.В. и др., 2021). Имеются данные, что снижение активности антиоксидантных ферментов и ферментов синтеза сероводорода, вызванных гипергомоцистеинемией, вызывает нейротоксический эффект, но введение донора сероводорода в эмбриональный период развития нивелирует данный эффект (Богатова К.С. и др., 2021).

Ранее в нашей лаборатории исследовали влияние хронического hНСУ на периферическую синаптическую передачу и окислительно-восстановительный статус в ЦНС.

Целью нашей работы было проанализировать влияние пренатального введения донора сероводорода на морфофункциональные параметры нервно-мышечного синапса крыс в возрасте 6-18 дней.

Методика. Все эксперименты на животных проводились в соответствии с Директивой Совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 года (2010/63/ЕЕС) и одобрены Локальным этическим комитетом КФУ. Детеныши для контрольных экспериментов родились от самок, которых кормили adlibitum контрольной диетой. Детеныши с H₂S родились от самок, которые получали ежедневную инъекцию NaHS (3мг/кг), за 2 недели до и во время беременности (Khuzakhmetova V., Yakovleva O., 2018).

Эксперименты проводились на изолированном препарате грудобрюшного нерва диафрагмы детенышей лабораторных крыс P6-18. Вывод животных осуществляли декапитацией с предварительной анестезией 5% изофлурана (Abbott Laboratories, США) в соответствии с Директивой Совета Европейского Союза (24 ноября 1986 г. 86/609/ЕЕС).

На время эксперимента нервно-мышечный препарат был помещен в ванночку, и был подключен к системе постоянной перфузии стандартным раствором Кребса содержащий (в мМ): NaCl, 137.0; KCl, 5.0; CaCl₂, 2.2; MgCl₂, 1.0; NaH₂PO₄, 1.0; NaHCO₃, 16.0; глюкоза, 11.0 (t=20 °C, pH 7.2-7.4).

¹ Работа поддержана РФФ No 14-1500618.

Для изучения процесса эндоцитоза синаптической везикулы, использовался флуоресцентный краситель FM 1-43 (3 μm), который обратимо связывается с пресинаптической мембраной, и вовремя эндоцитоза появляется внутри новообразованных синаптических везикул нервных окончаний («загрузка» в нервную терминаль). В таком случае, флуоресцентное свечение нервных терминалей показатель активности эндоцитоза. Для загрузки красителя проводили стимуляцию нерва с частотой 50 Гц в течение 1 минуты. FM 1-43 присутствовал в растворе 1 минуты во время стимуляции и 7 мин после нее.

Флуоресцентное свечение нервных терминалей регистрировали с помощью микроскопа AxioScopeA1, оснащенного высокоскоростной монохромной камерой AxioCamMRm (CarlZeiss, Германия). Регистрировались только лежащие на поверхности нервные терминали. Среднее свечение на части нервных терминалей длиной 10-20 μm оценивали в относительных единицах (отн. ед.) серого цвета от 0 до 256 пикселей. Также рассчитывали площадь терминалей. Считали площадь всей терминали, включая светящиеся пятна, отражающие активные зоны, и расстояние между ними, в μm^2 . Все данные обработаны методами вариационной статистики. Для анализа достоверности данных использовались методы параметрического анализа независимых выборок с нормальным распределением (ANOVA) с уровнем достоверности $p < 0,05$. Соответствие набора данных нормальному распределению оценивали с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Количественные результаты исследования представлены в виде среднего значения \pm стандартное отклонение (SD), n – количество независимых экспериментов / проанализированных терминалей.

Результаты. В наших экспериментах мы наблюдали различные типы пресинаптических окончаний FM 1-43. На P6 были визуализированы бляшкообразные синапсы с равномерной флуоресценцией. На P10 появилось несколько ветвей и перфораций нервных окончаний с отдельными яркими активными зонами. На P18 наблюдались разветвленные концевые ветви с множеством активных зон, отражающие созревание синаптических контактов до взрослых форм. Одновременно средняя площадь пресинаптических окончаний увеличилась с P6 до P18 крыс.

У контрольных детенышей площадь нервных окончаний составляла $67.16 \pm 4.52 \mu\text{m}^2$ ($n=41$, $N=3$) в P6, $84.35 \pm 3.35 \mu\text{m}^2$ ($n=75$, $N=3$) в P10 и $174.93 \pm 5.81 \mu\text{m}^2$ ($n=119$, $N=3$, $p < 0,05$) у животных P18. Эти данные согласуются с результатами, полученными другими авторами, где в качестве маркера пресинаптической области использовались специфические антитела к пресинаптическому белку синаптофизину (Khuzakhmetova et al., 2014).

У детенышей с пренатальным введением донора сероводорода средняя площадь пресинаптических нервных окончаний на P6 и P10 животных была больше по сравнению с контрольной группой ($136.14 \pm 7.84 \mu\text{m}^2$, $n=26$, $N=2$, $p < 0,05$ и $196.72 \pm 5.33 \mu\text{m}^2$, $n=14$, $N=3$, $p < 0,05$ соответственно). Более того, зрелые формы нервных окончаний с отдельными активными зонами наблюдались в течение первой и второй недель развития. На P18 площадь нервных окончаний также была выше, чем у контрольных крыс ($221.06 \pm 5.54 \mu\text{m}^2$, $n=25$, $N=2$, $p < 0,05$).

Заключение. Таким образом, мы наблюдали, что у детенышей, матерям которых вводили донор сероводорода, увеличивается площадь нервных терминалей по сравнению с контрольными животными, на определенных стадиях постнатального онтогенеза. В будущем будут рассмотрены эффекты влияния донора сероводорода на нервно-мышечный синапс диафрагмы детенышей с пренатальной гипергомоцистеинемией.

Список литературы:

1. Богатова К.С., Курмашова Е.Д., Яковлева О.В., Дмитриева С.Д., Яковлев А.В. Сероводород снижает уровень оксидативного стресса в клетках гиппокампа у крыс с

пренатальной гипергомоцистеинемией // Рецепторы и внутриклеточная сигнализация. – 2021. – С. 604-609.

2. Яковлева О.В., Богатова К.С., Герасимова Е.В., Мухтарова Р.А., Ситдикова Г.Ф. Влияние сероводорода на двигательные дисфункции и уровень оксидативного стресса у взрослых крыс с пренатальной гипергомоцистеинемией // Российский кардиологический журнал. – 2021. – С. 58.

3. Khuzakhmetova V., Yakovleva O., Dmitrieva S., Khaertdinov N., Ziyatdinova G., Giniatullin R., Yakovlev A., Bukharaeva E., Sitdikova G. Prenatal hyperhomocysteinemia induces oxidative stress and accelerates ‘aging’ of mammalian neuromuscular synapses / Developmental Neuroscience. – 2019. – Vol. 75. – № 1. – P. 1-12.

4. Khuzakhmetova V., Samigullin D., Nurullin L., Vyskočil F., Nikolsky E., Bukharaeva E. // Developmental Neuroscience. – 2014. – Vol. 34. – P. 9-18.

Effect of hydrogen sulfide on the characteristics of the neuromuscular synapse terminals of the rat diaphragm

Kadenov A.N., Yakovleva O.V.

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

Hydrogen sulfide is one of the gas-transmitters that also performs other biological functions. The antioxidant property of this substance is one of the important ones. The research was conducted on rats of both sexes between 6 and 18 days of age. We have shown that the offspring of females injected subcutaneously with hydrogen sulfide increased the area and luminescence of nerve terminals during postnatal ontogenesis, which can be further used to level the effects of hyperhomocysteinemia on synaptic transmission.

Key words: neuromuscular synapse, fluorescent microscopy, hydrogen sulfide.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-104-108

Некоторые психофизиологические параметры человека при проведении пассивной ортостатической пробы

Карникова Т.С., Семилетова В.А., Дорохов Е.В.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко», Воронеж, Россия

В исследовании приняли участие 14 студентов-добровольцев 2 курса ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. Определена ситуативная тревожность, проведены тесты на определение простой и сложной сенсо-моторной реакции, записан кардиоритм испытуемых (с помощью УФП “Психофизиолог”). Сатурация кислорода определена с помощью оксигемометра. Динамические параметры зарегистрированы: лежа в состоянии функционального покоя (фон 1), вертикаль на 65-70° (вертикаль), лежа после вертикализации (горизонталь), лежа в состоянии функционального покоя (фон 2). Анализ полученных данных проведен с помощью программ Excel и StatPlusPro. Выявлено, что при вертикализации изменения в регуляции деятельности сердца испытуемых осуществляются преимущественно за счет центральных механизмов регуляции через симпатическую нервную систему. Перевод из вертикального в горизонтальное состояние сопровождается перестройкой системы регуляции в сторону активации подкорковых

нервных центров и смещением баланса СНС/ПСНС в сторону парасимпатической нервной системы.

Ключевые слова: *пассивная ортостатическая проба, кардиоритм, простая сенсомоторная реакция.*

Введение. Пассивная ортостатическая проба является важным диагностическим методом изучения синкопальных состояний и состояния регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы человека (Булатецкий С.В., 2016; Гончарова Н.Ю., 2017; Севрюкова Г.А., 2018). В силу чего данная проба может применяться в качестве провокационной пробы при исследовании физиологических механизмов, обеспечивающих положительное влияние немедикаментозных методов восстановления, укрепления и сохранения здоровья человека (Семилетова В.А., 2017, 2020). В связи с чем, цель нашего исследования – изучение изменений некоторых психофизиологических параметров человека при проведении пассивной ортостатической пробы.

Методика. В исследовании приняли участие 14 студентов-добровольцев 2 курса ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, возраст 18-20 лет (юноши). По формуле Лера минимальный объем выборки для нашего исследования должен составлять 10 человек. Критериями включения в экспериментальную группу явились: отсутствие острых респираторных заболеваний, заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем, эпилепсии, удовлетворительный уровень состояния здоровья.

Пассивная ортостатическая проба представляла собой пассивную вертикализацию испытуемого на 70° с помощью ортостола, и проводилась при температуре 18-22 °С, время экспозиции в вертикальном состоянии 5 минут.

До проведения исследования все испытуемые подписали добровольное согласие на участие в исследовании и ответили на вопросы анкетирования, что позволило включить их в экспериментальную группу.

Определена ситуативная тревожность (по Спилгеру), проведены тесты на определение простой и сложной (реакция выбора) сенсо-моторной реакции, записан кардиоритм испытуемых – с помощью устройства программного аппаратного комплекса психофизиологического тестирования “Психофизиолог” (“Медиком”, г. Таганрог). Сатурация кислорода определена с помощью оксигемометра.

Динамические параметры зарегистрированы в следующих функциональных состояниях испытуемых: лежа в состоянии функционального покоя (фон 1), вертикаль на 65-70° (вертикаль) – на 1-3 минутах, лежа после вертикализации (горизонталь) – на 1-3 минутах, лежа в состоянии функционального покоя (фон 2).

Анализ полученных данных проведен с помощью программ Excel и StatPlusPro. Определена нормальность распределения признаков с использованием критерия Шапиро-Уилка. Расчет достоверности отличий между зависимыми переменными проведен с использованием непараметрического критерия Уилкоксона для зависимых переменных.

Результаты. В соответствии с полученными данными выявлена умеренная ситуативная тревожность испытуемых ($M_e=35$; $Q_1-Q_3=30-49.75$). Динамика сатурации кислорода при проведении пассивной ортостатической пробы была без значимых изменений ($M_e=98$ независимо от функционального состояния испытуемых, $Q_1-Q_3=97-99$). Следовательно, при проведении пассивной ортопробы в условиях умеренного информационного стресса организм человека удовлетворительно справляется со своей главной функцией – поддержанием оптимального уровня кислорода в крови.

Параметры сложной сенсо-моторной реакции после проведения пассивной ортопробы значимо не изменились в сравнении с функциональным состоянием покоя до ортопробы. Параметры простой зрительно-моторной реакции имели значимые отличия после пассивной ортопробы в сравнении с функциональным состоянием покоя до про-

ведения пассивного ортостаза. Уровень стабильности реакций до ортопробы: $Me=4.0$, $Q1-Q3=3.0-4.5$, после ортопробы: $Me=3.0$, $Q1-Q3=3.0-3.5$. Минимальное время реакции, мс: $Me=170$, $Q1-Q3=160-182$ в состоянии покоя перед ортопробой и $Me=159$, $Q1-Q3=153.5-169$ в состоянии покоя после ортопробы ($p=0,05^*$). Максимальное время реакции, мс: $Me=293$, $Q1-Q3=235-418$ в состоянии покоя перед ортопробой и $Me=381$, $Q1-Q3=306-477$ в состоянии покоя после ортопробы ($p=0,05^*$).

Оценка кардиоритма проведена в соответствии с рекомендациями Р.М. Баевского. Выявленные значимые отличия кардиоритма испытуемых в четырех функциональных состояниях: состояние функционального покоя до проведения ортопробы, вертикаль, горизонталь, состояние функционального покоя после проведения пассивной ортопробы. Так, RR_{min} и RR_{max} значимо уменьшались при вертикализации и значимо увеличивались в покое после ортопробы по отношению к исходному состоянию покоя ($p=0.05^*$).

Отметим, что в условиях умеренного напряжения индекс напряжения испытуемых значимо не изменялся при проведении пассивной ортостатической пробы.

Соотношение LF/HF – (коэффициент вагосимпатического баланса) – отношение мощности волн низкой частоты (LF) к мощности волн высокой частоты (HF) возросло в вертикальном положении тела ($Me=0.96$, $Q1-Q3=0.7-1.78$ в состоянии покоя и $Me=3.42$, $Q1-Q3=1.79-6.78$, $p=0.001^{**}$ при вертикализации), что говорит о преобладании симпатической нервной системы; при этом разброс значений у разных пациентов ($Q1-Q3$) увеличился. При возвращении в положение лежа соотношение LF/HF уменьшилось, уменьшился и разброс $Q1-Q3$. При этом отметим, что в состоянии покоя среднее абсолютное значение LF/HF у наших испытуемых соответствовало значениям LF/HF у здоровых людей: $0,7-1,5$.

Динамика индекса централизации менялась также значительно ($Me=1.79$, $Q1-Q3=1.28-2.76$ в состоянии покоя и $Me=5.63$, $Q1-Q3=3.01-10.11$, $p=0.001^{**}$ при вертикализации). Обращает на себя внимание увеличение ИЦ в вертикальном положении при увеличении разброса $Q1-Q3$ и возвращение этого показателя в фоновые пределы после возвращения испытуемых в горизонтальное положение.

А вот динамика индекса активации подкорковых нервных центров несколько иная. Активация подкорковых нервных центров усиливалась при переводе испытуемых из вертикального положения в горизонтальное, сохраняя свои значения при вертикализации пациентов ($Me=0.7$, $Q1-Q3=0.38-0.95$ в состоянии покоя и $Me=1.21$, $Q1-Q3=1.05-1.35$, $p=0.02^*$ при переходе в горизонтальное положение после вертикализации).

Выводы:

1. При выполнении пассивной ортостатической пробы – вертикализации – изменения в регуляции деятельности сердца испытуемых осуществляется преимущественно за счет центральных механизмов регуляции через симпатoadреналовую систему.

2. Перевод из вертикального в горизонтальное состояние сопровождается перестройкой системы регуляции в сторону активации подкорковых нервных центров и смещением баланса СНС/ПСНС в сторону активации парасимпатической нервной системы.

3. Сатурация кислорода во время выполнения пассивной ортостатической пробы значимо не меняется.

4. Параметры простой зрительно-моторной реакции после проведения пассивной ортопробы становятся менее стабильным, а параметры сложной зрительно-моторной реакции значимо не меняются.

Список литературы:

1. Булатецкий С.В. Оценка функционального состояния по результатам математического анализа ритма сердца при активной ортостатической пробе // Центральный научный вестник. – 2016. – Т. 1, № 15(15). – С. 10-12.
2. Гончарова Н.Ю., Батищева Г.А., Дулова Н.А. Особенности системного гемодинамического ответа при проведении пассивной ортостатической пробы // Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова с международным участием. – 2017. – С. 1454-1456.
3. Севрюкова Г.А., Настинова Г.Э., Товмасын Л.А., Севрюкова П.Л. Функциональное состояние системной гемодинамики российских и иностранных студентов на фоне ортостатической пробы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – 2018. – Т. 18, № 4. – С. 407-411.
4. Семилетова В.А. Изменение состояния регуляторных систем организма под влиянием музыки моцарта и цветотерапии // Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова с международным участием. – 2017. – С. 861-863.
5. Семилетова В.А., Машинская З.В., Деревянкин А.В. Исследование изменений психологических и физиологических параметров испытуемых с разным вегетативным статусом под влиянием sand-art терапии // Национальное здоровье. – 2020. – № 3. – С. 40-45.

Some psychophysiological parameters of a person during a passive orthostatic test

Karpikova T.S., Semiletova V.A., Dorokhov E.V.

Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

The study involved 14 volunteer students. Situational anxiety was determined, tests were carried out to determine simple and complex sensorimotor reactions, the cardiac rhythm of the subjects was recorded. Oxygen saturation was determined using an oximeter. Dynamic parameters were recorded: lying in a state of functional rest (background 1), vertical at 65-70° (vertical), lying after verticalization (horizontal), lying in a state of functional rest (background 2). The analysis of the data obtained was carried out using the Excel and StatPlus Pro programs. It was revealed that during verticalization, changes in the regulation of the heart activity of the subjects are carried out mainly due to the central mechanisms of regulation through the sympathetic nervous system. The transfer from a vertical to a horizontal state is accompanied by a restructuring of the regulatory system towards the activation of subcortical nerve centers and a shift in the balance of the SNS/PSNS towards the parasympathetic nervous system.

Key words: *passive orthostatic test, cardiac rhythm, simple sensorimotor reaction.*

Обоснование выбора показателей для оценки гипоксии нагрузки у человека и лабораторных животных

Ким А.Е.¹, Шустов Е.Б.², Лемещенко А.В.¹

¹ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

²ФГБУ «Научно-клинический центр токсикологии им. акад. С.Н. Голикова ФМБА России», Санкт-Петербург, Россия

В исследовании на здоровых спортсменах легкоатлетического профиля показано, что наиболее полно гипоксию физической нагрузки отражает показатель удельного кислородного долга (максимальный кислородный долг, деленный на 1000 Дж выполненной работы). При моделировании гипоксии нагрузки у лабораторных животных прямая регистрация возникающего кислородного долга технически трудно осуществима, а ее косвенными признаками могут быть снижение сатурации периферической крови, избыточная тахикардия и гиперлактатемия после нагрузочного периода.

Ключевые слова: гипоксия физической нагрузки, кислородный долг, спортсмены, лабораторные животные, лактат крови, физическая нагрузка.

Введение. Выполнение практически всех видов спортивных упражнений связано с возникновением гипоксии, как в работающих мышцах и мозге, так и в других органах. У человека прямым показателем, характеризующим развитие гипоксии нагрузки, является кислородный долг, определяемый как разницу между кислородным запросом организма и потребленным в ходе выполнения работы кислородом. Для его определения необходима регистрация респираторных показателей непосредственно в ходе нагрузке. Однако прямое использование этого показателя у лабораторных животных в ходе доклинических исследований крайне затруднительно по техническим причинам. В связи с этим было необходимо найти иные информативные показатели, определение которых, с одной стороны, свидетельствовало бы о наступлении и выраженности гипоксических состояний, и, с другой стороны, их определение было бы технически возможно у лабораторных животных, в том числе – в динамике при выполнении физических нагрузок.

Цель работы: обосновать выбор и критерии оценки показателей, характеризующих возникновение и выраженность гипоксии физической нагрузки, как у человека, так и у лабораторных животных.

Методика. Оценка функционального состояния добровольцев в ходе выполнения дозированной физической нагрузки возрастающей мощности (бег на тредбане) при помощи эргоспирометрической системы MetaLyzer 3B (Cortex, Германия) проводилась по показателям субъективной оценки выраженности утомления и возможности дальнейшего выполнения работы, а также методами объективного медицинского контроля с регистрацией показателей респираторной функции и газоанализа (легочной вентиляции и частоты дыхания, потребление кислорода и выделение углекислого газа, уровня оксигенации периферической крови, частоты сердечных сокращений и нарушений ритма сердца, гематологических показателей, а также глюкозы и лактата в периферической крови.

Результаты. Установлено, что уровень сатурации периферической крови по мере повышения мощности нагрузки, начиная с 150 Вт, снижается, имея в зоне нагрузок 100-125 Вт определенное плато, причем сатурация при максимальной нагрузке (250 Вт) от-

личается от стартового уровня в среднем на 6%. Вероятно, именно эта величина отражает формирующуюся у добровольцев «гипоксию нагрузки».

Показатель кислородного долга в абсолютных значениях (мл O_2) закономерно нарастает с продолжительностью выполнения нагрузки (объемом выполненной работы). Поэтому для сопоставления различных результатов более целесообразно использовать удельную величину – отношение максимального кислородного долга (МКД) к объему выполненной работы. Мы назвали этот показатель «долговая цена работы» – ДЦР (мл O_2 /Дж). Его интерпретация так же, как и самого кислородного долга, не однозначна. Высокие значения, отражающие большой кислородный долг при относительно не высоком объеме выполненной работы, характеризуют низкий уровень физической тренированности организма спортсмена. В то же время, высокий уровень кислородного долга при высоком объеме выполненной работы будет характеризовать способность выполнения нагрузок в условиях «гипоксии физической нагрузки», устойчивость к гипоксии, а также достаточную степень мотивации к нагрузкам. Частотное распределение ДЦР ближе к нормальному распределению, чем МКД. Фактически показатель ДЦР представляет собой наложение двух кривых нормального распределения – одну с максимумом в области 125 мл O_2 /кДж, вторую – с максимумом в области 155 мл O_2 /кДж, что, вероятно, отражает индивидуальные особенности реакции организма спортсменов на интенсивные физические нагрузки.

Уровень молочной кислоты на пике нагрузки, как показывает дисперсионный анализ, существенно зависит от ее интенсивности (коэффициент детерминации $D=0,28$, $p=0,001$) и косвенно может также характеризовать проявления гипоксии нагрузки.

При анализе корреляционных связей обращает на себя внимание, что МКД имеет только одну достоверную корреляционную связь – с ДЦР (+0,83), в то время как ДЦР имеет корреляционные связи со многими физиологическими показателями, и характеристиками работы спортсменов: объемом выполненной работы (-0,63), длительностью работы до отказа (-0,76), МПК (-0,67), максимальным выделением CO_2 (-0,79), максимальным значением МОД (-0,63), удельным приростом ЧСС на нагрузку (+0,69), гемоглобином крови (+0,56). Указанные особенности позволяют использовать этот показатель для оценки гипоксии нагрузки у людей. В то же время, аналогов данного показателя среди используемых в биомедицинских исследованиях физической работоспособности у лабораторных животных нет. В связи с этим оценка достижения и степени выраженности гипоксии нагрузки у лабораторных животных будет возможна по совокупным критериям косвенных показателей.

Заключение. Можно предположить, что в организме спортсменов реализуется следующая цепочка событий: в ответ на возрастающую нагрузку происходит закономерная активация дыхательной и сердечно-сосудистой систем, повышающая эффективный масс-перенос кислорода к мышцам (Бурых Э.А., 2019). При низком уровне физической нагрузки возможности повышения масс-переноса кислорода соответствуют кислородному запросу выполняющего физическую нагрузку организма, и гипоксия нагрузки не формируется, отмечается фаза плато на кривой сатурации крови (Ширяева А.И. с соавт., 2020). Однако при дальнейшем росте нагрузки возникает стрессовая активация прироста ЧСС без усиления масс-переноса кислорода, накапливающиеся восстановленные эквиваленты повышают активность ферментов анаэробного гликолиза – резервного для циклической работы пути энергопродукции. При этом усиливается как образование пирувата для его дальнейшей утилизации, так и его превращение в лактат. В организме начинают проявляться метаболические последствия гипоксии нагрузки – лактацидоз, нарушение функции гистогематических барьеров, активация перекисных и свободнорадикальных процессов, глюконеогенеза, насыщение эритроцитов продуктами протеолиза (Новиков В.С., Сороко С.И., Шустов Е.Б., 2018). В ответ на это

происходит активация транскрипции HIF-1 (гипоксия-индуцируемый фактор транскрипции), запускающего выработку стабилизирующих белков-шаперонов и ферментов резервных путей энергопродукции (Лукьянова Л.Д., 2019; Шустов Е.Б. с соавт., 2015).

Таким образом, для оценки гипоксии нагрузки в процессе ее биологического моделирования на лабораторных животных в качестве маркеров возникающей гипоксии, могут быть рекомендованы следующие косвенные признаки:

- снижение степени сатурации периферической крови;
- избыточный удельный прирост ЧСС, не соответствующий нагрузке;
- избыточная лактацидемия;
- активация транскрипции и накопление в тканях HIF-1 (на следовом этапе, через сутки после нагрузки).

Выполненные пилотные исследования на лабораторных животных (мыши, крысы, мини-пиги) подтверждают эффективность такого подхода.

Список литературы:

1. Бурых Э.А. Проблема оценки индивидуальной чувствительности и устойчивости к гипоксии у животных и человека // Журн. Эвол. Биох. и Физиол., 2019. – Т. 55, № 5. – С. 307-315.
2. Лукьянова Л.Д. Сигнальные механизмы гипоксии. – М.: РАН, 2019. – 215 с.
3. Новиков В.С., Сороко С.И., Шустов Е.Б., Деадаптационные состояния человека при экстремальных воздействиях и их коррекция. – СПб.: Политехника-принт, 2018. – 548 с.
4. Ширяева А.И., Шустов Е.Б., Фатеев И.В., Калтыгин М.В., Захарова М.З. Исследование реакций кардиореспираторной системы в условиях нормобарической гипоксии // Биомедицина, 2020. – Т. 16, № 3. – С. 120-124.
5. Шустов Е.Б., Каркищенко Н.Н., Дуля М.С., Семенов Х.Х., Оковитый С.В., Радько С.В. Экспрессия гипоксия-индуцибельного фактора HIF-1 α как критерий развития гипоксии тканей // Биомедицина. – 2015. – № 4. – С. 4-15.

Justification of the choice of indicators for assessing load hypoxia in humans and laboratory animals

Kim A.E¹, Shustov E.B², Lemeshchenko A.V¹

¹Military Medical Academy named after SM. Kirov, St. Petersburg, Russia

²Scientific and Clinical Center of Toxicology named after acad. S.N. Golikov, St. Petersburg, Russia

In a study on healthy athletes of the track and field profile, it was shown that the hypoxia of physical activity is most fully reflected by the indicator of specific oxygen debt (maximum oxygen debt divided by 1000 J of work performed). When simulating load hypoxia in laboratory animals, direct registration of the arising oxygen debt is technically difficult to implement, and its indirect signs may be a decrease in peripheral blood saturation, excessive tachycardia, and hyperlactatemia of the post-load period.

Key words: hypoxia of physical activity, oxygen debt, athletes, laboratory animals, blood lactate, physical activity.

Роль нарушений в функциональной активности тромбоцитов в патогенезе микроциркуляторных расстройств у пациентов с катаральным гингивитом

Китаева В.Н., Смолькина А.В.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Проведено комплексное обследование пациентов с хроническим катаральным гингивитом и с обострением хронического катарального гингивита с включением показателей микроциркуляторного звена системы гемостаза. У больных с обострением хронического катарального гингивита агрегационная активность тромбоцитов повышена, по сравнению с таковой у здоровых лиц. Это сопровождается статистически достоверным возрастанием максимальной степени агрегации, изменением времени достижения максимальной степени агрегации тромбоцитов.

Ключевые слова: агрегация тромбоцитов, катаральный гингивит, обострение хронического катарального гингивита.

Введение. Эпидемиологические исследования, проведённые в разных странах, показали, что болезнь пародонта являются самыми распространёнными в стоматологической патологии. Встречаются в разных группах населения, и до определённого возраста прогрессируют. (Грудянов А.И., 2014). При воспалении тканей пародонта происходит нарушение всех его функций. Прямым следствием этого являются нарушения жевательной функции, сложности протезирования.

Важно отметить, что коварство заболевания пародонта состоит в том, что они, как правило, протекают без значительных болевых ощущений. Зачастую единственным и существенным симптомом, в течение длительного времени, является неприятный запах изо рта. Эта особенность и является причиной того, что пациенты обращаются к специалистам на поздней стадии болезни, когда возникает подвижность зубов, абсцедирование и, наконец, боль даже при обычном сжатии зубов. Как правило, на этой стадии развития, у значительной части пациентов формируется состояние психологической подавленности, возникают затруднения в общении, снижается уровень социальной и профессиональной адаптации, качество жизни (Ореховой Л.Ю., 2004).

У взрослого населения наиболее часто (90%) встречается хронический катаральный гингивит или его обострение при данной патологии больные к врачу не обращаются, так как обычно нет боли в дёснах, но периодически появляются чувства дискомфорта, неприятный запах изо рта, кровоточивость в дёснах при чистке зубов и приёме твёрдой пищи. При обострении больные жалуются на усиление кровоточивости в области десны при чистке зубов, приёме пищи, чувство жжения (Киричук В.Ф., 2015).

Крайне важно для предотвращения развития данного заболевания его ранняя диагностика.

Цель настоящего исследования – изучение изменения агрегационной активности тромбоцитов у больных хроническим катаральным гингивитом и при его обострении, для своевременной постановки диагноза и дифференциальной диагностике заболеваний пародонта.

Методика. Обследовано 20 пациентов с диагнозом хронический генерализованный катаральный гингивит, 20 пациентов с диагнозом обострение хронического генерализованного катарального гингивита. Контрольную группу составили 22 практически здоровых донора –добровольца, сопоставимыми по возрасту с основной группой пациентов.

Всем пациентам проводилось комплексное исследование пародонта: гигиенический индекс Силнесса-Лоэ, индекс кровоточивости Мюллемана, проба Шиллера-Писарева (Грудянов А.И., 2004).

Больные с хроническим катаральным гингивитом жалоб на данное заболевание не предъявляли и обращались к врачу-стоматологу по поводу других заболеваний зубочелюстной системы. При опросе выявились такие симптомы, как периодически появляющиеся чувства дискомфорта в области десны, неприятный запах изо рта, кровоточивость. Инструментальное обследование выявило кровоточивость в области десны, мягкий зубной налёт, наддесневой зубной камень. При помощи пародонтологического зонда исследовали зубодесневую борозду: целостность зубодесневого соединения не нарушено, зубодесневой карман отсутствует.

Пациенты с обострением хронического генерализованного катарального гингивита обращались к врачу пародонтологу целенаправленно с определёнными жалобами: усиление кровоточивости в области десны при чистке зубов, приёме пищи, чувство жжения. Рентгенологически изменений тканей пародонта не обнаруживается.

Функциональная активность тромбоцитов определялась при помощи лазерного анализатора агрегации «Biola-230 Ltd», сопряжённого через интерфейс с IBM-совместимой программой «Aggr» (НПФ «Биола») (Безрукова И.В., 2020).

В качестве индуктора агрегации использовали АДФ в конечной концентрации 2,5 мкМ (фирмы «REANAL») и 1,5% раствор ристоцетиналиофилизированного 0,5 мл (фирмы «REANAL»). Все исследования проводились до начала комплексного лечения пациентов.

Результаты. У больных с обострением хронического катарального гингивита агрегационная активность тромбоцитов повышена, по сравнению с таковой у здоровых лиц. Это сопровождается статистически достоверным возрастанием максимальной степени агрегации, изменением времени достижения максимальной степени агрегации тромбоцитов. Указанные сдвиги в агрегационной способности тромбоцитов наблюдаются и у пациентов с хроническим катаральным гингивитом, но в наименьшей степени.

Указанные изменения в свойствах тромбоцитов могут быть начальным этапом в активации микроциркуляторного и коагуляционного звеньев системы гемостаза и возникновений синдрома десеменированного внутрисосудистого свёртывания крови, что не противоречит с данными литературы (Грудянов А.И., 2020).

Эти изменения могут приводить к нарушению микроциркуляции и реологических свойств крови у больных с указанной патологией и способствовать развитию дальнейшей патологии пародонта.

Заключение. Проведённые исследования доказывают, что расстройства микроциркуляции играют ключевую роль в патогенезе хронического катарального гингивита и корректируют со степенью его тяжести, а также могут быть одним из диагностических признаков данной патологии.

Список литературы:

1. Безрукова И.В., Грудянов А.И. Агрессивные формы пародонтита // Руководство для врачей. – 2020. – 126 с.
2. Грудянов А.И., Григорьян А.С., Фролова О.А. Диагностика в пародонтологии. – 2014. – 125 с.
3. Грудянов А.И., Овчинникова В.В., Дмитриева Н.А. Антимикробная и противовоспалительная терапия в пародонтологии, – М.: Медицинское информационное агентство, 2004. – 80 с.
4. Грудянов А.И., Стариков Н.А. Лекарственные средства, применяемые при заболеваниях пародонта // Пародонтология. – 2020. – № 2. – С. 6-10.

5. Заболевания пародонта / под общей редакцией профессора Ореховой Л.Ю. – М.: Поли Медиа Пресс, 2004. – 432 с.

6. Киричук В.Ф., Ерокина Н.Л., Широков В.Ю., Голосеев С.Г., Говорунова Т.В. Микроциркуляторное звено системы гемостаза у больных хроническим генерализованным пародонтитом в сочетании с заболеваниями гастродуоденальной области и его динамика при комбинированной КВЧ-терапии // Пародонтология.– 2015. – № 1. – С. 21-25.

The role of disorders in the functional activity of platelets in the pathogenesis of microcirculatory disorders in patients with catarrhal gingivitis

Kitaeva V.N., Smolkina A.V.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

A comprehensive examination of patients with chronic catarrhal gingivitis and with exacerbation of chronic catarrhal gingivitis with the inclusion of indicators of the microcirculatory link of the hemostasis system was carried out. In patients with exacerbation of chronic catarrhal gingivitis, platelet aggregation activity is increased compared to that in healthy individuals. This is accompanied by a statistically significant increase in the maximum degree of aggregation, a change in the time to reach the maximum degree of platelet aggregation

Key words: *platelet aggregation, catarrhal gingivitis, exacerbation of chronic catarrhal gingivitis.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-113-115

Разработка оригинального способа пластики параколомических грыж

Киселев В.Е.
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия

Предлагаемое хирургическое вмешательство было изучено на шести нефиксированных человеческих трупах мужского пола. На трупах моделировали выведение концевой колостомы и параколомическую грыжу с последующей интраабдоминальной имплантацией заранее подготовленного герниопротеза из ксеноперикарда. Применение предлагаемого способа пластики параколомических грыж, включающего использование в качестве эндопротеза ксеноперикардальной пластины по оригинальной методике, показало его состоятельность и перспективу применения на клиническом материале. Дальнейшие исследования, сопряженные с применением предложенной методики пластики параколомических грыж в клинической практике, видятся перспективными.

Ключевые слова: *Колостома, параколомическая грыжа, имплантация, герниопротез, ксеноперикард.*

Введение. В настоящее время в мире отмечен рост количества операций, заканчивающихся выведением колостомы (Аюпов Р.Т., 2010). Случается так, что кишечная стома устанавливается пожизненно, когда выполнение реконструктивно-восстановительных операций на пищеварительной трубке невозможно (Бочар В.Т., 2015; Carne P.W. et al., 2003). Известны исследования, в которых изучено, что сетчатые протезы из различных материалов вызывают чувство инородного тела, а также при им-

плантации зачастую подвергаются разволокнутию (Зюлькин Г.А., 2012). Использование ксеноперикардиальной пластины в качестве эндопротеза позволяет нивелировать данные проблемы (Никольский В.И. и соавт., 2016). Известных методик использования ксеноперикарда при параколостомических грыжах по данным доступной литературы не обнаружено.

Цель – разработка оригинальной методики пластики параколостомических грыж, предполагающей использование в качестве эндопротеза ксеноперикардиальной пластины.

Методика. Предлагаемое хирургическое вмешательство было изучено на шести нефиксированных человеческих трупах мужского пола, возрастом 50-60 лет (2 – долихоморфного, 2 – мезоморфного и 2 – брахиморфного типа телосложения). В эксперименте на каждом трупе произведен аналогичный вид оперативного вмешательства. На трупах моделировали выведение концевой колостомы и параколостомическую грыжу с последующей интраабдоминальной имплантацией заранее подготовленного герниопротеза из ксеноперикарда. Согласно выполненному способу, техника операции заключалась в следующем. После моделирования концевой колостомы в левой боковой области живота и параколостомической грыжи, край эндопротеза со стороны шероховатой поверхности фиксировали узловыми швами к толстой кишке, выведенной в качестве колостомы. Далее участок толстой кишки с фиксированной ксеноперикардиальной пластиной погружали в брюшную полость, после чего эндопротез вновь фиксировали узловыми швами к толстой кишке на 2 см выше первого ряда швов, и снова погружали в брюшную полость. Дефект в апоневрозе в зоне грыжевых ворот ушивали край в край узловыми швами. Фиксированный к кишке эндопротез укладывали на апоневроз по типу onlay в зоне устраненного дефекта таким образом, чтобы шероховатая поверхность была обращена к подкожно-жировой клетчатке, гладкая – к апоневрозу. Далее эндопротез нерассасывающимся шовным материалом по периферии фиксировали к апоневрозу через 1,5 см. Операционную рану послойно ушивали узловыми швами.

Результаты. Предлагаемая методика пластики параколостомической грыжи, применяемая на нефиксированных человеческих трупах разного типа телосложения, в практическом плане протекала без возникновения технических трудностей. Среднее время, затраченное на устранение модели параколостомической грыжи на трупном материале по предложенной методике, составило 14±3 минуты.

Применение предлагаемого способа пластики параколостомических грыж, включающего использование в качестве эндопротеза ксеноперикардиальной пластины по оригинальной методике, показало его состоятельность и перспективу применения на клиническом материале.

Выводы:

1. Предлагаемый способ пластики параколостомической грыжи является альтернативой известных методик.
2. Дальнейшие исследования, сопряженные с применением предложенной методики пластики параколостомических грыж в клинической практике, видятся перспективными.

Список литературы:

1. Аюпов Р.Т. Современные подходы к лечению распространенного колоректального рака // Креативная хирургия и онкология. – 2010. – № 3. – С. 32-36.
2. Бочар В.Т. Оцінка якості життя пацієнтів з парастомними ускладненнями // Львівський медичний часопис. – 2015. – № 1. – С. 55-60.

3. Зюлькин Г.А. Обоснование и оценка эффективности применения полиэфирных имплантатов при герниопластике послеоперационных вентральных грыж // автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Пенза, 2012. – 23 с.

4. Никольский В.И., Титова Е.В., Феоктистов Я.Е. Ксеноперикардимальные имплантаты в герниологии // Материалы Международной научно-практической конференции «Медицинские импланты» / под ред. В.А. Лазаренко, А.И. Бежина, В.А. Липатова, И.Л. Приваловой, ГБОУ ВПО «Курский государственный медицинский университет Минздрава России», ООО «МедТестИнфо». – 2016. – С. 84.

5. Carne P.W., Robertson G.M., Frizelle F.A. Parastomal hernia // Br. J. Surg. – 2003. – Vol. 90. – № 7. – P. 784-793.

Development of an original method for the repair of paracolostomy hernias

Kiselev V.E.

Penza State University, Penza, Russia

The proposed surgical procedure was studied on six unfixed male human cadavers. The removal of the end colostomy and paracolostomy hernia with subsequent intra-abdominal implantation of a previously prepared hernioprosthesis from the xenopericardium were modeled on the corpses. The use of the proposed method for the repair of paracolostomy hernias, including the use of a xenopericardial plate as an endoprosthesis according to an original technique, has shown its consistency and prospects for use on clinical material. Further studies associated with the use of the proposed technique of paracolostomy hernia repair in clinical practice seem promising.

Key words: Colostomy, paracolostomy hernia, implantation, hernioprosthesis, xenopericardium.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-115-118

Роль нейрональной NO-синтазы в реализации респираторных эффектов TNF- α

Клиникова А.А., Данилова Г.А., Александрова Н.П.

Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия

Нами было показано, что повышение уровня провоспалительных цитокинов оказывает модулирующее влияние на рефлекторные механизмы регуляции дыхания. Целью настоящей работы явилось выяснение роли нейрональной синтазы оксида азота (nNOS) в механизмах действия повышенного уровня фактора некроза опухоли – альфа (TNF- α) на гипоксический вентиляционный ответ. Для достижения этой цели были проведены эксперименты на крысах с введением TNF- α на фоне действия селективного ингибитора nNOS 7-нитроиндазола. Гипоксический вентиляционный ответ оценивался методом возвратного дыхания гипоксической газовой смесью до и после внутривенного введения TNF- α . Установлено, что повышение уровня TNF- α ведет к достоверному снижению вентиляционной чувствительности к гипоксии. На фоне предварительного введения 7-нитроиндазола респираторные эффекты TNF- α не проявляются.

Ключевые слова: цитокины, TNF- α , гипоксия, хеморефлекс, дыхание, вентиляция, нейрональная синтаза оксида азота.

Введение. Известно, что влияние цитокинов на физиологические функции может быть опосредовано множественными путями. Результаты проведенных нами ранее исследований показали участие NOS механизмов в реализации действия провоспалительных цитокинов на рефлекторный контроль дыхания (Aleksandrova N.P. et al. 2020; Klinnikova A.A., 2018). Существуют три изоформы NOS: две конститутивные, нейрональная (nNOS) и эндотелиальная (eNOS), и одна, макрофагальная, индуцибельная (iNOS). Небольшая молекула NO имеет высокую проникающую способность и может влиять на внутриклеточные процессы, невзаимодействуя с мембранными рецепторами, так как она способна легко диффундировать через клеточную мембрану (Brennan, Bredt 1996).

В наших предыдущих работах было показано, что повышение как системного, так и центрального уровня провоспалительных цитокинов интерлейкина-1 бета (IL-1 β) и TNF- α влияет на рефлекторные механизмы регуляции дыхания (Aleksandrova N.P. et al. 2015; 2017; 2020). Нами было показано, что действие неселективного ингибитора NO-синтазы L-нитро-аргинин-метил-эфира (L-NAME) нивелирует влияние IL-1 β и TNF- α на рефлекторную регуляцию дыхания.

Целью настоящей работы явилась проверка гипотезы, согласно которой нейрональная NO-синтаза участвует в реализации респираторных эффектов TNF- α . Для достижения этой цели были проведены эксперименты на крысах с внутривенным введением TNF- α на фоне действия селективного ингибитора nNOS 7-нитроиндазола.

Методика. Исследование было выполнено на 32 наркотизированных трахеостомированных спонтанно дышащих крысах самцах линии Wistar весом 270 \pm 20 г (ЦКП Биокolleкция ИФ РАН). Все животные находились под общей анестезией (уретан, 1400 мг/кг интраперитонеально). Эксперименты выполнены с соблюдением основных норм и правил биомедицинской этики (European Community Council Directives 86/609/ЕЕС).

Для регистрации объемно-временных параметров внешнего дыхания использовалась пневмотахографическая методика. По пневмотахограмме измерялась скорость воздушного потока (Винсп), частоту дыхательных движений (ЧД), дыхательный объем (ДО) и минутный объем дыхания (МОД) рассчитывали. Парциальное давление кислорода и углекислого газа (P_{ЕТ}O₂ и P_{ЕТ}CO₂) в конечной порции выдыхаемого воздуха измерялось с помощью респираторного газоанализатора (Gemini, США).

Животные были разделены на 4 группы. Животным первой группы (n=8) вводили TNF- α (40 мг/кг, Sigma) в хвостовую вену. Животным второй группы (n=8) для выяснения роли нитрергических механизмов в реализации респираторных эффектов цитокина, за 20 минут до введения TNF- α интраперитонеально вводили селективный ингибитор nNOS 7-нитроиндазол (50 мг/кг, Sigma). Третья (n=8) группа использовалась для выявления возможного собственного влияния 7-нитроиндазола; этой группе вводили только ингибитор. Четвертая группа животных (n = 8) была контрольной, этим животным вводили физиологический раствор.

Чувствительность к гипоксическому стимулу исследовали классическим методом возвратного дыхания. Дыхание производилось в замкнутом контуре, заполненном азотно-гипоксической газовой смесью (15% O₂ и 5% CO₂ в азоте). По мере потребления кислорода при дыхании из мешка происходило постепенное убывание содержания O₂ в дыхательной смеси, нарастала стимуляция периферических хеморецепторов и происходило соответствующее увеличение легочной вентиляции.

Для количественной оценки вентиляционного ответа на гипоксию производилось вычисление приростов ДО, МОД и Винсп при снижении парциального давления кислорода в конечной порции выдыхаемого воздуха на 1 мм рт. ст.

Для статистической обработки экспериментальных данных использовался программный пакет STATISTICA 7.0. Все значения представлены как среднее \pm стандартная ошибка. Для проверки нормальности распределения данных применялись критерии Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. Значения до и после введения препаратов оценивали с помощью парного теста Стьюдента и однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Достоверными считали различия при $p < 0,05$.

Результаты. Анализ вентиляционного ответа на гипоксию выявил значительное изменение чувствительности дыхательной системы к гипоксической стимуляции при повышении системного уровня TNF- α . Было показано, что после введения цитокина уменьшается угол наклона линии тренда, усредняющей вентиляционные кривые, зарегистрированные в нескольких экспериментах. Как и следовало ожидать, при возвратном дыхании гипоксической газовой смесью по мере уменьшения парциального давления O_2 в крови наблюдалось увеличение Винсп, ДО и МОД как до введения TNF- α , так и после его введения. Однако после введения препарата линии тренда становились более пологими, что свидетельствует о снижении вентиляционной чувствительности к гипоксической стимуляции.

Повышение системного уровня TNF- α на фоне действия 7-нитроиндазола не вызвало ослабления вентиляционного ответа на гипоксию: угол наклона линий тренда, характеризующий зависимость дыхательных параметров от величины гипоксической стимуляции, не изменялся после введения ФНО- α .

Проведение количественных расчетов показало достоверное снижение величины прироста МОД, ДО и Винсп в ответ на гипоксическую стимуляцию на фоне действия TNF- α . Снижение вентиляционной чувствительности к гипоксии отчетливо проявлялось через 20 минут действия TNF- α , а через 40 минут было выражено максимально. При этом прирост МОД при уменьшении $P_{ET}O_2$ на 1 мм рт. ст. снижался на 40%, прирост ДО и Винсп – на 27% по сравнению с фоновыми величинами. Количественная оценка реакции на гипоксию после введения TNF- α на фоне 7-нитроиндазола показала, что в течение всего эксперимента достоверного снижения приростов МОД, ДО и Винсп относительно фоновых значений не наблюдалось.

Заключение. Таким образом, было показано, что ингибирование синтеза nNOS устраняет влияние провоспалительного цитокина TNF- α на гипоксический вентиляционный ответ. Мы считаем, что ослабление вентиляционного ответа на гипоксию, вызванное действием ФНО- α , осуществлялось через усиление синтеза nNOS в каротидных телах, выполняющих роль периферических, артериальных, хеморецепторов, основной функцией которых является усиление вентиляции легких в ответ на снижение парциального давления кислорода в артериальной крови.

Список литературы:

1. Aleksandrova N.P., Klinnikova A.A., Danilova G.A. Cyclooxygenase and nitric oxide synthase pathways mediate the respiratory effects of TNF- α in rats // *Respiratory Physiology and Neurobiology*. 2020, Epub 2020 Nov 5. doi: 10.1016/j.resp.2020.103567.
2. Aleksandrova N.P., Danilova G.A., Aleksandrov V.G. Cyclooxygenase pathway in modulation of the ventilatory response to hypercapnia by interleukin-1 β in rats // *Respiratory Physiology and Neurobiology*. – 2015. – Vol. 209. – P. 85-90.
3. Aleksandrova N.P., Danilova G.A., Aleksandrov V.G. Interleukin – 1beta suppresses the ventilatory hypoxic response in rats via prostaglandin-dependent pathways // *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. – 2017. – Vol. 95, no. 6. – P. 681-685.
4. Brenman J.E., Bredt D.S. Nitric oxide signaling in the nervous system // *Methods in Enzymology*. – 1996. – Vol. 269. – P. 119-129.

5. Klinnikova A. The effect of pro-inflammatory cytokine TNF- α on lung ventilation and hypoxic chemoreception // Pathophysiology. – 2018. – Vol. 25, №. 3. – P. 2018.

The role of neuronal NO synthase in the respiratory effects of TNF- α

Klinnikova A.A., Danilova G.A., Aleksandrova N.P.

Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, St Petersburg, Russia

It was shown that an increase level of proinflammatory cytokines has a modulating effect on the reflex control of respiration. The aim of this study was to investigate the involvement of neuronal nitric oxide synthase (nNOS) in the mechanisms of the influence of an increased level of Tumor necrosis factor – α (TNF- α) on the hypoxic ventilatory response. To achieve this goal, experiments were carried out on urethane anesthetized rats with intravenous administration of TNF- α before and after pretreatment with 7-nitroindazole specific nNOS inhibitor. The hypoxic ventilation response was assessed by rebreathing with a hypoxic gas mixture before and after administration of TNF- α . We found that TNF- α decreased the ventilatory response to hypoxia. Pretreatment with nNOS inhibitor reduced respiratory effects of TNF- α .

Key words: cytokines, TNF- α , hypoxia, chemoreflex, respiration, ventilation, neuronal nitric oxide synthase.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-118-121

Прерывистая нормобарическая гипоксия, как метод коррекции и профилактики функциональных изменений в пожилом возрасте

Ключникова Е.А., Балыкин М.В.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

В исследовании приняли участие мужчины в возрасте 60-65 лет. Курс прерывистой нормобарической гипоксии (ПНГ) проводили на протяжении 3 недель с дыханием гипоксической газовой смесью с 18-15-13-10% O₂. До и после курса оценивали реактивность сердечно-сосудистой системы и системы крови, физическую работоспособность. Установлено, что курс ПНГ повышает окислительный метаболизм, приводит к снижению уровня сахара, общих липидов и липидов низкой плотности в крови, повышению числа эритроцитов, способствует снижению и стабилизации артериального давления, повышению физической работоспособности лиц пожилого возраста. Результаты исследования свидетельствуют о возможности использования ПНГ, как метода коррекции и профилактики функциональных изменений у лиц пожилого возраста.

Ключевые слова: гипоксия, пожилой возраст, кровь, физическая работоспособность.

Введение. Старение организма – это сложный универсальный процесс разрушения организма, ведущий постепенно к ограничению приспособительных возможностей организма, развитию заболеваний, приближению смерти (Бойко Ю.П. с соавт., 2007).

Важнейшими задачами современной медицины являются повышение эффективности коррекции и профилактики функционального состояния лиц пожилого возраста. В последнее время используется широкий спектр методик, направленных на расширение функциональных резервов организма человека в различные периоды онтогенеза.

Существенную роль в коррекции и профилактике здоровья играют немедикоментозные методы гипоксической тренировки, которые показали свою эффективность в повышении резервов системы кровеносной системы, сердечно-сосудистой системы (Диккер В.Е., 1989) и эффективности тканевого дыхания (Балькин М.В., Каркобатов Х.Д., 2012). Вместе с тем, в отечественной и зарубежной научной литературе отсутствуют работы, в которых рассматриваются вопросы использования нормобарической гипоксии в профилактике здоровья лиц пожилого и старческого возраста.

В рамках проведенного исследования была поставлена задача: изучить влияние ПНГ на изменения биохимического состава крови, сердечно-сосудистой системы и физическую работоспособность лиц пожилого возраста.

Методика. В исследовании приняли участие 15 практически здоровых мужчин в возрасте 60-65 лет. Курс прерывистой нормобарической гипоксии (ПНГ) проводился 6 раз в неделю с использованием гипоксикатора «Тибет-4» (Россия) по описанной нами ранее схеме со ступенчатым уменьшением содержания O_2 в газовой среде (Ключникова Е.А. с соавт., 2017).

До и после курса ПНГ в крови определяли содержание сахара, общее количество холестерина (ХС), липопротеиды низкой (ЛПНП) и высокой плотности (ЛПВП), индекс атерогенности (Ка), содержание эритроцитов (RBC), гемоглобина и кислородную емкость крови (КЕК). Артериальное давление систолическое (Ps) и диастолическое (Pd) определяли с помощью тонометра OMRONRX-3 (Россия). Минутный объем кровообращения (Q), частоту сердечных сокращений (HR) и ударный объем крови (SV) определяли с использованием реографа «РЕАН-ПОЛИ» РГПА-6/12 (Россия). Минутный объем дыхания (VE) определяли с помощью спирографа СМП-21/01 (Россия).

До и после курса ПНГ определяли уровень общей физической работоспособности с использованием велоэргометрической пробы PWC_{150} в модификации для лиц пожилого возраста (Карпман В.Л. с соавт., 1988). Испытуемые выполняли 2 велоэргометрические нагрузки ступенчато-возрастающей мощности. Первая нагрузка соответствовала 1 Вт на 1 кг массы тела, вторая нагрузка – 2 Вт на 1 кг массы тела человека. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы «Statistica 6.0».

Результаты. Показано, что до курса ПНГ уровень сахара и ХС в крови соответствует верхним границам возрастной нормы. Выявлено, что уровень ЛПВП находится в диапазоне верхней границы физиологической нормы, а содержание ЛПНП их превышает. Установлено, что Ка в исследуемой группе повышен. Содержание эритроцитов в крови и гемоглобина находятся в пределах физиологической нормы. Установлено, что трёхнедельный курс ПНГ приводит к достоверному снижению сахара в крови в среднем на 12,5% ($p \leq 0,01$), ХС на 13,0 % ($p \leq 0,05$), ЛПНП – на 9,6% ($p \leq 0,01$). При этом содержание ЛПВП практически не изменилось, что привело к снижению Ка на 16,4% ($p \leq 0,01$). Результаты исследований показали, что после курса ПНГ у исследуемых достоверно повышается содержание эритроцитов и КЕК. Учитывая возрастные предпосылки возникновения тканевой гипоксии в пожилом возрасте (Коркушко О.В. с соавт., 2011) можно полагать, что стимуляция эритропоэза является важным механизмом поддержания окислительного метаболизма в органах и тканях. Результаты исследования показали, что в контрольных исследованиях до курса ПНГ в состоянии относительного мышечного покоя уровень частоты сердечных сокращений и минутный объем кровообращения соответствует среднестатистическим возрастным нормам. Уровень АД находится в пределах повышенного нормального, по классификации ВОЗ, и составляет 139/90 мм рт. ст. Мониторинг АД и HR во время гипоксических сеансов на первой неделе ПНГ свидетельствует, что во время отдельных интервалов Ps снижается и варьирует в диапазоне 125-135 мм рт. ст., Pd – в диапазоне 60-80 мм рт. ст. При этом в пери-

од нормоксии артериальное давление восстанавливается до уровня исходного. На 2 и 3 неделе курса диапазон колебаний АД снижается при стабилизации Ps в пределах 120-135 мм рт. ст., Pd – 60-80 мм рт. ст. Результаты исследования свидетельствуют, что HR варьирует в диапазоне 75-83 уд/мин и Q – 4,9-6,3 л/мин. После курса ПНГ, происходит достоверное снижение ЧСС на фоне повышения ударного объема крови, что говорит о повышении инотропных влияний на сердце и экономизации его деятельности. Эти функциональные изменения происходят на фоне снижения АД, показатели которого после курса ПНГ достоверно снижаются в среднем: Ps 125 мм рт. ст., Pd 65 мм рт. ст.

Тестирование общей физической работоспособности проводилось до курса ПНГ и на следующий день после его завершения. Результаты исследования показали, что до курса ПНГ при велоэргометрической нагрузке (2Вт) V_E увеличивается в 8,4 раза ($p \leq 0,001$), после курса в 5,8 раз ($p \leq 0,001$). Уровень АД и HR после гипоксических воздействий варьирует в меньшей степени, что свидетельствует о снижении реактивности и повышении толерантности испытуемых к физической нагрузке. Результаты исследований показали, что после курса ПНГ произошло увеличение уровня общей физической работоспособности в среднем на 6,3 % ($p < 0,05$). Выявлено, что используемая схема гипоксических воздействий приводит не только к улучшению деятельности сердечно-сосудистой системы, показателей крови, но и к повышению физической работоспособности.

Заключение. Трехнедельный курс ПНГ приводит к снижению в крови уровня сахара, общих липидов и липидов низкой плотности, способствует нормализации АД, повышению числа эритроцитов, общей физической работоспособности и может быть рекомендован как метод коррекции и профилактики функциональных изменений в пожилом возрасте.

Список литературы:

1. Балыкин М.В., Каркобатов Х.Д. Системные и органные механизмы кислородного обеспечения организма в условиях высокогорья // Российский физиол. журн. – 2012. – № 1. – С. 127-136.
2. Бойко Ю.П., Сурков С.А., Лукашев А.М., Добридень О.В. Проблемы пожилых людей с позиции их социального статуса. Клиническая геронтология. – 2007. – № 3. – С. 45-49.
3. Диккер В.Е., Галенок В.А., Бондар Н.Н. Гликолизированные протеины. – Новосибирск: Изд-во Сибирское отделение, 1989. – 258 с.
4. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – Москва: Физическая культура, 1988. – 208 с.
5. Ключникова Е.А., Аббазова Л.В., Лоханникова М.А., Ананьев С.С., Балыкин М.В. Влияние прерывистой нормобарической гипоксии на системную гемодинамику, биохимический состав крови и физическую работоспособность у лиц пожилого возраста // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2017. – № 4. – С. 155-164.
6. Коркушко О.В., Асанов Э.О., Писарук А.В., Чеботарев Н.Д. Устойчивость к гипоксии в пожилом возрасте и факторы, ее определяющие // Буковинський медичний вісник. – 2011. – Т. 15, № 3. – С. 185-192.

Intermittent normobaric hypoxia as a method of correction and prevention of functional changes in old age

Klyuchnikova E.A., Balykin M.V.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

The study involved men aged 60-65 years. The course of intermittent normobaric hypoxia (APG) was carried out for 3 weeks with breathing hypoxic gas mixture with 18-15-13-10% O₂. Before and after the course, the reactivity of the cardiovascular system and blood system, physical performance were evaluated. It has been established that the course of APG increases oxidative metabolism, leads to a decrease in the level of sugar, total lipids and low-density lipids in the blood, an increase in the number of red blood cells, helps to reduce and stabilize blood pressure, increase physical performance of the elderly. The results of the study indicate the possibility of using APG as a method of correction and prevention of functional changes in the elderly.

Key words: hypoxia, old age, blood, physical performance.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-121-125

Физические методы коррекции двигательных функций в острый период реабилитации после ишемического инсульта

Кузнецов А.С.¹, Бикбаева Ю.Я.¹, Кузнецов И.А.¹, Скворцова М.А.¹, Ананьев С.С.^{1, 2}, Павлов Д.А.¹, Айзатуллин И.Ф.¹, Якупов Р.Н.¹

¹ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

²ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия

Приведены данные использования чрескожной электростимуляции спинного мозга (ЧЭССМ) у пациентов в острый период восстановительного лечения после ишемического инсульта. Выявлено, что включение ЧЭССМ в программу реабилитации, приводит к повышению качества восстановления двигательных способностей и может быть использовано в коррекции локомоторных функций в период реабилитации после ишемического инсульта.

Ключевые слова: ишемический инсульт, чрескожная электростимуляция спинного мозга.

Введение. Острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) являются сложной и комплексной проблемой в современной медицине. Каждый год, в пересчете на все население планеты, вероятность развития ОНМК возникает у 1%. Наиболее частыми последствиями инсульта являются двигательные расстройства в виде параличей и парезов, чаще всего односторонних гемипарезов различной степени выраженности. Половина из них стойко утрачивает свою трудоспособность. Эти люди имеют проблемы при обслуживании себя в быту, а специалисты по реабилитации считают, что острое нарушение кровообращения мозга приводит к длительной физической, когнитивной, социальной, эмоциональной и трудовой инвалидности. В связи с этим, проблема восстановления утраченных двигательных функций после ОНМК, является особенно актуальной (Ибрагимов М.Ф. с соавт., 2012).

В современной реабилитации одним из перспективных методов восстановления двигательных расстройств после инсульта является чрескожная электростимуляция спинного мозга (ЧЭССМ). Это один из методов неинвазивного воздействия на структуры спинного мозга. В основе действия чрескожной электростимуляций спинного мозга

лежит свойство нейропластичности – возможности нервных структур изменяться под влиянием стимуляции (Богачева И.Н. с соавт., 2015).

Включение ЧЭССМ, в программу традиционной реабилитации, предполагает повышение уровня восстановления пациентов, перенесших ОНМК.

Цель исследования: оценить эффективность ЧЭССМ в коррекции локомоторных функций у пациентов после ишемического инсульта в остром периоде восстановительного лечения.

Методика. Исследование проводилось на базе первичного сосудистого отделения медицинской санитарной части имени Егорова, города Ульяновска. В исследовании приняли участие 14 пациентов мужского пола в возрасте 51-77 лет. Испытуемые были распределены на две группы. В контрольную группу входили семь человек. Реабилитация включала в себя «традиционные» методы лечения (ЛФК, массаж, физиотерапия, механотерапия). В исследовательскую группу были отобраны семь испытуемых. В этой группе наряду с «традиционной» программой реабилитации включали ЧЭССМ. Для воздействия на спинальные нейронные сети использовали стимулятор для чрескожной электрической стимуляции спинного мозга, который инициировал импульсы длительностью 0,5 мс. Стимулирующий электрод в виде диска диаметром 2,5 см, фиксировали по средней линии позвоночника между остистыми отростками T11 и T12. Индифферентные электроды накладывали в проекции гребней подвздошных костей. Пороговая сила тока для ВМО подбиралась индивидуально для каждого человека. Реабилитационный сеанс ЧЭССМ проходил два раза в день и состоял из 3 последовательных этапов: на первом этапе устанавливалась частота 1 Гц, с 90% от величины порога. На втором этапе частота увеличивалась с 1 до 15 Гц с 90% от порога и на третьем – с 15 до 30 Гц, так же с 90% пороговой силы. В первые три дня проведения ЧЭССМ составляла 10 минут. С четвертого по шестой день, длительность сеансов увеличилась с 10 до 15 минут. С седьмого до десятого (заключительного) дня время сеансов увеличивалось с 15 до 20 минут.

Все испытуемые в соответствии с Хельсинской декларацией были проинформированы о ходе исследования и подписали добровольное согласие на участие в нём.

Исследование проводилось в течение 10 дней пребывания пациентов в реабилитационном отделении ПСО медицинской санитарной части имени Егорова в острый период восстановительного лечения.

Исследование было проведено в 3 этапа: исследование исходного уровня двигательных нарушений и функционального состояния нервно-мышечной системы пациентов в обеих группах на момент поступления в реабилитационное отделение; реализация реабилитационных методик для каждой группы с учетом результатов первичной оценки двигательных нарушений и функционального состояния; повторное исследование уровня двигательных нарушений и функционального состояния нервно-мышечной системы пациентов после курса восстановительного лечения обеих групп и оценка эффективности реабилитационных мероприятий.

В начале и конце курса восстановительного лечения у пациентов оценивали степень неврологического дефицита, функциональное состояние нервно – мышечного аппарата. Для анализа степени мобильности пациента с инсультом применяли индекс Ревермид (Collen F.M. et al., 1991). Для оценки независимости пациента от посторонней помощи в выполнении бытовых навыков был использован индекс Бартела (Mahoney F., Barthel D., 1965). Скорость передвижения пациента оценивали с помощью пробы 15-метровой ходьбы. Для объективной оценки курса ЧЭССМ применялась методика электронейромиографии (ЭМГ). Пороговые характеристики вызванных моторных ответов (ВМО) с мышц: *Biceps femoris brevis*, *Peroneus* (BF) (бицепс бедра); *Gastrocnemius*, *Tibialis* (GT) (икроножная мышца голени); *Rectus femoris*, *Femoralis* (VF)

(четырёхглавая мышца бедра); Tibialis anterior, Peroneus (ТА) (передняя большеберцовая мышца голени), определяли с помощью восьмиканального электромиографа «Нейро-МВП-8, Россия». Для регистрации ВМО применялись биполярные кожные электроды с межэлектродным расстоянием 3 см, которые накладывались на брюшки исследованных мышц (Балыкин М.В. с соавт., 2017).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием компьютерной программы Statistica 6.0.

Результаты. При оценке неврологического дефицита пациентов контрольной и исследовательской групп после курса исследования, были выявлены значимые положительные изменения, наиболее выраженные у пациентов исследовательской группы.

Оценка способности самообслуживания (шкала Бартелл) пациентов в контрольной группе показала изменения на $11,6 \pm 1,1$ балла, что говорит о большей независимости от помощи посторонних лиц, чем до курса восстановительного лечения. В исследовательской группе изменения составили $14,5 \pm 1,3$ балла, что на $2,9 \pm 0,39$ балла больше, чем в контрольной группе. Полученные данные свидетельствуют о более качественном восстановлении навыков самообслуживания у пациентов исследовательской группы.

Мобильность пациентов (шкала Ривермид) в контрольной группе составила $5,5 \pm 1,12$ балла после курса. В исследовательской группе рост показателей составил $1,0 \pm 0,32$ балл, что в итоге составило повышение до $6,5 \pm 1,14$ балла. При индивидуальном рассмотрении результатов контрольной группы установлено, что до курса восстановительного лечения только двое пациентов могли перемещаться без использования дополнительных средств опоры и подниматься по лестнице, трое могли вставать и перемещаться, используя трость, двое пациентов были ограничены в своих передвижениях. После курса 3 пациента могли свободно перемещаться по больнице, трое пациентов использовали трость и один пациент с глубоким парезом остался ограничен в самостоятельном передвижении. В исследовательской группе после курса восстановительного лечения результаты показали положительную динамику и составили $8,7 \pm 1,6$ балла. До курса двое пациентов могли самостоятельно передвигаться только на инвалидном кресле, трое передвигались, используя трость с широким основанием и только двое могли передвигаться без третьей точки опоры. После курса реабилитации с ЧЭССМ все пациенты практически не нуждались в дополнительных точках опоры и могли передвигаться по палате и коридору, а четверо из них могли подниматься по лестнице. Данная шкала характеризует положительный эффект применения ЧЭССМ в сочетании с традиционными реабилитационными мероприятиями в коррекции локомоторных способностей пациентов после ишемического инсульта.

В тесте при ходьбе на 15 метров в контрольной группе отслеживается небольшое уменьшение времени прохождения в среднем на 3,9 секунды. В исследовательской группе было отмечено значительное снижение времени прохождения дистанции у всех пациентов. Субъективно у пациентов было отмечено улучшение согласованности движения ног, увеличение длины шага и сокращение фазы опоры.

Электромиографическое исследование характеристик вызванного моторного ответа нижних конечностей показало, снижение порогового показателя в контрольной группе с $52,85 \pm 8,7$ мА, $120,4 \pm 7,7$ мА, $13,14 \pm 1,7$ мА, $113,2 \pm 4,7$ мА до $45 \pm 7,2$ мА, $110,4 \pm 5,7$ мА, $11,1 \pm 1,7$ мА, $112,8 \pm 4,9$ мА, соответственно для мышц бицепса бедра, икроножной мышцы голени, четырёхглавой мышцы бедра и передней большеберцовой мышцы голени. В исследовательской группе показатель снизился с $53 \pm 8,6$ до $36,7 \pm 6,8$ мА для мышц бицепса бедра; с $119,8 \pm 7,5$ до $94,4 \pm 6,4$ мА для икроножной мышцы голени; с $13 \pm 1,7$ до $7,8 \pm 1$ мА для четырёхглавой мышцы бедра и с $117,1 \pm 4,8$ до $95 \pm 3,9$ мА для большеберцовой мышцы голени.

Объективная оценка электромиографических характеристик вызванных моторных ответов пациентов исследовательской группы с мышц нижних конечностей выявила положительный эффект, очевидно, в результате дополнительной стимуляции нейронных сетей спинного мозга (Балыкин М.В. с соавт., 2017).

Заключение. Проведенное исследование доказывает эффективность включения ЧЭССМ в программу реабилитации двигательных функций у пациентов, перенесших ишемический инсульт головного мозга. Полученные данные исследовательской группы свидетельствуют о сокращении времени восстановления двигательной функций пациентов с локомоторными нарушениями за счет активизации процессов нейропластичности в структурах спинного мозга и проводящих моторных путей.

Список литературы:

1. Балыкин М.В., Якупов Р.Н., Машин В.В., Котова Е.Ю., Балыкин Ю.М., Герасименко Ю.П. Влияние неинвазивной электростимуляции спинного мозга на локомоторные функции пациентов с двигательными нарушениями центрального генеза // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2017. – Т. 94, № 4. – С. 4-9.
2. Богачева И.Н., Мошонкина Т.Р., Боброва Е.В., Гришин А.А., Якупов Р.Н., Балыкин Ю.М., Герасименко Ю.П. Эффект чрескожной электрической стимуляции спинного мозга и механотерапии в регуляции активности мышц ног // Вестник Тверского государственного университета. – 2015. – № 2. – С. 7-17.
3. Ибрагимов М.Ф., Хабиров Ф.А., Хайбуллин Т.И., Гранатов Е.В. Современные подходы к реабилитации больных, перенесших инсульт // Практическая медицина. – 2012. – № 2 (57). – С. 74-79.
4. Collen F.M., Wade D.T., Robb G.F., Bradshaw C.M. The Rivermead Mobility Index: a further development of the Rivermead Motor Assessment // International Disability Studies. – 1991. – Vol. 13 (2). – P. 50-54.
5. Mahoney F., Barthel D. Functional evaluation: the Barthel Index // MD State Med. J., 1965. – 256 p.

Physical methods of motor function correction in the acute period of rehabilitation after ischemic stroke

*Kuznetsov A.S.¹, Bikbaeva Y.Ya.¹, Kuznetsov I.A.¹, Skvortsova M.A.¹, Ananiev S.S.^{1, 2},
Pavlov D.A.¹, Aizatullin I.F.¹, Yakupov R.N.¹*

¹Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

²I.P. Pavlov Institute of Physiology, St. Petersburg, Russia

The paper presents the data on the use of percutaneous electrical spinal cord stimulation in patients in the acute period of rehabilitation treatment after ischemic stroke. It was revealed that inclusion of percutaneous electrostimulation of the spinal cord into the rehabilitation program improves the quality of motor skills recovery and can be used in the correction of locomotor functions during rehabilitation after ischemic stroke.

Key words: *ischemic stroke, percutaneous electrical spinal cord stimulation.*

Влияние иппотерапии на психоэмоциональный статус детей с церебральным параличом

Кузнецова А.С., Евстигнеева О.В.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Представлены результаты применения программы иппотерапии в коррекции психоэмоционального статуса детей с церебральным параличом. Установлено, что данная программа занятий лечебной верховой ездой показала себя эффективной в коррекции психоэмоционального статуса и может быть широко использована в реабилитации лиц с ДЦП.

Ключевые слова: детский церебральный паралич, иппотерапия, психологическое тестирование.

Введение. На сегодняшний день детский церебральный паралич (ДЦП) занимает лидирующее место в рейтинге причин детской инвалидности, при этом, в последние несколько десятилетий рост числа детей с церебральным параличом неуклонно растет. Опираясь на данные ВОЗ, в мире численность детей с церебральным параличом составляет 1-2 на 1000 новорожденных, а в России 2,5-5,9 на 1000 новорожденных (rosstat.gov.ru).

Таким образом, поиск эффективных методов коррекции нарушений у детей, страдающих церебральным параличом, является актуальной проблемой коррекционной педагогики и восстановительной медицины. Вместе с ЛФК, физиотерапией и массажем используются дополнительные методы коррекции, в частности иппотерапия (Наперстак М.А., 2012). Иппотерапия является комплексным и активным методом лечебно-педагогического процесса (Гросс Н.А., 2015). Она обеспечивает построение новых двигательных навыков в связи со снижением спастичности, уменьшением гиперкинезов, расширением интеллектуальных возможностей пациента, а также предельной мобилизации компенсаторных возможностей, имеющихся у развивающегося мозга ребенка, тем самым, улучшая волевою и повышая бытовую деятельность детей с церебральным параличом (Jang С.Н., Joо М.С. с соавт., 2016).

Цель проведенного исследования: оценить возможности иппотерапии в коррекции психоэмоционального статуса детей с церебральным параличом.

Методика. В ходе исследования были использованы методы психологического тестирования, программа иппотерапии для детей с церебральным параличом и оценка полученных результатов. Исследование проводилось на базе ОГБУ ДО ДТДМ «Отдел конного спорта города Ульяновска».

В исследовании приняли участие 6 детей в возрасте от 4 до 6 лет, которые распределялись по форме ДЦП: спастическая гемиплегия (два мальчика 4 и 5 лет), атонически-астатическая форма (мальчик 5 лет и девочка 6 лет) и гиперкинетическая форма (мальчик 6 лет и девочка 5 лет). Упражнения были подобраны таким образом, чтобы они подходили каждому участнику группы. Реализация программы проводилась в положении сидя лошади.

В течение месяца каждый участник исследования посещал занятия, длительностью по 30 минут, три раза в неделю, в вечернее время.

Занятия проводились в зимний период, поэтому тренировки проходили в крытом манеже, на песчаном грунте, при искусственной освещенности, при температуре воздуха во время занятий +5 °С.

Во время занятий на манеже находились родители занимающегося ребенка, медицинский работник, инструктор по иппотерапии, коновод, ребенок с церебральным параличом и лошадь.

Перед каждым занятием медицинским работником проводился необходимый мониторинг состояния здоровья занимающегося. В процессе занятий у детей регистрировали пульс, артериальное давление, температуру тела и эмоциональный фон.

С помощью инструктора и родителя ребенка сажали верхом на лошадь. В начале занятия лошадь стоит на месте, чтобы ребенок привык к ней, затем коновод переводит ее в шаг по манежу. В первые несколько минут занятия коновод периодически останавливает лошадь на несколько секунд, а затем вновь переводит ее в шаг, для того чтобы всадник увереннее держался верхом при выполнении упражнений.

Занятие начиналось с разминки продолжительностью 3- 5 минут. Основная часть занятия, включала специальные упражнения и продолжается 20 минут. Заключительная часть включала упражнения на расслабление и восстановление дыхания и пульса.

Для оценки эмоционального фона у детей до и после применения методики иппотерапии был использован метод психологического тестирования тревожности по тесту Р. Тэмбла, В. Амена, М. Дорки (Пузанова Б.П., 2013).

Результаты. На основании данных протокола вычислялся индекс тревожности ребенка (ИТ), который равен процентному отношению числа эмоционально негативных выборов к общему числу рисунков.

В зависимости от уровня индекса тревожности дети были разделены на 3 группы: высокий уровень тревожности (ИТ выше 50%); средний уровень тревожности (ИТ от 20 до 50%); низкий уровень тревожности (ИТ от 0 до 20%).

Предложенная методика тестирования предназначена для детей 4-7 лет.

До начала занятий иппотерапией было проведено исследование, которое показало, что в первой группе оба ребенка имели высокий уровень тревожности, во второй – один ребенок с высоким, второй со средним уровнем, а в третьей – оба ребенка имели средний уровень тревожности. После месяца занятий иппотерапией психо-эмоциональное состояние детей заметно улучшилось. Как показали результаты повторного теста установлено, что в первой группе у одного ребенка уровень тревожности с высокого снизился до среднего (у второго остался высоким), в третьей группе – у одного снизился до низкого уровня (второй – без изменений). Во второй группе дети показали самые лучшие результаты теста в динамике: у одного ребенка уровень тревожности с высокого уровня снизился до среднего, у другого – от среднего до низкого. Субъективно, в ходе тренировок, дети охотнее выполняли упражнения, повысился уровень общения с лошадью.

Заключение. Результаты исследования показали, что разработанная, с учетом индивидуальных особенностей, программа иппотерапии является эффективным средством в комплексе реабилитационных мероприятий с детьми с церебральным параличом. Это подтверждается данными тестирования уровня тревожности, по которым можно проследить тенденцию к снижению количества детей с высоким и средним уровнем тревожности после месяца коррекционных занятий.

Список литературы:

1. Гросс Н.А. Применение физических упражнений с учетом функционального состояния детей с нарушением функций опорно-двигательного аппарата // Лечебная физкультура для дошкольников и младших школьников. – 2015. – № 2. – С. 26-34.

2. Наперстак М.А. Методические подходы к диагностике и реабилитации детей, страдающих детским церебральным параличом. – М: НЦССХ им. А.Н. Бакулева, РАМН, 2012. – 46 с.

3. Пузанова Б.П. Коррекционная педагогика. – М.: АкадемА, 2013. – 144 с.
4. Jang C.H., Joo M.C., Noh S.E., Lee S.Y., Lee D.B., Lee S.H., Kim H.K., Park H.I. Effects of Hippotherapy on Psychosocial Aspects in Children with Cerebral Palsy and Their Caregivers: A Pilot Study // Ann. Rehabil. Med. – 2016. – P. 230-236.

The effect of hippotherapy on the psychoemotional status of children with cerebral palsy

Kuznetsova A.S., Evstigneeva O.V.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

The results of the hippotherapy program application in the correction of the psycho-emotional status of children with cerebral palsy are presented. It has been established that this program of therapeutic horse riding has proved effective in correcting the psycho-emotional status and can be widely used in the rehabilitation of persons with cerebral palsy.

Keywords: *cerebral palsy, hippotherapy, psychological testing.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-127-131

Исследование эффективности дифференциально-диагностического подхода к применению адаптивного биоуправления у спортсменов-единоборцев

Куракина О.В., Гондарева Л.Н., Вальцев В.В.
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Показана эффективность применения БОС-тренингов в профилактике и коррекции состояния перетренированности, психофизиологических дисфункций, срыва процессов адаптации у юных и высококвалифицированных спортсменов, занимающихся единоборствами. Подбор индивидуальных программ восстановления с использованием биологической обратной связи позволил оптимизировать функциональную работу систем организма и повысить результативность. Все спортсмены, прошедшие целенаправленный курс биоуправления, впервые показали высокие результаты на соревнованиях.

Ключевые слова: *биологическая обратная связь, нейротренинги, состояние боевой готовности, функциональные возможности, тхэквандо, дзюдо, бокс, борьба.*

Введение. Интенсивный рост объема тренировочных нагрузок, увеличение количества соревнований и недостаточные периоды восстановления могут отрицательно сказываться на психическом и функциональном состоянии спортсменов, приводит к развитию синдрома перетренированности, истощению функциональных возможностей сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, срыву процессов адаптации и снижению результативности (Баевский Р.М., 2007; Гаврилова Е.А., 2015, Кернас А.В., 2015).

Поиск и внедрение в спортивную практику функциональных методов экспресс-диагностики и коррекции состояния позволяет добиваться высоких стабильных результатов при оптимизации «цены» адаптации к все возрастающим нагрузкам. Применение методов адаптивного биоуправления с биологической обратной связью (БОС), позволяющего развивать внутри- и межсистемные равновероятные взаимоотношения связи между функциями дает возможность избегать перетренированности одних систем дет-

ренированности других. Исследование влияния адаптивного биоуправления на состояние спортсмена и его результативность является остроактуальной задачей.

БОС успешно применяют, независимо от специфики вида спорта: широко известны результаты использования БОС-тренингов у лучников (Filho, Morales, Tenenbaum, 2008), баскетболистов (Kavussanu, Crews & Gill, 1998), у бейсболистов (Strack, 2003), стрелков (Deenu, Hilman, Janelle & Hatfield, 2003); у гребцов на байдарках, тхэквандистов (Куракина О.В., Гондарева Л.Н., 2018) и многих других.

Цель исследования: изучить эффективность использования различных программ адаптивного биоуправления для коррекции функциональных нарушений у спортсменов, профилактики перетренированности и повышения их результативности на соревнованиях.

Методика. Обследованы 60 человек в возрасте 17-35 лет (борцы греко-римского и вольного стиля (I разряд), боксеры – кандидаты в мастера спорта (КМС), тхэквандисты, паратхэквандо – КМС, мастера спорта (МС), мастера спорта международного класса (МСМК), дзюдоисты паралимпийцы (спорт слепых) – МСМК, заслуженный мастер спорта). Диагностика функционального состояния и восстановительные БОС-тренинги проводили за 2-3 месяца до соревнований.

Разработанный протокол стресс-тестирования и психофизиологического состояния в покое позволил регистрировать физиологические показатели: частоту сердечных сокращений (ЧСС), периферическую температуру, рекурсию дыхания (РД), электроэнцефалограмму в отведениях Oz-A1, кожно-гальваническую реакцию (КГР). Для оценки адекватности физических нагрузок и состояния механизмов вегетативной регуляции был использован метод анализа variability сердечного ритма (ВСР). Для расчета параметров кардиоинтервалограммы (КИГ) производилась регистрация электрокардиограммы во втором отведении. Протокол программного обеспечения позволял получать таблицы расчетных показателей и текст описания, интерпретирующего состояние отделов вегетативной нервной системы (ВНС). В зависимости от фоновых значений диагностики физиологических показателей, индивидуальных особенностей реагирования на стресс – факторы и состояния механизмов вегетативной регуляции были составлены программы восстановления. Диагностику и тренинги проводили на психофизиологическом реабилитационном аппаратно-программном комплексе «Реакор» (г. Таганрог). Курс БОС-тренингов включал от 10 до 15 занятий. Для обработки данных использовали корреляционный анализ, t-критерий Стьюдента, критерий Хи-квадрат.

Результаты. В результате исследований обнаружено, что у 40% борцов греко-римского стиля МС меньше выражена стабилизация сердечного ритма и отмечается преобладание трофотропных влияний, в то время как у 60% КМС наблюдается оптимальное соотношение трофо- и эрготропных влияний (Хи-квадрат у МС $279,7 \pm 16,4$, у КМС $198,7 \pm 23,4$; $p \leq 0,05$). У тхэквандистов и паратхэквандистов анализ ВСР показал увеличение мощности низкочастотных волн LF на 13% и уменьшение высокочастотных волн HF на 57% по сравнению с нормальными значениями. Спортсмены паралимпийцы и дзюдоисты спорт слепых имеют выраженное функциональное напряжение, характеризующиеся преобладанием симпатической и центральной нервной регуляции сердечного ритма, резким снижением активности автономного контура регуляции (увеличение LF на 43% по сравнению составляющими спектра HF, общий спектр мощности TP составил 9878 мс^2).

У боксеров и борцов вольного стиля обнаружено снижение мощности альфа-волн со слабо выраженной, неустойчивой альфа-активностью. Индекс альфа-ритма составил 20-25%.

Составление коррекционных программ функционального биоуправления проводилось с учетом выявленных особенностей работы центральной нервной системы и механизмов регуляции ВНС.

Так, БОС-тренинг по параметрам огибающей электромиографии (ОЭМГ) был эффективным для борцов греко-римского стиля и оказал выраженное оптимизирующее влияние на состояние нервно-мышечного аппарата. У борцов, обнаружено выравнивание взаимоотношения мышц верхнего плечевого пояса слева и справа, уменьшение средних значений амплитуды ОЭМГ на 66,5% и 65,3% и, как следствие, повышение специальной скоростно-силовой подготовленности на 10,2%.

Для спортсменов, занимающихся боксом основной акцент, был сделан на БОС-процедуры по параметрам электрической активности мозга. Альфа-стимулирующий тренинг способствовал восстановлению внутрикрковых и корково-подкорковых взаимоотношений, достижению глубокой психологической релаксации. Эффективность тренинга определялась по увеличению контролируемого параметра на 20% к концу курса.

У тхэквандистов, паратхэквандистов и дзюдоистов (спорт слепых) преимущественно использовались следующие коррекционные процедуры: диафрагмальное дыхание, глубина дыхания и кардиореспираторные тренировки, направленные на увеличение variability сердечного ритма. Эффективность курсовой динамики проявлялась изменением контролируемых показателей в требуемом направлении: снижением частоты пульса с 55 уд/мин до 49 уд/мин и увеличением дыхательной аритмии сердца в 1,7 раза.

Дополнительно для паралимпийцев дзюдо (спорт слепых), имеющих высокую квалификацию, применяли БОС-тренинг по формированию оптимального функционального состояния, баланса между мышечным расслаблением и концентрацией внимания, сохранение мышечного и эмоционального расслабления. Для повышения мотивации спортсмена использовался игровой образ соревнования яхт. Красная яхта управляется программой, желтая спортсменом. Контролируемые параметры (ОЭМГ, КГР, периферическая температура, сенсомоторный ритм (СМР)) удалось оптимизировать в соответствии с целевыми установками БОС-тренинга. Обнаружено снижение средних значений амплитуды ОЭМГ в 1,65 раз и эмоциональной напряженности по КГР на 338%. Кроме этого, за счет уменьшения тонуса сосудов улучшилось периферическое кровообращение (с $32,19 \pm 1,4$ до $35,276 \pm 0,75$), показатели биоэлектрической активности по СМР не изменялись. Спортсмену удалось воспроизводить и удерживать состояние оперативной готовности, тем самым оптимально расходовать функциональные ресурсы на соревнованиях.

Выводы:

1. Использование БОС-тренинга по параметрам ОЭМГ позволило повысить адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы к нагрузкам специальной направленности у борцов греко-римского стиля.

2. Применение нейроуправления у боксеров и борцов вольного стиля позволило восстановить интрокортикальные и кортикофугальные взаимоотношения, что способствовало улучшению функционального состояния ЦНС. У тхэквандистов, паратхэквандистов и дзюдоистов (спорт слепых) применение кардиореспираторных тренировок позволило синхронизировать дыхательный ритм с фазными изменениями медленноволновой активности сердечного ритма.

3. БОС-тренинг оптимального функционирования позволил паралимпийцам дзюдо (спорт слепых) воспроизводить состояние боевой готовности, характеризующиеся оптимальной степенью нервного и эмоционального возбуждения.

Список литературы:

1. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: основы метода и новые направления // Новые методы электрокардиографии. – М.: Техносфера, 2007. – С. 473-496.
2. Гаврилова Е.А. Спорт, стресс, вариабельность: монография. – М.: Спорт, 2015. – 168 с.
3. Кернас А.В. Психологическая коррекция предстартовых эмоциональных состояний у спортсменов, занимающихся различными видами единоборств // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2015. – Issue: 40, 2015. – P. 76-82.
4. Куракина О.В., Гондарева Л.Н. Роль биоуправления в достижении высоких результатов и диагностике перетренированности у спортсменов высшей квалификации // Сборник материалов тезисов XIII Международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «СпортМед-20018». – Москва, 2018. – С. 67-69.
5. Моросанова В.И. Стиль саморегуляции поведения (СППМ). – М.: Когнитивный центр, 2004. – 44 с.
6. Штарк М.Б., Тристан В.Г., Джафарова О.А. Биоуправление неисчерпаемая; технология совершенствования. // Материалы 4 Всероссийской конференции «Биоуправление в медицине и спорте». – Москва, 2005. – С. 17-28.
7. Deeny S., Hillman C.H., Janelle C.M., Hatfield B.D. Cortico-cortical communication and superior performance in skilled marksmen: An EEG coherence analysis // Journal of Sport and Exercise Psychology. – 2000. – Vol. 25 (2). – P. 188-204.
8. Kavussanu M., Crews D. & Gill D.L. The effects of single versus multiple measures of biofeedback on basketball free throw shooting performance // International Journal of Sport Psychology. – 1998. – Vol. 29. – P. 132-144.
9. Filho E.S.M., Morales L.C. & Tenenbaum G. Affective and physiological states during archery competitions: Adopting and enhancing the probabilistic methodology of individual affect-related performance zones (IAPZs) // Journal of Applied Sport Psychology. – 2008. – Vol. 20. – P. 441-456.
10. Strack B. The Effect of Heart Rate Variability Biofeedback on Batting Performance in Baseball. Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering, 2003. – 64 p.

Investigation of the effectiveness of the differential diagnostic approach to the use of adaptive biofeedback in martial artists

Kurakina O.V., Gondareva L.N., Valtsev V.V.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

The effectiveness of the use of biofeedback in the prevention and correction of overtraining, psychophysiological disfunctions, disruption of adaptation processes in young and highly qualified athletes engaged in martial arts is shown. The selection of individual recovery programs using biofeedback allowed to optimize the functional work of the body's systems and increase efficiency. All athletes who have completed a targeted biofeedback course have shown high results at competitions for the first time.

Key words: *biofeedback, neurotraining, combat readiness, functional capabilities, taekwondo, judo, boxing, free-style wrestling.*

Коррекция и профилактика пояснично-крестцового остеохондроза у пожилых женщин на основе применения комплексов упражнений в воде

Ланская О.В., Сазонова Л.А.

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», Великие Луки, Россия

Исследование посвящено выявлению эффективности комплексов упражнений в воде для коррекции и профилактики пояснично-крестцового остеохондроза у женщин пожилого возраста, которая была доказана и выразилась в достоверном улучшении показателей систолического артериального давления, пробы Штанге и Генча, подвижности позвоночника в пробе Томайера и тесте Шобера, бокового сгибания позвоночника влево и вправо, сохранения устойчивости равновесия в пробе Ромберга, качества жизни.

Ключевые слова: *пожилой возраст, остеохондроз, упражнения в воде.*

Введение. По статистике каждый пятый житель земного шара страдает от боли в спине, а доля остеохондроза при этом составляет до 90%, и он выявляется у 80% лиц старше 60 лет. Особенно часто у пожилых людей остеохондроз развивается в поясничном отделе позвоночника (Давлетшина Ф.Н., 2018). Развитию остеохондроза у пожилых людей способствует ограничение двигательной активности, в результате чего в организме возникает много различных неблагоприятных изменений, которые приводят к нарушениям в деятельности всех систем организма. Именно поэтому поиск действующих факторов рекреационной, восстановительной направленности на укрепление здоровья пожилых людей является сегодня актуальной проблемой (Ремнев А.Г., Дуруда А.Н., Олейников А.А., 2012). Эффективное действие при коррекции и профилактике остеохондроза позвоночника оказывает плавание. Однако, направленных исследований, посвященных разработке комплексов упражнений в воде для женщин пожилого возраста с остеохондрозом позвоночника, проведено недостаточно, что требует дальнейшего изучения и обуславливает актуальность данного вопроса.

Цель исследования заключалась в обосновании содержания комплексов упражнений в воде для эффективной коррекции и профилактики пояснично-крестцового остеохондроза у женщин пожилого возраста.

Методика. Исследование проведено на базе бассейна при учебно-спортивном комплексе ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта» г. Великие Луки. Контингент исследуемых составил 10 женщин пожилого возраста (средний возраст – $70,45 \pm 0,52$ лет) с диагнозом пояснично-крестцовый остеохондроз (вторичный корешковый синдром в стадии стойкой ремиссии). Занятия в воде проходили бассейне два раза в неделю в течение 3-х месяцев. Структура занятий: подготовительная, основная, заключительная часть. Первые занятия продолжительностью от 30 до 40 минут, а в дальнейшем – 45 минут. Методы проведения занятий в воде – групповой и индивидуальный. Дидактические принципы лечебного плавания: последовательность, постепенность, систематичность, доступность, наглядность, индивидуализация, всесторонность.

Этапы реализации занятий. *Первый этап (16 занятий).* Задачи: адаптация к нагрузке; приобретение навыков свободного передвижения в воде, лежание на воде, выполнение упражнений; выработка навыков правильной осанки и ее сохранение при выполнении упражнений; улучшение функций дыхания и сердечно-сосудистой системы; повышение уровня физического здоровья. Содержание комплекса (10 упражнений): движения руками в разных направлениях и с разной скоростью выполнения; упражнения на развитие мышц брюшного пресса, спины, ног; ходьба различные варианты; уп-

ражнения у бортика бассейна; приседания с выдохом в воду; лежа на груди, гребки руками стилем «басс»; имитационные упражнения «поплавок» и др. Темп – медленный. Количество повторений в одном подходе от 3 до 4 раз. Упражнения выполнялись на уровне воды по пояс 25-30 минут. В конце занятия свободное плавание 5-7 минут. *Второй этап (18 занятий)*. Задачи: нормализация крово- и лимфообращения в области пояснично-крестцового отдела; укрепление мышечного корсета; увеличение емкости легких; повышение функциональных возможностей организма и уровня физического здоровья. Содержание комплекса (13 упражнений): упражнения на закрепление правильной осанки; движение руками в разных направлениях, по ускорению, преодолевая сопротивление воды; упражнения на укрепление мышц туловища, ног; ходьба, высоко поднимая колени с разным положением рук, с «захлестом», приставными шагами, спиной вперед; скольжение на спине; имитационные упражнения «ножницы» и др. Темп – медленный. Количество повторений в одном подходе от 5 до 6 раз. Упражнения выполнялись на уровне воды до надплечий. В конце занятия плавание стилем «басс» с удлиненной фазой скольжения после движения ногами на расстояние 25 метров в медленном темпе. Продолжительность занятий – 40-45 минут. *Третий этап (12 занятий)*. Задачи: укрепление мышц пораженного пояснично-крестцового отдела; достижение правильности, точности выполнения упражнений, положения тела в воде, приобретенных на предыдущих этапах; сохранение достигнутого уровня физического здоровья и функциональных способностей. Содержание комплекса (15 упражнений): упражнения с плавательными досками, а также упражнения из комплекса, который применялся на втором этапе. Темп – медленный. Количество повторений в одном подходе от 7 до 8 раз. Упражнения выполнялись на уровне воды до надплечий. В конце занятия плавание стилем «басс» с удлиненной фазой скольжения после движения ногами на расстояние 25 метров в медленном темпе. Продолжительность занятий – 45 минут.

Результаты. С целью оценки эффективности разработанных комплексов упражнений в воде для коррекции и профилактики пояснично-крестцового остеохондроза у женщин пожилого возраста нами была проведена оценка функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем, позвоночника, показателей сохранения устойчивости равновесия, уровня качества жизни женщин пожилого возраста до и после педагогического эксперимента. Выявлено, что у женщин в конце педагогического эксперимента достоверно улучшились показатели систолического артериального давления (САД) на 6,50 мм рт. ст. (прирост 4,90%; $P < 0,05$) по сравнению с исходными величинами, в отличие от диастолического АД, пульсового давления и частоты сердечных сокращений. Сравнительный анализ показателей функционального состояния дыхательной системы показал, что на завершающем этапе педагогического эксперимента у женщин достоверно улучшились по сравнению с фоновыми показатели пробы Штанге и пробы Генча на 10,60 с (прирост 21,22%; $P < 0,01$) и 6,80 с (прирост 38,06%; $P < 0,01$), соответственно, в отличие от показателей частоты дыхательных движений.

Анализ показателей подвижности поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости у пожилых женщин с пояснично-крестцовым остеохондрозом выявил, что в конце педагогического эксперимента наблюдалось достоверное улучшение показателей пробы Томайера на 0,94 см (прирост 26,28%; $P < 0,01$) и в тесте Шобера – на 1,11 см (прирост 8,36%; $P < 0,01$). Установлено также выраженное улучшение показателей бокового сгибания позвоночника влево и вправо на 3,05 см (прирост 45,64%; $P < 0,01$) и 4,05 см (прирост 46,39%; $P < 0,01$), соответственно. Наряду с этим, за период педагогического эксперимента у женщин пожилого возраста с пояснично-крестцовым остеохондрозом достоверно улучшилось сохранение устойчивости равновесия в усложненной пробе Ромберга на 1,00 балл (прирост 70%; $P < 0,01$).

У обследованных женщин улучшились показатели качества жизни (с применением опросника SF-36), характеризующие физическое здоровье: PF (физическое функционирование) – на 27,66 баллов ($P<0,01$), RP (физически-ролевое функционирование) – на 52,30 баллов ($P<0,01$), BP (интенсивность боли) – на 24,12 баллов ($P<0,05$), GH (общее здоровье) – на 31,91 баллов ($P<0,01$); в показателях, характеризующих психологическое здоровье: VT (жизненная сила) – на 24,31 баллов ($P<0,01$), SF (социальное функционирование) – на 24,51 баллов ($P<0,01$), RE (эмоционально-ролевое функционирование) – на 40,96 баллов ($P<0,01$), MH (психическое здоровье) – на 24,32 баллов ($P<0,01$).

Заключение. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о положительном воздействии на функциональное состояние организма женщин пожилого возраста с пояснично-крестцовым остеохондрозом предложенных нами комплексов упражнений в воде. Более выраженные улучшения проявлялись в показателях САД, проб Штанге и Генча, подвижности позвоночника в сагиттальной плоскости, бокового сгибания позвоночника влево и вправо, сохранения устойчивости равновесия в пробе Ромберга, улучшении качества жизни.

Список литературы:

1. Давлетшина Ф.Н. Средства физической реабилитации при остеохондрозе пояснично-крестцового отдела позвоночника у женщин пожилого возраста // Актуальные проблемы теории и практики физической культуры, спорта и туризма: материалы VI Всероссийской науч.-практ. конф. – Москва, 2018. – С. 66-69.
2. Ремнев А.Г., Дуруда А.Н., Олейников А.А. Значение образа жизни и оптимизация двигательной активности при остеохондрозе позвоночника // Профилактическая медицина. – 2012. – Т. 15. – № 2-2. – С. 120.

Correction and prevention of lumbosacral osteochondrosis in elderly women based on the use of exercise complexes in water

Lanskaya O.V., Sazonova L.A.

Velikiye Luki State Academy of Physical Culture and Sports, Velikiye Luki, Russia

The study is devoted to identifying the effectiveness of exercise complexes in water for the correction and prevention of lumbosacral osteochondrosis in elderly women, which was proven and expressed in a significant improvement in systolic blood pressure, the Stange and Gencha test, spinal mobility in the Tomayer test and the Schober test, lateral flexion of the spine to the left and right, maintaining stability of balance in the Romberg test, quality of life.

Key words: *elderly age, osteochondrosis, exercises in water.*

Роль полиморфизма гена ACE (RS4646994) в патогенезе формирования артериальной гипертензии у лиц, выполняющих задачи в зоне арктического региона

Лемещенко А.В., Ким А.Е.

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ,
Санкт-Петербург, Россия

Представлены результаты контентного анализа роли полиморфизма генотипа гена ACE (RS4646994) у лиц, занятых в зоне Арктического региона. Показано, что он может быть рекомендован как универсальный маркер при диагностике не только эссенциальной гипертензии, но других заболеваний сердечно-сосудистой системы. С целью снижения риска развития патологических состояний, при планировании служебной деятельности в зоне Арктического региона целесообразно построение профессионального отбора с учетом не только их генетической предрасположенности, но и возможности организма поддерживать гомеостаз.

Ключевые слова: Арктика, полиморфизм, ген ACE (RS4646994), артериальная гипертензия, гомеостаз.

Модификации генов в результате точечных мутаций (SNP-полиморфизма) сопровождаются, как правило, нарушениями экспрессии, структуре синтезируемого белка, изменениями их функциональной активности и нарушениями механизмов поддержания гомеостаза организма (Yuan H. et al., 2016). Как следствие, наличие полиморфизма белков, участвующих в регуляции системного артериального давления и сосудистого тонуса, является информативным показателем при диагностике нарушений работы сердечно-сосудистой системы. К числу информативных критериев относятся присутствие полиморфизмов *Met235Thr*, *Ins/Del* и *A1166C* в генах *AGT*, *ACE* (RS4646994), а также *AGTR1* (Пузырев В.П. с соавт., 2007). Связь патофизиологических механизмов как с сердечно-сосудистыми заболеваниями, так и с факторами риска изучена в литературе достаточно обширно (He W. et al., 2019, Strazhesko I. et al., 2015).

Установлено, что у 40% лиц, выполняющих задачи в зоне Арктического региона, впервые выявляются диагнозы, более половины из которых составляет артериальная гипертензия (АГ). При этом прослеживается негативная динамика: если в 2016 г. заболеваемость АГ у отдельных контингентов составляла 7,8%, то к 2020 г. в сопоставимых популяциях она возросла до 12,7%, т.е. увеличилась более чем в полтора раза. Поэтому исследование патогенеза артериальной гипертензии и, как следствие – обоснование направлений ее патогенетической профилактики, патогенетической терапии является на сегодняшний день крайне актуальным.

Ген АПФ *ACE* расположен на длинном плече 17 хромосомы в локусе 17q23.3. Полиморфизм *ACEIns>Del*, rs1799752 является инсерцией/делецией Alu-повтора размером в 287 пар оснований. В ряде исследований D-аллель полиморфизма *Ins>Del* гена *ACE* ассоциирован с большей концентрацией АПФ в крови (Camos S. с соавт., 2012). Результаты многочисленных исследований и метаанализов доказывают связь D-аллеля с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ). Так, DD-генотип полиморфизма *Ins>Del* гена *ACE* ассоциирован с резистентной АГ (Abouelfath R. et al., 2018). Получены данные о связи D-аллеля с ишемическим инсультом (ИИ). Наличие D-аллеля повышает риск развития атеросклероза (Xia M-M. et al., 2019). Есть данные о связи DD-генотипа с повышением уровня окисленных липопротеидов низкой плотности (ЛПНП).

Выявлено, что D-аллель и особенно DD-генотип по гену *ACE* являются важными генетическими факторами риска сердечно-сосудистых поражений в различных популя-

циях, и ассоциируются именно с повышенным уровнем циркулирующего ACE и ангиотензина II, тогда как аллель I и особенно генотип II являются протективными.

Точный механизм, посредством которого I/D-полиморфизм влияет на развитие ИБС, в настоящее время неизвестен, но теоретически повышенная продукция ACE, сопряженная с аллелем D, может вести к структурным изменениям сосудистой стенки посредством пролиферации гладкомышечных клеток, повышенной вазореактивности и риску коронарного тромбоза через взаимодействие с фибринолитической системой.

Что касается связи полиморфизма гена ACE с сердечной недостаточностью, то проводились работы по изучению аллелей этого гена у больных с дилатационной кардиомиопатией (ДКМП) как важного этиопатогенетического фактора развития хронической сердечной недостаточности (ХСН). Аналогичные результаты были получены у больных, перенесших инфаркт миокарда с тяжелой сердечной недостаточностью.

У гомозигот по D-аллелю отмечается повышенный тонус гладкой мускулатуры сосудов. I-аллели, как обнаружилось, связаны с повышенной выносливостью при физических нагрузках у спортсменов. Ассоциация I аллеля с физической выносливостью предположительно связана с лучшей доставкой субстратов к работающей мышце вследствие увеличения сердечного выброса и более высокой плотности капиллярного русла в мышечной ткани, а также более эффективного использования жирных кислот в качестве источника энергии. Отдельные полиморфные варианты генов липидного обмена и АГ (*APOA1*, *APOA5*, *ACE*) ассоциированы с традиционными факторами сердечно-сосудистого риска, что может быть использовано в дополнительной оценке клинической тяжести пациентов с ИМ с подъемом сегмента ST. (Иноземцева А.А. с соавт., 2015).

Группа исследователей из ряда стран Европы на основании анализа 145 работ, включавших исследование 50 000 больных, пришла к заключению, что аллель D связан с повышенным риском заболевания коронарных сосудов, возникновения инфаркта миокарда, кровоизлияния и диабетической нефропатии, в особенности при атеросклеротических поражениях, но не связан с гипертонией. Однако это не касалось злокачественной формы гипертонии, при которой отмечалась связь D-аллеля с риском заболевания. DD-генотип по гену ACE при злокачественной форме встречался в три раза чаще, чем при доброкачественной форме.

Хотя ген ACE изучался в контексте его роли в регуляции артериального давления, этот широко представленный в различных тканях организма фермент также принимает участие в обмене нейропептидов, репродуктивных процессах, защитных и иммунных реакциях. Первое свидетельство, что физиологическое состояние ренин-ангиотензиновой системы (РАС) может иметь значение для развития депрессии, было обнаружено у гипертензивных пациентов, подвергавшихся лечению каптоприлом. У депрессивных пациентов в этой группе отмечалось ослабление симптомов депрессии. Принимая во внимание эти данные, был исследован полиморфизм генов РАС на предмет ассоциации с депрессией, однако не все исследования подтверждают ассоциацию I/D полиморфизма с депрессией.

Однако работы, анализирующие ассоциацию гена *ACE* с развитием АГ в условиях Арктики, отсутствуют. Выделение неблагоприятных генотипов, ассоциированных с традиционными факторами риска АГ, позволит выделять группу высокого сердечно-сосудистого риска в условиях Арктики и модифицировать факторы риска, а также предупреждать некоторые из них еще до их появления.

Заключение. Предполагается, что наибольшей прогностической значимостью в патогенезе формирования артериальной гипертензии у лиц, занятых в зоне Арктического региона из полиморфизмов различных генов – является генотип *ACE* (*RS4646994*), особенно у лиц молодого возраста. С учетом проанализированных резуль-

татов об ассоциации с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний, он может быть рекомендован как универсальный маркер при диагностике не только эссенциальной гипертензии, но других заболеваний сердечно-сосудистой системы. Для снижения риска дезадаптации и развития патологических состояний организма, целесообразно построение профессионального отбора с учетом не только генетической предрасположенности человека, но и способности организма поддерживать гомеостаз для лиц, планирующих служебную деятельность в зоне Арктического региона.

Список литературы:

1. Иноземцева А.А., Кашталап В.В., Барбараш О.Л., Гордеева Л.А., Усольцева Е.Н. Факторы сердечно-сосудистого риска, полиморфизм генов липидного обмена и регуляции артериального давления у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST // Сибирский медицинский журнал. – 2015. – Т. 30,3. – С. 19-24.
2. Пузырев В.П., Фрейдин М.Б., Кучер А.Н. Генетическое разнообразие народонаселения и болезни человека. – Томск: Печатная мануфактура, 2007. – 320 с.
3. Abouelfath R., Habbal R., Laaraj A., Khay K., Harraka M., Nadifi S. ACE insertion/deletion polymorphism is positively associated with resistant hypertension in Morocco // Gene. – 2018. – Vol. 658. – P. 178-83.
4. Camos S., Cruz M.J., Morell F., Sole E. Genetic based reference values for angiotensin-converting enzyme (ACE) according to I/D polymorphism in a Spanish population sample // Clin Chem Lab Med. – 2012. – Vol. 50 (10). – P. 1749-1753.
5. He W., Kwesiga M.P., Gebreyesus E., Liu S. Nitric Oxide and Oxidative Stress-Mediated Cardiovascular Functionality: From Molecular Mechanism to Cardiovascular Disease // Vascular Biology. – Published online February 13, 2019. DOI: 10.5772/intechopen.82556.
6. Strazhesko I., Tkacheva O., Boytsov S., Akasheva D., Dudinskaya E., Vygodin V., Skvortsov D., Nilsson P. Association of Insulin Resistance, Arterial Stiffness and Telomere Length in Adults Free of Cardiovascular Diseases. Li Volti G, ed. PLoS ONE. – 2015. – Vol. 10(8): e0136676.
7. Yuan H., Wang X., Xia Q., Ge P., Wang X., Cao X. Angiotensin converting enzyme (I/D) gene polymorphism contributes to ischemic stroke risk in Caucasian individuals: a meta-analysis based on 22 case-control studies // Int J Neurosci. – 2016. – Vol. 126(6). – P. 488-498.
8. Xia M-M., Wang M., Jiang H., Liu Y., Ma L., Lu C., Zhang W. Association of Angiotensin-Converting Enzyme Insertion / Deletion Polymorphism with the Risk of Atherosclerosis // J Stroke Cerebrovasc Dis. – 2019. – Vol. 28(6). – P. 1732-1743.

Role of ACE gene polymorphism (RS4646994) in the pathogenesis of arterial hypertension formation in person performing task in the Arctic region (Literature review)

Lemeshchenko A.V., Kim A.E.

S.M. Kirov military medical Academy, St-Peterburg, Russia

The results of content analysis of the role of polymorphism of the ACE gene genotype (RS4646994) in persons employed in the Arctic region are presented. It has been shown that it can be recommended as a universal marker in the diagnosis of not only essential hypertension, but other diseases of the cardiovascular system. In order to reduce the risk of developing pathological conditions, when planning official activities in the Arctic region, it is advisable to build professional selection,

taking into account not only their genetic predisposition, but also the body's ability to maintain homeostasis.

Key words: Arctic, polymorphism, ACE gene (RS4646994), arterial hypertension, homeostasis.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-137-139

Исследование изменений параметров периферических сосудов артериального русла во время ортостатической пробы в условиях гипоксической гипоксии

Лесова Е.М., Голубев В.Н., Королев Ю.Н.

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова»,
Санкт-Петербург, Россия

Для выявления возможных механизмов различных реакций со стороны работы сердца и центральной гемодинамики в условиях гипоксии на ортостатическую нагрузку были проведены исследования реовазографии бассейнов голени и стопы. Показана зависимость изменений параметров центральной гемодинамики в ответ на различные факторы внешней среды от свойств резистивных сосудов.

Ключевые слова. *Ортостаз, гипоксическое воздействие, реовазография, реографический индекс, тонус сосудов.*

Введение. Одним из постоянно действующих на организм человека существенных факторов окружающей среды, является гравитация. Первой на изменения положения тела в пространстве по отношению к вектору гравитации реагирует система кровообращения. От ее реакции в значительной степени зависит способность организма к адаптации к различным изменяющимся внешним воздействиям. Исследования влияния гравитации на человеческий организм, проведенные в различных условиях, показали, что существуют индивидуальные различия в реакциях сердечно-сосудистой системы человека на гравитационное воздействие (Лесова Е.М. с соавт., 2015, 2017).

Целью данного исследования является анализ ответа мелких и средних артерий голени и стопы на одновременное воздействие гравитационного и гипоксического факторов.

Результаты. Ранее были показаны различные реакции со стороны работы сердца и центральной гемодинамики в условиях гипоксии на ортостатическую нагрузку в зависимости от исходных преобладающих влияний вегетативной нервной системы (Лесова Е.М. с соавт., 2015, 2017).

Одну группу составили испытуемые, у которых в ответ на гипоксическую нагрузку общее периферическое сопротивление (ОПСС) увеличивалось или не изменялось, вторую – испытуемые, у которых оно понижалось. Для выявления возможных механизмов этих изменений были проведена реовазография бассейнов голени и стопы. У всех испытуемых согласно Вестминстерскому протоколу (Kenni R.A. et al., 1086) проводилась ортостатическая проба при различном содержании кислорода в окружающей среде (21% – при нормоксии, и 10% – при гипоксической нагрузке). Исследовались следующие параметры: реографический индекс (РИ), характеризующий относительную величину пульсового кровенаполнения; показатель периферического сопротивления сосудов (ППСС), по которому определялся тонус артерий среднего и мелкого калибра; для оценки изменения тонуса и заполненности крупных артерий была измерена максимальная скорость быстрого кровенаполнения (МСБКН); соотношение оттока и притока

крови выявляли по диасто-систолическому индексу (ДСИ) (отношение амплитуды диастолической волны к амплитуде систолической волны).

РИ снижается в обеих группах на ортостатическое воздействие. В первой группе – на 58,4% в области голени, и на 42,9% – в области стопы. Воздействие гипоксии в положении лежа также приводит к значимому снижению РИ, как в сосудах голени, так и стопы, ортостатическая нагрузка приводит к дальнейшему снижению на 36,5% в сосудах голени. Это свидетельствует, что объемное кровенаполнение сосудов бассейнов голени и стопы у испытуемых этой группы значительно уменьшается под воздействием гипоксии. Это может быть объяснено более высокой ЧСС в этой группе (Лесова Е.М. с соавт., 2015), поскольку известно, что РИ зависит от данного параметра (Гуревич, М.И. с соавт., 1982).

Во второй группе РИ снижается на 32,9% в области голени и на 22,5% стопы во время ортостатической пробы. А в ответ на гипоксию он значительно увеличивается в области голени. Это указывает на то, что гипоксическая нагрузка способствует объемному кровенаполнению в области голени.

ППСС в первой группе не изменяется на данные воздействия в обеих областях. Во второй группе исходные показатели ППСС были изначально достоверно ниже чем в первой группе в обоих бассейнах ($p < 0,05$), что свидетельствует о меньшем напряжении регуляторных систем в покое. И это дает возможность этим сосудам реагировать на гипоксию и ортостаз, чего не наблюдалось в первой группе. Наиболее существенное влияние в этой группе на данный параметр оказывает гипоксия в области стопы.

МСБН в первой группе в ответ на гипоксическое и гравитационное воздействия снижается в обоих исследуемых бассейнах (в области голени МСБН падает на 46,4% при нормоксии, в условиях гипоксии – на 31%; в области стопы – на 31,5 и 23% соответственно). Снижение МСБН на гипоксическое и ортостатическое воздействие ($p \leq 0,05$) свидетельствует о повышении тонуса стенок артерий в этой группе и объясняется резким уменьшением УОК в ответ на эти воздействия в первой группе (ссылка), поскольку этот параметр значительно зависит от ударного выброса сердца. В свою очередь это является одним из факторов повышения ОПСС в ответ на гипоксию в этой группе.

Во второй группе исходно более низкие значения МСБН в обоих бассейнах не изменялись в ответ на гипоксическое воздействие, но снижались при ортостазе – на 20% в сосудах голени при нормоксии, и на 29% в области стопы. Можно предположить, что сосуды в этой группе обладают достаточной растяжимостью, чтобы адекватно реагировать на снижающийся УОК и быстро реагировать на гипоксическое и ортостатическое воздействия.

В первой и во второй группах было выявлено затруднение оттока крови при ортостатической нагрузке (ДСИ достоверно повышается от 36 до 45% во время ортостатической пробы при нормоксии). А во время гипоксической нагрузки в ответ на ортостаз он повышается только у испытуемых первой группы. Гипоксия затрудняла кровоотток только в области стопы у испытуемых второй группы (ДСИ увеличивается на 30%).

Поскольку в условиях нормоксии у всех испытуемых ведущим механизмом стабилизации кровотока в ответ на ортостаз является повышение сопротивления стенок крупных артериол (Лесова Е.М. с соавт., 2017). Можно сделать вывод, что во второй группе испытуемых изменяющиеся условия среды (в частности, гипоксия), позволяют включать еще один механизм адаптации к гравитационным нагрузкам – повышение сопротивления прекапилляров и венул.

Заключение. Все это позволяет нам утверждать, что более успешная адаптация у испытуемых второй группы к ортостазу в измененных условиях (меньшее снижение МОК, УО) происходит в основном за счет дополнительной активации констрикторных

свойств мелких резистивных сосудов. Таким образом, показатели сопротивления периферических сосудов артериального русла можно использовать в качестве одного из маркеров ортостатической устойчивости человека в различных условиях.

Список литературы:

1. Гуревич М.И. Импедансная реоплетизмография. – Киев: Наукова думка, 1982. – 103 с.
2. Лесова Е.М., Филиппова Е.Б., Самойлов В.О. Зависимость сосудистых реакций от баланса регуляторных влияний на сердечный ритм при выполнении ортостатической пробы // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2017. – № 1 (57). – С. 101-107.
3. Лесова Е.М., Самойлов В.О., Филиппова Е.Б., Савокина О.В. Индивидуальные различия показателей гемодинамики при сочетании гипоксической и ортостатической нагрузок // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2015. – №1 (49). – С. 157-163.
4. Kenni R.A., Ingram A., Bayliss J. Heard-up tilt: a useful test for investigating unexplained syncope // Lancet. – 1986. – Vol. 1, № 8494. – P. 1352-1355.

Study of changes in the parameters of peripheral blood vessels of the arterial bed during an orthostatic test in hypoxic hypoxia

Lesova E.M., Golubev V.N., Korolev J.N.

S.M. Kirov military medical Academy, St-Peterburg, Russia

There were performed studies of reovasography of the lower leg and foot pools to identify possible mechanisms of various reactions from the heart and Central hemodynamics in hypoxia to orthostatic load. The dependence of changes in the parameters of Central hemodynamics in response to various environmental factors on the properties of resistive vessels is shown.

Key words: *The orthostasis, hypoxic exposure, rheovasography, rheographic index, vascular tone.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-139-142

Современные проблемы районирования территорий и адаптации человека в регионах с экстремальными природно-климатическими условиями

Максимов А.Л.

Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия

В работе рассматриваются современные подходы к районированию территорий и отбору людей для жизнедеятельности в экстремальных условиях окружающей среды с учетом современных геополитических вызовов. Показана возможность на основе концепции аллостаза с использованием стандартной пробы с ререспирацией проводить не только отбор лиц с высоким уровнем неспецифической резистентности, но и количественно оценивать степень экстремальности факторов окружающей среды.

Ключевые слова: *экстремальные условия, отбор, гипоксия, холод, ререспирация, аллостатическая нагрузка.*

Введение. В Российской Федерации, где проживает и ведет хозяйственную деятельность население в условиях выраженной экстремальности природно-климатических факторов окружающей среды, относятся северные и приарктические регионы, а также горные территории с высотами более 2000 м. Произошедшие в нашей стране с начала XXI века изменения социально-экономической обстановки, привело к резкому сокращению численности трудоспособного населения не только на Северо-Востоке России, но и на Европейском Севере, а также способствовало в начале 90-х годов возникновению этнических и военных конфликтов на территории Кавказа, включая средние и высокогорные районы. Последовавшее за этим изменения международной геополитической обстановки потребовало перестройки парадигмы обеспечения жизнедеятельности на так называемых отдаленных от федерального центра территориях, где на организм человека действует целый комплекс негативных природно-климатических факторов окружающей среды. В частности, потребовалось не только прекратить отток жителей из этих регионов, но и создать условия для длительного закрепления там населения в основном состоящего из аборигенов и европеоидов уроженцев Севера в первом и последующих поколениях. Значительным тормозом в решении этой задачи является сохранение архаичной системы компенсаций и надбавок для жителей северных и приравненных к ним регионов, разработанной более 50 лет назад и связанной с методикой районирования, в основном учитывающей только климатогеографические факторы окружающей среды. Вместе с тем, ранее проведенными нами исследованиями была показана необходимость учитывать, наряду с прямыми и расчетно-интегральными климатогеографическими показателями и медико-физиологическую составляющую, влияющую на перестройки функциональных резервов организма, его характеристики здоровья и качество жизни, изменения, которые возможны при длительном воздействии на организм экстремальных факторов среды (Максимов А.Л., Белкин В.Ш., 2005; Максимов А.Л., 2006). Следует отметить, что фактор гипоксии влияет на человека не только в условиях высокогорья, но и на Крайнем Севере, хотя генезис этого воздействия и имеет свои физиологические особенности, однако целый ряд синдромов, донозологических и даже патологических состояний могут развиваться в том и другом регионе. При этом, к идентичным синдромам в горах и на Крайнем Севере могут относиться: высокогорная (полярная) одышка, легочная гипертензия, метаболический переход с углеводного на жировой обмен, задержка функционального развития, преждевременное старение, сенсорная депривация, вегетативный дисбаланс. А к донозологическим и патологическим состояниям – десинхроноз, гиповитаминозы, микроэлементозы, сезонные аффективные расстройства, тиреоидная гиперплазия, снижение репродуктивной (фертильной) функции.

Учитывая, что наряду с гипоксией и холодовым воздействием на человека в северных и высокогорных регионах действует совокупность и других неблагоприятных условий (перепады атмосферного давления, гелиогеофизические флюктуации, сухость воздуха и т.д.), целью исследования было изучение возможности оценки аллостатической нагрузки факторов окружающей среды на организм человека. Концептуальные подходы использования теории аллостаза для решения задач, связанных с адаптацией человека в экстремальных природно-климатических условиях, ранее были показаны в ряде проведенных исследований (Кривошеков С.Г. и др., 2016; Максимов и др., 2021; Beskie T.M., 2012).

Методика. На основе ранее разработанной методики проведения специальной нагрузочной пробы с дыханием в замкнутом пространстве без поглощения углекислого газа и холодовым воздействием, был проведен расчет аллостатического индекса степени экстремальности окружающей среды. В основу расчета заложено использование параметрических и непараметрических статистических подходов, расчета корреляцион-

ных взаимосвязей с построением структуры плеяд между факторами окружающей среды и показателям организма при 3-минутном дыхании в замкнутом контуре с локальным охлаждением кисти в воде температурой 4-5 °С. Аналогичный подход и методика выполнения нагрузочной пробы для оценки аллостатической нагрузки факторов окружающей среды в Магаданской области, был описан нами ранее (Максимов А.Л., Аверьянова И.В., 2021). В общем виде это представляет эмпирическое уравнение, выраженное следующей математической зависимостью:

$$АН = [(\Sigma r_{\phi} + \Sigma r_p) \times (O2_{\phi} - O2_p)] - \Delta t,$$

где АН – аллостатическая нагрузка в усл. ед.; Σr_{ϕ} и Σr_p – суммы коэффициентов корреляции в плеяде без учета знака до пробы (фон); и в процессе ее выполнения; $O2_{\phi}$, $O2_p$ – значение уровней кислорода в мешке вовремя фона и в конце пробы; Δt – разница средневзвешенной температуры интактной кисти.

При этом величина значения Δt вычитается в случае, когда температура интактной кисти на пике пробы увеличивается относительно фона, а в случае ее снижения, значение Δt суммируется. Необходимо отметить, что проведение пробы с ререспирацией и локальным холодным воздействием не только позволяет определить степень аллостатической нагрузки на организм человека, но и оценить ее уровень в зависимости от индивидуальной гипоксической устойчивости. На основе расчета количественного показателя гипоксической устойчивости возможен не только отбор лиц для безопасной жизнедеятельности в экстремальных условиях окружающей среды, но и контроль перестройки функциональных резервов в процессе адаптации.

Результаты. Проведенная на этой основе для лиц с высокой и сниженной неспецифической резистентностью оценка аллостатической нагрузки на организм факторов окружающей среды в приморской и внутриконтинентальной зонах Магаданской области показала, что для магаданцев с низким уровнем неспецифической резистентности она составляла 56 усл. ед, а для высоко устойчивых только 20 усл. ед. В условиях внутриконтинентальной зоны различия в значениях индекса АН между лицами с различной неспецифической резистентностью также были высоки, достигая 30 усл. ед.

Заключение. Проведенные исследования показали, что особенности влияния экстремальных факторов окружающей среды на практически здоровых лиц, отличающихся уровнем своих функциональных резервов, должны учитываться не только при их отборе для работы в регионах с особыми природно-климатическими условиями, но и при разработке новых законодательных актов по компенсациям и надбавкам жителям севера и высокогорья. В этом аспекте, предпочтения для жителей из числа европеоидов, относящихся к уроженцам первого и последующих поколений, постоянно проживающих в регионах с экстремальными условиями окружающей среды (укорененная популяция), должны превалировать или, в крайнем случае, быть не ниже, чем у мигрантов и вахтовиков. Такой подход позволит не только прекратить отток населения из таких регионов, но и способствовать закреплению там укорененной популяции из числа уроженцев-европеоидов, адаптационные физиологические механизмы которых уже наиболее адекватно сформированы относительно действующих экстремальных природно-климатических условий.

Список литературы:

1. Кривошеков С.Г., Белешева Н.К., Николаева Е.И. и др. Концепция аллостаза и адаптация человека на Севере // Экология человека. – 2016. – № 7. – С. 17-25.
2. Максимов А.Л., Белкин В.Ш. Биомедицинские и климатоэкологические аспекты районирования территорий с экстремальными условиями среды проживания // Вестник ДВО РАН. – 2005. – № 3. – С. 28-39.

3. Максимов А.Л. Концептуальные и методические подходы к комплексному районированию территорий с экстремальными условиями проживания. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН. – 2006. – 54 с.

4. Максимов А.Л., Аверьянова И.В. Изменение показателей гемодинамики, газообмена и вариабельности кардиоритма у юношей-европеоидов в процессе активной ортостатической пробы // Экология человека. – 2021. – № 1. – С. 22-31.

5. Максимов А.Л., Аверьянова И.В. Изменение показателей гемодинамики, газообмена и вариабельности кардиоритма у юношей-европеоидов в процессе ререспирации // Экология человека. – 2021. – № 2. – С. 34-36.

6. Beckie T.M. A Systematic Review of Allostatic Load, Health, and Health Disparities // Biological Research for Nursing, – 2012. – V. 14(4). – P. 311-346.

Modern problems of regionalization of territories and human adaptation in regions with extreme natural and climatic conditions

Maksimov A.L.

Institute of Physiology Komi SC the Urals Branch Russian, Syktyvkar, Russia

The paper considers modern approaches to the zoning of territories and the selection of people for life in extreme environmental conditions, taking into account modern geopolitical challenges. It is shown that it is possible, based on the allostasis concept, to conduct not only the selection of persons with a high level of nonspecific resistance, but also to quantify the degree of extremity of environmental factors using the standard respiration test.

Key words: adaptation, extreme conditions, selection, hypoxia, cold, rerespiration, allostatic load.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-142-144

Морфофункциональные особенности пролиферирующих клеток при воздействии пептида PSMA

Михеева Н.А., Дрождина Е.П., Курносова Н.А.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Исследовано воздействие синтетического пептида PSMA на делящиеся клетки лабораторных животных. Эксперимент проведён на самцах белых лабораторных мышей линии BALB/c. Проведена оценка токсического воздействия пептида PSMA в терапевтической (1,4 мкг/кг массы животного или 0,04 мкг/животное) и субтоксической (140 мкг/кг массы животного или 4,0 мкг/животное) дозах. Определено цитотоксическое воздействие пептида PSMA на клетки красного костного мозга и камбиальные клетки кишечника лабораторных мышей. Выявлено снижение пролиферативной активности клеток крипт толстой кишки при введении субтоксической дозы пептида PSMA и отсутствуют признаки токсического повреждения клеток красного костного мозга животных.

Ключевые слова: токсичность, пролиферация, синтетические пептиды, митотический индекс, микроядерный тест.

Введение. В настоящее время короткие синтетические пептиды привлекают внимание исследователей как новый класс лигандов для доставки специфических терапевтических и диагностических агентов. Пептиды, обладающие высоким сродством и специфичностью к клеточным мишеням, имеют ряд преимуществ по сравнению с антителами, такими как: относительная простота синтеза, меньшие физические размеры, меньшая иммуногенность, хорошая конъюгация с терапевтическими или диагностическими агентами (Mousavizadeh A., 2017; Le Joncour V., Laakkonen P., 2018; Scodeller P., Ascitutto E.K., 2020). Однако, одним из ограничений широкого применения синтетических пептидов для диагностических и терапевтических целей может их потенциальная токсичность (Gupta S. et al., 2013).

Целью настоящей работы стало исследование морфофункциональных особенностей пролиферирующих клеток при воздействии пептида PSMA.

Методика. Эксперимент проведен на самцах белых лабораторных мышах линии BALB/c, которые содержались в стандартных условиях вивария. Проведена оценка токсических свойств пептида PSMA, разработанного в научно-исследовательском технологическом институте им. С.П. Капицы Ульяновского государственного университета (руководитель – д.б.н. Саенко Ю.В.).

В качестве растворителя для внутрибрюшинного введения был использован стерильный физиологический раствор. Растворы вводили внутрибрюшинно. Экспериментальные животные были разделены на следующие группы:

- 1) животные, получавшие терапевтическую дозу пептида PSMA (1,4 мкг/кг массы животного или 0,04 мкг/животное) – PSMA/0,04;
 - 2) животные, получавшие субтоксическую дозу пептида PSMA (в 100 раз выше предполагаемой терапевтической – 140 мкг/кг массы животного или 4,0 мкг/животное) – PSMA/4,0;
 - 3) животные контрольной группы, получавшие физиологический раствор.
- Каждая группа была представлена 6 животными.

Установление пролиферативной активности камбиальных клеток крипт толстой кишки осуществляли посредством определения митотического индекса эпителиоцитов на срезах, изготовленных по стандартной гистологической методике и окрашенных гематоксилин-эозином. Для определения мутагенности пептида был использован микроядерный тест, основанный на выявлении микроядер в полихроматофильных эритроцитах, содержащих отставшие фрагменты хромосом или целые хромосомы. (Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств, 2012).

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы «Statistica 12».

Результаты. Введение терапевтической дозы пептида PSMA сопровождается незначительным снижением пролиферирующей активности клеток крипт толстой кишки у белых мышей ($p > 0,05$). Более выраженное уменьшение количества митотически делящихся клеток в крипах толстой кишки у белых мышей наблюдалось при введении субтоксической дозы пептида PSMA. Рассматриваемый показатель у животных второй экспериментальной группы составил $8,33 \pm 0,5\%$, что на 51% меньше, по сравнению с аналогичным показателем животных контрольной группы ($p < 0,05$).

Результаты микроядерного теста свидетельствуют об отсутствии признаков токсичности и мутагенности пептида PSMA в обеих изученных дозах – число незрелых эритроцитов с микроядрами в мазках костного мозга животных, внутрибрюшинно получавших раствор пептида, не отличается от таковых животных, получавших физиологический раствор (контрольная группа) ($p > 0,05$).

Выводы:

1. Субтоксическая доза пептида PSMA вызывает снижение пролиферативной активности клеток крипт толстой кишки.

2. Терапевтическая доза пептида PSMA не оказывает существенного воздействия на пролиферативную активность клеток крипт толстой кишки.

3. Пептид PSMA в субтоксической и терапевтической дозах не оказывает токсического и мутагенного воздействия на клетки красного костного мозга.

Список литературы:

1. Gupta S. In silico approach for predicting toxicity of peptides and proteins // PLoS One. – 2013. – Vol. 8(9). – 73957.

2. Le Joncour V., Laakkonen P. Seek & Destroy, use of targeting peptides for cancer detection and drug delivery // Bioorg Med Chem. – 2018. – Vol. 26(10). – P. 2797-2806.

3. Mousavizadeh A., Jabbari A., Akrami M., Bardania H. Cell targeting peptides as smart ligands for targeting of therapeutic or diagnostic agents: a systematic review // Colloids Surf B Biointerfaces. – 2017. – Vol. 158. – P. 507-517.

4. Scodeller P., Ascitutto E.K. Targeting Tumors Using Peptides // Molecules. – 2020. – Vol. 25(4). – P. 808.

5. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая. – М.: Гриф и К, 2012. – 944 с.

Morphofunctional features of proliferating cells exposed to PSMA peptide

Mikheeva N.A., Drozhdina E.P., Kurnosova N.A.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

The effect of the synthetic PSMA peptide on dividing cells of laboratory animals was studied. The experiment was carried out on male white laboratory mice of the BALB/c-line. The toxic effect of PSMA peptide was evaluated at therapeutic (1.4 µg / kg of animal weight or 0.04 µg / animal) and sub-toxic (140 µg / kg of animal weight or 4.0 µg / animal) doses. The cytotoxic effect of PSMA peptide on red bone marrow cells and cambial intestinal cells of the of laboratory mice was determined. A decrease in the proliferative activity of the colon crypt cells was revealed upon administration of a sub-toxic dose of the PSMA peptide and there were no signs of toxic damage to the red bone marrow cells of animals.

Key words: toxicity, proliferation, synthetic peptides, mitotic index, micronucleus test.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-144-147

Определение содержания кальция и его экономической эффективности в лекарственных препаратах и биологически активных добавках

Михеева Л.А., Михеева А.В.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Кальций принимает непосредственное участие в метаболических процессах и формировании тканей, костей и зубов, питает нервные ткани, понижает уровень холестерина, нормализует артериальное давление. От кальция зависит развитие плода, а также самочувствие и общее состояние здоровья будущей матери. Были исследованы несколько наиболее популярных кальцийсодержащих лекарственных препаратов и БАДов. Определяли содержание общего и растворимого кальция. Отбор выборок готовых лекарственных средств осуществляли в соот-

ветствии с требованиями инструкций по контролю, утвержденных Министерством здравоохранения Российской Федерации.

Ключевые слова: кальций, кальций содержащие препараты, содержание растворимого кальция.

Целью исследования являлось определение содержания общего и растворимого кальция в кальцийсодержащих лекарственных препаратах и биологически активных добавках, так как не всегда производители указывают содержание растворимого кальция, который максимально усваивается организмом.

Методика. Были исследованы несколько наиболее популярных кальцийсодержащих лекарственных препаратов и БАДов: Кальций D₃ Никомед (ООО «Такеда Фармасьютикамс», Россия), Кальцемин (АО «Байер», США), Глюконат кальция (ЗАО «Производственная фармацевтическая компания Обновление», Россия), Натекаль D₃ (Италфармако, Италия), АльфадолСа («ПанацеяБиотек Лтд.», Индия), а также биологически активные добавки Кальций-Актив (ОАО «Диод», Россия), Citracal SR (АО «Байер», США), Кальций D₃ (ООО «В-МИН», Россия), Горный кальций (ЗАО Эвалар, Россия), Морской кальций (ООО «В-МИН», Россия) и такие природные источники кальция, как мел и яичная скорлупа.

Общее содержание кальция определяли путем озоления исследуемых образцов в муфельной печи при температуре 400-500 °С, растворением в соляной кислоте и последующем комплексонометрическом титровании трилоном Б.

Содержание растворимого кальция определяли, создавая модель желудочного сока из соляной кислоты с последующим титрованием трилоном Б.

Для определения кальция использовали гравиметрический и титриметрический методы анализа, которые характеризуются большой степенью точности и высокой достоверностью (Крешков А.П., Ярославцев А.А., 1964).

Метод комплексонометрического титрования основан на реакции образования прочных комплексов динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б) с ионами металлов, в частности Ca²⁺.

Основное определение кальция, как общего, так и растворимого, заключалось в комплексонометрическом титровании ионов кальция трилоном Б при pH 10. В качестве индикатора использовался эриохром черный Т (хромовый темно-синий). Индикатор образует с ионами кальция комплексное соединение фиолетового цвета. При титровании раствора трилоном Б в точке эквивалентности фиолетовая окраска переходит в синюю.

Для определения общего и растворимого кальция в фармацевтических препаратах и БАДах готовили пробы по методике (Щеплягина Л.А., Круглова И.В., Моисеева Т.Ю., 2013).

Содержание ионов кальция в 100 г растительного сырья в % рассчитывали по формуле:

$$\%Ca = \frac{M \times N \times V_T \times V_{\text{экстр.}}}{1000 \times V_{\text{пр}} \times m_{\text{пр}}}$$

где M – атомная масса кальция;

N – нормальность раствора трилона Б, г·экв/л;

V_T – объем израсходованного 0,1 н раствора титранта, мл;

V_{пр} – объем пробы, взятой для определения, мл;

V_{экстр.} – объем полученного экстракта, мл;

m_{пр} – масса пробы, взятой для анализа, г.

Результаты. Сравнительный анализ содержания общего и растворимого кальция в кальцийсодержащих лекарственных препаратах и биологически активных добавках показал, что не все исследуемые препараты способны эффективно удовлетворять необходимую потребность организма в биологически доступном кальции.

По данным исследования среди всех изученных медицинских средств наибольший процент растворимого кальция содержится в единицах препарата «Горный кальций». Наряду с этим, он содержит 80,6% растворимого кальция от содержания общего кальция в препарате и достаточно экономичен: средняя цена 1 таблетки не высока – всего 1,68 руб. Достаточно высокий процент растворимого кальция выявлен и в препаратах «Кальцемин», «Глюконат кальция», «Морской кальций», что способствует оптимальному восполнению его недостатка в организме при употреблении данных лекарственных средств в предписанных количествах.

Однако учитывая то, что данные лекарственные средства являются монопрепаратами, их применение необходимо сочетать с приемом дополнительных средств (витамина D) для лучшей усвояемости кальция организмом (Лесняк О.М., 2016), что повышает стоимость комплексного лечения.

Среди комплексных препаратов, содержащих наряду с кальцием и витамин D, наибольшим процентом растворимого кальция характеризуется препарат «Кальций D₃» и «Кальций D₃ Никомед». Данный препарат содержит и высокую долю растворимого кальция от содержания общего кальция, составляющую соответственно: 78,7% и 65,3%, что является показателем их высокой эффективности при лечении дефицита кальция в организме человека. Наиболее оптимальным и по содержанию растворимого кальция, и по доле содержания растворимого кальция от содержания общего кальция, составляющей 71,1% является препарат «Натекаль D₃».

Заключение. При выборе фармацевтических препаратов в целях компенсации недостатка кальция в организме необходимо учитывать процент растворимого кальция от общего содержания кальция в лекарственном средстве или биологической добавке. Комплексные препараты, содержащие витамин D, повышают эффективность усвоения растворимого кальция организмом.

С учетом вышесказанного, следует отметить, что данные исследования не могут являться рекомендацией к непосредственному использованию препаратов пациентами. Выбор препарата в каждом индивидуальном случае может осуществляться только под контролем врача.

Список литературы:

1. Крешков А.П., Ярославцев А.А. Курс аналитической химии. Книга 2. – Москва: Химия, 1964. – 324 с.
2. Лесняк О.М. Аудит состояния проблемы остеопороза в Российской Федерации // Профилактическая медицина. – 2011. – № 2. – С. 7.
3. Марченкова Л.А., Макарова Е.В. Преимущества комбинации кальция и витамина D в профилактике и лечении остеопороза: ренессанс парадигмы // Профилактическая медицина. – 2017. – Т. 20. – № 4. – С. 57-62.
4. Попова И.Е. Роль кальция в профилактике и лечении остеопороза // Актуальные вопросы медицинской практики. Сборник научных трудов. – Москва, 2018. – С. 52-57.
5. Смыкалова А.С., Жиленко М.И. Уповень витамина D и эффективность препарата кальция в лечении остеопороза в постменопаузальном периоде // Вопросы диетологии. – 2019. – Т. 9. – № 3. – С. 44-49.
6. Рожинская Л.Я. Роль кальция и витамина D в профилактике и лечении остеопороза // Русский медицинский журнал. – 2003. – Т 11. – № 5. – С. 239-242.

7. Щеплягина, Л.А., Круглова И.В., Моисеева Т.Ю. Истоки остеопороза взрослых лежат в детском возрасте // Лечение и профилактика. – 2013. – № 1. – С. 5-12.

Determination of calcium content and its economic efficiency in medicines and biologically active additives

Mikheeva L.A., Mikheeva A.V.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

Calcium is directly involved in metabolic processes and the formation of tissues, bones and teeth, nourishes nerve tissues, lowers cholesterol, normalizes blood pressure. The development of the fetus depends on calcium, as well as the well-being and general health of the expectant mother. Several of the most popular calcium-containing medications and dietary supplements were investigated. The content of total and soluble calcium was determined. The selection of samples of finished medicines was carried out in accordance with the requirements of the control instructions approved by the Ministry of Health of the Russian Federation.

Key words: *calcium, calcium-containing preparations, soluble calcium content.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-147-150

Получение препарата пектата меди для использования в медицинской практике

Михеева Л.А., Щелкаев С.А., Михеева А.В.
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

В настоящее время процессы комплексообразования различных лигандов, в том числе биополимеров с металлами, привлекают внимание ученых разных стран не только в целях получения новых данных о способах синтеза и свойствах металл комплексов, но и в связи с поиском путей получения новых эффективных биологически активных препаратов из них.

Так как окружающая нас жизнь перенасыщена различными искусственно полученными препаратами, которые оказывают отрицательный эффект на организм человека, сегодня, как никогда прежде, встает вопрос об использовании вместо синтетических натуральных, экологически чистых ингредиентов, например, таких как пектин. Изучение структурных параметров и физико-химических свойств комплексов пектиновых веществ с металлами позволит значительно расширить области их практического использования.

Ключевые слова: *металлокомплексы, пектин, пектат меди, комплексообразование.*

Задачами данной работы являются:

- Рассмотрение биохимических особенностей пектиновых веществ и меди;
- Изучение комплексообразовательных способностей пектина с медью;
- Получение металлокомплекса.

Пектиновые полисахариды являются биополимерами полиуронидной природы, содержащими наряду с гидроксильными группами карбоксильные функциональные группы в мономерных фрагментах основной цепи полимера. С наличием этих реакционноактивных функциональных заместителей связана перспективность использования пектиновых веществ для синтеза различных практически ценных соединений на их основе, в том числе координационных соединений с металлами (Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н., 2002). Современная координационная химия углеводов, частью

которой являются металлокомплексы пектиновых веществ, является активно развивающейся областью исследований в последнем десятилетии. Интерес к комплексам металлов с природными углеводами в значительной степени связан с возможностью получения нового типа биологически активных веществ различного назначения. Особое место в этих исследованиях занимают комплексные соединения с биогенными металлами-микроэлементами, такими как медь – Cu^{2+} . Этот металл, как известно в настоящее время, играет важную роль в балансе процессов в живых организмах, протекающих с участием белковых молекул и нуклеиновых кислот. Медь, наряду с железом участвует в процессах дыхания. В частности медь – в гемоцианине, а железо – в гемоглобине. Они служат переносчиками кислорода. Медь входит в цитохром С-оксидазу дыхательной цепи, в голубые медьсодержащие белки, катализирующие перенос электронов и т.д. (Радыш И.В., Скальный А.В., Нотова С.В., Маршинская О.В., Казакова Т.В., 2017).

Одним из наиболее характерных свойств пектиновых биополимеров полисахаридной природы является способность их к комплексообразованию с ионами s-, p- и d-металлов (Алексеев Ю.Е., Грановский А.Д., Жданов Ю.А., 1998). В ряде работ постулируется координация иона металла различными цепями биополимера с образованием двойных цепочечных структур, то есть со сшиванием параллельных макромолекул пектина металлом в трехмерном пространстве. Образующиеся комплексы пектина с металлами нерастворимы в воде и образуют в маточных растворах коллоидные гели (Карасева А.Н., Миронов В.Ф., Цепяева О.В., Выштакалюк А.Б., Минзанова С.Т., Карлин В.В., Миндубаев А.З., 2004).

Следовательно, важное значение при проведении биологических испытаний и при использовании металлокомплексов имеет растворимость их в воде.

Методика. Нами была опробована следующая методика: к раствору цитрусового пектина в дистиллированной воде (50-60 °С) добавляют при перемешивании в течение 1,0-1,5 часа раствор NaOH (в количестве 0,5-0,7 г щелочи на 1 г пектина). Затем добавляют раствор соли меди. Через 30-40 минут целевой продукт осаждают этанолом или ацетоном, центрифугируют и высушивают при 40-50 °С.

Результаты. В результате эксперимента был получен аморфный порошок, зеленовато-синего цвета, растворимый в воде при температуре 50-60 °С.

Полученный металлокомплекс был исследован на фотоколориметре, в ходе исследования мы определили содержание ионов меди в данном образце. Концентрация ионов меди составила 0,095%.

Основываясь на теоретической информации о свойствах пектиновых веществ и меди, можно предположить какими практически – важными свойствами будет обладать комплекс, состоящий из этих веществ.

Исходя из того, что пектиновые вещества так же, как и медь, нашли широкое применение в медицине, полученный металлокомплекс пектина главным образом планируется применять в сфере медицины.

Оба составляющих комплекса обладают ценными свойствами:

- Ярко выраженная способность к комплексообразованию.
- Довольно широкое распространение в природе.
- Широкое применение в отраслях медицины и фармакологии.
- Усвояемость организмом человека.

Главным образом, данный комплекс, должен объединить в себе такие свойства меди, как:

- Антибактериальность.
- Противогрибковое действие.

Очень важно, что составляющие комплекса содержатся в организме человека. То есть не являются инородными ему.

На основе этого комплекса можно получить медикаментозное средство, обладающее антибактериальными свойствами. Данный препарат предполагается использовать, как средство против ушибов, синяков, ссадин, царапин.

Благодаря способности пектина к желеобразованию (гелеобразованию) (Ильина И.А., 2001) и его капсулирующим свойствам, препарат на основе данного комплекса может выпускаться в виде:

- порошка;
- таблеток;
- геля, мази.

Список литературы:

1. Алексеев Ю.Е., Грановский А.Д., Жданов Ю.А. Успехи химии. – 1998. – Т. 67; Вып. 8. – С. 723-744.
2. Ильина И.А. Научные основы технологии модифицированных пектинов. – Краснодар, 2001. – 312 с.
3. Карасева А.Н., Миронов В.Ф., Цепяева О.В., Выштакалюк А.Б., Минзанова С.Т., Карлин В.В., Миндубаев А.З. Полиметаллокомплексы пектиновых полисахаридов и их биологическая активность // Химия и компьютерное моделирование. Бутовские сообщения. – 2004. – Т. 5, № 1 – С. 33-36.
4. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки – М.: Колос, Колос-Пресс. 2002. – 256 с.
5. Радыш И.В., Скальный А.В., Нотова С.В., Маршинская О.В., Казакова Т.В. Введение в элементологию: учебное пособие. – Оренбург: ОГУ, 2017 – 183 с.

Preparation of copper pectate preparation for use in medical practice

Mikheeva L.A., Shchelkaev S.A., Mikheeva A.V.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

Currently, the processes of complexation of various ligands, including biopolymers with metals, attract the attention of scientists from different countries not only in order to obtain new data on the methods of synthesis and properties of metal complexes, but also in connection with the search for ways to obtain new effective biologically active drugs among them.

Since the life around us is oversaturated with various artificially produced drugs that have a negative effect on the human body, today, more than ever before, the question arises of using natural, environmentally friendly ingredients instead of synthetic ones, for example, such as pectin. The study of the structural parameters and physico-chemical properties of complexes of pectin substances with metals will significantly expand the scope of their practical use.

Key words: *metal complexes, pectin, copper pectate, complex formation.*

**Оценка адаптационного состояния учащейся молодёжи
на основе анализа показателей variability сердечного ритма**

Мищенко Н.В., Лялякин С.В., Ширкин Л.А., Князева Е.С., Трифонова Т.А.
ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, Россия

В ходе исследования была проведена оценка адаптационного состояния студентов ВлГУ по временным, спектральным, кардиоинтервалографическим и интегральным показателям variability сердечного ритма. Дана характеристика состояния регуляторных систем учащихся. Полученные результаты могут служить определённым дополнением к пониманию особенностей процесса адаптации учащейся молодёжи к условиям обучения в высшей школе.

Ключевые слова: *variability сердечного ритма (BCP), учащиеся, адаптация, регуляторные системы, симпатическое и парасимпатическое влияние.*

Введение. Обучение является энергозатратным процессом для человеческого организма, вследствие чего в процессе обучения может происходить сильное напряжение регуляторных систем организма, ведущее к истощению внутренних ресурсов человека (Анфиногенова О.И., 2011). Одним из наилучших показателей способности организма адаптироваться к нагрузкам является сердечнососудистая система (Шлык Н.И., 2008). Длительное влияние процесса обучения может вызывать относительно устойчивые изменения в работе компенсаторных механизмов, которые можно обнаружить посредством анализа характеристик сердечных циклов. Для этой цели широко используется метод variability сердечного ритма (BCP). Изучение характеристик сердечного ритма позволяет характеризовать их как индикатор напряжения регуляторных систем, оценивать их работу как комплексный ответ на действие факторов и особых условий среды, в которых оказывается обучающийся во время пребывания в стенах высшего учебного заведения (Баевский Р.М., 2003). В связи с этим, цель данного исследования – оценить адаптационное состояние учащейся молодёжи на основе анализа показателей variability сердечного ритма.

Методика. В исследовании принимали участие учащиеся ВлГУ в количестве 307 человек. Из них 135 – юноши, 172 – девушки. Всем испытуемым на момент исследования не более 25 лет. Для исследования BCP по стандартам Европейской ассоциации кардиологии и Северо-Американской ассоциации ритмологии и электрофизиологии, использовалось электрокардиографическое оборудование и программное обеспечение комплекса Здоровье-Экспресс. В исследовании фоновой кратковременной пробы в положении лёжа оценивались временные статистические, спектральные, кардиоинтервалографические и интегральные показатели, характеризующих адаптационные возможности организма, а именно: *SDNN, RMSSD, TP, HF, LF, VLF, LF\HF, AMo, SI* и *ПАРС*.

Результаты. *SDNN* (средне квадратичное отклонение R-R интервалов) отражает суммарное влияние парасимпатического (увеличение *SDNN*) и симпатического (уменьшение *SDNN*) отдела (ПО или СО) вегетативной нервной системы (ВНС) на синусовый узел. Низкое значение *SDNN* повышает риск внезапной сердечной смерти (Амиров Н. М., 2010). Среднее *SDNN* юношей $62,31 \pm 26,77$ мс, девушек – $60,41 \pm 24,96$ мс, что говорит о преобладающей активности СО НС в регуляции сердечного ритма (норма до 25 лет 70 ± 10 мс). Это свидетельствует о напряжении регуляторных систем организма испытуемых.

Среднеквадратическое различие между длительностью соседних R-R интервалов (*RMSSD*) составило $53,63 \pm 8,57$ мс у юношей и $61,19 \pm 12,4$ мс у девушек, что является

отклонением от физиологической нормы. Результат свидетельствует о снижении способности организма к восстановлению.

Спектральный анализ отражает частотную составляющую ВСР. Общая фоновая мощность спектра (TP) включает совокупные влияния нейрогуморальной регуляции. У юношей TP составляет $4639,942 \pm 739,23$, у девушек ($3776,46 \pm 510,19$), что говорит о повышении активности систем регуляции среди молодых людей. Значения высокочастотных колебаний (HF) сердечного ритма юношей ($2512,11 \pm 541,72$) превышают аналогичные у девушек ($2016,61 \pm 419,89$) на 19,72%, а показатели колебаний низкой частоты (LF) практически идентичны ($1210,82 \pm 115,91$ у юношей, $1241,1 \pm 135,02$ у девушек). Колебания HF связывают с ПО регуляции, в то время как LF связаны с обоими отделами. Интенсивная интеллектуальная работа провоцирует увеличение доли LF и снижение HF (Трифонова Т.А., 2018). Показатель очень низкочастотных колебаний VLF юношей составил $1700,49 \pm 372,66 \text{ мс}^2$, а девушек $1428,32 \pm 231,42 \text{ мс}^2$. При стрессе количественные показатели очень низких и ультранизких частот уменьшаются (Трифонова Т.А., 2016).

Соотношение мощностей LF/HF звеньев регуляции рассматривают, как меру симпатовагального баланса, а рост этого показателя связывают с доминированием симпатических влияний (Медведев М.А., 2002). Результаты показывают, что в среднем у юношей ($1,12 \pm 0,33$) влияние симпатической регуляции выше на 16,07 %, чем у девушек ($0,94 \pm 0,24$), что можно расценивать, как работу организма в условиях повышенной нагрузки. Результаты спектрального анализа согласуются с анализом результатов временных параметров ВСР и демонстрируют напряжение регуляторных систем организма.

Показатель AMo отражает эффект централизации в управлении сердечным ритмом и зависит главным образом от СО ВНС. Результаты юношей $36,47 \pm 2,81\%$ и девушек $37,31 \pm 2,98\%$ практически идентичны и соответствуют показателям, полученным другими исследователями (Сарыг С.К., 2012). Данные значения являются вариантом физиологической нормы.

SI – стресс индекс (или ИН – индекс напряжения) характеризует степень напряжения регуляторных систем. Повышение SI говорит о включении неспецифического универсального адаптационного механизма при стрессе, независимо от его происхождения. В зависимости от индекса напряжения юноши и девушки были разделены на три группы: ваготоники ($SI < 40$), симпатоники ($SI > 100$), а остальные отнесены к группе нормотоников. По результатам исследования обнаружено преобладание нормотоников как среди юношей (52%), так и среди девушек (49%). Значение $SI > 100$ наблюдается у 31% (юноши) и 32% (девушки) испытуемых, что говорит о большей степени преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными у этих учащихся. Их регуляторные системы испытывают напряжение, истощая ресурсы организма.

Показатель $ПАРС$, представляющий собой комплексную оценку ВСР, учитывает статистические и спектральные показатели и оценивается по шкале от 1 до 10 баллов. На основе результатов формируются группы, характеризующие состояние регуляторных систем испытуемого. Средний показатель $ПАРС$ у юношей $4,78 \pm 1,81$ балл, у девушек $4,77 \pm 1,80$ балл. Полученный результат характеризует донологическое состояние и говорит о напряжении регуляторных систем организма, что согласуется с результатами других показателей. Доля испытуемых, находящихся в состоянии физиологической нормы 26% среди девушек, и 23% среди юношей. Срыв адаптации наблюдается у 3% девушек и 10% юношей.

Заключение. Результаты исследования свидетельствуют о том, что адаптационное состояние учащейся молодёжи ВлГУ находится на удовлетворительном уровне, а регуляторные системы учащихся испытывают некоторое напряжение. Оценка адапта-

ционного состояния учащихся по показателям ВСР позволяет судить об усилении или ослаблении СО и ПО ВНС в регуляции работы сердца, а также характеризует состояние регуляторных систем и готовность компенсаторных механизмов быть задействованными в ответ на условия среды. Результаты исследования могут быть использованы при мониторинге состояния здоровья учащихся в условиях обучения в высшей школе.

Список литературы:

1. Амиров Н.Б., Чухин Е.В. Риск внезапной смерти и частота сердечных сокращений // Вестник современной клинической медицины. – 2010. – Т. 3 вып. 4. – С. 558-560.
2. Анфиногенова О.И. Влияние условий обучения в вузе на адаптационные возможности организма студентов // Вестник Ставропольского государственного университета. Медицинские науки. Наука. Инновации. Технологии. – 2011. – С. 19-23.
3. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма: история и философия, теория и практика. // Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. Серия «Медицина». – 2003. – С. 14-15.
4. Variability сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение // Тез. докл. IV Всерос. симп. / отв. ред. Н.И. Шлык, Р.М. Баевский. – Ижевск: УдГУ, 2008. – 344 с.
5. Медведев М.А. Значимость личностных особенностей при интерпретации показателей спектральных составляющих сердечного ритма // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 3. – С. 54-60.
6. Сарыг С.К., Будук-оол Л.К., Ховалыг А.М. Анализ variability сердечного ритма для оценки адаптационных возможностей организма студентов // Вестник Тувинского государственного университета. Естественные и сельскохозяйственные науки. – Кызыл, 2012. – Т. 2. – С. 50-54.
7. Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Климов И.А. Оценка адаптационного состояния студентов: [монография]. – Владимир: АРКАИМ, 2016. – 92 с.
8. Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Орешникова Н.В. Прикладная экология человека: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 206 с.

Assessment of the adaptive state of students based on the analysis of heart rate variability indicators

Mishchenko N.V., Lyalyakin S.V., Shirkin L.A., Knyazeva E.S., Trifonova T.A.
Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich
and Nikolai Grigoryevich Stoletov, Vladimir, Russia

In the course of the study, the adaptive state of VISU students was assessed by temporal, spectral, cardiointervalographic and integral indicators of heart rate variability. The characteristic of the state of the regulatory systems of students is given. The obtained results can serve as a certain addition to the understanding of the peculiarities of the process of adaptation of young students in the conditions of studying at higher school.

Key words: heart rate variability (HRV), students, adaptation, regulatory systems, sympathetic and parasympathetic influence.

**Синергетические эффекты взаимодействия скелетных мышц
при выполнении сложного ациклического двигательного действия**

Моисеев С.А., Иванов С.М., Шамилов Р.В., Долгова И.Ю.

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры
и спорта», Великие Луки, Россия

В экспериментах, проведенных на борцах-самбистах, изучали пространственно-временную структуру мышечных синергий, извлекаемых с помощью метода главных компонент. Рассматривали координационную структуру отдельных периодов броска «захватом ног». Выявлено, что электрическая активность обширных синергий меняется в зависимости от величины проявляемых мышечных усилий, характерных для разных периодов выполняемого движения. Синергетические эффекты взаимодействия скелетных мышц демонстрируют пластичность, проявляющуюся в характерных паттернах пространственной и временной активации выявляемых мышечных синергий, что обеспечивает надежное управление двигательной функцией в различных периодах выполнения сложного по координации движения.

Ключевые слова: мышечные синергии; синергетические эффекты; межмышечная координация; управление движением, скелетная мышца.

Введение. Проблема сокращения избыточности степеней свободы нервно-мышечного аппарата в управлении произвольной двигательной активностью остается актуальным вопросом физиологии человека. Один из способов снижения вычислительной нагрузки на ЦНС заключается в объединении управляемых элементов системы в модули, имеющие меньшую размерность – синергии (Бернштейн Н.А., 1966; Николлс Д., 1985; Latash M., 2016). Выявление и анализ таких образований при выполнении широкого спектра произвольных спортивных движений может способствовать лучшему пониманию координационной структуры целенаправленных движений, а сведения о модульной структуре управления могут быть использованы в процессе обучения и совершенствования сложным по координации техническим элементам в единоборствах (Моисеев С.А., Пухов А.М., 2019). Цель работы заключалась в изучении пространственно-временной структуры мышечных синергий при выполнении броска «захватом ног».

Методика. Исследования проведены на 12 борцах-самбистах. Испытуемые выполняли 3 серии бросков «захватом ног» по 10 в каждой с интервалом 30 секунд. В процессе движений записывали электромиограммы (ЭМГ) 16 билатеральных поверхностных мышц при помощи беспроводного 16-канального биомонитора ME 6000 («Mega Electronics Ltd», Финляндия), с частотой дискретизации 2000 Гц: передней большеберцовой, икроножной, прямой бедра, двуглавой бедра, верхних пучков трапецевидной, средних пучков трапецевидной, выпрямляющей позвоночник, прямой живота. Одновременно велась запись видеоряда движений при помощи системы 3D-видеоанализа («Qualisys», Швеция) с частотой дискретизации 100 кадров в секунду. Для извлечения мышечных синергий использовали метод главных компонент. Извлеченные ЭМГ усредняли по группе испытуемых, применяли отрицательное экспоненциальное сглаживание и экстраполировали по времени относительно точки отсчета (Frere J., 2012; Kristiansen M., 2016). Анализ авто- и кросскорреляционных функций ЭМГ применяли для установления состава извлеченных мышечных синергий (Персон Р.С., 1985; Шелякин А.М., 1997). Математико-статистическая обработка данных включала расчет среднего арифметического (M), ошибки среднего арифметического (m), медианы (Me). Рассчитывали коэффициенты вариации (V) для сгруппированных данных. Для оценки достоверности различий при сравнении параметров в разных периодах использовали од-

нофакторный дисперсионный анализ (*ANOVA*) с *Post-Hoc* анализом по критерию *Newman-Keuls*. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Метод главных компонент показал наличие трех мышечных синергий (МС) в структуре изучаемого движения. Первая синергия имела тенденцию к возрастанию ЭМГ-активности мышц, входящих в ее структуру, с последующим снижением активности во втором временном периоде движения. Во втором периоде двигательного действия аналогично наблюдалось возрастание ЭМГ-активности, первой выявленной синергии и постепенное снижение к окончанию активных действий. Вторая установленная синергия характеризовалась возрастанием активности, и последующем снижении до исходного уровня, во временном отрезке от 300 до 500 мс. При переходе ко второму периоду движения активность мышц, входящих в синергию, постепенно нарастала и далее находилась на более высоком уровне, чем в первом периоде. Активность третьей синергии демонстрировала приблизительно схожую динамику со второй. В первом периоде изучаемого движения установлено синергетическое взаимодействие передней большеберцовой, икроножной и прямой мышцы бедра левой стороны в начальном периоде броска. Анализируя автокорреляционные функции ЭМГ других мышц в первом периоде можно выделить схожие ее параметры следующих: икроножной правой, трапециевидных мышц обеих сторон и выпрямляющей позвоночник левой стороны тела. Во втором периоде установлены характерные паттерны ЭМГ следующих мышц: передней большеберцовой правой, трапециевидных мышц обеих сторон, и выпрямляющей позвоночник левой стороны.

Для изучения временной структуры извлекаемых МС анализировали кросскорреляционные функции каждой пары скелетных мышц. В начальном периоде характерные синергетические паттерны ЭМГ-активности обнаружены у ряда скелетных мышц, таких как, передняя большеберцовая, двуглавая бедра правой нижней конечности и верхние и нижние пучки трапециевидных мышц левой стороны. Также установлены значимые связи показателей прямой мышцы живота правой стороны с двуглавой бедра левой, передней большеберцовой правой с трапециевидной мышцей левой стороны. Были выявлены взаимосвязи и других скелетных мышц в данном периоде, однако они оказались не такими обширными. Следует отметить, что наибольшее количество значимых взаимосвязей с другими исследуемыми мышцами в начальном периоде движения имели нижние пучки трапециевидной мышцы и прямая мышца живота правой стороны.

Во втором изучаемом периоде движения, где проявление мышечных усилий оказалось значительно выше, чем в первом, проанализированы параметры кросскорреляционных функций. Отличительной особенностью явилось то, что здесь количество средних и высоких коэффициентов, оказалось значительно меньше, чем в предыдущем периоде. Так, можно отметить взаимосвязи ЭМГ-активности мышцы выпрямляющей позвоночник левой стороны с трапециевидными мышцами обеих сторон тела. Также обнаружены взаимосвязи ЭМГ-активности прямой мышцы живота левой стороны с ЭМГ-активностью верхних пучков трапециевидной левой и мышцы, выпрямляющей позвоночник левой стороны.

Заключение. Таким образом, активность обширных мышечных синергий в определенной степени зависит от величины проявляемых мышечных усилий, характерных для разных периодов выполняемого движения. Синергетические эффекты взаимодействия скелетных мышц оказываются пластичными в отношении их пространственной и временной организации. Большее количество активных мышечных синергий в начальном периоде броска «захватом ног», вероятно, обусловлено необходимостью совершать быстрые и точные движения, направленные на преодоление значительной нагрузки, что обеспечивает надежное управление двигательной функцией. Одним из методов определения и анализа синергетических эффектов, проявляющихся на уровне исследования

мышечной активности, может быть использован комплекс методик, включая методы снижения размерности данных (метод главных компонент, анализ авто- и кросскорреляционных функций). Данный подход применим не только для анализа структуры целостного движения, но и его отдельных периодов.

Список литературы:

1. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. – М.: Медицина, 1966. – 349 с.
2. Моисеев С.А., Пухов А.М. Роль функциональных синергий в управлении пространственно-временной структурой точностных движений человека (на примере стрельбы из лука) // Журнал медико-биологических исследований. – 2019. – Т. 7, № 4. – С. 410.
3. Николлс Д., Мартин Р., Валлас Б. и др. От нейрона к мозгу. – М.: ЛКИ, 2008. – 672 с.
4. Персон Р.С. Спинальные механизмы управления мышечным сокращением. – М.: Наука, 1985. – 184 с.
5. Шелякин А.М., Преображенская И.Г., Богданов О.В. Кросскорреляционный анализ биоэлектрической активности мышц–антагонистов в исследовании произвольной двигательной активности человека при некоторых формах двигательных нарушений // Рос. физиол. журн. – 1997. – Т. 83, № 9. – С. 88.
6. Frere J., Hug F. Between-subject variability of muscle synergies during a complex motor skill // Front. Comput. Neurosci. – 2012. – Vol. 6. – P. 1662.
7. Kristiansen M., Samani A., Madelein P. et al. Effects of 5 weeks of bench press training on muscle synergies: a randomized controlled study // Journal of Strength and Conditioning Research. – 2016. – Vol. 30, N 7. – P. 1948.
8. Latash M., Zatsiorsky V. Biomechanics and Motor Control. – USA.: Academic Press is an imprint of Elsevier, 2016. – 409 p.

Skeletal muscle interaction synergetic effects during a complex acyclic motor action performing

Moiseev S.A., Ivanov S.M., Shamilov R.V., Dolgova I.Yu.

Velikiye Luki State Academy of Physical Education and Sports, Velikiye Luki, Russia

The study showed the sambo wrestlers' muscle synergies' spatial-temporal structure, extracted using the PCA method. We considered the individual periods of the "leg grabbing" throw coordination structure. It was revealed the electrical activity of extensive synergies changes depending on registered muscular efforts values, typical for different periods of the performed movement. The synergetic effects of skeletal muscle interaction demonstrate plasticity, manifested in typical patterns of spatial and temporal activation of revealed muscle synergies, which ensures reliable control of motor function in various periods of complex movement coordination performing.

Key words: *muscle synergies; synergetic effects; intermuscular coordination; motion control, skeletal muscle.*

Исследование нейропластичности с помощью визуального теста на селективное внимание при обучении по методике комплексного музыкально-певческого воспитания

Огороднов Д.М., Евдокимов С.А., Кропотов Ю.Д.

ФГБУН Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой РАН, Санкт-Петербург, Россия

Методика комплексного музыкально-певческого воспитания (КМПВ) является мощным инструментом развития голоса и музыкальности человека, так как в ходе работы по ней кроме слуховой, активно задействуются соматосенсорная, моторная (за счёт включения рук и речедвигательного аппарата) и зрительная зоны, что активно способствует изменению картины доминантных центров коры, стимулируются и развиваются такие когнитивные функции, как внимание, речь, память, праксис. Нейропластичность тесно связана с обучением музыке, о чём красноречиво говорит исследование G. Schlaug, в котором объясняются некоторые сенсомоторные и когнитивные улучшения, связанные с музыкальным обучением. Это позволяет предполагать эффекты нейропластичности при работе по методике КМПВ, в которой объединение различных модальностей является главным принципом обучения. Для исследования потенциалов, связанными с событиями, авторы используют двустимульный тест на селективное внимание (VCPTGo/NoGo-тест).

Ключевые слова: ЭЭГ, ПСС, визуальный Go/NoGo-тест, музыкально-певческое воспитание по Д.Е. Огороднову, методика КМПВ.

Введение. Данная работа является продолжением исследования нейропластичности после прохождения курса обучения по методике КМПВ (Огороднов Д.М., Евдокимов С.А., Гапонова В.Е., 2020). Для тестирования используется двустимульный Go/NoGo-тест на селективное внимание. В ходе теста испытуемому на экране предъявляются изображения, следующие друг за другом. Каждое изображение появляется на 100 мс. Изображения показываются парами, друг за другом: «животное – животное», «животное – растение», «растение – растение», «растение – человек» (показ картинки с человеком сопровождается коротким звуковым сигналом). Испытуемому даётся инструкция как можно быстрее нажимать кнопку мыши при появлении пары картинок «животное – животное» (Go-стимул) и не отмечать остальные пары, в том числе «животное – растение» (NoGo-стимул). Временной интервал между первой и второй картинками в парах – 1100 мс, между парами – 3100 мс.

Как и в исследовании слухового теста (Огороднов Д.М., Евдокимов С.А., Гапонова В.Е., 2020), испытуемые (дети) занимались по методике КМПВ (Огороднов Д.Е., 1981). Методика комплексного музыкально-певческого воспитания (автор – Д.Е. Огороднов) призвана развивать голос и музыкальность человека (чувство лада, метроритма и музыкальной формы). В ходе работы по методике КМПВ кроме слуховой, активно задействуются соматосенсорная, моторная (за счёт включения рук и речедвигательного аппарата) и зрительная зоны, что активно способствует изменению картины доминантных центров коры, стимулируются и развиваются такие когнитивные функции, как внимание, речь, память, праксис. Эта методика альтернативна общепринятой системе музыкального воспитания, так как образование происходит не через устное познание, а работу с артикуляцией, тембром гласных и т.п. Автор методики КМПВ Д.Е. Огороднов, музыкант, педагог, учёный, в 60-х годах прошлого века разработал комплекс приёмов работы над голосом, суть которых состоит в объединении нескольких аппаратов (руки, голос, зрение) в один при решении музыкальной задачи. Как указывает автор (Огороднов Д.Е., 1981), в основе методики лежит материалистическое учение И.М. Сеченова, И.П. Павлова о физиологии высшей нервной деятельности (Сеченов И.М., 2019; Пав-

лов И.П., 2019), А.А. Ухтомского (о доминанте) (2020), труды Б.М. Теплова о связи музыкальности человека с переживанием им звуковых музыкальных «тяготений» (Теплов Б.М., 1947), культурологических исследований Б.В. Асафьева о связи музыкальной формы, представлений и мышления (Асафьев Б.В., 1971).

Управление голосом в методике КМПВ возникает посредством участия движений рук и артикуляции в голосообразовании. Это даёт учащимся доступ к просодической составляющей речи, открывает возможность постижения пения как искусства. Методика КМПВ хорошо известна в музыкально-педагогических кругах, применяется в музыкальных учебных заведениях в нашей и в некоторых зарубежных странах.

Методика. В исследовании принимали участие две группы детей – «методика» и «контрольная». Одна занималась по методике КМПВ, вторая – контрольная (вместо занятий по методике КМПВ дети проходили музыкальные занятия по обычной школьной программе). В первую группу вошли дети, временно находящиеся в ГБУЗ «Детский санаторий “Комарово”» и МБУ СОШ № 19 г. Нижнекамска (суммарно – 65 человек). Во вторую – только дети санатория «Комарово», 29 человек. Средний возраст первой группы $8,6 \pm 1,5$ лет, второй – $9 \pm 1,2$ лет. В первой группе 53 мальчика, во второй – 17.

Никаких параметров исключений из групп испытуемых по поведенческим характеристикам не использовалось. Все дети на момент исследования проходили обучение в общеобразовательной средней школе. Школьники были согласны проходить исследование, что также отражалось их родителями в подписанном «Информированном согласии». Регистрация электроэнцефалограммы (ЭЭГ) проводилась дважды, до и после месячного курса занятий.

Результаты. Результаты исследования показывают статистически значимое количество «ложных тревог» с 7,6 до 4,1% ($p < 0,009$) для группы «методика», для контрольной группы эти изменения оказались статистически незначимыми ($p < 0,3$). Анализ Go-компонента потенциала, связанного с событием (ПСС) выявил статистически значимое изменение, характеризуемое уменьшением положительных ПСС в височно-теменных отделах (в отведениях T5 и T6, по международной системе 10-20) и последующим уменьшением отрицательного ПСС в лобных отделах. В контрольной группе наблюдаются такие же изменения, как в группе «методика», но изменения в лобных отделах большие по амплитуде, а в теменных – большие и по амплитуде, и по области. Эти изменения в контрольной группе захватывают всю теменную и теменно-височную области. Исследования в контрольной группе ПСС от предъявления пары картинок «растение-человек» (сопровождающееся звуковым сигналом) выявило статистически значимое уменьшение амплитуды ПСС с латентностью 192 мс в F7-отведении. В группе «методика» такого изменения обнаружено не было. По данным sLORETA (томографии низкого разрешения) можно предположить, что это изменение связано с активностью зоны Вернике (40 поле по карте зон Бродмана).

Заключение. Выявленные изменения показывают возникновение эффекта привыкания в контрольной группе, что связано с уменьшением ПСС, в группе «методика» этого эффекта обнаружено не было. Также при значительном улучшении психологических параметров в группе «методика» даёт основание предположить более высокий уровень когнитивных способностей, связанных с вниманием в этой группе.

Список литературы:

1. Асафьев Б.В. Музыкальная форма как процесс. – Музыка, 1971. – 376 с.
2. Огороднов Д.Е. Музыкально-певческое воспитание детей в общеобразовательной школе. Методическое пособие. – Киев: МузичнаУкраїна, 1981. – 164 с.
3. Огороднов Д.М., Евдокимов С.А., Гапонова В.Е. Изменения восприятия звуковой информации в ходе музыкально-певческого воспитания по Д.Е. Огороднову:

нейрофизиологическое исследование потенциалов, связанных с событиями. Тезисы в материалах I Национального Конгресса по когнитивным исследованиям. – М., 10-16 октября 2020.

4. Павлов И.П. Избранные труды по физиологии высшей нервной деятельности. – Ленанд, 2019. – 124 с.

5. Сеченов И.М. Рефлексы головного мозга. Попытка свести способ происхождения психических явлений на физиологические основы. – Ленанд, 2019. – 24 с.

6. Теплов Б.М. Психология музыкальных способностей. – М.-Л.: АПН РСФСР, 1947. – 355 с.

7. Ухтомский А.А. Доминанта. Физиология поведения. – М.: АСТ, 2020. – 320 с.

8. Schlaug G. Musicians and music making as a model for the study of brain plasticity. – Prog Brain Res. – 2015. – Vol. 217. – P. 37-55. doi: 10.1016/bs.pbr.2014.11.020. PMID: 25725909.

The research of neuroplasticity by the Visual Continuous Performance Tasks in teaching by the method of complex music and vocal education

Ogorodnov D.M., Evdokimov S.A., Kropotov Yu.D.

N.P. Bekhtereva Institute of the Human Brain of the Russian Academy of Sciences,
St-Petersburg, Russia

The Methodology of Comprehensive Music and Vocal Education (CMVE) is a powerful pedagogical instrument which helps a person's to improve its voice and musicality. Because several zones, such is auditory, somatosensory, motor (mainly due to the inclusion of hands and speech motor apparatus) and visual are actively involved, which is active contributes to a change in the picture of the dominant centers of the cortex, stimulates and develops such cognitive functions as attention, speech, memory, praxis. Neuroplasticity is closely related to music education, as indicated, for example, by such work as G. Schlaug, which explains some of the sensorimotor and cognitive improvements associated with music education. This allows us to assume and test the effects of neuroplasticity when working according to the CMVE method, which also uses different modalities. To investigate event-related potentials, the authors use a two-stimulus selective attention test (VCPT Go/NoGo test).

Key words: EEG, ERP, VCPT-task, musical-vocal education by D.E. Ogorodnov.

Влияние сезонов года на вариабельность сердечного ритма у студентов с разными типами суточной активности при когнитивной деятельности¹

Павленко С.И.^{1,2}, Ведясова О.А.¹

¹ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», Самара, Россия

²Частное учреждение образовательная организация высшего образования «Медицинский университет «Реавиз», Самара, Россия

В работе показано, что изменения вариабельности сердечного ритма (ВСР) у студентов с утренним, дневным и вечерним хронотипами при когнитивной нагрузке характеризуются сезонной зависимостью. Более выраженная сезонная модуляция ВСР характерна для «голубей», фоновые значения параметров ВСР и реакции на нагрузку в течение учебного дня у них в осенне-зимнем периоде были больше, чем в весенне-летнем. У «жаворонков» изменения ВСР в условиях когнитивной деятельности доминируют в весенне-летнем сезоне, а у «сов» – в осенне-зимнем, однако наблюдаемые реакции у них слабее, чем у «голубей». Наблюдаемые различия ВСР могут быть обусловлены сезонными особенностями механизмов адаптации сердца у разных хронотипов.

Ключевые слова: *вариабельность сердечного ритма, сезоны года, хронотипы, когнитивная нагрузка.*

Введение. Важнейшим условием сохранения здоровья и достижения высокой академической успеваемости студентов является соответствие социальных факторов среды, например, графика учебных занятий, биоритмологическим особенностям организма. При несовпадении эндогенных ритмов с ритмами социальной активности представители интеллектуальной сферы, включая студентов, испытывают социальный джетлаг, одним из последствий которого является повышение риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (McMahon D.M. et al., 2019). Десинхронизация между биоритмами и внешними ритмозадателями может вызывать повреждение сердца и сосудов, а продолжительный десинхроноз усиливает нарушения кровообращения (Takeda N. et al., 2011). Актуальным аспектом профилактики здоровья у студентов, входящих в группу риска в отношении социального джетлага, является учет эндогенных ритмов активности сердечно-сосудистой системы при организации режимов труда и отдыха. Однако в исследованиях циркадианной (Шаламова Е.Ю. с соавт., 2016) и сезонной (Филатова О.Е. с соавт., 2020) динамики сердечного ритма у учащихся не учитывается хронотипическая зависимость реакций сердца на умственную нагрузку. Цель нашей работы заключалась в изучении сезонных особенностей вариабельности сердечного ритма (ВСР) при дозированной когнитивной нагрузке у студентов с утренним, дневным и вечерним хронотипами.

Методика. Исследование выполнено в осенне-зимний (сентябрь-декабрь) и в весенне-летний (март-июнь) периоды года на студентах в возрасте 19-23 лет с соблюдением правил биоэтики. Для определения хронотипа испытуемых применяли тест Д. Хорна – О. Остберга в модификации А.А. Путилова и анкету О.Н. Московченко. В осенне-зимний период было обследовано 29 человек с утренним («жаворонки»), 54 – с дневным («голуби») и 51 – с вечерним («совы») хронотипами, в весенне-летний – 27, 46 и 53 человека соответственно. ВСР регистрировали на пульсоксиметре «ЭЛОКС-01» до и после дозированной когнитивной нагрузки (тесты на внимание). Оценивали длитель-

¹ Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-29-14073).

ность RR-интервалов (мс), частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), индексы активности симпатического (СИМ, усл. ед.) и парасимпатического (ПАР, усл. ед.) отделов вегетативной нервной системы, индекс Баевского (ИБ, усл. ед.), общую спектральную мощность кардиоритма (ТР, мс²), мощность в диапазоне очень низких (VLF, мс²), низких (LF, мс²) и высоких (HF, мс²) частот. Полученные данные статистически обрабатывали с помощью тестов Уилкоксона, Манна-Уитни и t-теста. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты. Установлено, что для испытуемых «жаворонков», «голубей» и «сов» характерна определенная сезонная зависимость параметров ВСР, причем как в состоянии покоя, так и в условиях когнитивной деятельности.

При анализе фоновых ритмограмм более заметные сезонные различия ВСР выявлены у «голубей». Многие параметры (ЧСС, LF, HF, ТР), а также ПАР, имели у них большие значения в осенне-зимний период по сравнению с весенне-летним. Эта разница чаще отмечалась в дневное время. В весенне-летний сезон, напротив, доминировали значения СИМ и ИБ. У «жаворонков» в состоянии покоя сезонные различия ВСР проявлялись в значениях ЧСС и ПАР, причем наибольшая активность парасимпатических механизмов была зафиксирована, в отличие от «голубей», в весенне-летнем сезоне. Какие-либо определенные сезонные различия ВСР у студентов «сов» заметно не проявлялись, за исключением более высоких значений отдельных компонентов спектральной мощности (LF и HF) в осенне-зимний период. Эти данные свидетельствуют о неоднозначных сезонных колебаниях активности вегетативных механизмов регуляции ритма сердца в состоянии покоя у лиц с разными хронотипами.

В условиях когнитивной деятельности биоритмологическая и сезонная модуляция параметров ВСР у разных хронотипов оказалась заметнее, чем в покое. У «жаворонков» число показателей ВСР, менявшихся в ответ на когнитивную нагрузку в ходе учебного дня, было больше в весенне-летнем периоде. Выполнение заданий в зависимости от времени суток вызывало у них снижение ПАР, увеличение интервалов R-R, СИМ, ТР и доли VLF в спектре кардиоритма. У студентов «голубей», напротив, максимум изменений ВСР при когнитивной нагрузке отмечался в осенне-зимнем периоде. При этом в отдельные часы дня наблюдался рост RR-интервалов и ПАР, снижение ИБ, СИМ и ЧСС. Среди спектральных параметров у «голубей» при нагрузке в разные часы менялись LF и HF. Что касается студентов «сов», то у них, подобно «голубям», в процессе умственной работы изменения ВСР доминировали в осенне-зимнем сезоне, причем в утреннее время. Следует отметить увеличение по сравнению с покоем интервалов-RR, ПАР, ТР, HF и уменьшение ЧСС, СИМ и ИБ. Нагрузка днем в указанное время года у «сов» увеличивала значения LF, а вечером вызывала рост интервалов RR и ПАР, но снижала ИБ.

Заключение. На основании изложенных результатов можно считать, что более выраженная циркануальная динамика изменений ВСР в ответ на когнитивную нагрузку присуща промежуточному хронотипу, а наименее закономерная характерна для вечернего хронотипа. В то же время общим для этих хронотипов является изменение спектральной структуры ВСР в осенне-зимний период за счет высоко- и низкочастотных компонентов, что согласно литературным данным (Ботоева Н.К. с соавт., 2012) отражает участие как парасимпатических, так и симпатических механизмов в регуляции сердца при адаптации к смене сезонов. В отличие от этого, у «жаворонков» доминировали сезонные вариации ВСР в виде снижения ПАР и увеличения VLF компонента спектра, особенно в весенне-летнем периоде, что можно рассматривать как отражение преимущественного вклада эрготропных механизмов в формирование циркануальной динамики сердечного ритма.

Список литературы:

1. Ботоева Н.К., Урумова Л.Т. Цирканнуальные колебания variability сердечного ритма у студентов-медиков, жителей предгорной территории Северной Осетии // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – № 12 – 2. – С. 228-233.
2. Состояние параметров variability сердечного ритма учащихся – коренных жителей Югры / О.Е. Филатова, Е.Г. Мельникова, С.И. Фадюшина и др. // *Сложность. Разум. Постнеклассика*. – 2020. – № 2. – С. 15-25.
3. Шаламова Е.Ю., Рагозин О.Н., Сафонова В.Р. Биоритмологические особенности и элементы десинхроноза параметров центральной гемодинамики у студентов северного медицинского вуза // *Экология человека*. – 2016. – № 6. – С. 26-32.
4. Relationships between chronotype, social jetlag, sleep, obesity and blood pressure in healthy young adults / D.M. McMahon, J.B. Burch, S.D. Youngstedt, et al. // *Chronobiol. Int.* – 2019. – Vol. 36. – № 4. – P. 493-509.
5. Takeda N., Maemura K. Circadian clock and cardiovascular disease // *J. Cardiol.* – 2011. – Vol. 57. – № 3. – P. 249-256.

Influence of seasons on heart rate variability during cognitive activity in students with different types of daily activity

Pavlenko S.I.^{1,2}, Vedyasova O.A.¹

¹ Samara national research university, Samara, Russia

² Medical University REAVIZ, Samara, Russia

It is shown that changes of heart rate variability (HRV) in students with morning, afternoon and evening chronotypes under cognitive load are characterized by seasonal dependence. A more pronounced seasonal modulation of HRV is characteristic of "pigeons", whose background values of HRV parameters and responses to load during the school day are greater in the autumn-winter period than in the spring-summer period. In "larks", HRV changes in the conditions of cognitive activity dominate in the spring-summer season, and in "owls" – in the autumn-winter season, but the observed reactions are weaker than in "pigeons". The observed differences in HRV may be caused by seasonal features of mechanisms of the heart adaptation in different chronotypes.

Key words: heart rate variability, seasons of the year, chronotypes, cognitive load.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-161-165

Развитие двигательных способностей у девочек со сколиозом 1-2 степени средствами оздоровительной аэробики и лечебной физической культуры

Подлубная А.А., Балашова В.Ф.

ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», Тольятти, Россия

В специальной литературе можно встретить данные ряда авторов, свидетельствующие о наличии у детей, имеющих сколиоз, отставание в уровне физического развития и физической подготовленности. В статье представлены результаты исследования, свидетельствующие о положительном влиянии средств оздоровительной аэробики и лечебной физической культуры на развитие двигательных способностей у девочек младшего школьного возраста со сколиозом 1-2 степени.

Ключевые слова: здоровье, осанка, сколиоз, аэробика, лечебная физическая культура, развитие.

Введение. В настоящее время тревогу вызывает состояние здоровья детского населения, в частности, детей младшего школьного возраста. Частыми нарушениями в данном возрасте являются нарушения осанки, среди них встречается и сколиоз. Можно отметить, что осанка является одним из главных показателей самочувствия и состояния здоровья, в целом.

В специальной литературе можно встретить данные ряда авторов, свидетельствующие о наличии у детей, имеющих сколиоз, отставание в физическом развитии и физической подготовленности. Данная категория детей страдает повышенным утомлением, снижением подвижности в суставах и выносливости мышц спины. У детей наблюдается ухудшение сна, аппетита, общего самочувствия (Костюченкова В.Н., 2009; Айзман Р.И., Лысова Н.Ф., 2017).

Оздоровительная аэробика для девочек младшего школьного возраста является привлекательным видом физкультурно-спортивной деятельности, способствующим повышению уровней физического развития, физической подготовленности, состояния здоровья. Это связано с постоянным обновлением программ занятий, отсутствием монотонности при выполнении различных упражнений под музыкальное сопровождение (Алаева Л.С., 2019).

Лечебная физическая культура направлена на лечение и профилактику различных заболеваний, в том числе, и сколиозов. Согласно определению Л.П. Черапкиной: «Сколиоз – тяжелое прогрессирующее заболевание позвоночного столба, характеризующееся дугообразным искривлением во фронтальной плоскости и скручиванием позвонков вокруг вертикальной оси. В результате прогрессирования этих изменений у больного может сформироваться вначале реберное выпячивание, а в дальнейшем, реберный горб. Больные со сколиозом имеют не только тяжелейший косметический дефект, но и многочисленные нарушения деятельности внутренних систем. Поэтому, сколиоз принято рассматривать не просто, как искривление, а как сколиотическую болезнь» (Избранные лекции по лечебной физической культуре..., 2017).

Несмотря на имеющиеся в специальной литературе рекомендации по исправлению нарушений осанки, исследований по комплексному воздействию средств оздоровительной аэробики и лечебной физической культуры, направленных на развитие двигательных способностей у девочек младшего школьного возраста со сколиозом 1-2 степени, нами не найдено.

Цель исследования: улучшение двигательных способностей у девочек младшего школьного возраста со сколиозом 1-2 степени при комплексном использовании средств оздоровительной аэробики и лечебной физической культуры.

Методика. Проведение исследовательской работы было организовано в период с сентября 2020 года по сентябрь 2021 г. на базе ООО «Фристайл» г.о. Тольятти. Две группы девочек младшего школьного возраста со сколиозом 1-2 степени, контрольная и экспериментальная, посещали тренировочные занятия по оздоровительной аэробике 3 раза в неделю, по 1,5 часа. Для экспериментальной группы дополнительно проводилось одно занятие в неделю по лечебной физической культуре.

По определению Л.С. Алаевой, «аэробика – это система гимнастических, танцевальных и других упражнений, выполняемых под музыку поточным или серийно-поточным способом, направленных на развитие аэробных возможностей энергообеспечения двигательной активности» (Алаева Л.С., 2019).

По данным многочисленных источников, оздоровительная аэробика направлена на: поддержание оптимального уровня развития физических качеств и внешнего вида,

улучшение здоровья «здоровых», профилактику «болезней цивилизации» и «возрастных» заболеваний.

В этом виде оздоровительной физической культуры используются, в основном, организованные формы занятий, при их проведении целенаправленно подбираются наиболее эффективные средства и методы воздействия на те системы и органы, от которых, в первую очередь, зависит здоровье человека; предполагается получение существенного тренировочного эффекта в отношении исполнительных и обеспечивающих двигательные действия систем организма.

Оздоровительная аэробика предполагает разные программы, в том числе, классическую аэробику и степ-аэробику, которые были включены в тренировочные занятия с девочками экспериментальной и контрольной групп. На начальном этапе педагогического эксперимента участницы исследования разучивали основные базовые элементы из видов оздоровительной аэробики, как отдельно, так и в их сочетании; комплексы упражнений выполнялись под специально подготовленную фонограмму.

Дополнительно девочки экспериментальной группы занимались лечебной физической культурой, с целью коррекции сколиотической осанки.

Как отмечает в своих исследованиях Л.П. Черапкина: «Исправление различных нарушений осанки – процесс длительный. Даже незначительные дефекты ее требуют иногда более года целенаправленных занятий ЛФК. Формирование нового правильного стереотипа осанки и ликвидация порочных условий рефлексов требует строгого подхода к организации занятий лечебной физической культуры» (Избранные лекции по лечебной физической культуре..., 2017).

Основные задачи, которые ставились в период педагогического эксперимента на занятиях лечебной физической культуры, были направлены на: 1) общее представление о правильной осанке; 2) общее укрепление состояния здоровья, в том числе, улучшение физического развития, нормализацию деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем; 3) коррекцию сколиотической осанки 1-2 степени: исправление кривизны позвоночника, исправление положения плеч, головы и лопаток; 4) укрепление мышечной системы (мышц спины и брюшного пресса, мышц передней и задней поверхности бедра, мышц верхнего плечевого пояса и др.), с целью выработки мышечного корсета; 5) развитие подвижности позвоночного столба и др.

На занятиях лечебной физической культуры использовались вытягивающие корригирующие физические упражнения. К ним относятся: общеразвивающие упражнения из различных исходных положений (сидя, лежа, стоя), в том числе, на гимнастической (шведской) стенке, скамейке; обычная ходьба (на носках, на пятках). Использовались также такие упражнения на коррекцию, как исправляющие и выпрямляющие (для исправления самой деформации); симметричные и ассиметричные корригирующие упражнения, дыхательные упражнения; использовали упражнения из разных видов спорта (лыжи, плавание, легкой атлетики); подвижные игры.

Для определения влияния комплексного использования средств оздоровительной аэробики и лечебной физической культуры на двигательные способности девочек младшего школьного возраста со сколиозом 1-2 степени проводилось тестирование, с использованием следующих тестов: «Бег 30 м», «6-минутный тест Купера», «Челночный бег 3×10 м», проба Ромберга в позе «Аист», «Наклон вперед из положения стоя на скамейке», «Боковой наклон», «Поднимание и опускание туловища из положения, лёжа на спине, за 30 сек.», «Отжимания в упоре, лёжа от скамейки», «Удержание ног из исходного положения, лёжа на спине, под углом 45 градусов», «Удержание туловища, лёжа на бёдрах на скамейке, руки за головой».

Результаты. По результатам анализа средних показателей тестирования до педагогического эксперимента, характеризующих уровень развития двигательных способ-

ностей у участниц исследования, было установлено, что между экспериментальной и контрольной группами нет достоверных различий ($p > 0,05$). Этот факт позволил утверждать, что экспериментальная и контрольная группы до педагогического эксперимента были сформированы одинаково по возрастно-половым особенностям и развитию двигательных способностей.

Повторное тестирование двигательных способностей проводилось после проведения педагогического эксперимента. Двигательные способности у девочек экспериментальной группы стали достоверно выше ($p < 0,05$), по сравнению с показателями двигательных способностей участниц контрольной группы. Так, в тесте «Бег 30 м» средний результат у испытуемых ЭГ достоверно лучше ($p < 0,05$) среднего показателя девочек КГ на 0,65 сек.

Аналогичная ситуация, в пользу девочек экспериментальной группы, выявлена и по другим тестам: «6-минутный тест Купера» – достоверная разница ($p < 0,05$) составила 86,36 м; «Челночный бег 3×10 м» – достоверная разница ($p < 0,05$) составила 0,5 сек.; Проба Ромберга в позе «Аист» – достоверная разница ($p < 0,05$), составила 4,56 сек.; «Наклон вперёд из положения, стоя на скамейке» – достоверная разница ($p < 0,05$) составила 3,23 см; «Боковой наклон» – достоверная разница ($p < 0,05$) составила 1,26 см; «Поднимание и опускание туловища из положения, лёжа на спине за 30 сек.» – достоверная разница ($p < 0,05$) составила 2,23 количества раз; «Отжимания в упоре, лёжа от скамейки» – достоверная разница ($p < 0,05$) составила 2,84 количества раз; «Удержание ног из исходного положения, лёжа на спине под углом 45 градусов» – достоверная разница ($p < 0,05$) составила 4,41 сек.; «Удержание туловища, лёжа на бёдрах на скамейке, руки за головой» достоверная разница ($p < 0,05$), составила 3,79 сек.

Закключение. Таким образом, результаты педагогического исследования подтверждают эффективность комплексного воздействия средств оздоровительной аэробики и лечебной физической культуры на коррекцию двигательных способностей у девочек младшего школьного возраста со сколиозом 1-2 степени.

Список литературы:

1. Айзман Р.И., Лысова Н.Ф. Возрастная физиология и психофизиология – М.: ИНФРА-М, 2017. – 352 с.
2. Алаева Л.С. Основы оздоровительной аэробики: учебное пособие. – Омск: Сиб. ГУФКиС, 2019. – 87 с.
3. Избранные лекции по лечебной физической культуре. Часть 1. Общие основы лечебной физической культуры, лечебная физическая культура при травмах, заболеваниях и деформациях опорно-двигательного аппарата: учебное пособие для студентов средних специальных учебных заведений / сост. Л.П. Черепкина. – Омск: Сиб. ГУФКиС, 2017. – 116 с.
4. Костюченкова В.Н. Коррекция нарушений опорно-двигательного аппарата у детей школьного возраста // Традиционные и нетрадиционные методы оздоровления детей. – 2009. – № 3. – С. 40-43.

Development of motor abilities in girls with scoliosis of 1-2 degrees by means of recreational aerobics and therapeutic physical culture

Podlubnaya A.A., Balashova V.F.
Togliatti State University, Togliatti, Russia

In the specialized literature, you can find data from a number of authors indicating that children with scoliosis have a lag in the level of physical development and physical fitness. The article presents the results of a study indicating the positive effect of recreational aerobics and therapeutic physical culture on the development of motor abilities in primary school-age girls with 1-2-degree scoliosis.

Key words: health, posture, scoliosis, aerobics, therapeutic physical education, development.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-165-168

Оценка металлоаккумулирующей способности гидроксиметильных производных гуминовых и гиматомелановых кислот, выделенных из бурого угля

Потапова И.А., Ниелина Е.В., Прохорова Н.В.
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, Самара, Россия

Гумусовые вещества представляют собой наиболее обширный и реакционноспособный класс природных соединений. Более природосберегающим способом является получение гумусовых веществ из твердых горючих ископаемых и отходов их переработки. Экспериментально подтверждена способность этих соединений образовывать устойчивые комплексы с тяжелыми металлами, которая повышается при их направленной химической модификации. Подтверждена эффективность метода фенолформальдегидной конденсации для модификации исходных гумусовых веществ. Взаимодействие гуминовых и гиматомелановых кислот с формальдегидом приводит к увеличению сорбционной активности по сравнению с исходными гумусовыми кислотами по отношению к тяжелым металлам. Этот аспект был изучен и подтвержден в модельных экспериментах с ионами меди.

Ключевые слова: гумусовые вещества, бурый уголь, гуминовые и гиматомелановые кислоты, направленная химическая модификация, гидроксиметильные (метилольные) производные, тяжелые металлы, ионы меди, комплексобразование.

Введение. Взаимодействие гумусовых кислот с тяжелыми металлами является одним из основных факторов, влияющих на поведение этого класса токсикантов как в водной, так и в почвенной среде. Гумусовые вещества в значительной степени определяют миграционную способность и биодоступность тяжелых металлов, способствуют повышению буферности экосистем по отношению к этим загрязнителям (Савич В.И. и др., 2014). Известно, что взаимодействие тяжелых металлов с гумусовыми кислотами происходит преимущественно по механизму образования комплексных соединений с координационной связью «гумусовая кислота – металл» (Куликова Н.А., 2008). Образую устойчивые комплексы с ионами тяжелых металлов, гумусовые кислоты в определенной степени контролируют их миграцию и аккумуляцию в природных и антропогенных ландшафтах (Медведев И.Ф., Деревягин С.С., 2017). Одним из направлений решения этой проблемы может служить использование гумусовых веществ, выделяе-

мых из различных природных компонентов – почвы, торфа, бурых углей и др. В частности, использование ископаемых углей в качестве сырья для получения продукции технического, экологического и сельскохозяйственного назначения является наиболее перспективным и природосберегающим (Рубан А.Д. и др., 2011).

Основной целью настоящего исследования было экспериментальное изучение сорбируемости меди нативными и модифицированными гуминовыми и гиматомелановыми кислотами, изначально полученными из бурых углей, представляющих собой производственные отходы.

Методика. Материалом для исследования послужили гуминовые и гиматомелановые кислоты, которые выделяли из бурых углей по разработанной нами методике, опубликованной ранее (Бурова Е.В., Потапова И.А., 2012).

Нами была разработана новая методика получения гидроксиметильных (метилольных) производных гуминовых и гиматомелановых кислот в реакциях с формальдегидом.

Установлено, что гумусовые вещества активно реагируют с катионами, оксидами и гидроксидами многих металлов, в том числе и меди, образуя разнообразные и устойчивые соединения. Для сравнения металлоаккумулирующей способности исходных гуминовых и гиматомелановых кислот и их гидроксиметильных производных было исследовано взаимодействие этих веществ с раствором сульфата меди.

Для определения сорбируемости меди на основании оптической плотности 7 стандартных растворов, измеренной при $\lambda=590$ нм, был построен градуировочный график, по которому определяли остаточную концентрацию меди в опытном растворе.

Определение сорбируемости меди проводили следующим образом: в коническую колбу помещали от 50 до 100 мл раствора с концентрацией ионов 1 мг/мл, добавляли навеску сорбента, через каждые 20 минут отбирали пробы и определяли равновесную концентрацию меди в растворе. По полученным данным была рассчитана сорбируемость меди (мг-экв/г) и выявлена зависимость ее сорбируемости от времени для гуминовых и гиматомелановых кислот и их гидроксиметильных производных.

Результаты. Анализ полученных данных показал, что максимальная сорбируемость металла достигается через 100-120 минут взаимодействия ионов меди с исходными и гидроксиметильными производными гуминовых кислот. Гидроксиметильные производные гуминовых кислот более активно сорбируют медь на начальных стадиях процесса (0-40 минут), затем сорбция меди немодифицированными гуминовыми кислотами значительно возрастает, но до конца эксперимента модифицированные гуминовые кислоты демонстрируют тенденцию большей эффективности сорбции меди.

В реакциях с исходными и гидроксиметильными производными гиматомелановых кислот также наблюдали более высокую сорбционную активность последних до 60-й минуты процесса. Через определенный промежуток времени (между 60 и 80 минутами) равновесная концентрация ионов меди в растворе с модифицированными гиматомелановыми кислотами резко снизилась, а в растворе с нативными кислотами продолжала возрастать. Возможно, такие результаты связаны с тем, что при реакции комплексообразования рН раствора несколько уменьшается (рН 4). Это обстоятельство приводит к частичному удалению гидроксиметильных групп из молекул модифицированных гиматомелановых кислот в результате кислотного гидролиза, способствующего уменьшению сорбируемости ионов меди на определенной стадии анализируемого процесса. Этот аспект требует дальнейшего исследования. В целом же наиболее эффективно комплексообразование с медью происходило в модельном эксперименте с гидроксиметильными производными гуминовых кислот.

Заключение. Модельные эксперименты показали, что природные и химически модифицированные гуминовые и гиматомелановые кислоты активно сорбируют ионы

меди. При этом более высокие показатели комплексообразования с медью дают гидросиметильные производные гуминовых кислот. Полученные результаты подтверждают возможность применения гуминовых кислот, выделенных из бурых углей, в качестве редокс- и комплексообразующих агентов при проведении рекультивации загрязненных тяжелыми металлами природных сред. Препараты на основе производных гуминовых кислот могут применяться как сорбенты солей тяжелых металлов, а химическая модификация с формальдегидом приводит к увеличению их растворимости и сорбционной активности по отношению к тяжелым металлам.

Список литературы:

1. Бурова Е.В., Потапова И.А. Получение производных гуминовых и гиматомелановых кислот и исследования их комплексообразования с ионами меди (II) // Тезисы докладов XLIII научной конференции студентов. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2012. – С. 62.
2. Куликова Н.А. Защитное действие гуминовых веществ по отношению к растениям в водных и почвенных средах в условиях абиотических стрессов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2008. – 32 с.
3. Медведев И.Ф., Деревягин С.С. Тяжелые металлы в экосистемах. Саратов: «Ракурс», 2017. – 178 с.
4. Рубан А.Д., Лавриненко А.А., Передерий М.А. Комплексное использование бурых углей // Горный журнал. – 2011. – № 12. – С. 57.
5. Савич В.И., Никиточкин Д.Н., Гукалов В.Н., Карауш П.Ю. Фракционный состав тяжелых металлов в дерново-подзолистых почвах и черноземах // Агрехимический вестник. – 2014. – № 2. – С. 22-23.

Metal storage capacity evaluation of humic and himatomelanic acids hydroxy methyl derivatives obtained from brown coal

Potapova I.A., Nielina E.V., Prokhorova N.V.
Samara National Research University, Samara, Russia

Humic substances represent the most extensive and reactive class of natural compounds. A more nature-saving way is to obtain humus substances from solid combustible minerals and waste from their processing. The ability of these compounds to form stable complexes with heavy metals, which increases with their directed chemical modification, has been experimentally confirmed. The effectiveness of the phenol-formaldehyde condensation method for the modification of initial humus substances has been confirmed. The interaction of humic and himatomelanic acids with formaldehyde leads to an increase in sorption activity in comparison with the initial humic acids with respect to heavy metals. This aspect has been studied and confirmed in model experiments with copper ions.

Key words: *humic substances, brown coal, humic and himatomelanic acids, directed chemical modification, hydroxymethyl (methyl) derivatives, heavy metals, copper ions, complex formation.*

Экомониторинг водных охраняемых природных территорий Ульяновской области на примере Юловского пруда

Рассадина Е.В., Видеркер М.А.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Ульяновская область богата водными памятниками природы, а Юловский пруд – один из самых старейших. При этом нет общепринятой методики проведения экомониторинга для охраняемых водных объектов. Мы предлагаем один из вариантов методики оценки антропогенной нагрузки на охраняемые водные объекты с целью оптимизации охранного режима данных территорий.

Ключевые слова: Юловский пруд, экологический мониторинг, особо охраняемая природная территория, химический анализ воды, анализ растительности.

Введение. Один из самых интересных и уникальных водных памятников природы Ульяновской области – рукотворный Юловский пруд, расположенный вблизи села Юлово Инзенского района. В чем же его уникальность? Есть ряд причин, позволяющих нам употреблять этот термин: во-первых, возраст объекта и технические решения при его создании, пруд был создан в 1910 г. по приказу местного помещика Юлова в качестве обычной запруды на речке Черной, причем сделано это было так технически правильно, что современные инженеры поражаются надежности и необычности конструкции плотины. Во-вторых, размеры, он более 2 км в длину и до 500 м в ширину, глубина – до 15 метров, а, по некоторым данным, – до 20 м, площадь – 65 га. В-третьих, это сложившаяся в акватории пруда и на его побережье экосистема, отличающаяся большим видовым разнообразием. Окрестности пруда богаты ягодами: земляника, клубника, черника, брусника, малина, смородина, на болотах – клюква. Здесь произрастают водокрас, ряска малая, болотник изменчивый, кувшинка белая, кубышка желтая и др. Богата флора прибрежной зоны (тростник, рогоз, камыш, сабельник, зюзник европейский, гравилат речной и др.). Очень много насекомых (четыре вида стрекоз, пять видов шмелей, дикие одиночные пчелы, осы, 19 видов муравьев, жуки-дровосеки – семь видов, около 30 видов бабочек, например, перламутровки большая и лесная, траурница, два вида бархатниц, червонец огненный и др.). В-четвертых, способность к самоочищению, пруд проточный, питается водами речки Черной, поэтому вода постоянно очищается, что делает пруд очень близким по составу растительности к естественным озерам. Встречается даже кувшинка белая – индикатор чистоты водоема. Берега озера заросли тростником и рогозом, которые образуют биофильтр, также препятствующий загрязнению воды.

Однако, на побережье пруда находятся детский лагерь и санаторий, а также это любимое место отдыха туристов и жителей села и района. Поэтому естественно, что пруд испытывает довольно высокий уровень антропогенной нагрузки.

Экомониторинг водоема позволяет решить задачи, неразрешимые только с помощью физических или химических методов. Например, оценка степени загрязнения водоема по составу флоры позволяет установить санитарное состояние пруда, степень и характер загрязнения и пути его распространения, а также дать количественную характеристику протекания процессов естественного самоочищения, что очень важно для прогнозирования развития экологической ситуации на водоеме. Тем не менее, физическими и химическими методами также не стоит пренебрегать, так как они позволяют дать количественную оценку загрязнений, в отличие от качественной, которую нам дают методы

биоиндикации. Таким образом, мы предлагаем для экомониторинга водных объектов использовать комплекс физических, химических и биоиндикационных методов.

Методика. В данной работе проводился химический, физический и биоиндикационный анализ воды и водных экосистем пруда Юлово, а также анализ прибрежной флоры. Физико-химический анализ воды проводился по семи загрязняющим веществам: общая жесткость, нитраты, хлориды, сульфаты, рН, аммоний, ортофосфаты с помощью экспресс лаборатории, основные методы анализа – титриметрические и физические показатели (Гигиенические аспекты качества ..., 2010; Гигиенические основы безопасности..., 2014).

Результаты. Нами были получены следующие результаты. Физические показатели: цвет – прозрачный, запах и мутность – отсутствуют. Химические показатели: общая жесткость – 3 мг/л (ПДК, согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 – 7,0); нитраты – 25 мг/л (ПДК – 45 мг/л); хлориды – 36 мг/л (ПДК – 350 мг/л); сульфаты – 154 мг/л (ПДК – 500 мг/л); рН – 4,5 (ПДК – в пределах 6-9); аммоний – 0,2 мг/л (ПДК – 2,0 мг/л); ортофосфаты – 0,5 мг/л (ПДК – 3,5 мг/л).

Мы видим, что все показатели в норме, за исключением рН – 4,5, что ниже нормы и показывает, что вода пруда имеет кислую реакцию. Отсутствие же загрязнения по основным солям, несмотря на наличие высокой антропогенной нагрузки свидетельствует о высокой способности к самоочищению данного водоема.

Биоиндикация проводилась методом анализа макрофитов. Макрофиты позволяют определить трофические свойства воды, а иногда и специфику ее химизма, что имеет существенное значение при биоиндикации чистых вод (Рассаина Е.В. и др. Эколого-флористические исследования..., 2012).

При ботанической индикации стоячих водоемов целесообразно учитывать следующие показатели при визуальном осмотре водного объекта: степень покрытия его макрофитами, флористическое разнообразие растений, отклонения в развитии и росте (Рассаина Е.В., Рассадин В.В. Экологический контроль загрязнения ..., 2009).

По общепринятой классификации Тинеманна-Науманна стоячие водоемы (озера, естественные пруды и т.п.) по типу питания делятся на ацидотрофные, дистрофные, олиготрофные, мезотрофные и эвтрофные. Кроме того, имеется ряд переходных стадий. Юловский пруд по данной классификации относится к ацидотрофно-олиготрофным, так как это водоем с кислой реакцией воды (рН<5,5), бесцветной водой, что свидетельствует о комбинации ацидотрофии с олиготрофией. Густые заросли тростника и камыша, процветающие в щелочных водах, в более кислых уменьшаются, встречаются более ограниченно, а в очень кислых водах исчезают совсем, на их месте начинают развиваться осока, хвощ и манник.

Ацидотрофно-олиготрофные водоемы можно установить по наличию растений – показателей олиготрофии, например, урути очередноцветковой (*Myriophyllum alterniflorum*), которая встречается в данном водоеме, а также по слабому развитию растительного покрова, значительной разреженности зарослей и угнетенному состоянию растений с низким значением фитомассы.

Также проводился анализ флоры, который показал, что наиболее многочисленными были следующие семейства – сложноцветные – 34 вида, розоцветные – 18 видов, злаковые – 15 видов и губоцветные – 14 видов.

Следует отметить также наличие редких растений, занесенных в Красную книгу Ульяновской области таких как: белокрыльник болотный, кувшинка белая и другие. Интересно также наличие некоторых растений, являющихся индикаторами качества воды, наличие которых свидетельствует о высокой чистоте воды в водоеме, и это такие растения, как – водокрас лягушачий, кувшинка белая и другие.

Выводы:

- 1) Химические и физические показатели озера Юлово находятся в пределах нормы, кроме рН;
- 2) Юловский пруд относится к ацидотрофно-олиготрофным водоемам;
- 3) Наиболее многочисленными при анализе флоры Юловского пруда были следующие семейства – сложноцветные – 34 вида, розоцветные – 18 видов, злаковые – 15 видов и губоцветные – 14 видов.

Список литературы

1. Бутаев Т.М., Меркулова Н.А., Гиголаева Л.В., Кишинец Т.В., Цеова М.М., Ахполова Ф.Б. Гигиенические аспекты качества питьевой воды // ЗНиСО. – 2010. – № 6. – С. 7-9.
2. Рассадина Е.В., Завертяева А.В., Спирина Е.В. Эколого-флористические исследования побережья реки Барыш // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». – Т. 1. – Ульяновск: ГСХА, 2012. – С. 175-179.
3. Рассадина Е.В., Рассадин В.В. Экологический контроль загрязнения рек Ульяновской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2009. – № 2 (22). – С. 301-304.
4. Турбинский В.В., Новикова И.И., Крига А.С. Гигиенические основы безопасности водного фактора в современных условиях // ЗНиСО. – 2014. – № 1. – С. 30-32.

Ecomonitoring of water protected natural areas of the Ulyanovsk region on the example of the Yulovsky pond

Rassadina E.V., Viderker M.A.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

The Ulyanovsk region is rich in water natural monuments, and the Yulovsky pond is one of the oldest. At the same time, there is no generally accepted methodology for conducting environmental monitoring for protected water bodies. We propose one of the options for the methodology for assessing the anthropogenic load on protected water bodies in order to optimize the protection regime of these territories.

Key words: *Yulovsky pond, ecological monitoring, specially protected natural area, chemical analysis of water, analysis of vegetation.*

Оценка функционального состояния военнослужащих с различными типами вегетативной регуляции в условиях среднегорья

Сатаркулова А.М.¹, Мелисова Б.М.¹, Айсаева Ш.Ю.²

¹Институт горной физиологии и медицины Национальной академии наук Кыргызской Республики, Бишкек, Кыргызская Республика

²Международная Высшая Школы Медицины, Бишкек, Кыргызская Республика

Представлены результаты оценки и динамического контроля за функциональным состоянием военнослужащих в условиях среднегорья. В зависимости от исходного типа вегетативной регуляции выявлены группы с ваготонической (24%), симпатотонической (26%) и нормотонической (50%) направленностью регуляторных процессов. Установлено, что для ваготоников характерно состояние оптимального рабочего напряжения с более экономным функционированием регуляторных механизмов; для симпатотоников – перенапряжение регуляторных механизмов, а для нормотоников – умеренное напряжение регуляторных систем с мобилизацией функциональных резервов организма.

Ключевые слова: *вариабельность сердечного ритма, функциональное состояние, типы вегетативной регуляции, среднегорье, военнослужащие.*

Введение. Военный труд, часто сопровождаемый возникновением в организме «конфликтных ситуаций» между текущим функциональным состоянием и задачами, которые предъявляет служба (Сысоев В.Н., 2009), снижает качество и эффективность деятельности военного специалиста. В частности, в исследованиях функциональной надежности военных специалистов в различных условиях учебной и боевой деятельности установлено, что 90% ошибочных действий происходит вследствие ухудшения психофизиологического и физиологического состояния (Рыбников В.Ю., 2000). В качестве способа донозологической оценки функционального состояния организма и выявления индивидуальных особенностей регуляции вегетативной нервной системы в прикладной физиологии и военной медицине широко используется математический анализ ритма сердца (Баевский Р.М. с соавт., 2001; Попов В.В., Фрицше Л.Н., 2006).

Цель исследования: определение характера изменений variability сердечного ритма и типа вегетативной регуляции у военнослужащих при учебно-боевой деятельности в условиях среднегорья

Методика. Исследование было выполнено в условиях среднегорья (Иссык-Куль, 1700 м над ур. м.), обследовано 100 военнослужащих в возрасте $23,15 \pm 5,37$ лет; массой тела – $70,35 \pm 11,10$ кг и ростом – $173,48 \pm 6,95$ см. Срок службы $3,3 \pm 1,5$ лет. Исследование соответствует принципам, обозначенным в Хельсинской декларации.

Функциональное состояние организма военнослужащих в период прохождения службы изучали на основе анализа variability сердечного ритма с использованием программно-аппаратного комплекса УПФТ – 1/30 – «ПСИХОФИЗИОЛОГ» фирмы Медиком МТД (Россия); регистрацию электрокардиограммы проводили в положении сидя в течение 5 минут в соответствии с международным стандартом (Malik M. et al., 1996). Определялись временные и спектральные параметры ритма сердца, показатель активности регуляторных систем (ПАРС, в баллах). На основании значений индекса напряжения (SI) определяли тип исходного вегетативного тонуса: «ваготоники», у которых SI не превышал 50 усл. ед., «нормотоники» – у них показатель SI находился в пределах от 51 до 150 усл. ед. и «симпатикотоники» с показателями SI > 150 усл. ед. Результаты исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием

программы SPSS 16 версии for Windows. Статистически значимым принимали уровень различий при $p \leq 0,01$.

Результаты. В результате анализа временных и спектральных параметров ВСР в зависимости от преобладающего типа вегетативной регуляции у 50% обследуемых выявлен нормотонический тип реакции, у 24% – ваготонический и у 26% – симпатикотонический. При этом по всем изучаемым показателям ВСР установлены статистически значимые межгрупповые различия. Так, в ряду от ваготоников к симпатотоникам отмечается увеличение показателей HR, АМО, SI, LF/HF и IC на фоне снижения SDNN, Мо, МхDMn, TP, VLF, LF, HF.

Анализ полученных результатов показывает, что у нормотоников значения статистических показателей (SDNN, АМо, SI) соответствуют параметрам здоровых людей в состоянии покоя. Для таких лиц характерно сбалансированное влияние симпатического и парасимпатического отделов ВНС, а состояние адаптации, как правило, удовлетворительное (Баевский Р.М. с соавт., 2001). Среднеквадратичное отклонение (SDNN) – показатель стандартного отклонения величин нормальных R-R интервалов в группе ваготоников составляет 79,8 мс и превышает диапазон значений ($59,9 \pm 5$ мс), рекомендованного И.В. Бабунц и соавт. (2002). Рост SDNN связан с усилением роли автономного контура в регуляции сердечного ритма. В отличие от ваготоников у военнослужащих с симпатикотонией среднеквадратичное отклонение было меньше – 28,8 мс и это обусловлено подавлением активности автономного контура (Флейшман А.Н., 1999; Баевский Р.М. с соавт., 2001). По мнению авторов, снижение SDNN ниже 50 мс является неблагоприятным признаком функционирования сердечно-сосудистой системы и риском развития кардиоваскулярных заболеваний и обусловлено значительным напряжением регуляторных систем, когда в процесс регуляции включаются высшие уровни управления, что ведет к почти полному подавлению активности автономного контура.

В группе симпатотоников наблюдается повышенное значение АМо (58,2%), которое в норме для эйтоников (нормотоников) составляет 32-41%; увеличение выше предельного диапазона свидетельствует о симпатикотонии (Бабунц И.В. с соавт., 2002). О явно выраженном эффекте централизации регуляторных процессов у симпатотоников можно судить и по значениям стресс-индекса (SI – 418,1 усл. ед.) и индекса централизации (IC – 3,3 усл. ед.), значения которых были соответственно выше, чем у нормотоников и ваготоников.

Спектральный анализ, который широко используется как неинвазивный метод изучения вегетативной регуляции сердца, также продемонстрировал достоверные различия изученных показателей у обследуемых с различным исходным уровнем вегетативной регуляции. Так, общая мощность спектра (TP), которая характеризует суммарный уровень активности регуляторных систем организма, была значимо выше у обследуемых с исходным ваготоническим тонусом, составив 10512 мс^2 . Такие относительно высокие величины показателя отражают преобладание автономного регуляторного контура, что подтверждается наибольшими показателями высокочастотной компоненты (HF – 3930 мс^2). Напротив, в группе симпатотоников значения TP и HF были наименьшие (1307 и 374 мс^2 соответственно).

По мнению ряда исследователей, доминирование симпатического звена регуляции характерно для лиц со сниженными функциональными резервами на фоне хронического напряжения регуляторных систем и уровня стрессированности организма (Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1997). Это прослеживается по величине ПАРС, значения которого в группе симпатотоников составили 6 баллов и свидетельствовали о перенапряжении регуляторных систем, что в соответствии со шкалой функционального состояния, предложенной Р.М. Баевским с соавт. (2001), расценивается как преморбидное. В то же время известно, что лица, обладающие исходной ваготонической направ-

ленностью регуляторных процессов, обладают энергетически более экономным характером функционирования и таким образом реализуют повышенную устойчивость к действию факторов окружающей среды (Бушов Ю.В., Несмелова Н.Н., 1996). Это подтверждается результатами ПАРС у ваготоников (2 балла) и характеризует состояние оптимального рабочего напряжения, что соотносится с физиологической нормой.

Показатель активности регуляторных систем (ПАРС) в группе военных-нормотоников свидетельствовал об умеренном напряжении регуляторных систем и достаточных резервах организма.

Заключение. Таким образом, в зависимости от исходного типа вегетативной регуляции выявлены группы с ваготонической, симпатотонической и нормотонической направленностью регуляторных процессов. Для первых (24%) характерно состояние оптимального рабочего напряжения с энергетически более экономным функционированием регуляторных механизмов; у вторых (26%) наблюдается перенапряжение регуляторных механизмов на фоне сниженных функциональных резервов. У остальных 50% военнослужащих зафиксирован нормотонический тип с умеренным напряжением регуляторных систем и некоторой мобилизацией функциональных резервов организма.

Список литературы:

1. Бабунц И.В., Мириджанян Э.М., Машаех Ю.А. Азбука анализа вариабельности сердечного ритма. – Ставрополь, 2002. – 112 с.
2. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. – М., 1997. – 236 с.
3. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестн. аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65-83.
4. Бушов Ю.В., Несмелова Н.Н. Зависимость точности оценки и воспроизведение длительности звуковых сигналов от индивидуальных особенностей человека // Вопросы психологии. – 1996. – № 3. – С. 88-93.
5. Попов В.В., Фрицше Л.Н. Вариабельность сердечного ритма: возможность применения в физиологии и клинической медицине // Украинский медицинский часопис. – 2006. – № 2. – С. 23-34.
6. Рыбников В.Ю. Психологическое прогнозирование надежности деятельности специалистов экстремального профиля: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 2000. – 50 с.
7. Сысоев В.Н. Индивидуальное здоровье военнослужащих и задачи военной медицины // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2009. – Т. 27, № 3. – С. 137-141.
8. Флейшман А.Н. Медленные колебания гемодинамики: теория, практическое применение в клинической медицине и практике. – Новосибирск: Наука, 1999. – 264 с.
9. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use / Malik M., Bigger J.T., Camm A.J. et al. // European Heart Journal. – 1996. – № 17. – P. 354-381.

Assessment of the functional state of military men with different types of autonomic regulation in the midland's conditions

Satarkulova A.M.¹, Melisova B.M.¹, Aisaeva Sh.Yu.²

¹Institute of Mountain Physiology and Medicine of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic

²International Higher School of Medicine, Bishkek, Kyrgyz Republic

The article presents the results of assessment and dynamic control over the functional state of military men in the midlands conditions. Depending on the initial type of autonomic regulation, groups with vagotonic (24%), sympatonic (26%) and normotonic (50%) directions of regulatory processes were identified. It has been established that the state of optimal working voltage with more economical functioning of regulatory mechanisms is characteristic of carriages; for sympathotonics – an overstrain of regulatory mechanisms, and for normotonics – a moderate tension of regulatory systems with the mobilization of the functional reserves of the body.

Key words: heart rate variability, functional state, types of autonomic regulation, midlands, military men.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-174-177

Эффективность использования сенсорно-моторной коррекции у детей с расстройствами аутистического спектра в процессе занятий адаптивной физической культурой

Сафронова А.А.¹, Ахтимирова Е.А.²

¹ОГБОУ «Школа – интернат для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья № 89», Региональный ресурсный центр по комплексному сопровождению детей с расстройствами аутистического спектра, Ульяновск, Россия

²ОГКОУ «Школа для детей с ограниченными возможностями здоровья № 19», Ульяновск, Россия

В исследовании приняли участие 10 детей в возрасте от 8 до 12 лет с диагнозом расстройства аутистического спектра (РАС). Использовались сочетания физических упражнений, для основных мышечных групп, и воздействие на тактильную, проприцептивную и вестибулярную сенсорные системы. Упражнения выполняются при помощи снарядов сенсорно-динамического зала, который включает в себя ряд разнообразных подвешенных модульных элементов. Полученные данные показали эффективность использования сенсорно-моторной коррекции для улучшения функций моторики, нормализации двигательной и вестибулярной чувствительности, формирования мышечного чувства и дифференцировки мышечных усилий, формирования и коррекции зрительно-моторной координации и внимания.

Ключевые слова: расстройства аутистического спектра, сенсорная интеграция, сенсорно-моторная коррекция, сенсорно-динамический зал.

Введение. Организация двигательной активности детей с РАС в результате неврологических нарушений развития, влияющих на сенсорное восприятие, регуляцию мышечной деятельности и социализацию представляет собой определенные трудности. Нарушения регуляции мышечной деятельности влияют на контроль двигательных действий, становление целенаправленных движений, пространственную ориентировку

(Айрес Э.Дж., 2009; Плаксунова Э.В., 2009; Хаустов А.В., 2005). Пониженная произвольность двигательных действий, у детей с РАС, приводит к нарушениям координации движений, устойчивости вертикальной позы и сохранения равновесия, способности соизмерять и регулировать свои действия в пространстве (Хаустов А.В., 2005; Плаксунова Э.В., 2009; Манелис Н.Г., Никитина Ю.В., Комарова О.П., 2018).

В литературе приведены данные, которые доказывают, что до 95% детей с аутизмом страдают от дисфункции сенсорной интеграции (Мальцева М.Н., Кобялковская Е.А., Гилева А.Г., 2018; Манелис Н.Г., Никитина Ю.В., Комарова О.П., 2018). Умение своевременно принять и переработать сенсорную информацию влияет на развитие ребенка, на процесс его обучения и социализацию. Именно поэтому терапия с использованием сенсорной интеграции считается эффективным методом в комплексной коррекции детей с РАС (Айрес Э.Дж., 2009; Кислинг У., 2014; Мальцева М.Н., Кобялковская Е.А., Гилева А.Г., 2018). Учитывая данные особенности детей с РАС, основными целями занятий адаптивной физической культурой определены коррекция моторного и сенсорного развития.

Цель исследования: оценить эффективность программы сенсорно-моторной коррекции у детей с расстройствами аутистического спектра в процессе занятий адаптивной физической культурой.

Методика. Реализация и исследования по эффективности программы проходили на базе Регионального ресурсного центра по комплексному сопровождению детей с РАС (г. Ульяновск). В исследование приняли участие 10 детей в возрасте от 8 до 12 лет с диагнозом расстройства аутистического спектра. Исследование проводилось в течение 7 недель занятия проходили 2 раза в неделю продолжительностью 30 минут.

Перед началом занятий по сенсорно-моторной коррекции и по окончании курса проведены следующие исследования:

- сенсорного профиля (Вопросник О.Б. Богдашиной),
- психофункционального состояния (Протокол педагогического обследования психофункционального состояния детей с РАС),
- вестибулярного аппарата (пальцевая проба, оценка сохранения равновесия на раскачивающейся платформе),
- нервно-мышечной системы (исследование точности отмеривания усилий, оценка выполнения прыжка с раскачивающейся платформы).

Используя полученные данные, для каждого ребенка, разработан комплекс упражнений на снарядах сенсорно-динамического зала для развития основных мышечных групп направленный на коррекцию, развитие и усвоение двигательных навыков, моторного планирования, развития сенсорных систем (вестибулярной, проприоцептивной и тактильной) и психосоциальную адаптацию. Так же особое внимание уделялось корригирующим упражнениям на равновесие и координацию, стимулирующим вестибулярный аппарат.

Результаты. В результате входного тестирования детей выявлено: снижение уровня двигательной активности и возможности социального взаимодействия, наличие стереотипий и дезадаптивного поведения. Сенсорный статус у всех детей имеет нарушения: 50% детей имеют гиперчувствительность вестибулярной системы и 50% – гипочувствительность. Со стороны проприоцептивной системы гипочувствительность имеется у всех детей.

По завершению курса сенсорно-моторной коррекции были получены следующие результаты по показателям групповой оценки детей с РАС:

1. Отмечена положительная динамика социального статуса и снижение уровня дезадаптивного поведения у всех без исключения детей в группе. Показатель «социальное поведение» до курса составлял 46 баллов после 48,8 балла; «дезадаптивное поведение»

15,1 и 12,5 баллов соответственно. Однако у детей сохраняется нежелание выполнения двигательных действий по инструкции, имеют место протесты и отказы от учебной деятельности.

2. При анализе показателя «крупная моторика» занятия оцениваются как достаточно эффективные, так как исходная оценка «удовлетворительно» перешла в разряд «хорошо» и составила 49,9 балла к 45,3 до курса.

3. Исследования нервно-мышечной системы, в частности точности отмеривания усилий показали следующие результаты: наиболее выражено в положительную сторону (от 6 до 8%) изменился результат у детей, имеющих гипофункцию вестибулярного рецептора и положительные изменения, отмечались при оценке проприоцептивных функций.

4. Исследования вестибулярного аппарата посредством теста «сохранение равновесия на раскачивающейся платформе» также показали положительную динамику от 1,8 балла до 4,6 балла в конце курса. Дети с гипофункцией вестибулярного анализатора к концу курса имели хорошую вестибулярную устойчивость. Дети с гиперфункцией неустойчивы на платформе, что связано с гравитационной неуверенностью.

5. Оценка данных опросника (вестибулярный анализатор) до и после курса сенсорно-моторной коррекции у детей с гипофункцией соответственно составляют 13,6 и 10,3 балла. Это свидетельствует о снижении порога поиска сенсорных стимулов. Дети с низкой вестибулярной чувствительностью и с сенсорным поиском активнее выполняют упражнения, нарабатывая новые моторные навыки. У детей с гиперфункцией вестибулярной системы и низким уровнем моторных навыков, изменения менее значительны и составляют 9,6 балла до курса и 9,0 балла в конце.

6. Показатели сенсорного профиля (проприоцепция) не значительны и составляют 1,2 балла. Изменения в сторону нормализации выявлены у детей с гипофункцией вестибулярного анализатора. Это связано с тем, что эти дети проявляли большую активность на занятиях и интенсивно набирали недостающие им сенсорные ощущения.

Заключение. Исследования свидетельствует о достаточной эффективности использования сенсорно-моторной коррекции на занятиях адаптивной физической культурой, подтверждением чего является положительная динамика, отмеченная по результатам проведенных тестов.

Список литературы:

1. Айрес Э.Дж. Ребёнок и сенсорная интеграция. Понимание скрытых проблем развития / Э.Дж. Айрес; [пер. с англ. Юлии Даре]. – Москва, 2009. – 272 с.

2. Кислинг У. Сенсорная интеграция в диалоге: понять ребенка, распознать проблему, помочь обрести равновесие / Улла Кислинг [пер. с нем. К.А. Шарп]. – Москва: Теревинф, 2014. – 240 с.

3. Плаксунова Э.В. Влияние занятий по программе адаптивного физического воспитания «Моторная азбука» на двигательное и психомоторное развитие детей с расстройствами аутистического спектра // Аутизм и нарушения развития. – 2009. – № 4. – С. 67-72.

4. Сенсорные особенности детей с расстройствами аутистического спектра. Стратегии помощи: методическое пособие / Н.Г. Манелис, Ю.В. Никитина, Л.М. Феррой, О.П. Комарова. – М.: ФРЦ ФГБОУ ВО МГППУ, 2018. – 70 с.

5. Телесные практики, сенсорная интеграция и эрготерапия: сборник методических материалов семинара в рамках образовательного форума «Современные подходы и технологии сопровождения детей с особыми образовательными потребностями» / О.Р. Ворошникова, А.И. Санникова, М.Н. Мальцева, Е.А. Кобыляковская, А.Г. Гилева. – Пермь: Перм. гос. гуманитар.-пед. ун-т., 2018. – 140 с.

6. Хаустов А.В. Клинико-психолого-педагогическая характеристика детей с детским аутизмом // Практическая психология и логопедия. – 2005. – № 5-6 (16, 17). – С. 9-15.

The effectiveness of the use of sensory-motor correction in children with autism spectrum disorders in the process of adaptive physical education

Safronova A.A.¹, Akhtimirova E.A.²

¹Boarding school for students with Disabilities № 89, Regional Resource Center for Integrated Support for Children with Autism Spectrum Disorders, Ulyanovsk, Russia

²School for children with disabilities № 19, Ulyanovsk, Russia

The study involved 10 children aged 8 to 12 years with a diagnosis of autism spectrum disorder (ASD). Combinations of physical exercises were used, for the main muscle groups, and effects on the tactile, proprioceptive and vestibular sensory systems. The exercises are performed using the shells of the sensory-dynamic hall, which includes a number of various suspended modular elements. The data obtained showed the effectiveness of using sensory-motor correction to improve motor functions, normalize motor and vestibular sensitivity, form muscle feeling and differentiate muscle efforts, form and correct visual-motor coordination and attention.

Key words: *autism spectrum disorders, sensory integration, sensory-motor correction, sensory-dynamic hall.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-177-180

Роль оксида азота в регуляции электрической активности тройничного нерва у крысы¹

Свитко С.О., Королёва К.С., Ситдикова Г.Ф., Петрова К.А.

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия

Оксид азота (NO) – газообразная сигнальная молекула, регулирующая ряд физиологических функций, в том числе установлена и его роль в формировании мигрени. NO эндогенно продуцируется в организме из L-аргинина NO-синтазой. Донор NO, нитроглицерин, является триггером мигрени у человека и широко используется при моделировании этого заболевания у животных, что предполагает участие компонентов сигнального каскада NO в патогенезе мигрени. На основе полученных результатов было установлено, что увеличение концентрации, как субстрата синтеза NO, L-аргинина, так и донора NO, нитропруссид натрия, оказывает про-ноцицептивное действие в афферентах тройничного нерва. При этом эффект нитропруссид натрия связан с активацией внутриклеточной растворимой гуанилатциклазы.

Ключевые слова: *оксид азота, мигрень, тройничный нерв, L-аргинин, гуанилатциклаза, нитропруссид натрия, ноцицепция.*

Введение. Изучение периферических механизмов мигрени имеет фундаментальное значение для разработки новых методов лечения, характеризующихся направленным действием непосредственно вместо возникновения болевого сигнала. Твердая оболочка головного мозга, сосуды, чувствительные нервные окончания тройничного нерва

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 21-75-00042.

ва, а также тучные клетки формируют тригемино-вазкулярную систему. Она является местом возникновения исходного болевого сигнала и может быть потенциальной мишенью для терапевтического воздействия с целью профилактики или лечения мигрени. Однако молекулярные механизмы боли в периферическом отделе остаются малоизученными. Оксид азота (NO) – это газообразная сигнальная молекула, участвующая в регуляции ряда физиологических функций. NO эндогенно продуцируется в организме из L-аргинина NO-синтазой. Донор NO, нитроглицерин, является триггером мигрени у человека и широко используется при моделировании этого заболевания у животных, что предполагает участие компонентов сигнального каскада NO в патогенезе мигрени.

Мигрень, ввиду ее сложного патогенеза и ограниченной эффективности существующих методов лечения, является одной из наиболее актуальных проблем современной медицины. Доказано, что мигрень вызывается активацией афферентов тройничного нерва, а оксид азота (NO) играет ключевую роль в процессе формирования мигрени. Актуальность данного исследования заключается в уточнении функций оксида азота и веществ, его продуцирующих, в ноцицептивном процессе в системе тройничного нерва. Целью работы является анализ влияния экзогенного донора оксида азота (NO), нитропруссид натрия, и субстрата синтеза оксида азота (NO), L-аргинина, на уровень электрической активности нервных волокон в системе тройничного нерва крысы.

Методика. Для проведения экспериментальной части данной работы использовались самцы лабораторных крыс линии Wistar. В качестве объекта исследования *ex vivo* был использован препарат изолированного черепа крысы, который представляет из себя половину черепной коробки (De Coletal, 2012; Schueler et al., 2014; Zakharov et al., 2015). Для изготовления препарата, проводилась декапитация животного, осуществляемая после анестезии. Далее, череп разделялся сагиттальным разрезом на две равные половины, после чего производилось извлечение мозга из черепной коробки, оставляя нетронутой твердую мозговую оболочку. В твердой оболочке мозга сохраняли отростки тройничного нерва (*nervus spinosus*), иннервирующие среднюю менингеальную артерию (СМА). Далее препарат помещался в физиологический раствор Кребса при поддержании постоянной аэрации газом, имеющим состав 95% O₂ / 5% CO₂, с целью сохранения активности и жизнедеятельности клеток тройничного нерва и прилегающих менингеальных сосудов. Перед началом эксперимента препарат помещался в экспериментальную ванночку с проточной системой перфузии. Далее, периферический отросток тройничного нерва аккуратно выделялся из твердой оболочки головного мозга, и в последующем засасывался в регистрирующий стеклянный электрод. При введении нерва в электрод наблюдалась базовая электрическая активность, связанная с генерацией ПД (потенциалов действия) в нервных окончаниях. В данном исследовании, увеличение частоты потенциалов действия рассматривается как возникновение болевого ощущения, а сами ПД оцениваются в качестве ноцицептивных сигналов. Получаемые сигналы записывались с использованием усилителя DAM 80. Электрические сигналы были оцифрованы на ПК с использованием платы NI PCI6221 (National Instruments, США). Сигналы визуализировались и анализировались с использованием программного обеспечения WinEDR v.3.2.7. Экспериментальный протокол включал в себя несколько этапов, первый из которых – запись базовой частоты потенциалов действия (контроль). Далее, в область расхождения СМА производилась аппликация активных веществ. В качестве активных веществ, в данном исследовании применялись донор оксида азота – SNP (нитропруссид натрия) в концентрациях 100 мкМ, 200 мкМ, а также в инактивированном светом виде в концентрации 200 мкМ; и L-аргинин, который является прекурсором для образования эндогенного оксида азота, в концентрациях 100 мкМ, 200 мкМ. Также, SNP в концентрации 200 мкМ был применен совместно с ингибитором растворенной гуанилатциклазы ODQ (1H-[1,2,4]Oxadiazolo[4,3-

a]quinoxalin-1-one) в концентрации 10 мкМ. Далее при помощи программного обеспечения MatLab2013 осуществляли анализ частоты возникающих потенциалов действия в каждой из экспериментальных записей. Полученные потенциалы действия нормировались на величину стандартного отклонения. В дальнейшем рассчитывалась достоверность отклонения значений в контроле и в период действия активных веществ с помощью теста Стьюдента.

Результаты. 1) SNP в концентрации 200 мкМ достоверно увеличивает частоту возникновения потенциалов действия, оказывая проноцицептивное действие в системе тройничного нерва крысы (максимальный прирост частоты ПД составил $179 \pm 54\%$ к 10 минуте аппликации; $p < 0.05$; $n = 4$); 2) L-аргинин в концентрации 200 мкМ вызывал достоверное увеличение частоты потенциалов действия, оказывая про-ноцицептивные свойства в системе тройничного нерва крысы (максимальный прирост частоты ПД составил $127 \pm 38\%$ на 15 минуте аппликации; $n = 4$; $p < 0,05$); 3) реализация про-ноцицептивных эффектов донора оксида азота (NO), SNP, осуществляется через сигнальный каскад, в который вовлечена растворенная гуанилатциклаза, поскольку применение нитропруссид натрия (SNP) совместно с ингибитором гуанилатциклазы (ODQ) приводило к инактивации про-ноцицептивного эффекта SNP.

Заключение. В результате проведенной работы было показано, что увеличение концентрации донора оксида азота (NO), нитропруссид натрия (SNP) как и предшественника синтеза оксида азота (NO), L-аргинина, демонстрирует про-ноцицептивное действие в афферентах тройничного нерва крысы. Данный эффект связан с активацией внутриклеточной растворимой гуанилатциклазы. Это, в свою очередь, запускает дальнейший каскад реакций, увеличивающий возбудимость нервных окончаний, что, предположительно, приводит к формированию мигрени.

Список литературы:

1. De Col R., Messlinger K., Carr R.W. Repetitive activity slows axonal conduction velocity and concomitantly increases mechanical activation threshold in single axons of the rat cranial dura // *The Journal of physiology*. – 2012. – Т. 590. – №. 4. – С. 725-736.
2. Zakharov A. Hunting for origins of migraine pain: cluster analysis of spontaneous and capsaicin-induced firing in meningeal trigeminal nerve fibers // *Frontiers in cellular neuroscience*. – 2015. – Т. 9. – С. 287.
3. Schueler M. Innervation of rat and human dura mater and pericranial tissues in the parieto-temporal region by meningeal afferents // *Headache: The Journal of Head and Face Pain*. – 2014. – Т. 54. – №. 6. – С. 996-1009.

The role of nitric oxide in the regulation of the electrical activity of the trigeminal nerve in the rat

Svitko S.O., Koroleva K.S., Sitdikova G.F., Petrova K.A.
Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

Nitric oxide (NO) is a gaseous signaling molecule that regulates a number of physiological functions, including its role in the formation of migraine has been established. NO is endogenously produced in the body from L-arginine by NO synthase. The NO donor, nitroglycerin, is a trigger of migraine in humans and is widely used in the modeling of this disease in animals, which suggests the involvement of components of the NO signaling cascade in the pathogenesis of migraine. Based on the results obtained, it was found that an increase in the concentration of both the substrate for the synthesis of NO, L-arginine, and the NO donor, sodium nitroprusside, has a pro-nociceptive effect in the

afferents of the trigeminal nerve. In this case, the effect of sodium nitroprusside is associated with the activation of intracellular soluble guanylate cyclase.

Key words: *nitric oxide, migraine, trigeminal nerve, L-arginine, guanylate cyclase, sodium nitroprusside, nociception.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-180-183

Патоморфология коркового вещества почек в зависимости от длительности течения артериальной гипертензии

Слесарева Е.В.¹, Уренева Р.В.², Слесарев С.М.¹, Ляпейкова О.В.¹

¹ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

²ГУЗ «Областной клинический онкологический диспансер», Ульяновск, Россия

Исследовали аутопсийный материал почек лиц с различной длительностью течения артериальной гипертензии. Проводили морфометрию площади почечного тельца и сосудистых клубочков корковых и юкстамедуллярных нефронов. Выделили 4 группы – контрольная (с нормальным уровнем АД), и группы с артериальной гипертензией – начальной стадией (2 группа), артериальной гипертензией в течение 5-10 лет (3 группа), длительной артериальной гипертензией – более 10 лет (4 группа). Выявлено, что более ранней и выраженной гиперплазией сосудистого клубочка отличаются корковые нефроны, они быстрее подвергаются склерозу, который проявляется на 5-10 году течения заболевания. В юстагломерулярных нефронах прогрессирует гиперплазия компонентов сосудистого клубочка, они менее подвержены процессам склероза.

Ключевые слова: *артериальная гипертензия, юстагломерулярный аппарат, юстамедуллярные нефроны, сосудистый клубочек.*

Введение. Артериальная гипертензия (АГ) является одним из наиболее распространенных заболеваний в мире, ее распространенность составляет 30-45%. В причинах общей смертности населения России смертность от болезней системы кровообращения занимает I место и составляет 56% (Трифанов С.В., 2001) Среди множества патогенетических механизмов, приводящих к АГ, выделяют опосредующие свое влияние через ренин-ангиотензин-альдостероновую систему. В регуляции сердечно-сосудистой и почечной функции участвуют аутокринные, паракринные, эндокринные и нейроэндокринные системы и изменение баланса между ними может привести к развитию АГ (Rhaleb, N.-Eetal, 2011; Медведев И.Н. с соавт., 2009). В почках выделяют три типа нефронов: корковые, промежуточные и юкстамедуллярные (Solodova E.K., Maximenko A.F., 2013). В связи с особенностями строения юкстамедуллярных нефронов, их вклад в секрецию мочи незначительный. Предполагаемая функция этих нефронов – эндокринная, синтез и тоническая секреция ренина, обеспечивающая нормальный уровень артериального давления. Учитывая это, развитие юстагломерулярного аппарата в различных типах нефронов должно быть неодинаковым. Цель исследования: выявить различия в структуре корковых и юкстамедуллярных нефронов в зависимости от длительности течения артериальной гипертензии.

Методика. Объектом исследования послужил аутопсийный материал почек больных, страдающих в течение жизни АГ. Пациенты были разделены на 4 группы. 1 группа умерших пациентов (20-35 л) явилась контрольной в виду отсутствия сердечно-сосудистых, а также почечных и метаболических заболеваний. Во 2-й группе у пациен-

тов (36-45 л) присутствовали признаки АГ на начальных стадиях, в клиническом диагнозе АГ имела место в виде фонового или сопутствующего заболевания. В 3-ю группу (46-55 лет) вошли лица, страдающие АГ долгое время (до 10 лет), но без клинических признаков почечных повреждений. В 4-й группе (56-65 л) объединены лица с длительно текущей АГ (более 10 лет). Проводилась стандартная гистологическая проводка с фиксацией в забуференном формалине с последующим светооптическим исследованием парафиновых срезов при окрашивании гематоксилином Майера и эозином; морфометрическое исследование площади почечного тельца и сосудистых клубочков корковых и юкстамедуллярных нефронов проводилось с помощью программы цифровой обработки микрофотографий «Мекос-С1».

Результаты. Кортикальное вещество почек в контрольной группе имело типичное строение. Тела нефронов равномерно распределены по паренхиме, между ними плотно лежат извитые канальцы, встречаются кровеносные сосуды, интерстиций присутствует в минимальных количествах, дуговые артерии без признаков фиброза и эластоза. Обнаружено преобладание почечных телец в корковой зоне. Среднее количество почечных телец корковых нефронов на 1 поле зрения составило $6,63 \pm 2,76$ штук, из них полностью склерозированных – $0,2 \pm 0,07$. При анализе около мозговых нефронов количество их почечных телец на 1 поле зрения составило $4,38 \pm 1,82$, склерозированных клубочков было больше, чем среди корковых нефронов. Морфометрия площади почечных телец и мочевого пространства показала, что площадь сосудистых клубочков юкстамедуллярных нефронов несколько выше, чем корковых. Во 2-й группе в структуре паренхимы почки выявлены явления фиброза стенок сосудов в мозговом слое, очаговое утолщение капсулы Боумена за счет слабовыраженного фиброза, слабая очаговая лимфоцитарная инфильтрация. Количество почечных клубочков на исследуемую площадь в корковом и около мозговых слоях было ниже, чем в контрольной группе; клубочки со склерозом встречались редко. В 3-й группе в 1/3 части случаев наблюдалась очаговая слабовыраженная лимфоцитарная инфильтрация, а в половине случаев отмечался умеренный как интерстициальный, так и периваскулярный фиброз. Наблюдалась вариабельность размеров клубочков, часть клубочков имела ишемическое сморщивание и склерозирование. При измерении клубочков выявлено, что их количество на единицу площади достоверно не отличалось от данных 2 группы. Около мозговые нефроны сохраняли тенденцию к гиперплазии. Количество склерозированных клубочков превалировало в субкапсулярной зоне. Морфометрические показатели характеризовались увеличением площади юкстамедуллярных клубочков по сравнению с корковыми, а также уменьшением площади почечного тельца и сосудистого клубочка корковых и юкстамедуллярных нефронов по сравнению с данными предыдущих групп. В 4-й группе большая часть клубочков склерозированы; отмечался в умеренной степени фиброз в интерстиции. Количество корковых клубочков на единицу площади составило $4,98 \pm 0,75$ штук, около мозговых – $5,24 \pm 0,67$, из них склерозированных $2,6 \pm 1,19$ и $1,5 \pm 0,73$ соответственно. Увеличение количества около мозговых клубочков связано с относительным ростом в связи с потерей большого количества корковых нефронов, атрофией и склерозом канальцев, а также с компенсацией в ответ на потерю около мозговых нефронов.

Заключение. Таким образом, у лиц, страдающих доброкачественной артериальной гипертензией более 10 лет, выявлены значительные склеротические процессы в корковом веществе почек, наиболее выраженные в подкапсулярной зоне. Около мозговые нефроны характеризовались гиперпластическими процессами – увеличение показателей на единицу площади, а также увеличение площади почечного тельца и расширение мочевого пространства, что свидетельствует о повышении их активности. Более ранней и выраженной гиперплазией сосудистого клубочка отличаются корковые нефроны, но быстрее теряют свою функцию из-за развившегося склероза, который прояв-

ляется на 5-м году течения АГ, в свою очередь юкстамедуллярные нефроны долгое время остаются функционировать, в них прогрессивно нарастают гиперпластические процессы. При оценке клубочков на единицу площади выявили тенденцию их роста с возрастом и увеличение количества склерозированных клубочков преимущественно в подкапсулярной области. Юкстамедуллярные нефроны менее подвергаются процессам склероза и некроза. Отмечается увеличение площади их сосудистых клубочков, которое обусловлено длительностью течения АГ.

Список литературы:

1. Медведев И.Н., Кумова Т.А., Гамолина О.В. Роль ренин-ангиотензиновой системы в развитии артериальной гипертензии // Российский кардиологический журнал. – 2009. – № 4 (78). – С. 82-84.
2. Трифанов С.В. Ресурсное обеспечение профилактики и лечения артериальной гипертензии в Российской Федерации // Экономика здравоохранения. – 2001. – № 11-12. – С. 4.
3. Rhaleb N.-E., Yang X.-P. & Carretero O.A. (2011). The Kallikrein-Kinin System as a Regulator of Cardiovascular and Renal Function // Compr Physiol. – 2011. – Vol. 1(2). – P. 971-993. doi: 10.1002/cphy.c100053.
4. Solodova E.K., Maximenko A.F. Histophysiology of the urinary system organs // Проблемы здоровья и экологии // Gomel State Medical University. – 2013. – № 1 (35). – С. 35-39.

The pathomorphology of the renal cortex depending of arterial hypertension duration course

Slesareva E.V.¹, Ureneva R.V.², Slesarev S.M.¹, Lyapeykova O.V.¹

¹Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

²State Healthcare Institution "Regional Clinical Oncological Dispensary", Ulyanovsk, Russia

The kidneys autopsy material of persons with arterial hypertension in different duration was examined. Morphometry of the renal corpuscle area and cortical and juxtamedullary nephrons vascular glomeruli was performed. There were 4 groups – a control group (with a normal blood pressure level), and groups with arterial hypertension – the initial stage (group 2), arterial hypertension for 5-10 years (group 3), long-term arterial hypertension – more than 10 years (group 4). It was found that cortical nephrons are distinguished by earlier and more pronounced hyperplasia of the vascular glomerulus, they are more rapidly exposed to sclerosis, which appears in the 5-10th year of the course of the disease. The hyperplasia of the vascular glomerulus components is progressively increasing in juxtamedullary nephrons, they are less susceptible to sclerosis processes.

Key words: arterial hypertension, juxtamedullary apparatus, juxtamedullary nephrons, vascular glomerulus.

Опыт организации инклюзивного обучения детей и лиц с ограниченными возможностями средствами физической культуры

Смирнова Л.М.¹, Уразова С.Г.¹, Миндубаева Ф.А.², Коваленко Л.В.², Харисова Н.М.²

¹Костромской государственной университет, Кострома, Россия

²Медицинский Университет Караганды, Караганда, Казахстан

Представлен опыт волонтерского движения студентов Костромского государственного университета (КГУ) в реабилитационном центре инвалидов всех возрастов и категорий (РЦИ), занятий физической культурой в центре физического здоровья Медицинского университета Караганды (МУК). Установлено, что для адаптации детей и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) к социальной жизни необходимо создавать им оптимальный уровень двигательной активности, что влечет за собой восстановление психических и вегетативных функций организма. Существует необходимость объединения в одну группу занимающихся здоровых лиц и лиц с ОВЗ, вследствие чего лица с ОВЗ приобретают чувство уверенности, открытости и доверчивости к окружающим их людям и тренерскому составу.

Ключевые слова: здоровый образ жизни (ЗОЖ), инклюзия, адаптивная физкультура, лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), инвалидность, инклюзивные компетенции, квазипрофессиональная деятельность.

Введение. В настоящее время адаптивная физическая культура (АФК) и спорт востребованы в обществе. Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) занимаются спортом и ведут активный образ жизни. Для них становятся доступными различные спортивные секции, проводятся соревнования различного уровня. Лица с ОВЗ не чувствуют себя обделенными и способны к самореализации (Калинцева М.А., Белецкая Е.В., 2021).

При проведении занятий физической культуры в инклюзивном школьном и вузовском образовании возникают трудности из-за значительных изменений программы, организации и содержания занятия в соответствии с интересами и возможностями всех лиц, обучающихся вместе (Чеканушкина Е.Н., 2016; Елисева И.Г., Ерсарина А.К., 2019).

Цель исследования: изучение влияния средств физической культуры на успешную реабилитацию, социальную адаптацию и интеграцию в общество лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Методика. Студенты кафедры физической культуры и спорта КГУ активно участвуют в деятельности студенческого объединения кафедры «Ресурсном центре спортивного волонтерского движения»; в программах развития «Юнифайд», направленной на развитие инклюзивных видов спорта и объединяющей примерно равное число лиц с инвалидностью и их здоровых сверстников в спортивные команды на базе областного Романовского реабилитационного центра инвалидов Костромской области (РЦИ); принимают активное участие в 14 программах по адаптивным видам спорта, а также в программах дисциплин в рамках специализации «Технологии адаптации лиц, имеющих отклонения в состоянии здоровья, средствами физической культуры», разработанных в 2007-2013 гг. директором РЦИ П.К. Зайфиди, совместно с учеными факультета физической культуры КГУ. В рамках осуществления планов деятельности Центра в сотрудничестве с РИЦ реализуются такие социальные и спортивно-творческие инклюзивные проекты как: «Все на футбол», «Спорт равных возможностей», «Мы вместе».

В центре физического здоровья МУК занятия физической культурой проводятся для студентов специального отделения и ЛФК по специально разработанной программе с контролем исходных и выходных данных состояния здоровья при использовании

функциональных проб, таких как: дыхательные пробы Штанге и Генче; М-тест (восхождение на скамейку); функциональная проба 20 приседаний за 40 сек., сдачи контрольных нормативов.

Результаты. На кафедре физической культуры и спорта КГУ накоплен опыт использования технологии контекстного обучения для формирования инклюзивных компетенций у будущих педагогов по физической культуре. Одной из форм учебной деятельности при этом выступают занятия по дисциплинам «Инклюзивный спорт», «Основы адаптивной физической культуры», «Особенности подготовки спортивных волонтеров», в ходе освоения которых на лекциях и семинарах студенты осваивают базовые основы инклюзивного образования в физической культуре и спорте. Начиная с третьего курса, на практических занятиях ведущей формой выступает квазипрофессиональная деятельность, в том числе реализуемая в процессе взаимодействия с детьми и лицами с ОВЗ в процессе организации физкультурно-творческих, спортивно-массовых мероприятий и учебно-тренировочных занятий. На старших курсах учебно-профессиональная деятельность представлена педагогической практикой в специальных (коррекционных) школах, подготовкой курсовых и выпускных квалификационных работ, а также научно-исследовательской работой соответствующей тематики.

Студенты оказывают помощь в организации и проведении соревнований, сопровождении участников, взаимодействии с лицами, в том числе имеющими отклонения в состоянии здоровья. Студенты привлекаются в качестве судей – волонтеров в ежегодных спортивных соревнованиях по программе Специальной Олимпиады России, в Чемпионате России спорт ЛИН по гребле, велоспорт-шоссе, спортивной гимнастике; в программах развития «Юнифайд» – спорта (по баскетболу, велоспорту, гребле) в Костромском регионе.

Студенты КГУ принимают активное участие в деятельности реабилитационного центра инвалидов всех возрастов и категорий (РЦИ), где имеются все условия для круглогодичных тренировок и спортивных соревнований по различным олимпийским видам спорта, и обеспечиваются постоянные условия для их физического развития. В РЦИ реализуются такие виды реабилитации, как физическая реабилитация; физкультурно-средовая адаптация; физкультурно-педагогическая реабилитация; социальная реабилитация и интеграция; физкультурно-психологическая реабилитация; физкультурно-спортивная реабилитация; физкультурно-оздоровительная реабилитация; физкультурно-трудоустройство.

В Медицинском университете Караганды занятия по физической культуре проводятся согласно типовой программе на 1-2-х курсах всех специальностей.

Распределение студентов в учебные отделения (основное, подготовительное, специальное, ЛФК и спортивное) проводится в начале учебного года с учетом пола, состояния здоровья, физического развития, физической и спортивной подготовленности.

В 2021-2022 уч. году на 1-2 курсах занимается 1836 человек, из них 380 человек занимаются в спортивных секциях. Ежегодно увеличивается число студентов, отнесенных по состоянию здоровья к специальной медицинской группе и группе ЛФК. 86 человек занимаются в этих группах из-за наличия у них наиболее распространенных заболеваний (миопия средней и высокой степени; нарушение опорно-двигательного аппарата; хронический пиелонефрит; различные пороки сердца; судорожный синдром и т.д.).

В данных группах используются различные средства и методы для укрепления здоровья и профилактики заболеваний. Под руководством преподавателя студенты подготавливают и применяют на практике комплексы упражнений по имеющимся заболеваниям. Следят за своим самочувствием и общим состоянием здоровья, заполняя дневник самоконтроля. После занятий физической культурой студенты чувствуют эмо-

циональный подъем, бодрость духа, прилив сил, улучшение сна, аппетита. Было отмечено, что произошло увеличение времени задержки дыхания на вдохе и выдохе на 28% и 23% соответственно.

Заключение. В КГУ и МУК лица с ОВЗ вовлекаются в оптимальную двигательную активность, исправляющую нарушения физического развития, общей, мелкой артикуляционной моторики. Двигательная активность тесно связана с психическими и вегетативными функциями организма. Она влияет на все стороны жизнедеятельности человека, при этом происходит совершенствование индивидуума как личности; улучшаются психофизиологические особенности; осуществляется улучшение механизмов, регулирующих функционирование органов и систем организма.

Совместные занятия детей и лиц с ОВЗ со здоровыми лицами при воздействии средств АФК в условиях инклюзивного образовательного процесса показали существенную динамику целенаправленных двигательных действий лиц с ОВЗ, влияющих положительно на нервно-психическую деятельность, мышечную, сердечно-сосудистую и дыхательную системы, что позволяет им лучше подготовиться к социальной жизни.

Список литературы

1. Калининцева М.А., Белецкая Е.В. Актуальные проблемы и перспективы развития адаптивной физической культуры и спорта в современном мире // Материалы XIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2021/article/2018026515> (дата обращения: 09.10.2021).
2. Психолого-педагогическое сопровождение детей с особыми образовательными потребностями в общеобразовательной школе: метод. рекомендации / И.Г. Елисеева, А.К. Ерсарина. – Алматы: ННПЦ КП, 2019. – 96 с.
3. Чеканушкина Е.Н. Инклюзивный подход к обучению студентов по дисциплине «Физическая культура» // Молодой ученый. – 2016. – № 16. – С. 62-65.

The experience of organizing inclusive education of children and persons limited health by means of physical culture

Smirnova L.M.¹, Urazova S.G.¹, Mindubayeva F.A.², Kovalenko L.V.², Kharissova N.M.²

¹Kostroma State University, Kostroma, Russia

²Medical University of Karaganda, Karaganda, Kazakhstan

The experience of the volunteer movement Kostroma State University (KSU) students in the rehabilitation center for the disabled of all ages and categories (RCD) and physical education classes in the Karaganda Medical University (MUK) physical health center is presented. It has been established that in order to adapt children and persons with disabilities (limited health) to social life, it is necessary to involve them in the optimal level of physical activity, which entails the restoration of mental and vegetative functions of the body. There is a need to unite healthy persons and persons with disabilities into one group, as a result of which persons with disabilities acquire a sense of confidence, openness and gullibility towards the people around them and the coaching staff.

Key words: healthy lifestyle (HLS), inclusion, adaptive physical education, disabilities, persons with limited health, inclusive competences, quasi-professional activity.

**Проблемы развития адаптивной спорта в Ульяновской области
на примере ОГКУ «Ульяновская спортивно-адаптивная школа»**

Стафеев А.И.¹, Баскаков В.В.²

¹ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

²Областное государственное казенное учреждение
«Ульяновская спортивно-адаптивная школа», Ульяновск, Россия

Данная работа посвящена проблеме развития адаптивного спорта в регионе, привлечению людей с ограниченными возможностями здоровья к занятиям физической культурой, способам улучшения условий для занятий спортом. Как следует из исследования, физическая культура и спорт являются важнейшим фактором социализации человека с ограниченными возможностями, способствуя социальной мобильности, достижению спортивных результатов и изменения качества жизни в целом.

Ключевые слова: адаптивный спорт, физическая культура, люди с ограниченными возможностями здоровья.

На сегодняшний день одной из наиболее социально незащищенных категорий населения являются люди с инвалидностью. Согласно статистическим данным на конец 2020 года в нашем регионе насчитывается 113515 человек с ограниченными возможностями здоровья. Из 37207 человек трудоспособного возраста и детей до 18 лет, систематически занимаются физической культурой и спортом, непосредственно в ОГКУ «УСАШ» тренируется 213 спортсменов с инвалидностью из них 61 спортсмен в возрасте от 8 до 18 лет.

Областное государственное казенное учреждение «Ульяновская спортивно-адаптивная школа» (далее – ОГКУ «УСАШ») создана в сентябре 2016 года, является подведомственным учреждением Министерства физической культуры и спорта Ульяновской области. Согласно Устава целью деятельности учреждения являются развитие адаптивной физической культуры и адаптивного спорта, осуществление спортивной подготовки на территории Российской Федерации, подготовка спортивного резерва для спортивных сборных команд Российской Федерации по адаптивным видам спорта.

ОГКУ «УСАШ» в своей деятельности осуществляет спортивную подготовку лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по адаптивным видам спорта на основе программ спортивной подготовки по паралимпийским, сурдлимпийским и неолимпийским видам и дисциплинам адаптивного спорта:

- спорт лиц с поражением опорно-двигательного аппарата: легкая атлетика, настольный теннис, плавание, баскетбол на колясках, пауэрлифтинг, бочча, бадминтон;
- спорт глухих: легкая атлетика, футзал, греко-римская борьба;
- спорт слепых: дзюдо, легкая атлетика;
- спорт лиц с интеллектуальными нарушениями: бадминтон, бег на короткие, средние, длинные дистанции, прыжок, метания, толкания;
- армрестлинг (ПОДА).

ОГКУ «УСАШ» организует и проводит физкультурно-спортивные мероприятия и соревнования для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разных возрастных групп в регионе:

- спартакиады по видам адаптивного спорта,
- чемпионаты и первенства города и области по адаптивным видам спорта,
- спортивные фестивали, мастер-классы,
- открытые турниры и матчевые встречи.

В рамках традиционной легкоатлетической эстафеты на приз газеты «Ульяновская правда» спортсмены-инвалиды принимают участие в стартах.

Большую помощь в реализации спортивно-массовых, физкультурных и досуговых мероприятий с участием спортсменов-инвалидов и людей с ограниченными возможностями здоровья спортивно-адаптивной школоказывают волонтерские студенческие движения, привлекаемые для оказания содействия инвалидам и лицам с ОВЗ, задействованным и участвующим в мероприятиях.

С целью реализации своей основной деятельности ОГКУ «УСАШ» заключает договора на безвозмездной основе со спортивными объектами Ульяновской области для осуществления тренировочного процесса и проведения соревнований спортсменов-инвалидов школы: физкультурно-оздоровительные комплексы, бассейны, открытые спортивные площадки и стадионы, легкоатлетический манеж, детско-юношеские спортивные школы, спортивные площадки образовательных организаций и прочее: УлГУ, УлГТУ, УлГПУ, ФОК «Новое поколение», ФОК «Союз», ДООЦ ДО «Орион», СК «Мотор», СК «Торпедо», Легкоатлетический манеж «Спартак», ССШОР по легкой атлетике и прочие.

Для проведения спортивного отбора, вовлечения детей-инвалидов и детей с ОВЗ в занятия адаптивной физической культурой и адаптивным спортом, а также проведения физкультурно-спортивных и культурно-массовых мероприятий спортивно-адаптивная школа тесно взаимодействует с областными школами-интернатами: Школа-интернат для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья № 16, 23, 39, 88, 89, 91, 92; с ОГКУСО «Реабилитационный центр для детей и подростков с ограниченными возможностями «Подсолнух» в г. Ульяновске».

За 2016-2021 гг. ОГКУ «УСАШ» подготовило: 4 – Заслуженных Мастера спорта России; 7 – Мастеров спорта международного класса России, 20 – Мастеров спорта России, 63 – кандидата в Мастера спорта России, 43 человека – 1 спортивный разряд, 76 человек – 2-3 спортивные разряды. Двум тренерам было присвоено звание «Заслуженный тренер России».

По состоянию на 01.10.2021 31 спортсмен ОГКУ «УСАШ» являются членами сборных команд Российской Федерации по адаптивным видам спорта: армрестлинг (ПОДА) – 3 чел.; спорт глухих: футзал – 2 чел., греко-римская борьба – 1 чел., лёгкая атлетика – 7 чел.; спорт слепых: дзюдо – 5 чел., самбо – 7 чел., лёгкая атлетика – 3 чел.; спорт лиц с ПОДА: лёгкая атлетика – 6 чел., бадминтон – 1 чел.

В 2011 году Правительством Ульяновской области было подписано Постановление «О дополнительном материальном обеспечении лиц, проживающих на территории Ульяновской области и имеющих выдающиеся достижения и особые заслуги перед РФ в области физической культуры и спорта, а также поощрении спортсменов высокого класса и их тренеров, проживающих на территории Ульяновской области», согласно которому спортсмены с инвалидностью также имеют право на материальное поощрение за высокие достижения в спорте.

Несмотря на все положительные моменты, существует ряд проблем, мешающих дальнейшему развитию адаптивного спорта в нашем регионе и в УСАШ в частности:

– вопреки значительным успехам в подготовке специалистов по адаптивному спорту и создания системы повышения квалификации, всё ещё острой проблемой является нехватка квалифицированных кадров – большинство тренеров сегодня обучались для работы со здоровыми спортсменами. Для занятий с инвалидами мало общих знаний по физической культуре, связанных с психологией и медициной;

– в регионе низкий уровень обеспеченности спортивными объектами. В большинстве случаев это связано со слабой материально-технической базой. Сооружения не располагают необходимым вспомогательным оборудованием для занятий спортсменов

с инвалидностью, либо отсутствует должная «доступность» для маломобильных групп людей;

– отсутствие сертифицированных врачей, имеющих специальное образование в области диагностики спортсменов на предмет определения их к спортивному классу в определенном виде спорта. Врачи-классификаторы на сегодняшний день достаточно редкая профессия, содержание такого специалиста может себе позволить не каждый Центр спортивной подготовки, не говоря уже о школе адаптивного спорта;

– отсутствие пропаганды спорта среди лиц с ограниченными возможностями. Как правило, информация о мероприятиях появляется благодаря активистам из тренерского состава;

– невозможность финансирования восстановительных мероприятий. Спортсмену с инвалидностью необходима фармакологическая поддержка и медицинская реабилитация, на которую в регионах не выделяются средства.

И это далеко не все острые вопросы, препятствующие качественному развитию адаптивного спорта в Ульяновской области.

Формирование общества «равных возможностей» является одной из важнейших задач любого государства. Право на оздоровление, занятия физической культурой и спортом имеет каждый гражданин, независимо от физических и функциональных недугов. Люди с инвалидностью наравне со всеми должны получать полный спектр физкультурных услуг, иметь возможность заниматься адаптивным спортом, участвовать в соревнованиях и поднимать спортивный рейтинг страны на мировой арене.

Problems of the development of adaptive sports in the Ulyanovsk region on the example of "Ulyanovsk sports-adaptive school"

Stafeev A.I.¹, Baskakov V.V.²

¹Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

²Regional State Treasury Institution "Ulyanovsk Sports and Adaptive School",
Ulyanovsk, Russia

This work is devoted to the problem of the development of adaptive sports in the region, attracting people with disabilities to physical education, ways to improve conditions for sports. As follows from the study, physical culture and sports are the most important factor in the socialization of a person with disabilities, contributing to social mobility, the achievement of sports results and changes in the quality of life in general.

Key words: *adaptive sports, physical culture, people with disabilities.*

Возможность использования фенол-серноокислого метода для определения общего гликогена и его фракций в скелетных мышцах и печени крыс

Третьякова А.М., Вахнина Н.А.

Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук ФГБУН Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», Сыктывкар, Россия

Изучена возможность применения фенол-серноокислого метода для определения общего гликогена, его кислоторастворимой и кислотонерастворимой фракций в печени и скелетных мышцах крыс. Выявлено, что использование осадителя при выделении общего гликогена и его фракций увеличивает выход исследуемых веществ.

Ключевые слова: фенол-серноокислый метод, крысы, печень, мышцы, общий гликоген, кислоторастворимый гликоген, кислотонерастворимый гликоген.

Введение. Изучение физиологических механизмов развития утомления, поиск информативных биохимических маркеров, сигнализирующих о степени и глубине утомления – ведущая проблема в спорте высших достижений. Известно, что утомление, наступающее при выполнении нагрузок разной мощности, длительности, интенсивности предполагает трансформационные изменения процессов метаболического обеспечения и энергетического обмена в т.ч. за счет мобилизации углеводных субстратов (Harris M.A. et al., 2018). Гликоген – один из основных источников энергии для выработки АТФ, способствующий сокращению мышц во время широкого спектра упражнений, от коротких упражнений высокой интенсивности до упражнений на выносливость, поэтому истощение гликогенового пула приводит к снижению работоспособности (Greene J. et al., 2017). Распределение гликогена в скелетных мышцах носит компартментальный характер, что предполагает наличие отдельных популяций (фракций) гликогена (кислоторастворимый гликоген (КРГ), кислотонерастворимый гликоген (КНГ)) и их избирательный паттерн субклеточного метаболизма в зависимости от характера физической нагрузки (Marchand I. et al., 2002). Однако об изменении содержания общего гликогена, фракций гликогена и их перераспределении в разных физиологических состояниях, известно недостаточно (Mojibi N. et al., 2016).

По данным литературы для определения содержания общего гликогена применяются разные методологические подходы (Liu M. et al., 2018, Dong J., 2021). Одним из таких подходов является спектрофотометрическое определение содержания общего гликогена фенол-серноокислым методом (Rasouli M. et al., 2014), в основе которого лежит последовательность реакций гидролиза гликогена до глюкозы под действием серной кислоты, дегидратации глюкозы с образованием оксиметилфурфурола и его взаимодействия с фенолом с образованием желто-оранжевой окраски.

Цель настоящего исследования заключалась в проверке возможности использования фенол-серноокислого метода для оценки уровня общего гликогена и его фракций в тканях лабораторных животных.

Методика. Исследования проводили на половозрелых самцах крыс линии *Wistar* (250-300 г). Животных содержали на стандартном рационе вивария при температуре 21 ± 1 °С и 12-часовом освещении. Протокол исследования соответствовал «Правилам Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных научных целей» и одобрен локальным этическим комитетом Института физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Животные в состоянии покоя были умерщвлены методом декапитации. Печень и четырехглавые мышцы бедра непосред-

ственно после извлечения были промыты изотоническим солевым раствором, высушены и заморожены при температуре $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до момента проведения анализа. Выделение общего гликогена и его фракций проводили по методу M. Rasouli (2014, 2015). Расчет содержания общего гликогена и его фракций проводили по калибровочной кривой с использованием глюкозы в качестве стандарта (1 мг/мл), учитывая коэффициент пересчета 0,927.

Результаты. Установлено, что у животных в состоянии покоя содержание общего гликогена печени составляло $11,89\pm 5,36$ мг/г влажной ткани, КРГ – $5,34\pm 3,88$ мг/г влажной ткани, КНГ – $6,62\pm 1,73$ мг/г влажной ткани. Содержание общего гликогена в мышечной ткани составляло $6,05\pm 2,71$ мг/г влажной ткани, КРГ – $5,86\pm 3,06$ мг/г влажной ткани, КНГ – $1,03\pm 0,05$ мг/г влажной ткани.

Основываясь на данных литературы о том, что в центре молекулы гликогена расположен белок гликогенин (Безбородкина Н.Н. и др., 2018), мы оценили возможность дополнительного применения растворов сульфата натрия и сульфата аммония (аликвоты 100, 200, 300 мкл), являющихся осадителями белков и белковых компонентов (Shih Y.C. et al., 1992). Выявлено, что наилучшим осадителем для выделения общего гликогена и его фракций из печени и мышц экспериментальных животных является насыщенный раствор сульфата натрия, при этом оптимальная аликвота осадителя для ткани печени составила 300 мкл, для мышц – 100 мкл. Внесение 300 мкл осадителя увеличило «выход» общего гликогена до $19,70\pm 6,62$ мг/г влажной ткани, КРГ и КНГ до $7,20\pm 2,74$ и $11,13\pm 6,08$ мг/г влажной ткани соответственно. Добавление 100 мкл осадителя к навеске мышечной ткани способствовало определению содержания общего гликогена на уровне $8,55\pm 4,31$ мг/г влажной ткани, КРГ – $4,83\pm 2,29$ мг/г влажной ткани, КНГ – $2,77\pm 1,57$ мг/г влажной ткани.

Заключение. Таким образом, добавление сульфатного раствора положительно сказывается на процедуре осаждения гликогена, однако работу в этом направлении следует продолжить, поскольку существует вероятность совместного осаждения КНГ и КРГ. В целом, фенол-серноокислый метод применим для оценки уровня общего гликогена и его фракций и является простой альтернативой более трудоемким и затратным методам анализа.

Список литературы:

1. Безбородкина Н.Н., Честнова А.Ю., Воробьев М.Л., Кудрявцев Б.Н. Пространственная структура молекул гликогена // Биохимия. – 2018. – Т. 83, вып. 5 – С. 627-644.
2. Dong J., Guo X., Qian C., Wang J., Lei H., Chen S. and Wang X. In vitro fertilization causes excessive glycogen accumulation in mouse placenta // Placenta. – 2021. – Vol. 114. – P. 29-38.
3. Greene J., Louis J., Korostynska O., Mason A. State-of-the-Art Methods for Skeletal Muscle Glycogen Analysis in Athletes – The Need for Novel Non-Invasive Techniques // Biosensors. – 2017. – Vol. 7. – P. 11.
4. Hearn M.A., Hammond K.M., Fell J.M. and Morton J.P. Regulation of Muscle Glycogen Metabolism during Exercise: Implications for Endurance Performance and Training Adaptations // Nutrients. – 2018. – 10(3). – P. 298.
5. Liu M., Cao H., Hou Y., Sun G., Li D., Wang W. Liver Plays a Major Role in FGF-21 Mediated Glucose Homeostasis // Cell PhysiolBiochem. – 2018. – 45(4). – P. 1423-1433.
6. Marchand I., Chorneyko K., Tarnopolsky M., Hamilton S., Shearer J., Potvin J., Graham T.E. Quantification of subcellular glycogen in resting human muscle: granule size, number, and location // J Appl Physiol. – 2002. – Vol. 93. – P. 1598-1607,

7. Mojibi N., Rasouli M. Homogenization Versus Homogenization-free Method To Measure Muscle Glycogen Fractions // European Review For Medical And Pharmacological Sciences. – 2016. – 20. – P. 5077-5080.

8. Rasouli M., Ostovar-Ravari A., Shokri-Afra H. Characterization and improvement of phenol-sulfuric acid microassay for glucose-based glycogen // Eur Rev Med Pharmacol Sci. – 2014. – № 18. – P. 2020-2024.

9. Rasouli M., Shokri-Afra H., Ostovar-Ravari A. A new protocol for separation of acid soluble and insoluble fractions from total glycogen and simultaneous measurements // Eur Rev Med Pharmacol Sci. – 2015. – № 19. – P. 1785-1789.

10. Shih Y.C., Prausnitz J.M., Blanch H.W. Some characteristics of protein precipitation by salts // Biotechnol Bioeng. – 1992 – Vol. 40(10). – P. 1155-1164.

Application of the phenol-sulfuric acid method for the determination of glycogen in skeletal muscles and liver of rats

Tretyakova A.M., Vakhnina N.A.

Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences, FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar, Russia

The possibility of using the phenol-sulfuric acid method for the determination of total glycogen, its acid-soluble and acid-insoluble fractions in the liver and skeletal muscles of rats was studied. It was found that the use of a precipitant in the isolation of total glycogen and its fractions increases the yield of the investigated substances.

Key words: phenol-sulfate method, rats, liver, muscles, total glycogen, acid-soluble glycogen, acid-insoluble glycogen.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-191-194

Влияние концентрации воды на содержание белка и нуклеиновых кислот в органах куриных эмбрионов разного возраста

Турганбаева А.С.

Институт горной физиологии и медицины НАН, Бишкек, Кыргызская Республика

Исследование проводилось у 10-, 14-15-, 18-20-суточных эмбрионов и 1-2-суточных цыплят породы Хай-Лайн. У кур в период эмбриогенеза оценивали особенности связи основного показателя онтогенетического роста органов и тканей – содержание внутриклеточной воды ранее измеренными величинами: с концентрацией белка и нуклеиновых кислот в органах куриных эмбрионов разного возраста.

Установлено, что в период 10-19 сут эмбриогенеза рост органов сопровождается значительным уменьшением содержания воды в разной степени: заметно выше в печени и в полушариях головного мозга - до 14-суток; с 19-суток эти изменения менее выражены. Результаты исследуемого показателя в мышцах свидетельствуют об опережающем эмбриональном развитии при более выраженном снижении содержания воды в красной оксидативной мускулатуре по сравнению с белыми мышцами, где снижение показателя менее выражено.

Ключевые слова: куриные эмбрионы, белок, нуклеиновая кислота, содержание воды, белая грудная мышца и красная икроножная мышца.

Введение Вода играет важную роль в процессе клеточного обмена и активно участвует во всех биохимических реакциях, в результате чего поддерживается постоянство внутренней среды (Георгиевский В.И. с соавт., 1979; Tate K.V. et al., 2012).

Исследованиями Беличенко В.М. с соавт. (2004) показано, что по мере развития куриного эмбриона с 10-х до 18-х сутки отмечается снижение объема интерстиции в скелетных мышцах в среднем с 70 до 40%, а в самом мышечном волокне – не миофибриллярного объема с 75 до 39%. По данным литературы известно, что рост животных сопровождается снижением содержания воды в тканях, что связано с увеличением концентрации белков в органах (Davis T.A., Ackerman R., 1987).

В связи с вышеизложенными данными наши исследования направлены на выяснение связи между распределением воды в органах кур, концентрацией в тканях нуклеотидов и белков в период эмбриогенеза.

Задачи исследования: определить распределения концентрации воды у 9-10, 14-15 и 18-20-суточных куриных эмбрионов и 1-2-суточных цыплят и провести анализ связи распределения воды с динамикой концентрации белка и нуклеиновых кислот в белой грудной гликолитической (БГМ), красной, оксидативной, икроножной мышце (КИМ), в полушариях головного мозга и в печени кур.

Методика. Наиболее совершенным, дающим достоверные результаты является метод определения содержания влаги и сухих веществ путем высушивания навески до постоянной массы в сушильном шкафу (Хохлова И.В., 2006). При этом устраняется окисление и разложение компонентов химического состава продукта. Исследовано содержание воды до и после помещения в сушильный шкаф на 40-50 мин у 10, 14-15, 19-суточных эмбрионов и у 1-2-суточных цыплят. Работа по определению концентрации воды в органах и тканях проводилась путем высушивания, до постоянной массы в сушильном шкафу, при температуре от 100 до 105 °С.

Описание принципов определения концентраций белка и нуклеиновых кислот в скелетных мышцах куриных эмбрионов представлено ранее (Беличенко В.М. с соавт., 2006; Маниатис Г., Фрич Э., Сэмбрук Дж., 1984).

Статистическую обработку данных проводили стандартными методами с определением средней арифметической, её ошибки ($M \pm m$), числа эмбрионов и цыплят (n). Достоверность различий признаков оценивали по t -критерию Стьюдента для малочисленных неравновеликих выборок при $p \leq 0.05$.

Результаты. В период 10-19 суток эмбриогенеза рост органов сопровождается значительным уменьшением содержания воды: в полушариях головного мозга до 14-суток; с 19-суток эти изменения менее выражены. В тканях печени содержание воды в период эмбриогенеза 10-суточных цыплят снижается с 79% до 52%; у 19-суточных и в постэмбриональный период (1 сутки) имеется снижение до 49%. Данные Беличенко В.М. с соавт. (2006) показывают, что в середине эмбриогенеза концентрация белка в органах достоверно не различается.

По нашим результатам если в печени увеличение массы сопровождается снижением концентрации воды, то по данным Беличенко В.М., с соавт. (2006), самая высокая концентрация белка отмечается в печени. Эти данные свидетельствуют о высокой плотности клеток в печени или же о высоком содержании белков в самих клетках. Отношение белка и НК в печени по сравнению с другими органами в период эмбриогенеза повышено, что отражает высокую концентрацию белков в гепатоцитах. Значительное снижение концентрации воды приводят к резко возросшей, в конце эмбриогенеза, скорости увеличения показателя белок/НК, что отражается в повышении размера клеток или концентрации в них белка.

Значительный рост миофибрилл в красной икроножной мышце (КИМ) сопровождается увеличением содержания воды с 92% у 10-суточных до 98 % у 14-суточных, сохраняясь на этом уровне у 19-суточных эмбрионов и снижаясь к моменту вылупления до 74%. Изменения содержания воды при достоверном увеличении роста массы тканей в белой грудной мышце изменяются с 91%, у 10-суточных, до 83% и 86 % у 14- 19 суточных эмбрионов и снижаются до 79% после вылупления у 1-суточных цыплят.

Таким образом, сопоставление скорости эмбрионального увеличения массы органа (Фисинин В.И. и др., 1990) со скоростью изменения в нем содержания воды показывает, что скорость увеличения массы в первый период нашего наблюдения заметно выше в печени и в мозге, со значительным снижением воды, которое приводит к увеличению содержания белков в этих органах.

Концентрация белка в икроножной и грудной мышцах в 5-10 раз меньше, чем в печени. Если сравнить обе мышцы, то в икроножных мышцах этот показатель 1,8 раз выше, чем в грудной, несмотря на то что снижение содержания воды в БГМ более выражено чем в КИМ, где ее концентрация в период эмбриогенеза сохраняется на более высоком уровне - 98%. Это объясняется тем, что в красной мышце клеточная масса занимает больший относительный объем и связана с увеличением размера клеток (или с концентрацией в них белка), а отношение белок / НК у 10-суточных значительно меньше, чем наблюдалось в БГМ.

Результаты исследуемого показателя в мышцах свидетельствует об опережающем эмбриональном развитии красной оксидативной мускулатуры по сравнению с белой, что по-видимому, связано с необходимостью дополнительного термогенеза (Беличенко В.М. и др., 1995).

Заключение. Таким образом, в красной мышце клеточная масса занимает больший относительный объем, который обусловлен увеличенным размером клеток (или концентрацией в них белка), при незначительном снижении содержания воды в красной оксидативной мускулатуре, по сравнению с белыми мышцами, где содержание воды уменьшается в большей степени.

Список литературы:

1. Беличенко В.М., Шошенко К.А., Дударев А.Н., Часовских М.И., Мертвцов Н.П. О содержании белка и нуклеиновых кислот в органах куриных эмбрионов разного возраста // Ж. эвол. биох. физиол. – 2006. – Т. 42. (3). – С. 214-217
2. Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Самохин В.Т. Минеральное питание животных. – М.: Колос, 1979. – 471 с.
3. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Выделение, очистка и анализ мРНК прокариотических клеток. – М., 1984. – 212 с.
4. Фисинин В.И., Журавлев И.В., Айдинян Т.Г. Эмбриональное развитие птицы. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
5. Хохлов И.В. Морфология изменения печени кур // Птицеводство. – 2006. – № 12. – С. 27-30
6. Belichenko V.M., Korostishevskaya I.M., Maximov V.F., Shoshenko S.A. Mitochondria and blood supply of chicken skeletal muscle fibers in ontogenesis // Microvasc. Res. – 2004. – Vol. 68. – P. 265-272.
7. Davis T.A., Ackerman R. Effects of increased water loss on growth and water content of the chick embryo // J. Exp. Zool. – 1987. – Suppl. 1. – P. 357-364.
8. Tate K.B., Eme J., Swart J., Conlon J.M., Crossley D.A. I. Effects of dehydration on cardiovascular development in the embryonic American alligator (*Alligator mississippiensis*) // Comparative Biochemistry and Physiology. – 2012. – Part A 162. – P. 252-258.

Influence of water concentration on the content of protein and nucleic acids in organs of chick embryos of different ages

Turganbaeva A.S.

Institute of mountain physiology and medicine NAS, Bishkek, Kyrgyzstan

The study was carried out in 10-, 14-15-, 18-20-day-old embryos and 1-2-day-old chickens of the Hy-Line breed. In chickens during embryogenesis, the relationship between the main indicator of the ontogenetic growth of organs and tissues – the content of intracellular water by previously measured values – is assessed: with the concentration of protein and nucleic acids in organs of chicken embryos of different ages.

It was found that in the period of 10-19 days of embryogenesis, the growth of organs is accompanied by a significant decrease in the water content to varying degrees: it is noticeably higher in the liver and in the cerebral hemispheres up to the 14th day; from the 19th day, these changes are less pronounced. The results of the studied indicator in the muscles indicate advanced embryonic development with a more pronounced decrease in the water content of red oxidative muscles compared to white muscles where this indicator decreases less pronounced.

Key words: *chicken embryos, protein, nucleic acid, water content pectoralis white and gastrocnemius muscle.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-194-198

Биомаркеры оксидативного стресса в горах

Тюмонбаева Н.Б., Берболот К.Г., Вишневецкий А.А., Казыбекова А.А.

Институт горной физиологии и медицины НАН, Бишкек, Кыргызская Республика

Представленные в работе данные указывают на вероятные мембранные индикаторы функциональных нарушений, тесно связанные с оксидативными процессами (ПОЛ) при воздействии неблагоприятных факторов горной среды

Ключевые слова: *мембраны, адаптация к физическим факторам гор, лизофосфолипиды.*

Введение. Поиск молекулярных биомаркеров дезадаптационных состояний в условиях экологически неблагоприятной среды представляет большой практический и теоретический интерес, поскольку позволит расширить границы условий, при которых человек может осуществлять свою производственную деятельность без ущерба для здоровья. Клеточные мембраны, являясь динамическими образованиями, быстро реагируют на отклонения в условиях существования и способны к модификации своей структуры, что в свою очередь, определяет функциональные, а значит, и приспособительные возможности организма.

Исследованиями последних лет установлена четкая корреляционная зависимость между интенсивностью воздействия на организм физических факторов экологически неблагоприятной среды и степенью выраженности оксидантного стресса (Карагезян К.Г. с соавт., 1998; Бойко Е.Р., 2005). Наличие высокого уровня окислительного стресса сопровождается активированием процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ), в том числе повышением уровня лизоформ фосфолипидов в клеточных мембранах (Аврова Н.Ф. с соавт., 1993; Кармалита Е.Г. с соавт., 2002). Рассматривая веро-

ятные мембранные индикаторы функциональных нарушений, тесно связанные с процессами ПОЛ, мы остановимся на наиболее перспективном биомаркере – лизоформах фосфолипидов (lyso-PL). От обычных мембранных фосфолипидов лизоформы отличаются тем, что у них отсутствует один жирно-кислотный остаток. Фосфолипаза А₂ катализируют гидролиз сложно-эфирной связи в положении 2, с образованием lyso-PL (Карагезян К.Г. с соавт., 1998; Кармалита Е.Г. с соавт., 2002). По всей видимости, основная причина повышения уровня lyso-PL лежит в активации свободнорадикальных процессов (Аврова Н.Ф. с соавт., 1993).

Отрицательный эффект накопления lyso-PL признается большинством исследователей, поскольку это явление наблюдается при развитии целого ряда патологических состояний (Вишневский А.А. с соавт., 2000; Кармен Н.Б., 2003; Надольник Л.И., 2005; Sutphen R. et al., 2004) и при воздействии неблагоприятных факторов внешней среды (Яковлев В.М., Вишневский А.А., 2003). Следовательно, данный биомаркер вполне может быть избран в качестве «молекулярного кандидата» на роль универсального индикатора структурных нарушений, как при патологии, так и при дезадаптации. Для подтверждения этой гипотезы рассмотрим фактические данные о динамике содержания lyso-PL в клеточных мембранах при воздействии физических факторов высокогорной среды.

Методика. Изучение мембранных механизмов адаптации к экстремальным воздействиям среды выполнено с применением моделей в лабораторных условиях и непосредственной экспозицией в высокогорье. При этом отмечали структурно-функциональные сдвиги в мембранах как в короткие промежутки времени после воздействия физического фактора (1-14 суток), так и в более длительные периоды приспособительного процесса (до 150 суток).

Адаптационные эффекты влияния пониженной температуры (+3 °С) создавали в холодильной камере. Моделирование изолированного влияния высотной гипоксии проводили с помощью барокамеры, создавая в ней парциальное давление кислорода, соответствующее высоте 6000 м над уровнем моря. На втором этапе исследовали структурно-функциональное состояние мембран при влиянии комплекса геофизических факторов высокогорья на высотах 2050 м; 3200 м; 3800-4000 м.

Уровень lyso-PL определяли в плазматических мембранах мозга с помощью тонкослойной хроматографии (Silufol®UV254, Чехия) в системе хлороформ / метанол / уксусная кислота / вода (60:50:1:4 по объему) (Яковлев В.М., Вишневский А.А., 2003). Интенсивность ПОЛ в тканях мозга и крови, после первоначальной фиксации в жидком азоте, определяли по концентрации первичных продуктов ПОЛ – диеновых конъюгатов (Карагезян К.Г. с соавт., 1998).

Тестировали животных в «открытом поле» на 1-е, 7-е и 30-е сутки адаптации в горах (Ильина Л.Л., 2000). По методике Сперанского С.В. оценивали физическую работоспособность животных – поднятие и удержание груза (Яковлев В.М., Вишневский А.А., 2003).

Разницу средних величин оценивали по t-критерию Стьюдента, которую признавали статистически значимой при $p < 0,05$. Данные для конкретных экспериментальных точек в каждом независимом определении получали в 8-12-кратной повторности.

Результаты. При измерении ректальной температуры, у животных, содержащихся при температуре +3 °С во все сроки экспозиции, наблюдалась тенденция к ее снижению с $36,6 \pm 0,17$ °С в контроле до $36,0 \pm 0,4$ - $34,8 \pm 0,3$ °С. Подобные изменения физиологических показателей, безусловно, были связаны со структурной модификацией липидного бислоя. Подтверждением этого вывода явилось накопление в мембранах мозга значительного количества лизоформ фосфолипидов. Особенно большой уровень за-

фиксирован после двухнедельной акклимации. К 30-м суткам содержание lyso-PL снизилось, однако, оставаясь выше контрольных значений.

Не менее значительными нам представляются результаты по временной динамике перекисной дегградации липидов при адаптации к низким температурам и в последующий постадаптационный период: быстрая нормализация повышенного уровня ПОЛ (в течение одного часа) при реадаптации говорит о том, что при 30-ти дневном воздействии пониженной температуры +3 °С не исчерпываются антиоксидантные резервы.

Повышение уровня лизоформ лимитировало адаптационные возможности организма. В то же время, для указанных качественных и количественных изменений в бислое при действии изолированного экстремального фактора не всегда понятно физиологическое значение этих перестроек. Неполнота наших знаний о липидной рекомпозиции мембран теплокровных животных при изолированном воздействии пониженных температур, усугубляется еще и тем, что перекрестная адаптация к различным, одновременно действующим факторам может иметь отрицательный (холод и гипоксия), или положительный знаки (гипоксия и радиация). В этой связи, проводили анализ мембранных ответов при изолированном действии барокамерной гипоксии и в высокогорье.

Процессы ПОЛ, вместе с антиоксидантными системами являются непременным компонентом приспособительной перестройки мембранных и молекулярных структур клетки, обладающих диалектически противоположными признаками: способностью глубокого повреждения метаболизма, биоэнергетики и структур, при их чрезмерной активации; в то же время, ферментативное ПОЛ и фосфолипазы – универсальный механизм разборки старых, не соответствующих новым условиям среды, мембран.

О функциональных последствиях можно судить по достоверному снижению физической работоспособности и изменению ректальной температуры, что свидетельствовало о силе гипоксического стресса и синдроме гипоксической лихорадки. Снижение физической работоспособности в первые трое суток экспозиции в барокамере, возможно, было связано со значительным гипоксическим стрессом при данном уровне воздействия (6000 м).

Таким образом, активация свободнорадикального ПОЛ является ключевым механизмом повреждения мембран мозга при стрессе. Это и не удивительно, поскольку мембраны мозга содержат ненасыщенные липиды, постоянно контактирующие с кислородом (Аврова Н.Ф. с соавт., 1993; Фаллер Д., 2004). Очевидно, нужно учитывать при этом, что ПОЛ и гидролиз фосфолипидов фосфолипазами с образованием lyso-PL представляют собой два наиболее значительных и универсальных процесса модификации липидного бислоя биологических мембран.

Данные, полученные в ходе высокогорных серий экспериментов, свидетельствовали о том, что мембранная дифференцировка фосфолипидного спектра характеризуется в высокогорье ее зависимостью от температуры внешней среды. Как правило, снижение температуры адаптации ведет к более значительным сдвигам фосфолипидного состава, чем адаптация в термонейтральных условиях (+26 °С). Этот факт наводит на мысль, что инициация свободнорадикальных процессов, с которыми мы связываем повреждение мембран, вероятно, в значительной мере определяется сниженными температурами.

Эти события были зафиксированы в эритроцитарных мембранах экспериментальных животных, находившихся в условиях высокогорья (3200 м; +10 °С; 90 суток), а также в мембранах эритроцитов добровольцев (3800-4000 м; Центральный Тянь-Шань; апрель-август; 150 суток).

Причина такого увеличения lyso-PL в мембранах точно неизвестна. Анализ литературных данных и собственные результаты ($r=0,90$) наводят на мысль о решающей роли активации свободнорадикальных процессов и ПОЛ, поскольку эти события при-

водят к активизации мембранной фосфолипазы A_2 , превращающей обычный фосфолипид в лизоформу (Hidetoshi S. et al., 1996; Кармалита Е.Г. с соавт., 2002). В результате, содержание lyso-PL в бислое мембран повышается.

Заключение. Данный фактологический материал позволяет сделать следующее логическое построение: увеличение содержания lyso-PL более чем в 1,5-1,8 раза приводит к перестройкам молекулярной структуры эритроцитарных мембран. Вторым выводом, вытекающим из первого, состоит в том, что уровень lyso-PL в мембранах можно рассматривать как своеобразный индикатор интенсивности структурных изменений бислоя при воздействии экстремальных факторов среды. В рассматриваемом случае это сочетанное действие гипоксии, пониженных температур и других геофизических факторов высокогорной среды.

Список литературы:

1. Аврова Н.Ф., Наливаева Н.Н., Тюрин В.А., Ветош А.Н., Тюрина Ю.Ю., Бавев В.А., Васильева И.В. О способности ганглиозидов улучшать функциональное состояние организма и нормализовать биохимическую организацию клеточных мембран при гипоксии // Физиология человека. – 1993. – Т. 19, N 6. – С. 109-120.
2. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 189 с.
3. Вишневский А.А., Яковлев В.М., Тупеев И.Р., Тойчиева Ф.М. Маркеры структурных нарушений эритроцитарных мембран при бронхиальной астме у детей // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2000. – № 2. – С. 9-11.
4. Ильина Л.Л. Влияние повышенного радиационного фона на перекисное окисление липидов и систему свертывания крови в средне- и высокогорье: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Бишкек, 2000. – 20 с.
5. Карагезян К.Г., Сеноян Э.С., Карагян А.Т., Погосян Г.Г. Фосфолипидный пул, перекисное окисление и активность супероксиддисмутазы при различных проявлениях оксидантного стресса головного мозга и эффекты низкоэнергетического инфракрасного лазерного излучения на этом фоне // Биохимия. – 1998. – Т. 63. Вып. 10. – С. 1439-1447.
6. Кармалита Е.Г., Серебров В.Ю., Новицкий С.В., Новицкая Т.В. Активность фосфолипазы A_2 различной локализации в липосомах // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2002. – Т. 134, № 9. – С. 291-294.
7. Кармен Н.Б. Окислительная модификация мембран эритроцитов в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы и ее коррекция клонидином // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2003. – Т. 136, № 10. – С. 410-414.
8. Надольник Л.И. Состояние тироцитов крыс при окислительном стрессе // Проблемы эндокринологии. – 2005. – Т. 51, № 4. – С. 38-41.
9. Фаллер Д., Шилдс Д. Молекулярная биология клетки. – М.: «Биом-Пресс», 2004. – 268 с.
10. Яковлев В.М., Вишневский А.А. Молекулярные основы адаптации. – Бишкек: КНУ им. Ж. Баласагына, 2003. – 216 с.
11. Hidetoshi S., Douglas B., Yukihiro O., OM P. Lamba. Lipid-Protein interactions in human and bobine lens membranes by fourier transform Raman and Infrared spectroscopies // Exp. Eye Res. – 1996. – Vol. 62. – P. 47-53.
12. Sutphen R., Xu Y., Wilbanks J.D. Lysophospho lipids are potential biomarkers of ovarian cancer // Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention. – 2004. – Vol. 13. N 8. – P. 1185-1191.

Biomarkers of oxidative stress in the mountains

Tyumonbaeva N.B., Berbolotk G., Vishnevsky A.A., Kazybekova A.A.
Institute of mountain physiology and medicine NAS, Bishkek, Kyrgyzstan

The data presented in the work indicate probable membrane indicators of functional disorders, closely related to oxidative processes (LPO) under the influence of unfavorable factors of the mountain environment.

Key words: *membranes, adaptation to the physical factors of mountains, lysophospholipids.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-198-201

Особенности иммунофизиологических сдвигов в организме при адаптации к климато-географическим условиям гор

Тюмонбаева Н.Б., Казыбекова А.А., Мамытова Н.Ж., Мырзакулова А.Ж.
Институт горной физиологии и медицины НАН, Бишкек, Кыргызская Республика

Проведен мониторинг функционирования иммунной системы людей, подвергающихся длительному воздействию природных факторов и изучались основные показатели иммунитета у практически здорового населения разных горных высот Чуйской и Нарынской областей. Показатели специфического иммунитета у жителей зоны компенсируемого дискомфорта снижен по сравнению с нормативами зоны относительного комфорта и относится к смешанному типу с супрессией клеточного и гуморального иммунитета, по-видимому, это связано с климато-географическими и экологическими особенностями данного региона.

Ключевые слова: *адаптация, иммунная система, Т-лимфоциты, В-лимфоциты, иммуноглобулины, циркулирующие иммунные комплексы, горные условия.*

Введение. Экстремальные факторы среды вносят важный вклад в мобилизацию физиологических функций и могут привести к срыву нормальных адаптационных процессов. Характер адаптивных сдвигов в горах формируется в естественных условиях, в совокупности с генетически обусловленными свойствами и морфофункциональными признаками живых систем, сформировавшимися в соответствии с особенностями окружающей природной среды (Агаджанян Н.А., 2002).

Как известно, в горных регионах проживает значительная часть населения Кыргызстана, поэтому представляется важной оценка состояния иммунного статуса горцев, нарушения которого может привести к развитию обусловленного вторичного иммунодефицитного состояния (Китаев М.И., Собуров К.А., 2009; Китаев М.И., 2014).

Имунофизиологические аспекты адаптации человека к высокогорью имеют немаловажное значение в связи с необходимостью поддержания в этих условиях гомеостаза, а состояние иммунного статуса является важнейшей, в значительной степени интегральной характеристикой различных критериев определения здоровья населения.

Изучение функционального состояния иммунной системы при массовых обследованиях населения лежит в основе дифференцированного подхода к предупреждению и лечению многих заболеваний. Иммунологический скрининг населения позволяет определить среднерегиональные параметры показателей иммунной системы у клинически здоровых лиц в конкретном регионе (Хаитов Р.М. с соавт., 2001).

Целью исследования являлось изучение особенностей иммунной реактивности при адаптации организма к различным горным высотам.

В соответствии с целью исследования в работе поставлены следующие задачи:

1. Выяснить особенности специфических механизмов защиты при адаптации организма к горным условиям среды.

2. Провести сравнительный анализ действия горных условий на гуморальные и клеточные факторы иммунитета у жителей разных высот.

Методика. Определены показатели специфической резистентности организма жителей горных регионов Чуйской и Нарынской областей, отнесенных к зоне компенсируемого дискомфорта – 2200-2800 м. Контролем служила зона относительного комфорта – 1100 м (Шаназаров А.С. с соавт., 1996).

Фенотип лимфоцитов определяли иммунофлюоресцентным методом, с помощью моноклональных антител CD3+ (общие Т-лимфоциты), CD4+ (Т-хелперы), CD8+ (цитотоксические клетки), CD20+ (В-лимфоциты), (Хаитов Р.М. с соавт., 1995). Количественное определение иммуноглобулинов классов А, М, G проводили методом радиальной иммунодиффузии по Манчини. Уровень циркулирующих иммунных комплексов в сыворотке крови исследовали методом П. Фалька (1987), основанным на нефелометрии мономеров иммуноглобулинов различной растворимости в составе иммунных комплексов при наличии в средеполиэтиленгликоля (ПЭГ-6000).

Статистическую обработку материала проводили с использованием стандартных программ (Microsoft Excel). Значимость различий средних величин оценивали по t-критерию Стьюдента-Фишера.

Результаты. Рассмотрев варианты адаптации иммунной системы к высокогорным нагрузкам, отметили, что отклонения в показателях иммунограммы при отсутствии клинических проявлений могут отражаться на параметрах нормы в зонах компенсируемого дискомфорта (крайние значения). Проведенные в нашем исследовании анализы изменений основных популяций лимфоцитов, позволили выявить снижение общего количества CD3+ – 41-47, за счет субпопуляций как CD4+ – 16-26, так и CD8+ – 10-22, причем содержание последних снижается в большей степени у жителей зоны относительного комфорта (1100 м). При этом у жителей зоны компенсируемого дискомфорта (2200-2800 м) было отмечено достоверное снижение CD4+ – 8-21 и увеличение CD8+ – 12-29. Недостаточная активность CD8+ у жителей зоны относительного комфорта (1100 м) ведёт к преобладанию влияния CD4+. Это, как известно, может способствовать более усиленному иммунному ответу. Избыточная активность CD8+ у жителей зоны компенсируемого дискомфорта (2200-2800 м), напротив, приводит к быстрому подавлению и прерыванию иммунного ответа и даже явлениям иммунологической толерантности (Хаитов Р.М. с соавт., 2011; Казыбекова А.А. с соавт., 2019). Высокая функциональная активность CD8+ не позволяет развиваться адекватному иммунному ответу. У жителей зоны компенсируемого дискомфорта, также выявлено существенное повышенное содержание в крови В-лимфоцитов, несущих CD20+ антиген, что сочеталось с интенсификацией синтеза иммуноглобулинов А и G. Эти данные свидетельствуют о чрезмерной стимуляции Т-клеточного звена иммунной системы при влиянии факторов разных горных высот (Китаев М.И. с соавт., 2009, 2014). У жителей зоны компенсируемого дискомфорта (2200-2800 м) значительно снижен синтез IgG, IgM и IgA.

Возможно, повреждения рецепторного аппарата Т-лимфоцитов опосредуется повышением уровня циркулирующих иммунных комплексов (95,2-113,0) у жителей зоны компенсируемого дискомфорта. Этот процесс может стать причиной системной или органной патологии (Лапин С.В., 2010; Бяловский Ю.Ю. с соавт., 2018).

В целом создается впечатление, что процесс адаптации к природным факторам высокогорья сопровождается глубокой перестройкой иммунной системы организма, отражающей переход на новые возможности функционирования, адекватный средовым условиям. Возникающие при этом сдвиги носят фазный характер, они во многом стереотипны и зависят от высоты местности, продолжительности адаптации, видовой реактивности (Собуров К.А., 2011).

Заключение. Отмечено, что показатели специфического иммунитета у практически здорового населения зоны компенсируемого дискомфорта снижены по сравнению с нормативами для жителей зоны относительного комфорта и относятся к смешанному типу, с супрессией клеточного и гуморального иммунитета. По-видимому, это связано с климато-географическими и экологическими особенностями данных регионов.

На основе проведенных иммунофизиологических исследований дополнены ранее разработанные данные в методических рекомендациях «Медико-биологические нормы основных параметров иммунитета у постоянных жителей горных регионов Кыргызской Республики» (1995).

Предполагаем, что затронутые вопросы представляют несомненной теоретической и практический интерес для более глубокого понимания механизмов адаптации иммунной системы в условиях различных горных высот.

Список литературы:

1. Агаджанян Н. А. Физиология человека. – М.: РУДН, 2002. – 346 с.
2. Биоклиматическое зонирование территории Кыргызской Республики: метод. пособие / А.С. Шаназаров, Т.Б. Черноок, М.Ю. Глушкова и др. – Бишкек, 1996. – 31 с.
3. Китаев М.И., Собуров К.А. Региональные нормы показателей иммунитета и иммуногенетические маркеры у горного населения Кыргызстана. – Бишкек: Гулчынар, 2009. – 147 с.
4. Китаев М.И. Горная гипоксия и иммунитет. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2014. – 196 с.
5. Курс лекций по патофизиологии: учебное пособие для студентов медицинских вузов: в 4-х ч. / Ю.Ю. Бяловский и др.; под ред. Ю.Ю. Бяловского, В.В. Давыдова – Рязань, 2018. – Ч. 1. – 261 с.
6. Сравнительный анализ Т- и В-звеньев иммунитета у жителей различных горных высот / А.А. Казыбекова, С.А. Темирова, Н.Б. Тюмонбаева и др. // Известия Национальной Академии Наук Кыргызской Республики. – 2019. – № 4. – С. 95-98.
7. Лапин С.В., Тотолян А.А. Иммунологическая лабораторная диагностика аутоиммунных заболеваний. – СПб.: Человек, 2010. – 272 с.
8. Собуров К.А. Особенности иммунной реактивности у постоянных жителей горных регионов // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2011. – № 4. – С. 62-69.
9. Хайтов Р.М., Пинегин Б.М., Истамов Х.И. Экологическая иммунология. – М.: Изд-во ВНИРО, 1995. – 219 с.
10. Хайтов Р.М., Пинегин Б.В. Оценка иммунного статуса человека в норме и при патологии // Иммунология. – 2001. – № 4. – С. 4-6.
11. Manchini G., Carbonara A.O., Nermans J.F. Immunochemical quantization of antigens by single radial immunodiffusion // Intern. J. Immunochem. – 1965. – Vol. 2. – P. 235-254.

Peculiarities of immunophysiological shifts in adaptation to climatic and geographical conditions of mountains

Tyumonbaeva N.B., Kazybekova A.A., Mamytova N.J., Myrzakulova A.J.
Institute of mountain physiology and medicine NAS, Bishkek, Kyrgyzstan

The functioning of the immune system of people exposed to prolonged exposure to natural factors has been monitored and the main immunity indicators have been studied in practically healthy population of different mountain heights in Chui and Naryn regions. Indicators of specific immunity in the residents of the zone of compensated discomfort is reduced compared with the standards of the zone of relative comfort and refers to the mixed type with suppression of cellular and humoral immunity, apparently, this is associated with the climatic and geographical and environmental characteristics of the region.

Key words: adaptation, immune system, T-lymphocytes, B-lymphocytes, immunoglobulins, circulating immune complexes, mountainous conditions.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-201-203

Влияние температуры на активность тригеминального нерва в менингеальной оболочке крысы

Федорина А.И., Гафуров О.Ш.

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия

Мигрень – изнурительное неврологическое расстройство, которое затрагивает примерно 1 миллиард человек в мире. Известно, что мигрень связана с активностью тригеминального нерва, в связи с этим многие исследования направлены на изучение изменения активности нервных волокон менингеальных оболочек. Известно, что воспалительные процессы, сопровождающиеся повышением температуры, часто сопровождаются головными болями. Поэтому мы провели исследование влияния повышения температур на активность тройничного нерва. Оказалось, что повышение температуры приводит к значительному увеличению частоты возникновения потенциалов действия в тройничном нерве.

Ключевые слова: мигрень, тригеминальный нерв, кластерный анализ, потенциал действия.

Введение. При таком популярном неврологическом расстройстве, как мигрень, активация волокон тройничного нерва в мозговых оболочках является начальным пусковым механизмом для генерации болевого сигнала (Nurkhametova et al., 2019). Тройничный нерв служит главным чувствительным нервом лица и ротовой полости, а также – в его состав входят двигательные волокна, иннервирующие жевательные мышцы. Поэтому кроме передачи в мозг периферической информации, тройничный нерв иннервирует некоторые мышцы лица, поэтому к головной боли иногда присоединяется тоническое, длительное (тризм), или кратковременное (тик) сокращение этих мышц (Карлов В.А., 2004). Изучение активности различных типов нервных волокон в менингеальной оболочке является одним из актуальных направлений современной нейрофизиологии. Регистрация активности нервных волокон может быть затруднена из-за большого негативного вклада фонового шума и наложении потенциалов действия (ПД) друг на друга. Данную проблему можно решать различными методами, одним из которых является

кластерный анализ, служащий для разбиения множества потенциалов действия на кластеры (группы), по некоторым комбинированным признакам.

Целью нашего исследования стала попытка выявить влияние изменения температуры менингеальной области на частоту возникновения ПД в тригеминальном нерве.

Методика. В качестве метода исследования активности тригеминального нерва в менингеальной оболочке крысы был использован электрофизиологический метод внеклеточной регистрации ПД. Регистрируемый сигнал оцифровывался, проводился расчёт амплитудно-временных параметров найденных ПД. В заключении проводился расчёт активности отдельных волокон тройничного нерва методами кластерного анализа. Расчёты проводились с помощью программного обеспечения MATLAB (MathWorks, США).

Исследование проводилось на крысах самцах линии Вистар группы контроля и возраста Р6 при комнатной температуре (23-24 °С) с последующим повышением температуры на 10 °С. Череп крысы рассекался в сагиттальном направлении и очищался от экстракраниальных мышечных тканей. Половинки черепа были помещены на 30 мин для аэрации в приготовленный нами и непрерывно насыщающийся кислородом (95% O₂ / 5% CO₂) раствор Кребса, состоящий из следующих компонентов: NaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂, NaH₂PO₄, NaHCO₃ и глюкозы; pH=7,2 (Shatillo et al., 2013).

Непосредственно перед самым экспериментом периферическую большую ветвь тройничного нерва в мозговых оболочках выделяли из окружающей твердой мозговой оболочки и затягивали в регистрирующий стеклянный электрод.

В ходе эксперимента регистрируемая электрическая активность тройничного нерва записывалась в память компьютера с помощью программы WinEder. Для анализа частоты возникновения потенциалов действия методом кластеризации мы использовали программу «KlustaKwik» (Kadir et al., 2013). После проведения кластерного анализа потенциалов действия, полученных в ходе экспериментов, проводился расчёт частоты возникновения ПД для каждого кластера. Расчёты проводились в программе MATLAB (MathWorks, США).

Результаты. В рамках нашего исследования повышение температуры оказывало достоверное увеличение частоты возникновения ПД на 220% по сравнению с контролем в течение 5 минут. Кластерный анализ показал, что на повышение температуры отвечают все нервные волокна тройничного нерва.

Заключение. Таким образом, можно заключить, что повышение температуры приводит к увеличению активности нервных волокон тройничного нерва. Можно предположить, что причиной такого результата может быть, как увеличение скорости биохимических реакций, так и активация температурных рецепторов, расположенных в нервных волокнах.

Список литературы:

1. Карлов В.А. Невралгия тройничного нерва // Справочник поликлинического врача. – 2004. – №. 4. – С. 56-59.
2. Kadir S., Goodman D., Harris K. High-dimensional cluster analysis with the Masked EM Algorithm // Neural. Comput. – 2014. – Vol. 26(11). – P. 2379-2394.
3. Nurkhametova D.F. Mast Cell Mediators as Pain Triggers in Migraine: Comparison of Histamine and Serotonin in the Activation of Primary Afferents in the Meninges in Rats // Neuroscience and Behavioral Physiology. – 2020. – Vol. 50. – №. 7. – P. 900-906.
4. Shatillo A., Koroleva K., Giniatullina R., Naumenko N., Slastnikova A.A., Aliev R.R., Bart G., Atalay M., Gu C., Khazipov R., Davletov B., Grohn O., Giniatullin R. Cortical spreading depression induces oxidative stress in the trigeminal nociceptive system // Neuroscience. – 2013. – Vol. 253. – P. 341-349.

The effect of temperature on the activity of the trigeminal nerve in the rat meningeal sheath

Fedorina A.I., Gafurov O.Sh.

Kazan Federal University, Kazan, Russia

Migraine is a debilitating neurological disorder that affects approximately 1 billion people worldwide. It is known that migraine is associated with the activity of the trigeminal nerve, therefore, many studies are aimed at studying changes in the activity of the meningeal nerve fibers. It is known that inflammatory processes accompanied by temperature rise are often accompanied by headaches. Therefore, we investigated the effect of temperature increase on trigeminal nerve activity. It turned out that temperature increase leads to a significant increase in the frequency of action potentials in the trigeminal nerve.

Key words: *migraine, trigeminal nerve, cluster analysis, action potential.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-203-206

Развитие модели сахарного диабета второго типа у мышей при использовании диет с разной калорийностью

Фокеева Н.О., Яковлева О.В.

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) государственный университет», Казань, Россия

Сахарный диабет представляет собой группу метаболических нарушений, характеризующихся высоким уровнем сахара в крови в течение длительного периода времени (WHO, 2016). На форму диабета 2 типа приходится до 90% всех случаев заболевания диабетом. Частой причиной заболевания является избыточная масса тела. В работе использовалась модель диабета 2 типа, основанная на подборе диеты с высоким содержанием жиров и углеводов. В ходе изменения рациона мышей мы наблюдали достоверное увеличение массы тела, уровня сахара в крови, изменение тактильной чувствительности. Морфометрический анализ поджелудочной железы показал увеличение ее массового коэффициента. Разработанная модель подходит для анализа развития диабета и его побочных действий на организм грызунов.

Ключевые слова: *сахарный диабет второго типа, ожирение, поджелудочная железа, тактильная чувствительность.*

Введение. Сахарный диабет представляет собой группу метаболических нарушений, характеризующихся высоким уровнем сахара в крови в течение длительного периода времени (WHO, 2016). Сахарный диабет 2 типа начинается с инсулинорезистентности – состояния, при котором клетки не реагируют на инсулин должным образом. По мере прогрессирования заболевания может также развиваться недостаток инсулина. Наиболее распространенной причиной является сочетание избыточной массы тела и недостаточной физической нагрузки, а также генетические факторы (Ripsin et al., 2009). Целью нашей работы являлось проследить развитие модели диабета 2 типа у мышей при разной калорийности рациона.

Методика. Объектом исследования являлись белые беспородные самцы мышей в возрасте 1 месяца. Мыши содержались в стандартных условиях вивария кафедры физиологии человека и животных КФУ и имели свободный доступ к воде и пище с естественным световым режимом (12/12 ч). В работе использовалась модель диабета 2 ти-

па, основанная на подборе диеты с высоким содержанием жиров и углеводов. Эксперимент проводился на 2 группах животных по четыре мыши в каждой из них: экспериментальные и контрольная группа. Контрольная группа животных находилась на полнорационной сбалансированной по содержанию питательных веществ диете для лабораторных животных.

Для исследуемой модели диабета 2 типа необходимо было увеличить дневную калорийность рациона, за счет увеличения потребления жиров и/либо углеводов (с 24 ккал в день до 48 ккал в день). Нормальное соотношение основных нутриентов для мышей составляет около 26% белка, 63% углеводов и 11% жира. (Gomez et al., 2019). Диета для животных экспериментальной группы состояла из базового корма и подобранной высококалорийной добавки. Суточное потребление белка животным изменилось и составило 16% от всего рациона, жиров – 34%, углеводов – 50%. Уровень глюкозы в крови определяли с помощью глюкометра марки DiacontConcept (Тайвань). Кровь бралась после 12 часов голода из хвостовой вены.

Для контроля развития диабета каждые 7 дней проводили взвешивание животных и каждые 21 день проводились тесты. В конце эксперимента проводился морфометрический анализ поджелудочной железы мышей. Для исследования проводились тесты «Горячая площадка» и «Метод Фрея».

Тест «Горячая площадка» использовали для оценки чувствительности животного к боли. Животное помещалось на площадку со стартовой температурой 36.0 °C. Площадка нагревалась со скоростью 1,5 град./мин. Тест заканчивался, когда животное резко реагировало на высокую температуру: лизало лапу или подпрыгивало.

Тест «Метод Фрея» проводился для определения поверхностной чувствительности лапок мышей. Для этого использовались специальные градуированные щетинки, которыми касались задних лап животного. Фиксировался диаметр волоска, на который появлялась ответная реакция.

Нормальность данных выборки оценивали с помощью теста Шапиро-Уилка (размер выборки менее 25) с использованием программного обеспечения OriginPro 2015 (OriginLabCorp, USA). Статистическую значимость между медианами рассчитывали с использованием критерия Манна-Уитни в OriginPro 2015 (OriginLabCorp, USA). Данные в результатах выражены как среднее \pm стандартная ошибка. Различия считались статистически значимыми при $p < 0.05$.

Результаты. В конце эксперимента вес животных из экспериментальной группы составил $139 \pm 1\%$ ($n=4$, $p < 0.05$); вес у животных контрольной группы – $117 \pm 1\%$ ($n=4$, $p < 0.05$) относительно начальных значений. Масса 4-месячной мыши в норме составляет в среднем 20-25 г, почти все мыши экспериментальной группы к этому возрасту достигли веса 31 ± 1 г, что составляет значительную прибавку к весу относительно контрольной группы.

Уровень сахара в крови у всех экспериментальных животных оказался повышен относительно начала эксперимента и контрольной группы. У исследуемой группы животных концентрация глюкозы в крови составляла 3.1 ± 0.5 ммоль ($n=4$, $p < 0.05$), однако поднялась до 6.9 ± 0.8 ммоль ($n=4$, $p < 0.05$) к концу эксперимента. У контрольной группы концентрация глюкозы в крови составляла 3.5 ± 0.6 ммоль ($n=4$, $p < 0.05$) и держался на этом уровне весь период эксперимента.

Морфометрический анализ поджелудочной железы мышей экспериментальной группы, показал увеличение массового коэффициента поджелудочной железы более чем в 2 раза относительно литературных данных у здоровых животных (Абдрашова Т.В. с соавт., 2013).

В тесте «Горячая площадка» животные из обеих групп не показали изменений чувствительности к температурному раздражителю за время эксперимента. Однако тест

«волоски Фрея» направленный на измерение тактильной чувствительности показал её снижение (повышение порога) у исследуемой группы животных с 6.5 ± 2 град./см² до 15.8 ± 1.9 град./см² (n=4, p<0.05). У контрольной группы поверхностная чувствительность составила 8.0 ± 2 град./см² (n=4, p<0.05).

Заключение. В ходе работы была подобрана высококалорийная диета, просчитана её калорийность и суточное потребление белков, жиров и углеводов. Животные, находившиеся на высококалорийной диете, показали заметную прибавку в весе относительно контрольной группы. Также повысилась концентрация глюкозы в крови и изменился массовый коэффициент поджелудочной железы. Были выявлены различия в развитии сенсорных нарушений за время нахождения мышей на калорийной диете. Таким образом, разработанная модель диабета 2 типа подходит для анализа развития диабета и его побочных действий на организм грызунов.

Список литературы:

1. Физиологические, биохимические и биометрические показатели нормы экспериментальных животных / Т.В. Абдрашова, Я.А. Гушин, М.А. Ковалева, А.В. Рыбакова, А.И. Селезнева, А.П. Соколова, С.В. Ходько, – Санкт-Петербург: ЛЕМА, 2013. – 116 с.
2. Gomez C., de la Cruz S., Medina-Terol G., Beltran-Ornelas J., Sánchez-López A., Silva-Velasco D., Centurión D. Chronic administration of NaHS and L-Cysteine restore cardiovascular changes induced by high-fat diet in rats // European Journal of Pharmacology. – 2019. – Vol. 33, No 7. – P. 1674-1685.
3. Ripsin C., Kang H., Urban R. Management of blood glucose in type 2 diabetes mellitus // American Family Physician. – 2009. – Vol. 79, No 1. – P. 29-36.
4. WHO Global Report on Diabetes. – Geneva, 2016. – P. 32-40.

Progression of a 2nd type diabetes mellitus model on mice with usage of a calorie diet

Fokeeva N.O., Yakovleva O.V.

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

Type 2 diabetes accounts for up to 90% of all diabetes cases. It is known that people with type 2 diabetes are often obese. Long-term complications also include problems with the cardiovascular, nervous and urinary systems. The model of type 2 diabetes mellitus based on a diet rich of fat and carbohydrates was used in the work. We observed a significant increase in the body weight of mice and sugar levels in their blood. Morphometric analysis of the pancreas showed an increase of its mass coefficient. Tactile sensitivity measurement showed an increase in its threshold. The developed model is quite suitable for analyzing the diabetes progression and its side effects on the body.

Key words: *diabetes mellitus type 2, obesity, pancreas, tactile sensitivity.*

Окислительный стресс и уровень антиоксидантных ферментов в сыворотке крови белых мышей при воздействии железа и марганца в питьевой воде в условиях эксперимента

Фролова О.В., Ермолаева С.В., Тумозов И.А.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Объектом исследования ферментативных антиоксидантов в сыворотке крови у белых мышей явились 30 нелинейных белых мышей обоего пола одного возраста и примерно одинаковой массы. Животные были разделены на 3 группы: контрольную и 2 экспериментальные, потреблявшие воду с повышенным содержанием железа общего и иона марганца (II) (свыше 5 ПДК). Отмечено, что после 12-недельной интоксикации в экспериментальной группе самцов повышается активность глутатионтрансферазы как маркера антиоксидантной защиты, однако уровень малонового диальдегида в сыворотке крови указывает на незначительный окислительный стресс.

Ключевые слова: железо, марганец, питьевая вода, глутатионтрансфераза, малоновый диальдегид, антиоксидантная защита, окислительный стресс.

Введение. Ульяновская область в экологическом рейтинге занимает 17 место в России, при этом уровень экологического благополучия не является критическим. Проблема качества питьевой воды остаётся по-прежнему актуальной и относится к числу социально значимых. Высокий уровень общей минерализации, повышенное содержание железа, марганца и других макроэлементов обусловлено не только их природным происхождением, но и высокой степенью изношенности водопроводных сетей (Ермолаева С.В., Фролова О.В., 2021).

Для получения объективной оценки возможного негативного влияния на живые организмы недоброкачественной питьевой воды необходимо изучение вредного воздействия химических веществ не только на человека, но и на другие виды организмов, на различных уровнях организации – от молекулярного до уровня экосистемы. Для комплексной оценки используются биомаркеры токсического эффекта, демонстрирующие степень вредного воздействия ксенобиотика (Кулёва Н.В., 2010; Булатова И.А., Щёктова А.А. и др., 2014; Фролова О.В., Ермолаева С.В., 2021). Реализации этих задач посвящен ряд программ медико-биологического мониторинга, в том числе, по оценке функциональных резервов биологической системы, существенное место в которых занимает антиоксидантный статус (АО) (Рахманин Ю.А., Мельцер А.В., 2017).

Молекулярные биомаркеры представляют собой реакции определенных мишеней воздействия химических веществ в организме. Употребление воды, содержащей в избытке катионы тяжелых металлов, приводит к окислительному стрессу, так как в процессе биотрансформации ксенобиотиков электроны могут передаваться молекуле кислорода, придавая ей большую реактивность. Так возникают активные формы кислорода (Толпыгина О.А., 2012).

В клетке имеются защитные ферменты детоксикации активных форм кислорода. Основной фермент антиоксидантной системы организма глутатионтрансфераза катализирует реакции обезвреживания свободных радикалов и выступает биохимическим маркером системы детоксикации вредных веществ. При недостаточной мощности антиоксидантной системы в детоксикации активных форм кислорода возникает состояние клеток или организма в целом, которое называется окислительный стресс. При этом усиливается перекисное окисление липидов, которое приводит к нарушению структуры и функционирования биологических мембран (Кулёва Н.В., 2010; Толпыгина О.А., 2012; Булатова И.А., Щёктова А.А. и др., 2014).

Целью данного исследования является анализ активности глутатионтрансферазы и концентрации малонового диальдегида в сыворотке крови животных (белых мышей) как биохимических маркеров влияния железа и марганца, поступающих в организм с питьевой водой, в условиях модельного эксперимента.

Методика. Работа выполнялась в 2021 г. на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет». Биохимические исследования проводились в лаборатории биохимии Научно-исследовательского медико-биологического центра (НИМБЦ ИМЭиФК УлГУ).

Объектом исследования ферментативных антиоксидантов в сыворотке крови у белых мышей явились 30 нелинейных белых мышей обоего пола одного возраста и одинаковой массы (35-40 г), которые содержались в стандартных условиях вивария. Животные были разделены на 3 группы. I группа (контрольная) получала питьевую воду, соответствующую требованиям ГОСТ Р 52109-2003, СанПиН 2.1.4.1116-02. Животные II группы получали питьевую воду с содержанием железа общего свыше 5 ПДК (1,5 мг/л), III группы – с содержанием иона марганца (II) 5 ПДК (0,5 мг/л). После 12-недельной интоксикации животных выводили из эксперимента.

Содержание и манипуляции с животными проводились согласно общепринятым рекомендациям. После взятия образцов крови и по завершению эксперимента, животные выводились из эксперимента методом декапитации под эфирным наркозом в соответствии с этическими нормами и рекомендациями, описанными в приказе МЗ РФ от 19 июня 2003 г. № 267. Активность глутатион-S-трансферазы определяется спектрофотометрически по скорости ферментативного образования GS-2,4-динитробензола в катализируемой ферментативной реакции восстановленного глутатиона с 1-хлор-2,4-динитробензолом. Определение МДА (малонового диальдегида) проводили спектрофотометрически в тесте с тиобарбитуровой кислотой.

Результаты. Анализ полученных результатов показал, что ионы железа и марганца в концентрациях, превышающих ПДК в 5 раз, при хронической интоксикации вызывают значительное повышение активности глутатионтрансферазы в сыворотке крови экспериментальных животных (на 50-52% в сравнении с контролем). При этом уровень малонового диальдегида как биохимического маркера степени перекисного окисления липидов (ПОЛ) и окислительного стресса в сыворотке крови экспериментальных животных превысил таковой в контрольной группе (на 10-20%). Значительное изменение активности глутатионтрансферазы при поступлении в организм ионов металлов можно рассматривать как биохимический маркер вредного воздействия данных ксенобиотиков в условиях хронического эксперимента.

Список литературы:

1. Булатова И.А., Щёктова А.П., Кривцов А.В., Улитина П.В. Значение малонового диальдегида и глутатионтрансферазы в оценке поражения печени и мониторинге терапии при хроническом гепатите С // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – №4. – С. 246-251.
2. Ермолаева С.В., Фролова О.В. Анализ качества питьевой воды районов Ульяновской области // *Трешниковские чтения – 2021 / под редакцией И.Н. Тимошиной, Е.Ю. Анисимовой, Е.А. Артемьевой [и др.]*. – Ульяновск: УлГПУ, 2021. – С. 134-137.
3. Кулёва Н.В. Биохимические маркеры в водной экотоксикологии // *Вестник Санкт-Петербургского университета*. – 2010. – Сер. 3. – Вып. 2. – С. 63-67.
4. Рахманин Ю.А., Мельцер А.В., Киселе А.В., Ерастова Н.В. Гигиеническое обоснование управленческих решений с использованием интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности и эпидемиологической безопасности // *Гигиена и санитария*. – 2017. – 96(4). – С. 302-305.

5. Толпыгина О.А. Роль глутатиона в системе антиоксидантной защиты (обзор) // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2012. – № 2(84). – Ч. 2. – С. 178-180.

6. Фролова О.В., Ермолаева С.В. Анализ изменений активности ферментов в сыворотке крови при воздействии железа и марганца в питьевой воде в условиях эксперимента // Экологические проблемы промышленных городов: сборник научных трудов по материалам 10-й Международной научно-практической конференции. – Саратов: ООО «Амирит», 2021. – С. 391-394.

Oxidative stress and antioxidant enzyme levels in the blood serum of white mice when exposed to iron and manganese in drinking water under experimental conditions

Frolova O.V., Ermolaeva S.V., Tumorov I.A.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

The object of the study of enzymatic antioxidants in the blood serum of white mice were 30 outbred white male and female mice of the same age and approximately of the same weight. The animals were divided into 3 groups: one control group and two experimental ones in which the mice consumed water with a high content of total iron and manganese (II) ion (over 5 MPC). This study revealed that the activity of glutathione transferase as a marker of antioxidant defense increased among the male mice in the experimental group after experiencing a 12-week-long intoxication, however the level of malondialdehyde in their blood serum indicated insignificant oxidative stress.

Key words: iron, manganese, drinking water, glutathione transferase, malondialdehyde, antioxidant defense, oxidative stress.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-208-212

Качество жизни пациенток после реконструктивно-восстановительных операций на молочной железе

Ходырев С.А.³, Левчук А.Л.¹, Староконь П.М.², Шаббаев Р.М.³

¹Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

²Филиал Военно-медицинской академии им. С.И. Кирова Министерства обороны РФ,
Москва, Россия

³Военно-медицинская организация, Голицыно, Россия

Изучили показатели качества жизни 70 пациенток, перенесших реконструктивно-восстановительные операции на молочной железе. Нами были использованы тест-опросники депрессии и опросники по качеству жизни. Пациентки были разделены на 3 группы. Установлено, что более высокий уровень депрессии у II группы по сравнению с I группой. Низкий уровень депрессивности у III группы. Показатели физического компонента здоровья наибольшие во II группе по сравнению с I и III группами. Низкие показатели физического компонента здоровья у пациенток III группы. Показатели психологического компонента здоровья выше в III группе по сравнению со II и I группами. Более высокие показатели психологического компонента здоровья у пациенток II и III групп.

Ключевые слова: качество жизни, молочных железе, реконструктивно-восстановительные операции, новообразования, психоэмоциональный статус.

Введение. Лечение новообразований молочных желез (МЖ) подразумевает не только удаление первичной опухоли, но и системное воздействие на весь организм пациентки. Реконструктивные операции по поводу утраченной МЖ в комплексе с симметризирующими операциями на контрлатеральной МЖ играют важнейшую роль в ранней реабилитации пациенток. Их конечной целью является исключение психосоциальной дезадаптации пациенток с новообразованиями молочных желез, их сохранение в окружающем социуме.

Реконструктивно-восстановительные операции в лечении новообразований МЖ являются неотъемлемой частью ранней реабилитации (Грушина Т.И., Жаворонкова В.В., Ткаченко Г.А. и др., 2020) и направлены на предотвращение психосоциальной дезадаптации, улучшение качества жизни пациенток (Fang S.Y., Shu B.C., Chang Y.J., 2013). Современная литература показывает противоречивые результаты оценки качества жизни из-за использования различных критериев (Kouwenberg C.A.E., de Ligt K.M., Kranenburg L.W., et al., 2020). Показатели исходов, сообщаемые пациентками (PROM), являются важным инструментом оценки различных хирургических методик (Davies C.F., Macefield R., Avery K. et al., 2020). Использование валидированных опросников PROM позволяет оптимизировать тактику хирургического, в том числе и реконструктивно-восстановительного лечения пациенток с новообразованиями МЖ (Char S., Bloom J.A., Erlichman Z. et al., 2021). В то же время, информирование о возможных краткосрочных и долгосрочных последствиях после реконструктивно-восстановительного лечения позволяет пациенткам принимать оптимальные для них решения (Rosenberg S.M., Dominici L.S., Gelber S. et al., 2020).

Цель исследования: улучшение качества жизни пациенток, перенесших хирургическое лечение по поводу новообразований МЖ.

Задачи исследования: оценка степени влияния реконструктивной хирургии на психоэмоциональный статус пациенток в послеоперационном периоде; сравнение способов реконструкции МЖ, развившихся осложнений и их воздействие на показатели качества жизни; оптимизация хирургической тактики при выборе того или иного способа реконструкции МЖ для достижения наилучших показателей физического и психологического благополучия пациенток.

Методика. Для изучения роли реконструктивно-восстановительных операций на МЖ мы оценили показатели качества жизни 70 пациенток, перенесших лечение по поводу новообразований МЖ, в период с 2015 по 2021 годы. Все пациентки (n=70) были разделены по объему хирургического пособия на три группы: I группа пациенток, контрольная, (n=18, 25,7%), которым выполнена традиционная радикальная мастэктомия (РМЭ) по поводу РМЖ; II группа пациенток (n=46, 65,7%), которым выполнена радикальная модифицированная мастэктомия по Мадену, с одномоментной или отсроченной реконструкцией МЖ; III группа пациенток (n=6, 8,6%) с высоким риском развития РМЖ, которым выполнена билатеральная сосок-сохраняющая подкожная мастэктомия, без аксиллярной лимфаденэктомии с одномоментной реконструкцией МЖ.

Возраст пациенток колебался от 30 до 70 лет и старше, в основном это были пациентки трудоспособного и репродуктивного возраста (30-59 лет – 57 пациенток, 60 лет и старше – 13 пациенток).

Для оценки уровня депрессивности среди пациенток мы использовали тест-опросник депрессии (Beck Depression Inventory), предложенный Аароном Т. Беком в 1961 году на основе клинических наблюдений, позволивших выявить перечень симптомов депрессии (Beck A.T., Ward C.H., Mendelson M. et al., 1961).

Использованный нами для оценки показателей качества жизни опросник «MOS Short Form 36» является наиболее распространенным и широко применяется как в по-

пуляционных, так и в специальных исследованиях качества жизни (Ware JE. Jr., Sherbourne C.D., 1992; Новик А.А., Ионова Т.И., 2007).

Тест-опросники в большинстве случаев рассылались в электронном виде через доступные средства коммуникации. Пациентки самостоятельно заполняли тест-опросники, после чего проводился перенос данных на формализованные бланки, их систематизация и анализ с использованием программы «Medstat».

Результаты. В ходе анализа мы не выявили ни одной пациентки с умеренной и выраженной степенью уровня депрессии (отсутствие депрессии (менее 9 баллов) – 57 человек, $p=0,005$; легкая депрессия (10-18 баллов) – 13 человек, $p=0,027$).

Обращает на себя внимание более высокий уровень депрессии у пациенток II группы по сравнению с I группой (5,5 балла и 4,9 балла, соответственно; $p<0,001$), обусловленный преобладанием пациенток в возрасте 30-49 лет с более требовательным психоэмоциональным статусом. Низкий уровень депрессивности у пациенток III группы (2,5 балла) объясняется отсутствием злокачественных новообразований, оптимальными результатами хирургического лечения с меньшим количеством осложнений.

Сравнительный анализ уровня депрессии среди пациенток I и II групп показал незначительную разницу показателей (4,9 балла и 5,5 балла, соответственно; $p<0,001$), отсутствие умеренной и выраженной депрессии, что обусловлено эффективностью проводимого специального лечения (радикальное хирургическое лечение, полихимиотерапия, лучевая терапия), наличием возможности отсроченного восстановления МЖ при стабилизации онкопроцесса. Полученные данные соответствуют результатам систематического обзора и метаанализа (Zhang C. et al., 2018). Наименьший уровень депрессии у пациенток III группы обусловлен исключением психотравмирующего фактора риска возникновения рака без нарушения эстетического самовосприятия.

Показатели качества жизни в соответствии с опросником SF-36 позволили объективизировать степень влияния реконструктивно-восстановительных операций на физическое и психологическое благополучие пациенток. При анализе полученных данных видно, что показатели физического компонента здоровья наибольшие во II группе по сравнению с I и III группами (47,5, 45,1 и 42,8, соответственно; $p<0,001$). Низкие показатели физического компонента здоровья (PF, BP) у пациенток III группы обусловлены травматичностью резекционного этапа операции, наибольшими ожиданиями пациенток в вопросе эстетических результатов реконструктивно-восстановительного лечения. Показатели психологического компонента здоровья выше в III группе по сравнению со II и I группами (49,5, 45,8 и 42,4, соответственно; $p<0,001$), что обусловлено избавлением пациенток от риска возникновения РМЖ. Более высокие показатели психологического компонента здоровья пациенток II и III групп объясняются проведением одномоментных реконструктивно-восстановительных операций, исключающих психотравмирующий фактор отсутствия МЖ.

Более высокие показатели физического и психологического благополучия среди пациенток II группы подтверждают результаты проведенных ранее исследований (Zehra S. et al., 2020). Проводимые реконструктивно-восстановительные операции на МЖ позволяют исключить ограничивающие психофизические факторы после радикального лечения и сохранить пациенток в окружающем их социуме.

Заключение. Современные принципы лечения патологии МЖ позволяют не только увеличить безрецидивный период жизни, но и минимизировать уровень депрессивности, сохраняя активную жизненную позицию пациенток.

При анализе полученных данных мы очередной раз убедились в необходимости проведения реабилитационных мероприятий среди пациенток, перенесших радикальное хирургическое лечение по поводу новообразований МЖ. Реконструктивно-восстановительные операции играют немаловажную роль в реабилитации пациенток с

новообразованиями МЖ. Их своевременное проведение позволяет вернуть пациенток к самостоятельной полноценной жизни.

Прогнозирование всех этапов специального онкологического лечения основного заболевания (нуждаемость в проведении химиолучевой терапии), тщательная оценка сопутствующей патологии, минимизация операционной травмы при выборе того или иного способа реконструкции МЖ после радикального лечения позволяет уменьшить частоту и тяжесть возможных послеоперационных осложнений, необходимость повторных реконструктивных вмешательств, что исключит ухудшение показателей физического и психологического благополучия пациенток.

Список литературы:

1. Грушина Т.И., Жаворонкова В.В., Ткаченко Г.А., Коваленко Н.В., Лысенко М.А. Пособие для врачей о реабилитации больных раком молочной железы // Современная онкология. – 2020. – Т. 22 (3). – С. 3-34.
2. Новик А.А., Ионова Т.И. Руководство по исследованию качества жизни в медицине / под ред. акад. РАМН Ю.Л. Шевченко. – 2-е изд. – Москва: ЗАО «Олма Медиа Групп», 2007. – 320 с.
3. Beck A.T., Ward C.H., Mendelson M., Mock J., Erbaugh J. An inventory for measuring depression // Arch Gen Psychiatry. – 1961. – Vol. 4. – P. 561-71.
4. Char S., Bloom J.A., Erlichman Z., Jonczyk M.M., Chatterjee A. A comprehensive literature review of patient-reported outcome measures (PROMs) among common breast reconstruction options: What types of breast reconstruction score well? // Breast J. – 2021. – Vol. 27(4). – P. 322-329.
5. Davies C.F., Macefield R., Avery K., Blazeby J.M., Potter S. Patient-Reported Outcome Measures for Post-mastectomy Breast Reconstruction: A Systematic Review of Development and Measurement Properties // Ann Surg Oncol. – 2021. – Vol. 28(1). – P. 386-404.
6. Fang S.Y., Shu B.C., Chang Y.J. The effect of breast reconstruction surgery on body image among women after mastectomy: a meta-analysis // Breast Cancer Res Treat. – 2013. – Vol. 137(1). – P. 13-21.
7. Kouwenberg C.A.E., de Ligt K.M., Kranenburg L.W., Rakhorst H., de Leeuw D., Siesling S., Busschbach J.J., Mureau M.A.M. Long-Term Health-Related Quality of Life after Four Common Surgical Treatment Options for Breast Cancer and the Effect of Complications: A Retrospective Patient-Reported Survey among 1871 Patients // Plast Reconstr Surg. – 2020. – Vol. 146 (1). – P. 1-13.
8. Rosenberg S.M., Dominici L.S., Gelber S., Poorvu P.D., Ruddy K.J., Wong J.S., Tamimi R.M., Schapira L., Come S., Peppercorn J.M., Borges V.F., Partridge A.H. Association of Breast Cancer Surgery With Quality of Life and Psychosocial Well-being in Young Breast Cancer Survivors. // JAMA Surg. – 2020. – Vol. 155(11). – P. 1035-1042.
9. Ware J.E. Jr., Sherbourne C.D. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. // Med Care. – 1992. – Vol. 30 (6). – P. 473-483.

The quality of life of patients after reconstructive and reconstructive breast surgery

Khodyrev S.A.³, Levchuk A.L.¹, Starokon P.M.², Shabaev R.M.³

¹National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia

²Filial of the Military Medical Academy named after S.I. Kirov
Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia

³Military Medical Organization, Golitsyno, Russia

The quality of life indicators of 70 patients who underwent reconstructive and reconstructive breast surgery were studied. We used a depression test questionnaire and questionnaires on the quality of life. The patients were divided into 3 groups. It was found that a higher level of depression in group II compared to group I. Low level of depression in group III. Indicators of the physical component of health are the highest in group II compared to groups I and III. Low indicators of the physical component of health in group III patients. Indicators of the psychological component of health are higher in group III compared to groups II and I. Higher indicators of the psychological component of health in patients of groups II and III.

Key words: *quality of life, mammary glands, reconstructive and reconstructive operations, neoplasms, psycho-emotional status.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-212-215

Компьютерная электроakupunktura: обоснование применения в лечении болевой формы синдрома раздраженного кишечника

Хохлов М.П., Песков А.Б., Милушкина О.И., Филиппова С.И.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

В проспективном исследовании оценивалась эффективность применения компьютерной электроakupunktury (КЭАП) в комплексном лечении пациентов с болевой формой синдрома раздражённого кишечника (СРК). В исследовании приняло участие 80 добровольцев. Пациенты основной группы получили три курса КЭАП на фоне стандартной фармакологической терапии СРК. Каждый курс КЭАП состоял из пяти ежедневных сеансов, временной период между курсами – один месяц. Включение КЭАП в комплексную терапию болевой формы СРК сопровождалось снижением выраженности болевого синдрома на 42%, по данным визуально-аналоговой шкалы боли. У пациентов значительно улучшались показатели субъективного состояния: снижались уровни депрессии, (по тесту Зунга), актуальной и личностной тревожности (по опроснику Спирбергера-Ханина), возросли параметры, оцененные с помощью опросника САН.

Ключевые слова: *akupunktura, компьютерная электроakupunktura, синдром раздраженного кишечника, лечение боли, рефлексотерапия.*

Введение. Синдром раздраженного кишечника (СРК) – является одной из наиболее часто встречаемой патологии в практике врача гастроэнтеролога. Болевой синдром, как проявление СРК, значительно снижает качество жизни больных и, зачастую, именно он становится причиной обращения пациентов за медицинской помощью (Трухан Д.И., Викторова И.А., Багишева Н.В., Голошубина В.В., 2016). Современная фармакотерапия СРК, направленная, прежде всего, на нормализацию психоэмоционального состояния пациентов, в ряде случаев, не позволяет значительно уменьшить клинические проявления (Ивашкин В.Т., 2014; Маев И.В., Черемушкин С.В., 2012). Применение немедикамен-

тозных лечебных вмешательств (физиотерапии, акупунктуры и т.д.) в комплексной терапии СРК, могут способствовать улучшению клинического состояния больных на фоне снижения фармакологической нагрузке (Самосюк И.З., Лысенюк В.П., 2004).

Совместная разработка Ульяновского государственного университета и ЗАО МИДАУС компьютерная электроакупунктура (КЭАП) является перспективной лечебной немедикаментозной методикой, применяемой при различных заболеваниях внутренних органов. Цель настоящего исследования: оценка эффективности КЭАП в комплексной терапии СРК.

Методика. В исследование было включено 80 добровольцев, из них 19 мужчин и 61 женщина. Средний возраст добровольцев $38,2 \pm 1,3$ лет. Критерии включения в исследование: верифицированный диагноз СРК с преобладанием болей в соответствии с «Римскими критериями II»; возраст 18-60 лет; продолжительность заболевания не менее 2 лет; недостаточная эффективность проводимой фармакологической терапии.

Пациенты были разделены на 2 группы: основную (группа О) и референтную (группа Р) по 40 человек в каждой. Пациенты группы О получали курсы КЭАП (три ежемесячных курса, состоявших из пяти ежедневных сеансов) и стандартную фармакотерапию СРК, в группе Р пациенты получали исключительно фармакотерапию. Качественный состав фармакологической терапии на протяжении периода исследования не изменяли.

Контрольные точки (КТ) были запланированы в начале и конце каждого курса КЭАП. В рамках КТ проводилось: клиническое обследование пациента; определение выраженности болевого синдрома по ВАШ; тесты оценки показателей субъективного состояния (по опросникам САН и Спилбергера-Ханина); оценку выраженности депрессии по шкале Зунга.

Для лечения методом КЭАП применяли «Комплекс аппаратно-програмный для электропунктурной стимуляции КЭС-01-МИДА» (КЭС) производства ЗАО МИДАУС, г. Ульяновск. Использовали аурикулярную схему акупунктурных точек, рекомендованную Я.С. Песиковым и С.Я. Рыбалко. Анализ данных проводили с помощью программы Statistica 6.0.

Результаты. При включении в комплексную терапию СРК сеансы КЭАП в группе О нами зарегистрировано снижение выраженности болевого синдрома уже после первого курса с $6,3 \pm 1,7$ до $3,1 \pm 1,3$ мм по ВАШ. При этом, проведение второго и третьего курсов КЭАП не привело к более значимому уменьшению боли, однако статистически достоверная разница выраженности болевого синдрома у больных БА с исходным уровнем сохранялась во всех КТ до конца исследования. В группе Р интенсивность боли значимо не изменялась на протяжении всего исследования, колеблясь в пределах 6,1-5,7 см.

Уровень актуальной тревожности, определяемой с помощью опросника Спилбергера-Ханина у пациентов основной и референтной групп статистически достоверно снизился после трёх курсов КЭАП с 48,4 до 41,5 баллов в группе О и с 48,3 до 42,8 баллов в группе Р. Различий между группами в КТ не зарегистрировано. Личностная тревожность также снижалась в ходе исследования в обеих группах наблюдения. В группе О показатель снизился с 68,4 до 65,6 баллов, а в группе Р с 68,8 до 64,8 баллов.

Показатель уровня депрессии (по тесту Зунга) в ходе исследования статистически достоверно снижался в обеих группах наблюдения. В группе О показатель снизился с 69,1 до 58,3 баллов, в группе Р с 69,6 до 59,2 баллов.

Анализ динамики показателей субъективного состояния, оцениваемых по тесту САН – «Самочувствие», «Активность», «Настроение» выявил их рост на фоне применения КЭАП в обеих группах наблюдения.

Заключение. Таким образом, включение КЭАП в комплексную терапию болевой формы СРК сопровождалось снижением выраженности болевого синдрома на 42%, по данным ВАШ. Кроме того, после проведения трёх курсов КЭАП у пациентов значительно улучшались показатели субъективного состояния, так уровень депрессии, оцениваемый по тесту Зунга, снизился на 15%, уровень актуальной тревожности на 14% (опросник Спигбергера-Ханина), а значения «Самочувствия», оцененных с помощью опросника САН, выросли более чем на 20%.

Список литературы:

1. Гусакова Е.В. Синдром раздраженного кишечника: современный взгляд на этиопатогенез и лечение физическими факторами // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2006. – № 1. – С. 39-42.
2. Клинические рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации по диагностике и лечению взрослых пациентов с хроническим запором / В.Т. Ивашкин, С.Р. Абдулхаков, Е.К. Баранская [и др.] // Росс. журн. гастроэнтерол. гепатол. колопроктол. – 2014. – № 5. – С. 69-76.
3. Маев И.В., Черемушкин С.В. Синдром раздраженного кишечника: пособие для врачей. – М.: Форте принт, 2012. – 52 с.
4. Самосюк И.З., Лысенюк В.П. Акупунктура. – М: АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2004. – 528 с.
5. Трухан Д.И., Викторова И.А., Багишева Н.В., Голошубина В.В. Синдром раздраженного кишечника: актуальные вопросы диагностики и лечения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 11-1. – С. 89-93.

Computer electroacupuncture: rationale for the use in the treatment of painful form of irritable bowel syndrome

Khokhlov M.P., Peskov A.B., Milushkina O.I., Filippova S.I.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

In a prospective clinical trial, we have compared the effectiveness of the computerized electroacupuncture (CEAP) added to the standard pharmacological therapy of the patients with painful form of irritable bowel syndrome (IBS) in the main group against its isolated pharmacological therapy in the control group. The study involved 80 volunteers which were previously randomly divided to the 2 equal groups due to the type of treatment. Patients in the main group received three courses of CEAP. Each CEAP course contained the five everyday sessions, the interruption period between courses was one month. The inclusion of CEAP to the complex therapy of the painful IBS was accompanied with decreasing of the pain severity to 42%, by Visual Pain Scale. The patients' subjective condition indicators were significantly improved: the levels of depression (according to the Zung test), actual and personal anxiety (according to the Spiberger-Khanin questionnaire) were decreased, the parameters assessed using the SAN questionnaire were increased.

Key words: *acupuncture, computer electroacupuncture, irritable bowel syndrome, pain treatment, reflexology.*

**Влияние некоторых таксационных показателей
на зараженность дуба ложным дубовым трутовиком**

Чураков Р.А., Чураков Б.П., Чуракова Ю.А.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

*Проведены исследования по влиянию некоторых таксационных показателей (тип леса, полнота, возраст, бонитет и состав древостоев) на зараженность порослевого дуба возбудителем сердцевинной гнили – ложным дубовым трутовиком *Phellinus robustus* (Karst.) Bourd. et Galz. Установлено влияние этих показателей на зараженность дуба трутовиком.*

Ключевые слова: таксационные показатели, ложный дубовый трутовик, зараженность деревьев.

Введение. О влиянии условий местопроизрастания на свойства растений указывал еще «отец ботаники» древнегреческий ученый Теофраст (1956). Известный российский ученый А.Т. Болотов (1781) указывал на зависимость свойств древесины дуба от условий местопроизрастания.

По данным исследований Н.Н. Селочник (2015) депрессивное состояние дубрав сильное влияние оказывает снижение бонитета и морфометрических показателей дуба в результате антропогенных нагрузок. На остепнение дубрав в экстремальных условиях Нижегородской области в результате выраженной разреженности древостоя указывают А.К. Ибрагимов и др. (1998). М.Г. Романовский (2002) среди первопричин усыхания дубрав отмечает ведение хозяйства на выращивание чистых дубовых насаждений. В.Б. Звягинцев (2003) указывает на влияние лесотаксационных показателей насаждений на вредоносность и распространенность грибов комплекса *Armillaria* в лесах Беларуси. В.Г. Стороженко (2007), Н.Н. Селочник (2015) отмечает влияние на устойчивость насаждений таких таксационных показателей как их возраст, породный состав, полнота, а также структура микоценоза и др. М.В. Рогозин (2021) отмечает влияние пространственной структуры древостоев сосны, в частности густоты, на отпад и диаметр деревьев. О комплексной оценке качества древесины сосны в различных типах леса сообщают В.И. Мелехов и др. (2021).

Целью данной работы является изучение влияния некоторых таксационных показателей на зараженность порослевого дуба возбудителем сердцевинной гнили – ложным дубовым трутовиком *Phellinus robustus* (Karst.) Bourd. et Galz.

Методика. Исследования влияния некоторых таксационных показателей порослевых дубовых древостоев (тип леса, породный состав, возраст, бонитет, полнота) на зараженность деревьев ложным дубовым трутовиком проводились на площади 436,6 га старовозрастных порослевых насаждений в Славкинском участковом лесничестве Ульяновской области в 5 типах леса: мелкотравном (МТР), злаково-мелкотравном (ЗМТР), осоковом (ОСК), снытьево-ясменниковом (СНЯС) и орляковом (ОРЛ).

В каждом таксационном выделе закладывалось по 5 безразмерных пробных площадей по 50 деревьев в каждой. Всего было заложено 275 пробных площадей. Анализ полученных данных показывает, что наиболее высокая зараженность деревьев дуба ложным дубовым трутовиком отмечена в типе леса МРТ – 16%, несколько ниже в типах леса ЗМТР – 13% и СНЯС – 10%, а наименьшая в типах леса ОРЛ – 6% и ОСК – 7%. В среднем по всем обследованным типам леса зараженность древостоев ложным дубовым трутовиком составила 11%. Полученные результаты дают основание констатировать, что зараженность деревьев ложным дубовым трутовиком постепенно снижается по мере уменьшения доли участия дуба в составе древостоя.

Результаты. Результаты изучения степени зараженности порослевых разновозрастных дубовых древостоев ложным дубовым трутовиком, в зависимости от породного состава и полноты насаждений, показывают, что по всем обследованным типам леса средняя зараженность порослевого дуба составляет 11%. Наибольшая зараженность деревьев отмечена в древостоях с полнотой 0,4 – 20%, наименьшая (7%) – в древостоях с полнотой 0,8.

Заключение. Таким образом, можно констатировать, что таксационные показатели оказывают заметное влияние на степень зараженности порослевого дуба ложным дубовым трутовиком.

Список литературы:

1. Болотов А.Т. О дубах и о различных родах оного // Экономический магазин. – 1781. – № 35. – С. 15-18.
2. Звягинцев В.Б. Распространенность, вредоносность грибов комплекса *Armillaria* в лесах Беларуси: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Прилуки: Изд-во Нац. Академии Наук Беларуси, 2003. – 23 с.
3. Ибрагимов А.К., Воротников В.П., Полуяхтов К.К. Дубравы Нижегородского Поволжья на рубеже веков // Дуб – порода третьего тысячелетия: сб. науч. тр. – Гомель, 1998. – Вып. 48. – С. 61-66.
4. Мелехов В.И., Бабич Н.А., Корчагин С.А., Щекалев Р.В. Комплексная оценка качества древесины сосны в лесных культурах разных условий местопроизрастания // Лесоведение. – 2021. – № 2. – С. 208-216.
5. Rogozin M.V. Влияние пространственной структуры древостоев сосны на отпад и диаметр деревьев // Лесоведение. – 2021. – № 1. – С. 28-41.
6. Романовский М.Г. Продуктивность, устойчивость и биоразнообразие равнинных лесов Европейской России. – М.: Изд-во МГУЛ, 2002. – 91 с.
7. Селочник Н.Н. Состояние дубрав среднерусской лесостепи и их грибные сообщества. – М.: Ин-т лесоведения РАН, 2015. – 216 с.
8. Стороженко В.Г. Устойчивые лесные сообщества. – Тула: Изд-во Гриф и К°, 2007. – 192 с.
9. Феофраст. Исследование о растениях: пер. с древнегреч. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 36 с.

The influence of some taxation indicators on the infection of oak with false oak tinder

Churakov R.A., Churakov B.P., Churakova Yu.A.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

*Studies have been carried out on the influence of some taxation indicators (forest type, completeness, age, bonitet and composition of stands) on the infestation of oak growth with the causative agent of core rot – false oak tinder *Phellinus robustus* (Karst.) Bourd. et Galz. The influence of these indicators for the infection of oak with tinder has been established.*

Key words: *taxation indicators, false oak tinder, infestation of trees.*

Об эффективности интеграции реабилитационного устройства на основе нейроинтерфейса и нейростимуляции спинного мозга в реабилитации пациентов с нарушением функции движения верхней конечности вследствие неврологических нарушений¹

Шандыбина Н.¹, Ананьев С.¹, Алиев А.², Шальмиев И.², Козырева С.², Аверкиев М.³, Буланов В.³, Потанцев Ю.⁴, Лавров И.⁵, Герасименко Ю.¹, Мошонкина Т.¹, Лебедев М.⁶

¹ИФ РАН, Санкт-Петербург, Россия

²ООО Эйрмед, Санкт-Петербург, Россия

³ООО «Вайбрейнт Рус», Москва, Россия

⁴ООО «АйТиЮниверс», Москва, Россия

⁵Mayo Clinic, Rochester, США

⁶Центр нейробиологии и нейрореабилитации имени В. Зельмана, Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия

Миллионы людей во всем мире страдают от нарушений, вызванных травмами и болезнями головного и спинного мозга. Сочетание технологий нейроинтерфейсов и нейромодуляции – это новый подход, способный революционизировать лечение этих нарушений. В этом исследовании мы опробовали, насколько эффективной окажется методика, в которой пациент с травмой спинного мозга сначала проходит процедуру стимуляции спинного мозга, а затем участвует в реабилитационной сессии с применением нейротренажера, работающего на принципе R300, декодирующем зрительно-моторную трансформацию и использующим ассистивный робот, перемещающий руку, и виртуальную реальность. Все здоровые испытуемые оказались способны совмещать эти две методики без каких-либо нежелательных эффектов; исследования на пациентах с травмой спинного мозга продолжаются. Два метода были также системно интегрированы, и в будущем, по завершению данной работы, нейроинтерфейс будет способен управлять параметрами стимуляции. Мы предлагаем такие интегрированные системы в качестве нового подхода к нейрореабилитации.

Ключевые слова: нейроинтерфейс, нейромодуляция, стимуляция спинного мозга, R300, зрительно-моторная трансформация.

Введение. Поражения нервной системы являются существенной проблемой для современного общества: миллионы людей во всем мире страдают от сенсорных, моторных и когнитивных нарушений, вызванных травмами и болезнями головного и спинного мозга. Во многих случаях эти нарушения считаются неизлечимыми, поскольку традиционные медицинские подходы оказываются малоэффективными для травм нервной системы из-за невозможности регенерации во многих случаях. В этой связи нейротехнологии (такие, как нейроинтерфейсы и методы нейромодуляции) рассматриваются как новый подход, способный революционизировать медицину неврологических болезней.

Нейроинтерфейсы – это устройства, подключающиеся к нервной системе, считывающие и декодирующие ее активность и выдающие на выходе сигналы к внешним ассистивным устройствам, таким как, например, экзоскелеты и протезы конечностей, восстанавливающие подвижность при параличе. Исследования последних лет показывают, что нейроинтерфейсы не только способны возместить утраченную функцию, но и являются эффективным методом реабилитации, то есть терапией, помогающей организму восстановить собственные физиологические способности. В таком восстановлении колоссальную роль играет пластичность мозга, которую и усиливает нейроинтерфейс, позволяя координировать нейрональную активность, связанную с попыткой ини-

¹ Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 21-75-30024).

цировать произвольное движение, и афферентные сигналы, возникающие при работе ассистивных устройств. Так, если используется ассистивный робот, перемещающий парализованную конечность, то пластичность по механизму Хебба усиливается, если робот синхронизирован с моторной активностью головного мозга.

Среди средств нейромодуляции особый интерес представляет стимуляция спинного мозга, которая может производиться как инвазивно, с помощью спинномозговых имплантатов, так и неинвазивно, с помощью поверхностных электродов. Стимуляция спинного мозга способна восстановить ходьбу у пациентов с травмой спинного мозга. Также показано, что она может быть эффективной и для ряда других заболеваний, включая эпилепсию и болезнь Паркинсона.

Эффективным методом лечения может оказаться такой, который объединяет два подхода: нейроинтерфейсы и нейромодуляцию посредством стимуляции спинного мозга. Эта идея уже нашла отражение в различных видах двунаправленных нейроинтерфейсов, таких, которые запускают функциональную электрическую стимуляцию мышц, парализованных в результате инсульта.

В этом исследовании мы проверили, насколько хорошо будут работать нейроинтерфейс, разработанный для реабилитации сенсомоторных функций верхних конечностей, и система поверхностной стимуляции спинного мозга, также способствующая восстановлению функций верхних конечностей. Обе методики находятся на стадии совершенствования и доработки и уже показали свою эффективность. Таким образом, актуально проверить, насколько хорошо они работают вместе. В этой работе мы сделали такую проверку – сначала с участием здоровых добровольцев, затем с участием пациентов с травмой спинного мозга.

Методика. Общей целью нашего проекта является разработка неинвазивных кортикоспинальных интерфейсов для нейрореабилитации двигательных функций, то есть нейроинтерфейсов, взаимодействующих со стимуляторами спинного мозга. Таким образом, в исследовании использованы две активно развивающиеся технологии – нейрокомпьютерные интерфейсы (НКИ) и чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга (ЧССМ). Если НКИ используются для декодирования кортикального представления моторной информации, то ЧССМ – это метод, осуществляющий неинвазивное управление активностью спинальных нейрональных сетей. В ходе исследования проводится сбор данных о роли спинальных механизмов в пластичности нейрональных цепей при сочетании спинальной нейростимуляции и роботизированной реабилитации под управлением нейроинтерфейсов у пациентов с травмой шейного и верхнегрудного отдела спинного мозга.

В качестве нейроинтерфейса мы используем тренажер VIBRAINT RehUp. Тренажер предназначен для реабилитации при моторном дефиците верхней конечности, возникшем вследствие инсульта, травмы спинного мозга и других заболеваний и травм нервной системы. Действие нейроинтерфейса основано на декодировании нейронального процесса зрительно-моторной трансформации, то есть трансформации информации о зрительной мишени в кортикальную активность, управляющую произвольным движением руки. Нейроинтерфейс действует по принципу P300, то есть, испытуемый концентрирует свое внимание на одной из мигающих мишеней (воздушных шариков, представленных в виртуальной реальности) и воображает движение руки по направлению к этой мишени, после чего выбранная мишень декодируется. После декодирования положения мишени ассистивный робот перемещает руку испытуемого в выбранном направлении; в виртуальной же реальности это действие представлено перемещением виртуальной руки, держащей лазерный пистолет. Наконец, виртуальная рука производит выстрел и поражает шарик. Такую работу нейроинтерфейса можно описать как биологическую обратную связь: действие НКИ возвращается испытуемому в виде со-

матосенсорной и зрительной обратной связи, способствуя нейропластичности и восстановлению нейронных связей, утраченных в результате заболевания.

Монополярная, тестовая ЧССМ производится с помощью катодов, которые помещаются между остистыми отростками позвонков С2-С3 и С5-С6 и анодов над гребнями ключиц. Затем ЧССМ производится биполярными импульсами с частотой 30 Гц, модулированными частотой 5 Гц.

Реабилитационная сессия включает следующие шаги: опрос пациента о самочувствии и ощущениях после предыдущей процедуры; размещение пациента в кресле или в кресле-коляске; монтаж неинвазивных ЭЭГ и ЭМГ электродов и электродов для ЧССМ; инструктаж пациента; надевание очков виртуальной реальности (VR); обучение программного классификатора нейроинтерфейса, во время которого пациент выполняет ментальные задачи, в соответствии с визуальными и звуковыми инструкциями и с помощью электроэнцефалографа осуществляется регистрация ЭЭГ, на основе которой затем классификатор учится определять паттерны активности коры. Затем производится ЧССМ шейного отдела спинного мозга на уровне С2 и С5, частотой 30 Гц, бифазными импульсами, заполненными импульсами с частотой 5 кГц. Интенсивность стимуляции примерно равна пороговой интенсивности, вызывающей двигательный ответ. Длительность стимуляции – 20 минут. После стимуляции выполняются реабилитационные упражнения на тренажере VIBRAINT RehUp в течение 20 мин. Во время упражнений пациент получает в виртуальной среде задания, для выполнения которых необходимо воображение движения парализованной рукой или концентрация на цели такого движения. При успешном выполнении задачи роботизированное устройство перемещает парализованную конечность. При наличии мышечной активности в конечности, дополнительным условием начала движения может быть напряжение мышцы до определенного уровня.

Исследования с участием здоровых добровольцев проводятся с аналогичным протоколом с целью определения влияния ЧССМ на эффективность управления нейроинтерфейсом в норме. Также, с участием тех же здоровых добровольцев, проводится методическое исследование с целью определить способы фильтрации сигналов ЭМГ и ЭЭГ, зарегистрированных синхронно с ЧССМ на шейном уровне. Для этого во время работы тренажера (качания руки) последовательно проводится регистрация ЭМГ и ЭЭГ при четырех условиях: во время ЧССМ на уровнях С2-С3, С5-С6, синхронно на С2-С3 и С5-С6 и без стимуляции. Длительность регистрации при каждом условии составляет 2-3 минуты. Это методическое исследование необходимо для планируемого в будущем сочетания ЧССМ с работой тренажера, управляемого нейроинтерфейсом.

Основные критерии оценки эффективности реабилитационных процедур у пациентов следующие: динамика по шкале Fugl-Meyer для верхней конечностей (FMA-UE), динамика по шкале ARAT и определение порога моносинаптического ответа при стимуляции. Также используются дополнительные критерии оценки, включающие индекс мобильности Ривермида, модифицированную шкалу Рэнкина, шкалу спастичности Эшворта, опросники CUE-T, SCIM III и KVIQ-20, шкалы NIHSS, ASIA и SF 36. Критериями оценки безопасности являются: оценка нежелательных явлений, показатели жизненно важных функций – артериальное давление и пульс в положении сидя. Все процедуры будут организованы с учетом требований Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28.05.2020 г. № 692 «О деятельности подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации организаций в условиях предупреждения распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) на территории Российской Федерации» и Приказа № 61-к от 18.11.2020 «Об организации работы структурных подразделений ИФ РАН в период по 15.01.2021», а также всех последующих приказов регуляторных органов, способствующих

щих предупреждения распространения новой коронавирусной инфекции, если они будут приняты во время проведения исследований.

Результаты. На настоящий момент исследования на здоровых испытуемых уже проведены, а исследования с участием пациентов с травмой спинного мозга продолжаются. Все здоровые испытуемые показали способность работать с нейроинтерфейсом, где они концентрируют внимание на мишени, мишень декодируется по принципу R300, а затем робот перемещает руку. Все здоровые испытуемые также позитивно реагировали на ЧССМ, отмечая ощущение стимуляции в руке и не отмечая никаких нежелательных явлений. После 20-минутной сессии ЧССМ все здоровые испытуемые снова могли управлять движениями робота через нейроинтерфейс. Было выявлено, что для улучшения работы нейроинтерфейса в этом случае необходима повторная калибровка декодера. Во всех сессиях производилась запись ЭМГ (до, во время и после ЧССМ), показавшая, что мышцы испытуемых активируются во время перемещений руки роботом.

Как показали исследования, пациенты с травмой спинного мозга также способны работать с реабилитационным тренажером и способны участвовать в процедуре ЧССМ и сессии с тренажером в один день. Эти исследования продолжаются.

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод, что в условиях физиотерапевтической клиники можно успешно совместить реабилитационные процедуры, основанные на использовании нейроинтерфейса, и процедуры с применением ЧССМ. Следующий шаг в этой работе – более интегрированное сочетание этих подходов.

Список литературы:

1. Мошонкина Т.Р., Погольская М.А., Виноградская З.В., Лихачева П.К., Герасименко Ю.П. Чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга в двигательной реабилитации пациентов с травмой спинного мозга // Интегративная физиология. – 2020. – Т. 1(4). – С. 351-365.
2. Савенкова А.А., Сарана А.М., Щербак С.Г., Герасименко Ю.П., Мошонкина Т.Р. Неинвазивная электрическая стимуляция спинного мозга в комплексной реабилитации больных со спинномозговой травмой // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2019. – Т. 96(5). – С. 11-18.
3. Hofstoetter U.S., Hofer C., Kern H., Danner S.M., Mayr W., Dimitrijevic M.R., Minassian K. Effects of transcutaneous spinal cord stimulation on voluntary locomotor activity in an incomplete spinal cord injured individual // Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik. – 2013. – 58. – (SI-1-Track-A).
4. Moshonkina T.R., Shapkova E.Yu, Sukhotina I.A., Emeljannikov D.V., Gerasimenko YuP. Effect of combination of non-invasive spinal cord electrical stimulation and serotonin receptor activation in patients with chronic spinal cord lesion // Bulletin of experimental biology and medicine 161. – 2016. – No. 6. – P. 749-754.
5. Sayenko D.G., Rath M., Ferguson A.R., Burdick J.W., Havton L.A., Edgerton V.R., Gerasimenko Y.P. Self-assisted standing enabled by non-invasive spinal stimulation after spinal cord injury // Journal of neurotrauma. – 2019. – Vol. 36(9). – P. 1435-1450.

On the effectiveness of integration of a rehabilitation device based on a neurointerface and neurostimulation of the spinal cord in the rehabilitation of patients with impaired upper limb movement due to neurological disorders

Shandybina N.¹, Ananyev S.¹, Aliev A.², Shalmiev I.², Kozureva S.², Averkiev M.³, Bulanov V.³, Potantsev Yu.⁴, Lavrov I.⁵, Gerasimenko Yu.¹, Moshonkina T.¹, Lebedev M.⁶

¹Pavlov Institute of Physiology RAS, St-Petersburg, Russia

²LLC Airmed, St-Petersburg, Russia

³LLC "VIBRAINT Rus", Moscow, Russia

⁴LLC "IT Universe", Moscow, Russia

⁵Mayo Clinic, Rochester, MN, USA

⁶Neurobiology and neurorehabilitation centre named after V. Zelman, Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow, Russia

Millions of people around the world suffer from disorders caused by injuries and diseases of the brain and spinal cord. The combination of brain-computer interfaces and neuromodulation technologies is a new approach that could revolutionize the treatment of these disorders. In this study, we tested the effectiveness of a technique in which a patient with a spinal cord injury first undergoes spinal cord stimulation and then participates in a rehabilitation session using a brain-computer interface based on the P300 principle, which decodes visual-motor transformation and uses an assistive robot that moves the patient's arm, and virtual reality. All healthy participants of the study were able to combine these two techniques without any undesirable effects; studies on patients with spinal cord injury are ongoing. System integration of the two methods has been already performed, and in the future, upon completion of this work, the neural interface will be able to control the stimulation parameters. We propose such integrated systems as a new approach to neurorehabilitation.

Key words: brain-computer interface, neuromodulation, spinal cord stimulation, spinal cord trauma, P300, visuomotor transformation.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-221-224

Особенности профессиональной заболеваемости на крупном промышленном предприятии на современном этапе

Шаповал Н.С.

ФГБОУВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Проведен анализ профессиональной заболеваемости на предприятиях машиностроительной отрасли региона. В последние годы отмечается резкое снижение профессиональных заболеваний на машиностроительных предприятиях. Так, 2015 г. установлено 187 случаев, что составило 68,2% от всех установленных случаев, в 2020 г. – только 2 случая (6,3%). Уровень профессиональной заболеваемости не отражает истинной ситуации. Неполное выявление больных с профессиональной патологией связано с негативным отношением работодателя к установлению профессиональных заболеваний у работников, некачественным проведением аттестации рабочих мест.

Ключевые слова: профессиональные заболевания, факторы риска, условия труда, структура.

Введение. Здоровье трудоспособного населения один из важных показателей уровня социально-экономического развития страны. Огромное значение на состояние здоровья трудоспособного населения оказывают вредные производственные факторы,

которые способствуют развитию профессиональной и профессионально обусловленной патологии. Структура и уровни данной патологии находятся в прямой зависимости от вредных профессиональных факторов, тем самым отражают специфику производства.

Машиностроительная отрасль является одной из самых неблагоприятных для здоровья работающих и характеризуются воздействием комплекса вредных производственных факторов, таких как пыль, нагревающийся микроклимат, токсико-химические вещества, шум, вибрация (Бухтияров И.В., Измеров Н.Ф., Тихонова Г.И. и др., 2017; Бухтияров И.В., 2019).

Научные исследования по изучению состояния профессиональной заболеваемости, проводившиеся в различных отраслях промышленности, доказывают актуальность изучения проблемы в машиностроительной отрасли, где многие рабочие места не отвечают санитарно-гигиеническим нормам и соответствуют вредному классу условий труда (Аскарлова З.Ф., Аскаров Р.А., Кильдебекова Р.Н. и др., 2012). Все вышеизложенное явилось основанием для выполнения настоящего исследования.

Цель исследования: на основании изучения профессиональной заболеваемости работников машиностроительных предприятий разработать и научно обосновать необходимость разработки комплексных программ по профилактике профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний.

Методика. Объектом исследования являлись работники машиностроительных предприятий, с впервые установленными профессиональными заболеваниями, в Центре профпатологии в период с 2015 по 2020 г. Для изучения профессиональной заболеваемости проанализированы годовые отчеты и объяснительные записки к ним. Анализировались такие показатели, как: пол, возраст работников, стаж работы в условиях вредных производственных факторов, вредные производственные факторы, которые привели к развитию профзаболевания. Результаты анализировали, используя пакет прикладных статистических программ Statistica 6.1.

Результаты. Проведенный анализ профессиональной заболеваемости показал, что за последние годы наметилась устойчивая тенденция к уменьшению профессиональной заболеваемости как в целом в регионе, так и на предприятиях машиностроительной отрасли. Так, в Ульяновской области в 2015 г. установлено 274 профессиональных заболевания. В том числе на предприятиях машиностроения зарегистрировано 187 случаев, что составило 68,2%; в 2016 г. – 222 случая профессиональных заболеваний, в том числе на данных предприятиях – 168 случаев (75,6%); в 2017 г. установлено 124 заболевания, в том числе на предприятиях машиностроения – 86 случаев (69,4%) профессиональных заболеваний; в 2018 г. – 44 случая, в том числе на предприятиях машиностроения – 11 случаев (25%); в 2019 г. – 38 случаев, в том числе на предприятиях машиностроения – 5 случаев (13,3%); в 2020 г. – 32 случая, в том числе на предприятиях машиностроения – 2 случая (6,3%). Проведенный анализ санитарно-гигиенических характеристик условий труда работников этих предприятий, составленных Роспотребнадзором по Ульяновской области, с установленными профессиональными заболеваниями показал, что все профессиональные заболевания установлены работникам только при вредных условиях труда класс 3. Следует подчеркнуть, что имеет место воздействие на работников одновременно несколько вредных производственных факторов. Уровень загрязнения рабочей зоны промышленными аэрозолями остается из года в год высоким и превышает ПДК в 5-10 раз, уровень производственного шума превышает ПДУ в среднем на 10 дБ, локальная и общая вибрация превышает ПДУ в среднем на 2-3 дБ. Все это свидетельствует о неблагоприятном воздействии опасных и вредных производственных факторов на здоровье работающих. В зависимости от воздействующих вредных производственных факторов формируется структура профессиональной патологии. Лидирующими профессиональными заболеваниями на этих

предприятиях из года в год являются нейросенсорная тугоухость (40,3%), пневмоко-ниозы (38,2%). Кроме того, на этих предприятиях одновременно у 31,4% работников установлено сразу несколько профессиональных заболеваний (два и более). Имеющаяся тенденция увеличения числа больных с первично выявленными сочетанными про-фессиональными заболеваниями – два и более диагнозов, указывает на их позднюю ди-агностику и низкое качество профилактических мероприятий.

Среди профессиональных больных на машиностроительных предприятиях преоб-ладают мужчины (58,3%). Профессиональные заболевания регистрируются, преимуще-ственно, в возрастных группах 50-59 лет – 41,7% чел., 40-49 лет – 38,6% чел., 60-69 лет – 14,3% чел. Наименьшее количество больных наблюдается в группах 30-39 лет – 4,8% чел., 20-29 лет – 0,6% чел. Профессиональные заболевания (90,2%) ре-гистрируются у стажированных рабочих при стаже работы от 15 до 25 лет и более. Об-стоятельствами и условиями возникновения хронических профессиональных заболева-ний на предприятиях машиностроительной отрасли послужили: несовершенство техно-логического процесса на производстве – 87,7%, конструктивные недостатки машин и механизмов – 5,9%. Стабильно неудовлетворительные условия труда на предприятиях обуславливают высокий риск развития профессиональных заболеваний.

Заключение. Таким образом, у работников предприятий машиностроения реги-стрируется высокий уровень профессиональной заболеваемости. В структуре профес-сиональных заболеваний на машиностроительных предприятиях преобладают нейро-сенсорная тугоухость и пневмоко-ниозы. Несмотря на отсутствие улучшений условий труда, в последние годы отмечается резкое снижение профессиональных заболеваний, как в целом по региону, так и на машиностроительных предприятиях. Следует отме-тить, что уровень профессиональной заболеваемости не отражает истинной ситуации, так как выявляемость профессиональной патологии неполная и происходит на поздних стадиях развития заболевания (Измеров Н.Ф., 2001, Онищенко Г.Г., 2015). Неполное выявление больных с профессиональной патологией связана с негативным отношением работодателя к установлению профессиональных заболеваний у работников, некачест-венным проведением аттестации рабочих мест с занижением уровня вредных профес-сиональных факторов, отказ работодателей от прохождения периодических медицин-ских осмотров лиц, работающих с вредными профессиональными факторами, на базе центра профпатологии для более раннего выявления воздействия вредных производ-ственных факторов на состояние здоровья работников и формирования группы риска среди работников по возникновению профессиональных заболеваний. Лечебно-реабилитационные мероприятия рабочим машиностроительных предприятий необхо-димо проводить в соответствии с факторами риска возникновения у них профессио-нальной патологии.

Список литературы:

1. Аскарова З.Ф., Аскаров Р.А., Кильдебекова Р.Н. Анализ заболеваемости ра-ботников нефтеперерабатывающей промышленности// Медицинский вестник Башкор-тостана. – 2012. – № 6. – С. 5-10.
2. Бухтияров И.В. Современное состояние и основные направления сохранения и укрепления здоровья работающего населения России// Мед. труда и пром. экологии. – 2019. – № 9. – С. 529-532.
3. Бухтияров И.В., Измеров Н.Ф., Тихонова Г.И. Условия труда как фактор рис-ка повышения смертности в трудоспособном возрасте// Мед. труда и пром. экологии. – 2017. – № 8. – С. 43-49.
4. Измеров Н.Ф. Охрана здоровья рабочих и профилактика профессиональных заболеваний на современном этапе. Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI ве-

ка // Материалы IX Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2001. – С. 25-31.

5. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2015. – № 11. – С. 27-30.

Features of occupational diseases at a large industrial enterprise at the present stage

Shapoval N.S.

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

The analysis of occupational morbidity at the enterprises of the machine-building industry of the region is carried out. In recent years, there has been a sharp decrease in occupational diseases at machine-building enterprises. So, in 2015, 187 cases were established, which amounted to 68.2% of all established cases, in 2020 – only 2 cases (6.3%). The level of occupational morbidity does not reflect the true situation. Incomplete identification of patients with occupational pathology is associated with the negative attitude of the employer to the establishment of occupational diseases in employees, poor-quality certification of workplaces.

Key words: occupational diseases, risk factors, working conditions, structure.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-224-226

Влияние гипоксии на сурфактантную систему легких

Шведский М.С., Матвиенко В.В., Вагина Д.А.

ФГБОУ ВО Тюменский государственный медицинский университет
Минздрава России, Тюмень, Россия

Исследование проводилось на беспородных крысах-самцах 120-180 г. Физическую нагрузку производили путем плавания по 40 минут 3 дня подряд. Через трое суток установлено развитие недостаточности сурфактантной системы органов дыхания, которая будет характеризоваться умеренным разрушением альвеолоцитов, нарушением работы всего аэрогематического барьера в целом, отеком альвеолоцитов, и, конечно, перекисного окисления липидов.

Ключевые слова: сурфактантная система легких, физическая нагрузка, перекисное окисление липидов (ПОЛ), органы дыхания.

Введение. Эффективность вентиляции легких в значительной степени зависит от состояния альвеол и бронхиол, функциональная активность которых связана с наличием на их поверхности сурфактанта – комплекса веществ, уменьшающих поверхностное натяжение и выполняющих ряд других сложных физиологических функций. Поверхностно-активные вещества легких уменьшают поверхностное натяжение и работу, необходимую для вентиляции легких, стабилизируют альвеолы и предотвращают их ателектаз, принимает участие в адаптации организма к различным экстремальным воздействиям внешней среды, участвует в абсорбции кислорода и регуляции его транспорта через аэрогематический барьер, а также в поддержании оптимального уровня фильтрационного давления в системе легочной микроциркуляции. Акклиматизация к условиям Крайнего Севера сопровождается увеличением количества поверхностно-активных веществ в легких. В экспериментах на крысах установлено, что при остром перегревании

организма происходит вымывание сурфактанта, появляются зоны ателектаза и перерастянутых альвеол. Одновременно с этим усиливается фосфолипидный обмен в АЦ -II и альвеолярных Макрофагах. Учитывая поверхность дыхательных путей, имеющих прямой контакт с внешней средой, уровень метаболизма и состав липидов сурфактантной альвеолярной выстилки, крайне важными являются вопросы изучения мембранных и симых процессов (Баранова Е.А., 2016). Особое значение приобретают исследования состояния процессов ПОЛ в легочной ткани и непосредственно в сурфактанте (Nkadi P.Q., 2009), что стимулирует проведение исследований динамики свободнорадикальных процессов в легочной ткани в сопоставлении с поверхностно-активными свойствами легких. Вопрос об изучении механизмов повреждения сурфактантной системы легких разного генеза всё еще остается актуальным.

Цель исследования. Провести сравнительное изучение особенностей и оценить степень выраженности реакций легочной ткани в ответ на влияние физической нагрузки (плавание) в течение 3 дней с экспозицией 40 мин. по показателям функционального состояния сурфактантной системы.

Методика. Настоящее исследование было выполнено на 6-и белых беспородных крысах самцах массой 120-180 г. Перед экспериментом крыс выращивали при $t=+23$ °С и относительной влажности 40-60% со световым воздействием ежедневно с 6.00 до 18.00 и постоянным доступом к пище и воде в течение двух недель. Опытная группа животных подвергалась воздействию физической нагрузки плаванием, 3 дня подряд, с экспозицией 40 минут в сосудах из оргстекла с внутренним диаметром 30 см и высотой 75 см. Высота столба воды составляла 60 см, температура воды – 30 ± 1 °С. Длительность плавания регистрировали секундомером с точностью до 1 с. Через трое суток после начала исследования, животных вводили в наркоз под эфиром и умерщвляли дислокацией шейных позвонков и проводили забор материала легких для исследования.

Результаты. При электронномикроскопическом изучении в отдельных участках паренхимы легкого выявлены небольшой отек аэрогематического барьера, а местами – локальное разрушение и вымывание мембран сурфактанта в просвет альвеол. Среди альвеолоцитов 2 типа снижено количество молодых осмиофильных пластинчатых телец, митохондрии имеют просветленный матрикс, количество крипт в них заметно уменьшено. Цистерны гранулярной цитоплазматической сети расширены, лишены части рибосом. Ультраструктурные изменения таких клеток свидетельствуют о развитии в них деструктивных процессов и снижении внутриклеточного синтеза сурфактантов. Альвеолоциты 2-го типа почти полностью заполнены зрелыми и молодыми осмиофильными пластинчатыми тельцами. Такие клетки имеют хорошо развитую ультраструктуру и темный матрикс цитоплазмы, напоминая «темные» альвеолоциты 2-го типа с повышенным потенциалом. Их появление связано с необходимостью компенсаторной секреции сурфактанта для тех участков, где деятельность альвеолоцитов 2-го типа снижена из-за микроциркуляторных нарушений в стенках альвеол.

Заключение. При нагрузке плаванием по 40 мин 3 дня подряд, развивается недостаточность сурфактантной системы органов дыхания, которая будет характеризоваться умеренным разрушением альвеолоцитов, нарушением работы всего аэрогематического барьера в целом, отеком альвеолоцитов, и, конечно, ПОЛ.

Список литературы:

1. Ахметова М.И. Коррекция изменений сурфактантной системы легких при гипоксической гипоксии в эксперименте: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Бишкек: ОсОО «Алтын принт», 2010. – 18 с.

2. Баранова Е.А., Капилевич Л.В. Влияние физической нагрузки на показатели легочной вентиляции у спортсменов // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2013. – № 374. – С. 152-155.
3. Ерохин В.В., Лепеха Л.Н., Ерохина М.В., Ловачева О.В. Сурфактантная система при туберкулезе легких. – М.: ФГБУ «ЦНИИТ» РАМН, 2013. – 265 с.
4. Изтлеуов М.К. Нарушения сурфактантной системы легких и пути их коррекции // Медицинский журнал Западного Казахстана. – 2013. – № 3. – С. 68-71.
5. Харисова Н.М., Харисова Л.М., Абушахманова А.Х., Крекешева Т.И., Кузьмин А.Ф., Миндубаева Ф.А. Адаптивные реакции респираторной системы спортсменов различного профиля // Медицина и экология. – 2012. – № 4 (65). – С. 12-15.
6. Хундадзе Х.М., Цагарели З.Г., Гогиашвили Л.Е. Изменение ультраструктуры аэрогематического барьера легких и показателей газов крови при длительной физической нагрузки // Georgian medical news. – 2005. – № 7-8. – С. 57.
7. Lewis J.F., Veldhuizen R. The role of exogenous surfactant in the treatment of acute lung injury // Annu. Rev. Physiol. – 2003. Vol. 65 (1). – Pp. 613-642.
8. Nkadi P.Q., Merritt T.A., Pillers D.A. An overview of pulmonary surfactant in the neonate: genetics, metabolism, the role of surfactant in health and disease // Mol. Genet. Metab. – 2009. – Vol. 97 (2). – Pp. 95-101.

The effect of hypoxia on the surfactant system of the lungs

Shvedsky M.S., Matvienko V.V., Vagina D.A.

Tyumen State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Tyumen, Russia

The study was conducted on mongrel male rats 120-180 g. Physical activity was performed by swimming for 40 minutes for 3 consecutive days. After three days, the development of insufficiency of the surfactant respiratory system was established, which will be characterized by moderate destruction of alveolocytes, violation of the entire aerogematic barrier as a whole, edema of alveolocytes, and, of course, POL.

Key words: *surfactant system of the lungs, physical activity, lipid peroxidation, respiratory organs.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-226-229

К вопросу о канцерогенезе при суперинвазивном описторхозе

Шведский М.С., Бычков В.Г., Матвиенко В.В., Дубошинский Р.И.

ФГБОУ ВО Тюменский государственный медицинский университет
Минздрава России, Тюмень, Россия

*Проведен ретроспективный анализ зарубежной литературы за последние 10 лет на базе агрегатора статей PubMed о возможном влиянии суперинвазивного описторхоза на развитие холангиоцелюлярной карциномы. В ходе исследования сделан вывод, что *O. Felineus* не имеет непосредственной точки приложения в стадию инициации, а лишь выступает промотором холангиокарциномы (ХК), вследствие чего, он не может выступать как первопричина заболевания без дополнительного влияния канцерогенов и ряда факторов, повышающих риск развития ХК (хроническое воспаление, действие свободных радикалов).*

Ключевые слова: суперинвазивный описторхоз, паразитизм, иммунная система, канцерогенез.

Введение. По данным ВОЗ от 08.02.2018, более 56 млн человек в 70 странах страдают трематодной инфекцией пищевого происхождения, и более 7000 чел. умерли от нее (Бычков В.Г., 2007). Хронические инфекции приводят к тяжелым заболеваниям онкологического профиля, а для российских широт наиболее характерно распространение рода *Opisthorchis*. Международное агентство по изучению рака (МАИР) относит *O. viverrini* к канцерогенам первой группы, где существует корреляция между наличием инвазии у больного с исходом в виде холангиокарциномы, что позволяет установить взаимосвязь между этими двумя патологиями.

Цель исследования. Проведен анализ литературы и сделано заключение о влиянии рода *Opisthorchis* на процесс развития ХК.

Методика. Проведен ретроспективный анализ отечественной и зарубежной литературы в базе агрегатора PubMed за последние 10 лет по запросу «Opisthorchiasis AND Cholangiocarcinoma». Выборки, исследуемые в анализируемых статьях, были составлены от пациентов, проживающих в Западной Сибири.

Результаты. Исследование результатов публикаций демонстрирует, что род *Opisthorchis* не является первопричиной развития рака, являясь лишь промоторами онкопроцесса. На наш взгляд, первопричиной ХК являются соматические мутации в ряде генов, среди которых: ARID1A, BAP1, BRAF, KRAS, PBRM1, SMAD4, TP53 (Зуевский В.П., 2015) обладают протоонкогенным эффектом. Ряд факторов, вызываемых самим *O. Felineus*, дополняют конечный эффект, давая внешний стимул к началу онкогенеза при «активации» протоонкогенов. К этим факторам относятся: хроническое воспаление (Бычков В.Г., 2011), систематическое повреждение гепатоцитов, токсические, митогенные и гиперпролиферативные эффекты секреторных специфических паразитарных белков (Соловьев Г.С., 2015). Определенную роль в развитии ХК играет состояние иммунной системы, так как метаболиты описторха обладают иммуногенной активностью, что проявляется в стойком повышении концентрации IL-6 (интерлейкин-6) (Khuntikeo N., 2018). Согласно клиническим рекомендациям национального научного общества инфекционистов, описторхоз способен вызывать и иммунопатологическую реакцию, запуская процесс выработки аутоантител к собственным поврежденным структурам. В результате этого развивается аутоагрессия, цитотоксическая дистрофия здоровых тканей (Соловьева О.Г., 2016), а также выработка активированными макрофагами свободных радикалов (Yasri S., 2016), повреждающих ДНК. В то же время, существуют генетические, экзогенные и экологические детерминанты, способствующие риску развития ХК на фоне описторхозной инвазии. Так, показано, что сочетанное влияние алкоголя, инфекции *O. viverrini* и пищевых нитрозаминов, являющихся независимыми факторами риска рака, но на фоне описторхозной инфекции их канцерогенный риск возрастает (Edwards S.W., 2018).

Заключение. Все виды рода *Opisthorchis* являются лишь промоторами, а их эффект реализуется через создание благоприятных условий для действия канцерогенов при формировании хронического воспаления и реализации иммунопатологических процессов. Таким образом, риск развития ХК зависит от продолжительности инвазии и уровня паразитарной нагрузки (Edwards S.W., 2018), и увеличивается путем модуляции воспалительного иммунного ответа организма хозяина (Sripa B., 2011). Исходя из наличия взаимосвязи между влиянием канцерогенов (алкоголь, пищевые нитрозамины и др.) можно предположить, что *O. Felineus* лишь усиливает канцерогенный эффект, но не имеет точки приложения в стадии инициации, поэтому не может быть первопричиной развития ХК без дополнительного влияния канцерогенов, при этом *O. Felineus* не

обладает токсигенностью и раздражающим действием, так как в паразитарной системе сам паразит создает условия для оптимального вегетирования (Oh J.K., 2016).

Список литературы:

1. Бычков В.Г., Крылов Г.Г., Плотников А.О. Описторхоз в Обь-Иртышском бассейне (вопросы этиологии и патогенеза) // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2007. – № 4. – С. 1-6.
2. Морфогенез структурных преобразований внутренних органов при суперинвазивном описторхозе / В.Г. Бычков, О.Г. Соловьева, Е.Д. Хадиева [и др.] // Морфология. – 2011. – Т. 140. – № 5. – С. 22-27.
3. Описторхоз как промоутер гастроканцерогенеза / В.П. Зуевский, В.Г. Бычков, П.В. Целищева, Е.Д. Хадиева [и др.] // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2015. – № 4. – С. 7-10.
4. Соловьев Г.С., Бычков В.Г., Соловьева О.Г. [и др.]. Некоторые итоги изучения описторхоза // Научный медицинский вестник Югры. – 2014. – № 1-2(5-6). – С. 31-33.
5. Ткани мезенхимного генеза при суперинвазивном описторхозе / О.Г. Соловьева, А.В. Зиновьева, В.Г. Соловьев [и др.] // Морфология. – 2016. – Т. 149. – № 3. – С. 197.
6. Edwards S.W. Opisthorchiasis-Induced Cholangiocarcinoma: How Innate Immunity May Cause Cancer // Adv Parasitol. – 2018. – Vol. 101. – Pp. 149-176.
7. Khuntikeo N. Perspectives on Opisthorchiasis Control and Cholangiocarcinoma Detection in Southeast Asia // Front Med (Lausanne). – 2018. – Vol. 30(5). – P. 117.
8. Oh J.K., Weiderpass E. Infection and cancer: global distribution and burden of diseases // Ann Glob Health. – 2014. – Vol. 80(5). – Pp. 384-392.
9. Sripa B. Opisthorchiasis and Opisthorchis-associated cholangiocarcinoma in Thailand and Laos // Acta Trop. – 2011. – 120 Suppl 1(Suppl 1). – S. 158-168.
10. Yasri S, Wiwanitkit V. Contraception, opisthorchiasis, and cholangiocarcinoma // J. Cancer Res Ther. – 2018. – . – Vol. 14(Suppl). – S. 820.

On the question of carcinogenesis in super invasive opisthorchiasis

*Shvedsky M.S., Bychkov V.G., Matvienko V.V., Solovyova O.G.,
Duboshinsky R.I., Vagina D.A.*

Tyumen State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Tyumen, Russia

Retrospective analysis of foreign literature present in PubMed was carried out with the purpose to define possible influence of super invasive opisthorchiasis on possible development of cholangiocellular carcinoma. After the research we conclude that O. Felineus doesn't have an entry point during the initiation stage of carcinogenesis but rather acts as a promotor of cholangiocarcinoma (CC), and therefore cannot be considered a primary cause of the disease without additional influence of another carcinogens and specific factors that increase the probability of cholangiocarcinoma development (chronic inflammation, free radicals).

Key words: *super invasive opisthorchiasis, parasitism, immune system, carcinogenesis.*

**Сосудисто-тканевые отношения в легких
при экспериментальном суперинвазивном описторхозе**

*Шведский М.С., Соловьев Г.С., Матвиенко В.В., Шидин В.А.,
Соловьева О.Г., Истомина О.Ф.*

ФГБОУ ВО Тюменский государственный медицинский университет
Минздрава России, Тюмень, Россия

Изучены структурные изменения в легких при суперинвазивном описторхозе на различных сроках инвазии. Выявлена морфология перманентной пролиферации эпителия на начальном этапе и его снижение в поздний период, формирование гранулем в межтканевой ткани органов дыхания, с формированием склеротических фокусов.

Ключевые слова: суперинвазивный описторхоз (СО), метацеркарии, ацинус, терминальные бронхиолы (ТБ), клеточные инфильтраты, пневмоциты.

Введение. Описторхоз остается актуальной проблемой Западной Сибири из-за гиперэндемичности региона и заболеваемостью населения данным гельминтозом. Если преимущественной областью паразитирования *O. Felineus* ранее отмечалась гепатобилиарная система, то в последние годы описаны системные воздействия паразитоза на макроорганизм хозяина (Арямкина О.Л., 2006) при этом морфология патология легких при описторхозе в экспериментах носит, в основном, описательный характер на структурном уровне легких (Матаев С.И., 2010). Экспериментальное изучение сосудисто-тканевых изменений при гельминтозе позволяет выявить процессы, вызванные только данным паразитом, исключить результаты воздействия других биотических и абиотических факторов окружающей среды (Бычков В.Г., 2011). Наиболее характерным проявлением острого описторхоза и при суперинвазиях является синдром «большой эозинофилии», направленной на защиту организма от глистной инвазии в эпителии терминальных бронхиол (Аничков Н.М., 2006).

Цель исследования: выявление структурных и ультраструктурных изменений компонентов респираторных отделов легких на разных сроках суперинвазивного описторхоза.

Методика. Исследования проводились на белых беспородных крысах-самцах весом 120-180 г. Первая группа животных заражалась 50 метацеркариями (средняя степень интенсивности) – двукратно – по 25 шт. с интервалом 14 сут. Вторая группа (массивная инвазия) – 100 метацеркариев по 50 шт. Третья группа (супермассивная инвазия) – 200 метацеркариев по 100 шт. Животные забивались на 7, 14, 28, 56, 112 сут. повторного заражения. Количество единиц наблюдения вычислялось по Г.Г. Автадилову (2008) и Г.Г. Крылову (2005). Для гистологического исследования изготавливали препараты легких 5-7 мкм, окрашенных Г-Э по Майеру. Коэффициент парафиновой усадки по Б.А. Астафьеву (1989) составил $0,87 \pm 0,05$. Микросъемку препаратов проводили цифровой камерой OLYMPUS XC30 на микроскопе OLYMPUS CX41 (Япония), окуляр SWH $\times 10$ и объектив UPLanFL $\times 40$. Ультраструктуру легких изучали под трансмиссионным электронным микроскопом JEM-2100 и сканирующим электронным микроскопом HITACHI TM3000. Кусочки легких фиксировали в 2,5% растворе глутарового альдегида, дофиксировали в 1% р-ре четырехоксида осмия, контрастировали в 1% уранилацетате и цитрате свинца, эпоновые смеси готовили на аралдитах 864 и 812. Для сканирующей микроскопии проводили фиксацию кусочков легких в жидком азоте и напыляли коллоидным золотом в камере JEC 3000.

Результаты. На ранних этапах описторхозной инвазии (7-14 сутки) обнаружены признаки картины «шокового» легкого, указывающие на способность организма хозяина оказывать паразитотоксический эффект (Бычков В.Г., 2011). Ведущую роль в нем играют токсические свойства эозинофильных лейкоцитов, выступающих основной клеткой-эффектором ранней клеточной антигельминтной защиты (Чероногорюк Г.Э., 2011). Легкие темно-багрового цвета с эмфизематозными явлениями, полнокровием сосудов на уровне терминальных бронхов. В паренхиме легких – клеточные инфильтраты макрофагов и эозинофилов. На уровне субсегментарных бронхов отечные явления с развитием некроза за счет выброса медиаторов воспаления (Соловьева О.Г., 2011).

На более поздних сроках инвазии (28 сут) отмечается пропотевание фибрина и выраженные кровоизлияния, в альвеолах – признаки отека за счет повышения проницаемости их стенки и нарушением структуры альвеолоцитов II типа (Соловьева О.Г., 2011). Изменения субсегментарных бронхов представлены некрозом эпителиальной выстилки. В стенке средних и мелких бронхов инфильтрация эозинофильными лейкоцитами, лимфоцитами и плазматическими клетками. Инфильтраты имеют очаговый характер с деформацией бронхов и развитием очагов ателектазов. В просвете бронхов – слизь со слущенным эпителием и гематином в виде отдельных гранул вокруг сосудов микроциркуляторного русла в интерстиции, стенках и слизистой терминальных бронхов.

В хронической фазе (56 суток) в межальвеолярных перегородках – инфильтрация, стенки сосудов с повышенной проницаемостью, что приводит к накоплению экссудата в альвеолах. Эпителий альвеол с выраженным воспалением стенок капилляров и участками склероза. Иницирующим фактором морфологических изменений являются метаболиты описторхисов, вызывающие ускоренные процессы биосинтеза и биодegradации коллагена, склеротические изменения в легких при наличии гранулематозного воспаления (Борзунов В.М., 2009). При электронно-микроскопическом исследовании выявлены нарушения эндотелия капилляров, наблюдается большее число альвеолярных макрофагов с наличием первичных, отсутствием вторичных лизосом, развитой шероховатой эндоплазматической сетью. Эти изменения показывают снижение фагоцитарной активности и усиление белоксинтезирующей функции клеток. На всем протяжении в межклеточном пространстве выявляется паразитарный пигмент с лимфоцитами и макрофагами вокруг.

На более поздних стадиях (120 суток) – склероз интерстиция респираторных отделов легких и плоскоклеточная метаплазия эпителия.

Заключение. На основании проведенных исследований при описторхозных суперинвазиях в ранние сроки в морфогенезе клеточных реакций выступает перманентная пролиферация эпителия, обуславливающая их разобщенность. В более поздние сроки инвазии происходит стабилизация.

Список литературы:

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. – М.: Медицина, 2008. – 278 с.
2. Аничков Н.М. Новое в учении об инвазии опухолевых клеток // Арх. патологии. – М.: Медицина, 2014. – Т. 66. – С. 30-35.
3. Арямкина О.Л., Ашанин Б.С., Герасимов В.Н., Савоненкова Л.Н. Инфекционные заболевания гепатобилиарной системы по данным морфологии // Российский съезд врачей-инфекционистов. – СПб.: ВМедА, 2006. – С. 14.
4. Борзунов В.М., Третьякова Т.Б., Северин М.В. Особенности клинического течения острого и хронического описторхоза // Описторхоз. – 2009. – С. 50-81.
5. Бычков В.Г. Морфогенез структурных преобразований внутренних органов при суперинвазивном описторхозе // Морфология. – 2011. – Т. 140. – №. 5. – С. 22-27.

6. Крылов Г.Г. Суперинвазионный описторхоз: пато- и морфогенез осложненных форм и микст-патологии: дис. ... д-ра мед. наук. – Москва, 2004. – 232 с.

7. Матаев С.И. Влияние суперинвазивного описторхоза на течение беременности и родов в условиях гиперэндемического очага // Здоровье семьи-XXI век. – 2010. – С. 122-123.

8. Соловьева О.Г., Хадиева Е.Д., Бычков В.Г. Роль метаболитов паразита в патогенезе болезней легких при суперинвазивном описторхозе // Пермский медицинский журнал. – 2011. – № 2. – С. 104-107.

9. Чероногорюк Г.Э., Букреева Е.Б., Ламброва Е.Г. Эозинофилия в генезе воспалительных заболеваний бронхолегочной системы на фоне хронического описторхоза // Медико-биологические и экологические проблемы человека на Севере. – Сургут, 2012. – С. 235-238.

Vascular-tissue relations in the lungs in experimental super invasive opisthorchiasis

Shvedsky M.S., Solovyov G.S., Matvienko V.V., Shidin V.A., Solovyova O G., Istomina O.F.
Tyumen State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Tyumen, Russia

Structural changes in the lungs in super invasive opisthorchiasis at various stages of invasion were studied. The morphology of permanent epithelial proliferation at the initial stage and their decrease in the late period were revealed. With the formation of granulomas in the interstitial tissue of the respiratory organs, with changes in the chronic period towards the formation of sclerotic foci.

Key words: *super invasive opisthorchiasis (CO), metacercariae, acinus, terminal bronchioles (TB), cell infiltrates, pneumocytes.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-231-234

Основные саногенетические механизмы у крупных лабораторных животных при острой кровопотере и после восполнения объема циркулирующей крови инфузионными растворами в условиях общего внешнего охлаждения

Швец А.О., Шперлинг И.А., Крупин А.В., Романов П.А., Матвеева Н.Н.
ФГБУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Эксперимент выполнен на свиньях самцах, которым в условиях операционной моделировали острую кровопотерю (температура воздуха 23 °С). Далее животных помещали в климатическую камеру (минус 50 °С) на 10 минут. Затем температуру в климатической камере поднимали до минус 10 °С и начинали введение животным исследуемых растворов. Установлено, что в обеих группах наблюдались схожие показатели артериального давления. Частота сердечных сокращений и частота дыхательных движений у животных в группе с экспериментальным раствором на основе производных полиглюкина были ниже, чем в группе с раствором на основе декстрана.

Ключевые слова: *внешнее общее охлаждение, свиньи, артериальное давление, частота сердечных сокращений, частота дыхательных движений, инфузионный раствор.*

Введение. В России ежегодно регистрируется большое число природных и антропогенных чрезвычайных ситуациях (ЧС), из них 25% составляют раненые с массивной кровопотерей. При низких температурах воздуха обеспечение температурных условий хранения и транспортировки инфузионных растворов вызывает трудности. Без средств подогрева существует высокая вероятность их замерзания, что делает невозможным проведения инфузии в экстремальных ситуациях. Инфузия холодных растворов влечет за собой риск развития осложнений у пострадавшего. Исходя из этого, актуальной задачей стала разработка схемы лечения пострадавшего на догоспитальном этапе с массивной острой кровопотерей в условиях общего внешнего охлаждения.

Цель исследования – сравнить основные саногенетические механизмы у крупных лабораторных животных (свиней) при острой кровопотере и после инфузии изотонического коллоидного раствора на основе декстрана и экспериментального изотонического раствора на основе производных полиглюкина в условиях общего внешнего охлаждения.

Методика. Эксперименты выполнены на 12 свиньях самцах одной породы, весом 45-50 кг, у которых моделировали острую кровопотерю тяжелой степени ($44 \pm 3\%$ объема циркулирующей крови) с последующим восполнением объема циркулирующей крови инфузионными растворами. Животные были распределены на 2 опытные группы по 6 особей в каждой: первая опытная группа, Р: изотонический коллоидный раствор на основе декстрана («Реополиглюкин»). Вторая опытная группа, Р-1: экспериментальный изотонический раствор на основе производных полиглюкина. После общего обезболивания (внутримышечно раствор Zoletil 100 в дозе 20 мг/кг) в условиях операционной при нормальных температурах воздуха ($+19 \dots 23$ °С) у животных через левую бедренную артерию осуществляли забор крови со скоростью 40 мл/мин с помощью аппарата для плазмафереза «ГЕММА» до достижения показателей среднего артериального давления (срАД) 35-40 мм рт. ст. Далее животных помещали в утепленный спальный мешок и переносили на носилках в климатическую камеру, температура в которой составляла (минус 50 °С). В течение 10 мин осуществляли наблюдение за животным (моделирование периода геморрагического шока). Затем температуру в климатической камере поднимали до минус 10 °С (имитация условий передвижной медицинской техники) и начинали введение животным исследуемых растворов. Введение растворов производили внутривенно струйно через катетер, установленный в правую яремную вену со скоростью 60 мл/мин с температурой вводимого раствора ($+37$ °С). Показатель состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем вносились в карту эксперимента на 30, 60, 120, 180 минуте и через 24 ч после начала введения растворов. Животное находилось в климатической камере 40 мин после начала инфузии, затем его перемещали в операционную под наблюдение. Через 24 ч наблюдение прекращали.

Результаты. Исходные значения среднего значения артериального давления (срАД) у животных составляли $106,0 \pm 0,5$ мм рт. ст. После кровопотери (через 10 минут в камере) данные показатели снижались на 51% для группы Р и на 43% для группы Р-1. Через 30 мин после начала инфузии показатели срАД повысились в обеих группах на 83%. Далее исследуемые показатели оставались стабильными на всем протяжении наблюдения за животными для обеих групп и снижались до 75% от исходных значений к окончанию наблюдения. Показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС) имели следующую динамику: исходно – $140,0 \pm 6,0$ уд/мин. На пике кровопотери показатели ЧСС в группе Р выросли на 3,5%, после начала инфузии отмечалась тенденция к выраженной тахисистолии. На 30 мин процент ЧСС повышался и сохранялся в течение первого часа на уровне 13-14% от исходного, к окончанию периода наблюдения значения ЧСС были на 10% от исходного значения. В группе Р-1 на пике кровопотери показатели ЧСС оставались прежними, повышались на 7% в первый час после начала инфузии, в

период с 120 по 180 мин исследования значения ЧСС выросли на 22 и 26% соответственно. К окончанию наблюдения за животным показатели ЧСС были на исходном уровне. Наблюдались различия в показателях функционального состояния системы органов дыхания у исследуемых групп. На пике кровопотери частота дыхательных движений (ЧДД) была одинаковой и составляла 44 в мин. Через 10 мин в камере ЧДД в группе Р повысилась на 27%. После начала инфузии выраженность дыхательной недостаточности была очевидна в группе Р: на 30 мин процент ЧДД вырос на 30% от исходного значения, на 60 мин достиг 61%, начиная со 120 мин эксперимента снизился и сохранялся на уровне 34%. К окончанию наблюдения за животным показатели ЧДД нормализовались. В группе Р-1 на пике кровопотери отмечалось повышение ЧДД на 40%. После начала инфузии изотоническим раствором на основе модифицированного поликлокюина показатели ЧДД были следующими: в первый час наблюдения за животным процент повышения ЧДД составил 27%; на 120 мин снизился до 16%; на 180 мин отмечалась тенденция к нарастанию дыхательной недостаточности. Процент показателя ЧДД составил 36% от исходного значения. Через сутки ЧДД нормализовалась и вернулась к исходным значениям.

Заключение. Применение однократной инфузии изоосмолярного инфузионного раствора на основе модифицированного поликлокюина, в условиях общего внешнего холодового воздействия (минус 50°C), эффективно восстанавливает работу сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Список литературы:

1. Алексанин С.С., Гудзь Ю.В. Концепция (принципы, модель, направления) организации оказания экстренной травматологической помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2016. – №4. – С. 21-32.
2. Лапшин В.Н., Михайлов Ю.М. Экстренная помощь при шокогенной травме и острой кровопотере на догоспитальном этапе. – СПб.: Издательство ООО «РА «Русский Ювелир», 2017. – 96 с.

Comparative characteristics of the main sanogenetic mechanisms in large laboratory animals (pigs) with acute blood loss and after infusion of an isotonic colloidal solution based on dextran and an isotonic solution based on polyglucin in conditions of general external cooling

Shvetc A.O., Shperling I.A., Krupin A.V., Romanov P.A., Matveeva N.N.
State Research and Testing Institute of Military Medicine
of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

The experiment was carried out on male pigs, which in the operating room were simulated with acute blood loss (air temperature 23 °C). Then the animals were placed in a climatic chamber (minus 50 °C) for 10 minutes. Then the temperature in the climatic chamber was raised to minus 10 °C and the introduction of the test solutions to the animals began. It was found that in both groups there were similar indicators of blood pressure. The heart rate and respiratory rate in animals in the group with the experimental solution based on polyglucin derivatives were lower than in the group with the solution based on dextran.

Key words: external general cooling, pigs, blood pressure, heart rate, respiratory rate, infusion solution.

О возможностях использования показателя индекса массы тела для выявления трендов изменения статуса здоровья студенческой молодежи

Швечихина Ю.В., Ищенко К.С., Кавеленова Л.М.

ФГБОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», Самара, Россия

Материалы посвящены исследованию показателей индекса массы тела (ИМТ) студентов-биологов Самарского университета в 2008-2020 гг. Для девушек-студенток, на фоне колебаний по годам, от 2015-2016 к 2020 гг. прослеживаются согласованные снижение доли лиц с дефицитом веса, рост доли лиц с нормальным весом. Для контингента юношей изменения структуры по ИМТ носят более выраженный колебательный характер. Негативными особенностями контингента 2019 и 2020 г. являются появление лиц с избыточным весом и ожирением.

Ключевые слова: *студенты, физическое здоровье, масса тела, Самарская область, индекс массы тела.*

Введение. Любое медицинское обследование среди набора первичных показателей человека включает определение его основных признаков физического развития длины тела (рост) и массы тела (вес), на основе которых производится расчет ряда индексных характеристик (Cosseddu G.G., Fenu A., Floris G., 1985). Среди наиболее доступных базовых показателей, используемых для характеристики здоровья человека, широко используется индекс массы тела (ИМТ, в англоязычной литературе – BMI). Предложивший его формулу еще в середине XIX в. бельгийский социолог и математик Адольф Кетле (Райхесберг Н., 2000) вряд ли предполагал, насколько востребованным будет этот показатель для анализа здоровья различных групп населения (Teixeira F.V., Pais-Ribeiro J.L., da Costa Maia A.R., 2011). В частности, Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует использовать ИМТ (индекс Кетле) как для оценки физического статуса человека, так и в целях предварительной диагностики ожирения, а также оценки риска развития сердечно-сосудистых и др. заболеваний (Маркова Т.Н., Семакина С.М. и др., 2005).

Состояние здоровья студенческой молодежи – будущей активной части населения любой страны, оценивается различными критериями, в том числе и с привлечением легко определяемого и достаточно информативного ИМТ (например, Маркова Т.Н., Семакина С.М. и др., 2005; Пешков М.В., Шарайкина Е.П., 2014). В данной статье мы представляем часть уже выполняющегося нами комплексного исследования, относящегося к эколого-популяционным основам формирования студенческого здоровья. Поскольку важным моментом является, по мнению ВОЗ, борьба с избыточным весом, а одним из доступных показателей выступает ИМТ, рассмотрим полученные нами для студентов Самарского университета данные. Актуальность проводимой работы определяется необходимостью формирования ответственного отношения студентов к экологическим основам здоровья, новизна связана с тем, что для вузов региона проблема формирования качества здоровья студенческой молодежи детально не изучалась, ее эколого-популяционные составляющие ранее не рассматривались.

Методика. Выполнен сбор обезличенных данных медицинских осмотров студентов Самарского университета, проходящих обучение по естественнонаучному направлению (биологический факультет), оформление базы количественных показателей и последующая математическая обработка с применением пакета Excel.

Широко используемый в экспертных оценках, научных исследованиях и популярных изданиях оценочный показатель ИМТ рассчитывали по формуле (Райхесберг Н., 2000)

$$I = m/h^2,$$

где m – масса тела в кг, h – рост в м, и измеряется в $кг/м^2$. Его значения в упрощенном виде интерпретируют по следующей шкале: меньше 15 – острый дефицит веса; от 15 до 20 – дефицит веса; от 20 до 25 – нормальный вес; от 25 до 30 – избыточный вес; выше 30 – ожирение.

Результаты. Для девушек минимальное зафиксированное значение ИМТ составило 16, для юношей – 14,2, что соответствует острому дефициту веса. Максимум, зафиксированный для девушек – 37, для юношей – 33,8 (оба показателя соответствуют ожирению). Уровень средних показателей для девушек был в диапазоне от 19,7 до 21,3 (многолетнее среднее 20,5), для юношей – от 20,1 до 23,8 (многолетнее среднее 21,7). Это соответствует нормальному весу, с несколько более высокими показателями у юношей по сравнению с девушками.

Размах показателей ИМТ обнаружил изменчивость как по годам, так и в гендерном отношении. Так, для девушек разность между максимальным и минимальным значениями ИМТ в анализируемый период варьировала в диапазоне от 8,3 (2016) до 20,6 (2014), для юношей – от 6 (2014) до 15,5 и 15,9 (2019 и 2020 гг. соответственно). Данные различия отражают своеобразие статуса контингента студентов, относящегося к набору данного года. Для юношей меньший размах варьирования связан, как следует предполагать, с их меньшей численностью в студенческих группах (это многолетняя тенденция, свойственная факультету).

Изменчивость по годам минимальных, максимальных и средних уровней ИМТ и размаха их варьирования на анализируемом отрезке времени не показала заметной выраженности трендов. Для выявления возможных тенденций в динамике, относящейся к ИМТ студентов, мы рассмотрели для набора каждого года долю лиц, относящихся к условиям категориям по статусу здоровья (дефицит веса, нормальный вес, избыточный вес, ожирение). При этом для девушек-студенток, на фоне колебаний по годам, от 2015-2016 к 2020 гг. прослеживаются согласованные снижение доли лиц с дефицитом веса, от 66...67 до 35%, и рост доли лиц с нормальным весом – от 32...33 до 56% соответственно. Доля девушек с избыточным весом, достигая максимума в 2008 г. (13%), в последующие годы снизилась, либо не была представлена (в наборе 2016 г.), но в 2017-2020 появилась и достигла 10% в наборе 2020 г. Отмеченная картина связана со случайным характером формирования набора каждого года. Для контингента юношей изменения структуры по описанным категориям носят более выраженный колебательный характер, что отражает существенную «случайность» формирования этой части студенческого контингента. Так, специфической чертой контингента юношей в наборе 2019 г. стала необычно высокая доля лиц с дефицитом веса (73%). Негативными особенностями контингента 2019 и 2020 гг. являются появление лиц с избыточным весом и ожирением (по 9% в оба года соответственно).

Заключение. Таким образом, колебательный характер значений ИМТ по годам, который демонстрирует студенческий контингент разных лет набора, говорит о необходимости продолжения со студентами работы по пропаганде здорового образа жизни, правильного режима питания и активности. Некоторые тенденции улучшения картины не имеют абсолютного характера. Преподаватели университета, сотрудники и администраторы должны быть осведомлены об этих результатах, поскольку несомненно, что мероприятия по укреплению здоровья могут иметь потенциал для улучшения общей успеваемости и подготовки здорового контингента будущих специалистов.

Список литературы:

1. Маркова Т.Н., Семакина С.М., Рупасова О.Н., Михайлова С.А., Толмачева А.Ю., Владимирова А.В. Распространенность избыточной массы тела и ожирения у студентов, обучающихся на медицинском факультете, врачей и учителей // Здоровоохранение Чувашии. – 2005. – № 4. – С. 33-37.
2. Пешков М.В., Шарайкина Е.П. Показатели массы тела студенческой молодежи: современное состояние проблемы // Сибирское медицинское обозрение. – 2014. – № 4. – С. 49-56.
3. Райхесберг Н. Адольф Кетле, его жизнь и научная деятельность // Elibron Classics. – М., 2000. – С. 98.
4. Cosseddu G.G., Fenu A., Floris G. Some anthropometric indices // Anthropol. Contemp. – 1985. – Vol. 8, № 3. – Pp. 237-244.
5. Teixeira F.V., Pais-Ribeiro J.L., da Costa Maia A.R. Beliefs and practices of healthcare providers regarding obesity: a systematic review // Rev. Assoc. Med. Brasil. – 2011. – Vol. 58 (2). – Pp. 254-262.

On the Possibilities of Using the Body Mass Index Index to Reveal Trends in Changing the Health Status of Student Youth

Shvechikhina Yu.V., Ishchenko K.S., Kavelenova L.M.
Samara National Research University, Samara, Russia

The article is devoted to the study of body mass index (BMI) indicators of biology students at Samara University in 20008-2020. For girls, against the background of fluctuations over the years, from 2015-2016 to 2020. there is a consistent decrease in the proportion of people with underweight, an increase in the proportion of people with normal weight. For young men, changes in the BMI structure are of a more pronounced oscillatory character. The negative features of the 2019 and 2020 contingent are the emergence of overweight and obese people.

Key words: *students, physical health, body weight, Samara region, body mass index.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-236-239

Специфика формирования осанки у школьников, проживающих в г. Ханты-Мансийске на фоне недифференцированной дисплазии соединительной ткани

Шевнин И.А., Рагозин О.Н., Рагозина О.В., Ильющенко Н.А., Джафарова Б.З.
БУ ВО «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия»,
Ханты-Мансийск, Россия

Недифференцированные формы дисплазии соединительной ткани (ДСТ) широко распространены среди детей, проживающих в Ханты-Мансийске, в связи с чем представляется актуальной оценка влияния данной патологии, на формирование осанки у школьников Севера. Определение типа осанки и выявление стигм дисэмбриогенеза проведено у 208 школьников г. Ханты-Мансийска. Разделение типов осанки производилось на: нормальную, круглую, плоскую и сутулую. Участники с количеством стигм от 0 до 5 выделены в группу сравнения (n=66), остальные (6 и более) составили группу исследования (n=143). Была заведена карта, включающая 43 фена-признака. Исследованием установлено, что частота встречаемости

НДСТ среди детей в ХМАО-Югре заметно выше, чем у проживающих в умеренных широтах и оказывает негативное влияние на формирование осанки.

Ключевые слова: Север, осанка, физическое развитие, недифференцированная дисплазия соединительной ткани.

Введение. В настоящее время возросло количество детей, имеющих неблагоприятные изменения в состоянии здоровья. Известно, что увеличение заболеваемости детей приходится на школьный возраст (Батршин И.Т., 2012; Беспутчик В.Г. и др., 2009). Наиболее часто встречающимися среди хронической патологии являются нарушения костно-мышечной системы (Манюхин А.И., 2005) в том числе нарушения осанки. (Сарнадский В.Н., Фомичев Н. Г., Садовой М.А., 2003). Различные нарушения осанки встречаются у большинства детей (89,7%) школьного возраста (Ермолина Е.А., 2009). В виде преимущественно функциональных нарушений (46,9%) и сколиозов 1 степени (38%). При этом, чаще встречаются комплексные отклонения формы дорсальной поверхности туловища в двух (42,6 %) и трех (14,6%) плоскостях, превалирующими являются изменения в сагиттальной плоскости, как изолированные, так и сочетанные, что является основным провоцирующим фактором для развития морфологических изменений в позвоночнике и неблагоприятным фоном, для развития заболеваний внутренних органов (Еникеев А.Р., 2006; Манюхин А.И., 2005).

Совокупность таких факторов, как незавершенность адаптации, климат, образ жизни, в сочетании с недифференцированной дисплазией соединительной ткани заметно влияют на формирование типа осанки детей, а также на развитие деформации позвоночника.

Цель исследования: изучить половозрастные особенности формирования осанки у детей школьного возраста с недифференцированной дисплазией соединительной ткани, проживающих в г. Ханты-Мансийске.

Методика. Обследовано 208 детей в возрасте от 7 до 17 лет из них 143 мальчика и 65 девочек. К периоду второго детства относились 105 мальчиков и 43 девочки, к подростковому периоду относились 38 мальчиков и 22 девочки.

Оценка фенотипических проявлений дисплазии соединительной ткани проводилась по варианту карты Glesby (Glesby M.J., 1989) и Онуфрийчук (Онуфрийчук Ю.О. и др., 2009). Карта была заведена на каждого обследуемого и включала 43 признака-фена, с определением изменений со стороны скелета, кожи и мягких тканей, органа зрения, сосудов.

Участники исследования с количеством стигм от 0 до 5 выделены в группу сравнения (n=66), остальные (6 и более) составили группу исследования (n=143).

Оценка типа осанки производилась по методике Ковальковой (Ковалькова З.П., 1962) с разделением на следующие формы осанки: нормальная, круглая, плоская, кругло-вогнутая.

Результаты. Количество детей с недифференцированной дисплазией соединительной ткани (НДСТ) (6 и более стигм дисэмбриогенеза) в нашем исследовании составило 142 ребенка (68,2%).

Распределение форм осанки среди детей г. Ханты-Мансийска с НДСТ (ГИ): нормальную осанку имели 50 (67,57%) мальчиков и 11(44%) девочек второго периода детства. У мальчиков периода второго плоская спина, регистрировалась в 13,5% случаев, кругло-вогнутая и круглая 10,8 и 8,11% соответственно. Среди девочек периода второго детства 58% обследованных имели изменения формы осанки, среди которых круглая спина – у 28%, кругло-вогнутая – 20%, плоская – 8% обследованных.

Наиболее распространенными типами осанки в подростковый период развития были нормальный тип, регистрировавшийся у 45,5% мальчиков и 63,6% девочек, а

также круглая спина – выявленная у 36,4% девочек и 27,3% мальчиков, кругло-вогнутая и плоская спина определялись только у мальчиков данного периода развития в 15,2% и 12,1% случаев соответственно.

У детей группы сравнения получены следующие данные: нормальная осанка регистрировалась у 67,7% мальчиков и 50% девочек периода второго детства. Нарушения осанки в данной возрастной группе: кругло-вогнутая форма спины (у 31,8% девочек и 16,1% мальчиков). Плоская спина у 9% мальчиков и девочек. Кругло-вогнутый тип осанки имели 6% мальчиков и 9% девочек данного периода развития.

В подростковом возрасте установлено уменьшение количества лиц с нормальной формой спины (50% мальчиков и 28,7% девочек), с перераспределением их в группы с нарушениями осанки. Кругло-вогнутую форму спины имели 71,4% девочек и 16,7% мальчиков. Плоская форма спины регистрировалась только у 33,3% мальчиков подросткового возраста. Других форм нарушения осанки у детей подросткового периода развития выявлено не было.

Заключение. Частота встречаемости НДСТ среди школьников, проживающих в Ханты-Мансийске, гораздо выше, чем у проживающих в умеренных широтах и влияет на уровень физического развития. У мальчиков с НДСТ в подростковом возрасте наблюдается большее число лиц с нарушениями осанки по сравнению с группой мальчиков второго периода детства. У девочек наиболее неблагоприятен, именно второй период детства, а к подростковому наблюдается уменьшение числа патологических типов осанки. Качественные особенности нарушений осанки у детей с НДСТ заключаются в формировании круглой спины.

Список литературы:

- 1 Батршин И.Т. Климатогеографический фактор в развитии вертебральной деформации у детей Крайнего Севера // Гений ортопедии. – 2012. – № 1. – С. 81-84.
- 2 Беспутчик В.Г., Хотько А.В., Ярмлюк В.А. Здоровьесберегающие и здоровьесформирующие технологии профилактики нарушений и воспитание осанки у детей младшего школьного возраста // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2009. – № 10. – С. 11-14.
- 3 Еникеев А.Р. Факторы риска развития органических нарушений у детей со сколиозом / А.Р. Еникеев, З.М. Еникеева, Э.Н. Ахмадеева // Мед. вестн. Башкортостана. – 2006. – Т. 1, № 1. – С. 69-71.
- 4 Ермолина Е.А. Характеристика состояния здоровья и прогнозирование его нарушений у детей школьного возраста с патологией осанки: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Иваново, 2009. – 23 с.
- 5 Ковалькова З.П. Оценочные таблицы физического развития детей школьного возраста: методическое пособие. – Харьков, 1962. – 20 с.
- 6 Манюхин А.И. Влияние образовательного процесса на состояние здоровья учащихся // Российский педиатрический журн. – 2005. – № 3. – С. 10-14.
- 7 Онуфрийчук Ю.О., Рагозин О.Н., Радыш И.В., Журавлева Ю.С. Дисплазия соединительной ткани: распространенность и спектры фенотипических проявлений в различных климатических поясах // Экология человека. – 2009. – № 1. – С. 29-33.
- 8 Сарнадский В.Н., Фомичев Н.Г., Садовой М.А. Мониторинг деформации позвоночника методом компьютерной оптической топографии: пособие для врачей. – Новосибирск, 2003. – 44 с.
- 9 Glesby M.J., Pyeritz R.E. Association of mitral valve prolapse and systemic abnormalities of connective tissue // A phenotypic continuum. JAMA. – 1989. – Vol. 262(4). – P. 523-528.

The specifics of posture formation among schoolchildren living in the city of Khanty-Mansiysk against the background of undifferentiated connective tissue dysplasia

Shevnin I.A., Ragozin O.N., Ragozina O.V., Ilyushchenko N.A., Jafarova B.Z.
Khanty-Mansiysk State Medical Academy, Khanty-Mansiysk, Russia

Undifferentiated forms of DST are widespread among children living in Khanty-Mansiysk, in connection with which it is relevant to assess the influence of this pathology on the formation of posture in schoolchildren of the North. Determination of the type of posture and the identification of stigmas of dysembryogenesis was carried out in 208 schoolchildren of the city of Khanty-Mansiysk. Posture types were divided into: normal, round, flat and stooped. Participants with the number of stigmas from 0 to 5 were allocated to the comparison group (n=66), the rest (6 or more) made up the study group (n=143). A card was entered, including 43 hair dryers. The study found that the incidence of UCTD among children in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra is noticeably higher than among those living in temperate latitudes and has a negative effect on the formation of posture.

Key words: North, posture, physical development, undifferentiated connective tissue dysplasia.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-239-242

Влияние комбинированного действия соединений мышьяка и сурьмы на функции почек в субхроническом тесте

Шестаков Н.А.^{1,2}, Айзман Р.И.^{1,2}, Огудов А.С.², Чуенко Н.Ф.²

¹ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»,
Новосибирск, Россия

²ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»,
Новосибирск, Россия

Исследование проводилось на крысах самцах линии Вистар. Использовали четыре математически связанные серии доз, приготовленные путем последовательного разведения воды из техногенного озера по схеме: мышьяк: 0,15 – 0,05 – 0,016 – 0,0055 мг/л, сурьма: 0,68 – 0,227 – 0,075 – 0,025 мг/л. Обследование животных проводили до начала затравок (фон), на 40-й и 90-й дни эксперимента, с учетом процессов кумуляции химических элементов в почках. Получены новые данные о характере нефротоксического действия мышьяка и сурьмы при длительном совместном поступлении в организм лабораторных животных.

Ключевые слова: вода из техногенного озера, соединения мышьяка и сурьмы, крысы линии Вистар, нефротоксичность.

Введение. Рассеивание в окружающей среде мышьяка и сурьмы, являющихся примесными элементами руд цветных и благородных металлов, приводит к образованию в горнорудных районах геохимических аномалий, опасных для здоровья человека. Вследствие загрязнения атмосферного воздуха, почвы, местных продуктов питания и водных объектов, риск для здоровья населения проявляется на значительных расстояниях от источников загрязнения (Корнеева Т.В., Юркевич Н.В., Аминов П.Г., 2017; Огудов А.С., Турбинский В.В., 2017). Состав загрязнения и токсические свойства специфичны для каждого вида месторождений. В частности, мышьяк и сурьма относятся к нефротоксичным металлоидам, способным приводить к опосредованному апоптозу, ко-

гда гибель клеток детерминирована повреждением почечных канальцев (Robles-Osorio M., Sabath-Silva E., Sabath E., 2015).

Целью исследования являлась оценка вредного действия мышьяка и сурьмы, загрязняющих водные объекты в горнорудных районах Сибири, на функции почек крыс линии Вистар в субхроническом тесте.

Методика. Крысы самцы (120 особей линии Вистар), распределенные на пять групп, содержались на свободном питьевом режиме. Группа контроля получала чистую питьевую воду. Для затравок животных опытных групп использовали 4 серии концентраций мышьяка и сурьмы в питьевой воде, приготовленных путем последовательного разведения воды из техногенного озера по схеме: мышьяк 0,15 – 0,05 – 0,016 – 0,0055 мг/л, сурьма 0,68 – 0,227 – 0,075 – 0,025 мг/л.

Осморегулирующую и ионорегулирующую функции почек исследовали путем сбора утренней (фоновой) пробы мочи за 3 часа, с последующим внутрижелудочным введением воды в объеме 3% от массы тела и дальнейшим сбором мочи в метаболических клетках в течение 2-х часов (Айзман Р.И., Великанова Л.К., 1980). Определяли количество мочи в пробах, её осмолярность методом криоскопии (миллиосмометр «Osmomat», Германия), концентрацию ионов Na^+ и K^+ методом пламенной фотометрии (BWB-XP Flame Photometer, Великобритания). Статистическую обработку данных и построение графиков производили с применением пакета программ Statistica 10.0. Статистический анализ материалов проведен по t-критерию Стьюдента для независимых выборок, при достоверности различий между опытными и контрольными образцами $p < 0,05$.

Результаты. Для выявления нефротоксического эффекта мышьяка и сурьмы проведено сравнение показателей функционального состояния почек в опытных группах и группе контроля. Установлено, что в 3-й опытной группе показатели диуреза на 40-й день были достоверно выше по отношению к контрольному значению. Состояние полиурии, выявленное в 3-й опытной группе, объясняется развитием компенсаторно-приспособительных реакций организма на токсическое воздействие. На 90-й день, до проведения функциональной водной нагрузочной пробы, показатели диуреза в опытных группах достоверно не отличались от контроля. После её проведения на 90-й день, достоверные различия в величинах показателей диуреза наблюдались между группой контроля ($0,28 \pm 0,02$) и 1-й группой ($0,16 \pm 0,02$), 2-й группой ($0,36 \pm 0,02$), 4-й группой ($0,42 \pm 0,01$). Это подтверждает накопление на 90-й день нефротоксического эффекта, который проявился только при использовании водной нагрузки, требующей включения резервных возможностей почек, причем, изменения функций почек носили разнонаправленный характер. При наиболее высокой нагрузке мышьяка и сурьмы (1-я группа) выделение мочи снижалось, по мере снижения токсической нагрузки (2-я и 4-я группы) происходило компенсаторное увеличение объема выделенной мочи.

В 1-й, 2-й и 4-й опытных группах показатели натрийуреза на 40-й день были достоверно ниже значения в группе контроля. На 90-й день, до проведения функциональной водной нагрузочной пробы, обнаружено достоверное, по отношению к контрольному, возрастание показателя натрийуреза в 1-й опытной группе. В то же время, на 90-й день после проведения функциональной водной нагрузочной пробы выявлено достоверное снижение показателей натрийуреза в 2-й группе ($0,9 \pm 0,2$), 3-й группе ($1,3 \pm 0,7$) и 4-й опытной группе ($1,1 \pm 0,4$) по отношению к значению в группе контроля ($2,7 \pm 0,2$). Это свидетельствует об активации реабсорбционных механизмов, отражающих задержку ионов натрия в канальцах, что может быть обусловлено нарушением фильтрационно-реабсорбционного баланса в нефронах.

Показатели калийуреза в 1-й, 2-й и 4-й опытных группах на 40-й день эксперимента оказались достоверно ниже по отношению к величине в группе контроля. Разли-

чия показателей калийуреза на 90-й день до проведения функциональной водной нагрузочной пробы не являлись статистически значимыми. Достоверные различия показателей калийуреза на 90-й день после проведения функциональной водной нагрузочной пробы обнаружены между значениями в группе контроля ($76,4 \pm 5,1$) и 1-й группы ($24,2 \pm 2,1$), 2-й группы ($30,8 \pm 2,8$), 4-й группы ($38,7 \pm 4,9$). Таким образом, как и по натрию, калийэкскреторная функция почек после затравки водой с избыточными концентрациями сурьмы и мышьяка достоверно снизилась по сравнению с контролем. Это может свидетельствовать о нарушении калийсекреторной функции почек.

Количественные характеристики процессов нарушения транспорта ведущих ионов в почках опытных групп крыс подтверждают дозозависимый характер нарушения ионорегулирующей функции почек исследованными металлоидами. Причем, эти нарушения выявляются только после нагрузочных проб, когда требуется включение компенсаторных механизмов стабилизации гомеостаза.

На 40-й день достоверных различий между опытными группами и группой контроля в значениях выведения осмотически активных веществ не установлено. На 90-й день, до проведения функциональной водной нагрузочной пробы, обнаружено достоверное, по отношению к контролю, увеличение этого показателя только в 4-й опытной группе. Однако после проведения функциональной водной нагрузочной пробы различия между экспериментальными группами и группой контроля стали достоверными. В 3-й опытной группе на 40-й день отмечено достоверное снижение величины осмолярности мочи по отношению к значению в группе контроля, что, вероятно, является следствием полиурии. На 90-й день, до проведения функциональной водной нагрузочной пробы, зарегистрировано достоверное снижение показателей осмолярности в 1-й, 2-й и 4-й опытных группах по отношению к контрольному уровню, что является следствием снижения ионоуреза. После проведения функциональной водной нагрузочной пробы на 90-й день достоверные различия в показателях осмолярности по сравнению группой контроля ($278,7 \pm 21,3$) обнаружены у животных 1-й ($356,8 \pm 24,7$), 2-й ($232,6 \pm 8,3$) и 4-й ($177,0 \pm 12,3$) опытных групп, что объясняется изменением экскреции основных осмотически активных ионов в опытных группах животных.

Заключение. Таким образом, исследования по оценке вредного действия мышьяка и сурьмы, загрязняющих водные объекты в горнорудных районах Сибири, на функции почек крысы линии Вистар в субхроническом тесте, позволили получить новую информацию о характере и динамике нефротоксического эффекта. Данный эффект является результатом суммарного токсического действия мышьяка и сурьмы и заключается в нарушениях фильтрационно-реабсорбционно-секреторной функций почек. Парадоксальная зависимость некоторых проявлений эффекта от дозы связана с возрастанием на 40-й и 90-й дни эксперимента эффекта воздействия малых доз и уменьшением – больших.

Список литературы:

1. Айзман Р.И., Великанова Л.К. Оценка водно-солевого обмена и функции почек с помощью нагрузочных проб. Новые методы научных исследований в клинической и экспериментальной медицине. – Новосибирск: НГМУ, 1980. – 213 с.
2. Корнеева Т.В., Юркевич Н.В., Аминов П.Г. Геохимические особенности миграционных потоков в зоне влияния горнопромышленного техногенеза (г. Медногорск) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2017. – Т. 328. – № 2. – С. 85-94.
3. Огудов А.С., Турбинский В.В. Комплексные геохимические исследования в проектировании санитарно-защитных зон горнообогатительных комбинатов // Интер-Экспо Гео – Сибирь. – 2017. – № 3. – С. 210-214.

4. Robles-Osorio M., Sabath-Silva E., Sabath E. Arsenic-mediated nephrotoxicity // Renal Failure. – 2015. – Vol. 37. – № 4. – P. 542-547.

Effect of combined action of arsenic and antimony compounds on renal function in the subchronic test

Shestakov N.A.^{1, 2}, Aizman R.I.^{1, 2}, Ogudov A.S.², Chuenko N.F.²

¹Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

²Novosibirsk Research Institute of Hygiene, Novosibirsk, Russia

The study was conducted on male Wistar rats. We used 4 mathematically related series of doses prepared by sequential dilution of water from a man-made lake according to the scheme: arsenic: 0.15 – 0.05 – 0.016 – 0.0055, antimony: 0.68 – 0.227 – 0.075 – 0.025 mg/l. The animals were examined before inoculation (background), on days 40 and 90 of the experiment, taking into account the processes of cumulation of chemical elements in the kidneys. New data on the nature of nephrotoxic effects of arsenic and antimony in the long-term combined intake into the body of laboratory animals have been obtained.

Key words: water from a man-made lake, arsenic and antimony compounds, Wistar rats, nephrotoxicity.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-242-246

Особенности внепанкреатического действия глибенкламида при церебральной ишемии в высокогорье

Шувалова М.С.¹, Шидаков Ю.Х.-М.¹, Шаназаров А.С.²,

Жанузаков Д.З.¹, Мамытова А.Б.¹

¹Кыргызско-Российский Славянский Университет, Бишкек, Киргизия

²Институт горной физиологии и медицины НАН КР, Бишкек, Киргизия

Изучены особенности ремоделирования компонентов сосудистого сплетения и микроциркуляторного русла головного мозга при церебральной ишемии в высокогорье, представлены особенности действия глибенкламида на эти структуры. Показано, что рецептор сульфонилмочевины 1 (SUR1) в высокогорье становится более чувствительным к глибенкламиду, чем в низкогорье.

Ключевые слова: головной мозг, ишемия, глибенкламид, высокогорье.

Введение. Инсульт головного мозга (ИГМ) в горных регионах Кыргызстана является не редким явлением, при этом, транспортировка пострадавших в специализированные медицинские учреждения занимает гораздо большее время, чем период терапевтического окна (3,5 часа), в течение которого проведенное лечение поможет предотвратить отек головного мозга, от которого погибает большинство больных.

Единственным признанным средством коррекции отечных явлений головного мозга сегодня является декомпрессивная краниэктомия (Johnson R.D., Maartens N.F., Teddy P.J., 2011). Но данный метод имеет недостатки, которые сильно ограничивают использование его в практике, а именно: вероятность осложнений, связанных с декомпрессивной краниэктомией составляет более 50% (Jiang J.Y. et al., 2005). Потенциаль-

ные осложнения краниоэктомии включают нарушение всасывания ликвора, расширение послеоперационной гематомы, синдром трепанации и инфекцию хирургического участка. Последующая краниопластика имеет риск инфекции, отека мозга и реабсорбции костного лоскута (Moon J.W., Hyun D.K., 2017). Помимо перечисленного фактором риска развития потенциальных осложнений выступает возраст больных. Так, только 7% пациентов старше 65 лет имели хороший исход (De Bonis P. et al., 2011).

В этой ситуации во всем мире идет активный поиск эффективных средств, способных предотвратить развитие отека мозга после ишемического инсульта (Wang L., Zhang Z., Wang Y., Zhang R., Chopp M., 2004). В этом аспекте особое внимание ученых, начиная с 2001 года, привлекает препарат глибенкламид (Simard J.M., Geng Z., Woo S.K., Ivanova S., Tosun C., Melnichenko L., Gerzanich V., 2009; Ortega F.J., Jolkkonen J., Mahy N., Rodriguez M.J., 2013).

Основной механизм нейропротективного действия глибенкламида (Simard J.M., Kent T.A., Chen M., Tarasov K.V., Gerzanich V., 2007) связан с блокадой каналов клеточных мембран – SUR1-TRPM4 и КАТР-каналов, что приводит к значительному уменьшению ишемического отека, снижению частоты геморрагической конверсии и улучшению исходов (Simard J.M., Kent T.A., Chen M., Tarasov K.V., Gerzanich V., 2007; Simard J.M., Geng Z., Woo S.K., Ivanova S., Tosun C., Melnichenko L., Gerzanich V., 2009). Сравнительные результаты эффектов глибенкламида и декомпрессионной краниоэктомии показали, что оба метода лечения в равной степени снижают смертность: «однако, неврологическая функция в течении последующих двух недель показала, что глибенкламид превосходит декомпрессионную краниоэктомию» (Simard J.M. et al., 2014).

В Кыргызстане глибенкламид активно применяется для лечения сахарного диабета 2 типа (Мамутова С.К., Султаналиева Р.Б., Гришина О.В., Камбаров Т.К., 2009). Однако, особенности его внепанкреатического действия в зависимости от высоты проживания пациентов не подвергались серьезной научной проверке. Тем более, отсутствуют данные об особенностях действия глибенкламида при церебральных нарушениях в условиях высокогорья.

На основании изложенного целью настоящего сообщения является изложение результатов исследований предупреждения развития отека головного мозга применением глибенкламида у больных с мозговым инсультом в условиях высокогорья.

Методика. Работа выполнена на базе Лаборатории экспериментального моделирования патологических процессов Кыргызско-Российского Славянского Университета (КРСУ), Кыргызстан, Бишкек (высота 760 м над ур. моря) и высокогорной базе Института горной физиологии НАН КР (перевал Туя-Ашу – 3200 м над ур. моря). Объектом исследования служили 58 белых беспородных лабораторных крыс – самцов весом 220-270 г. Предварительно животных разделили на 4 группы – в первую вошли здоровые, интактные животные; во вторую – крысы с моделированной ишемией головного мозга в условиях низкогогорья; 3-ю группу составили интактные крысы, которые подвергались транспортировке в высокогорье; в 4-ю группу вошли крысы, у которых ИГМ была воспроизведена в условиях высокогорья. В качестве модели экспериментальной ИГМ был выбран метод субтотальной ишемии по В.Д. Розвадовскому (1985), согласно которому были перевязаны обе общие сонные артерии. Через 1 час после операции животным вводили 0,5 мл микронизированного глибенкламида *per os*.

Все экспериментальные вмешательства осуществлялись в соответствии с соблюдением «Правил лабораторной практики в Российской Федерации» (Приказ МЗ РФ от 19 июня 2003 № 267). Протокол исследований одобрен локальным этическим комитетом при НПО «Профилактическая медицина» МЗ КР.

После воспроизведения экспериментального вмешательства на горных высотах животных транспортировали в Бишкек (760 м над ур. моря) и в течение 3-х суток содержали в стандартных условиях вивария. На 3-и сутки после моделирования ЧМТ животных выводили из эксперимента путем передозировки Хлороформа.

Материалом для исследования послужило сосудистое сплетение головного мозга, микроциркуляторное русло головного мозга при церебральных нарушениях в условиях пребывания в низкогорье, а также, возникших в условиях высокогорья (Туя-Ашу, 3200 м над ур. моря).

Микроциркуляторное русло изучалось микроскопическим методом. Срезы мозга окрашивались гематоксилином-эозином и пикрофуксином по Ван-Гизон. Готовые препараты изучались под микроскопом Olympus B×40 (Япония). Одновременно проводили серийное микрофотографирование с помощью цифрового фотоаппарата, подключенного к компьютеру, также проводилось протоколирование результатов. Морфометрию компонентов ССГМ проводили с помощью приложения для измерения микроскопических объектов TopView.

Статистическая обработка полученных данных проводилась в программе SPSS 16.0. Нормальность распределения оценивали согласно критерию Колмагорова-Смирнова. В случае нормального распределения данных использовали параметрический t-критерий Стьюдента. В случае ненормального распределения данных статистическую обработку проводили с использованием U-критерия Мана-Уитни. Достоверными считались отличия с уровнем значимости более 95% ($P < 0,05$).

Результаты. Независимо от высоты местности у животных с ишемией головного мозга под действием препарата происходит увеличение диаметра капилляров и снижение диффузионных расстояний капилляров.

При ИГМ без применения глибенкламида наблюдается резкое расширение кровеносных сосудов ССГМ и замедление органного кровотока. У животных с применением глибенкламида этих изменений не отмечается. В опытах с применением глибенкламида визуализируются значительно реже дистрофия эпендимоцитов, вакуолизация цитоплазмы, глыбчатый распад ядер, усиление апоптоза, нарушение проницаемости капилляров, кровоизлияния в строму, которые являются структурной основой функциональных нарушений кровотока в ССГМ после билатеральной окклюзии общих сонных артерий (БООСА).

Глибенкламид приводит к моделированию эпендимиального покрова ССГМ. Объем эпендимиальных клеток после применения глибенкламида в среднем снизился на 51% ($P < 0,001$), объем ядра уменьшился на 40% ($P < 0,001$), а объем цитоплазмы – на 51% ($P < 0,001$).

Сравнительная оценка полученных результатов с применением глибенкламида показала, что высота и объем эпендимоцитов в низкогорье превышают, а в высокогорье не достигают исходных величин, что обусловлено тем, что в условиях высокогорья даже у интактных животных отмечается увеличение размеров эпендимоцитов вследствие отека, по сравнению с данными здоровых животных в предгорье. Причем, в низкогорье размеры эпендимоцитов нарастают, главным образом, за счет цитоплазмы, в высокогорье – за счет ядра. Поэтому, значения ядерно-цитоплазматических индексов эпендимоцитов у животных с ИГМ в высокогорье значительно превышают данные, полученные в низкогорье. Изложенное позволяет предположить, что рецептор сульфонилмочевины 1 (SUR1) в высокогорье становится более чувствительным к глибенкламиду, чем в низкогорье.

В макроциркуляторной подсистеме кровеносного русла мозга редукция кровотока после БООСА вызывает утолщение интимы, пролиферацию субэндотелиального слоя, переориентацию пространственной организации гладкомышечных клеток. Эти измене-

ния по сути своей являются компенсаторно-приспособительными, направленными на сбалансирование емкости кровеносного русла и объема протекающей по нему крови.

Заключение. Глибенкламид модифицирует ремоделирование ангиоархитектоники, сосудистой стенки, реологию циркулирующей крови и паравазального окружения после БООСА, а также макро- и микроциркуляторных подсистем кровеносной системы головного мозга в условиях высокогорной гипоксической гипоксии. Препарат, блокируя SUR1-TRPM4 каналы, значительно уменьшает явления вазогенного и цитотоксического отеков, причем, в высокогорной серии животных этот эффект более выражен.

Список литературы:

1. Мамутова С.К., Султаналиева Р.Б., Гришина О.В., Камбаров Т.К. Сахарный диабет 2 типа. – Бишкек, 2009. – 43 с.
2. De Bonis P., Pompucci A., Mangiola A., Paternoster G., Festa R., Nucci C.G. et al. Decompressive craniectomy for elderly patients with traumatic brain injury: it's probably not worth the while// *J Neurotrauma*, 2011. – Vol. 28(10). – P. 2043-2048.
3. Johnson R.D., Maartens N.F., Teddy P.J. Technical aspects of decompressive craniectomy for malignant middle cerebral artery infarction. *J Clin Neurosci*. 2011. – 18(8). – P. 1023-1027.
4. Jiang J.Y., Xu W., Li W.P., Xu W.H., Zhang J., Bao Y.H. et al. Efficacy of standard trauma craniectomy for refractory intracranial hypertension with severe traumatic brain injury: a multicenter, prospective, randomized controlled study// *J Neurotrauma*. – 2005. – Vol. 22. – P. 623-628.
5. Moon J.W., Hyun D.K. Decompressive craniectomy in traumatic brain injury: a review article // *Korean J Neurotrauma*, 2017. – Vol. 13(01). – P. 1-8.
6. Ortega F.J., Jolkkonen J., Mahy N., Rodriguez M.J. Glibenclamide enhances neurogenesis and improves long-term functional recovery after transient focal cerebral ischemia // *J. Cereb. Blood Flow Metab.*, 2013. – Vol. 33. – P. 356-364.
7. Simard J.M., Geng Z., Woo S.K., Ivanova S., Tosun C., Melnichenko L., Gerzanich V. Glibenclamide reduces inflammation, vasogenic edema, and caspase-3 activation after subarachnoid hemorrhage// *J. Cereb. Blood Flow Metab.*, 2009. – Vol. 29. – P. 317-330.
8. Simard J.M., Kent T.A., Chen M., Tarasov K.V., Gerzanich V. Brain oedema in focal ischaemia: molecular pathophysiology and theoretical implications // *Lancet Neurol.*, 2007. – Vol. 6. – P. 258-268.
9. Simard J.M., Sheth K.N., Kimberly W.T., Stern B.J., Del Zoppo G.J., Jacobson S., Gerzanich V. Glibenclamide in cerebral ischemia and stroke // *Neurocritical care*. – 2014. – Vol. 20(2). – P. 319-333.
10. Wang L., Zhang Z., Wang Y., Zhang R., Chopp M. Treatment of stroke with erythropoietin enhances neurogenesis and angiogenesis and improves neurological function in rats // *Stroke*, 2004. – Vol. 35(7). – P. 1732-1737.

Features of the extrapancreatic action of glibenclamide in cerebral ischemia in the highlands

Shuvalova M.S.^{1,2}, Shidakov Yu.X-M.¹, Shanazarov A.S.², Zhanuzakov D.Z.¹, Mamytova A.B.¹

¹Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyz Republic

²Institute of Mountain Physiology and Medicine

of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic

The features of remodeling of the components of the vascular plexus and the microcirculatory bed of the brain in cerebral ischemia in the highlands are studied, the features of the action of glibenclamide on these structures are presented. It is shown that the sulfonylurea receptor 1 (SUR 1) in the highlands becomes more sensitive to glibenclamide than in the low mountains.

Key words: brain, ischemia, glibenclamide, highlands.

DOI 10.34014/MPPHE.2021-246-249

Эффективность раннего локального применения гиалуроновой кислоты при экспериментальной травматической ишемии мышц конечности

Шулепов А.В., Шперлинг И.А., Юркевич Ю.В., Шперлинг Н.В.

ФГБУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт
военной медицины» МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

Эксперименты выполнены на 280 крысах-самцах линии Вистар массой 300-340 гр. Дизайн исследования включал: моделирование компрессионной травмы мягких тканей бедра, локальное введение препарата гиалуроновой кислоты в область повреждения через 3 ч после прекращения компрессии, учет результатов через 7, 14 и 28 суток. Введение в область компрессионного повреждения мягких тканей гиалуроновой кислоты снижает выраженность миоглобинемии, обеспечивает повышение иммуногистохимической плотности VEGF-позитивных клеток, улучшает перфузионные характеристики микроциркуляции, кислородной сатурации, удельного потребления кислорода тканями.

Ключевые слова: травматическая ишемия мышц, гиалуроновая кислота, миоглобин, микроциркуляция, метаболизм, морфометрия.

Введение. Синдром длительного раздавливания является опасным для жизни осложнением компрессионной травмы, в результате которого развиваются цитоллиз, рабдомиолиз, токсемия и миоглобинемия. После устранения компрессии в ишемизированных тканях развивается реперфузия, что становится причиной прогрессирования патологического процесса. Определяющую роль в исходе заболевания играет генерализация эндотоксикоза, степень которого напрямую зависит от объема поврежденной ткани. В связи с этим, оказание помощи направлено на сохранение тканей в области повреждения и профилактику развития системных нарушений (Хитрихеев В.Е. и др., 2017). Перспективным направлением саногенеза мышечных повреждений представляется регионарная активация клеточных систем репарации. Имеются доказательства положительного регенеративного эффекта локального применения гидрогеля гиалуроновой кислоты (ГК) (Хабаров В.Н. и др., 2012). Вместе с тем закономерности формирования структурно-клеточных преобразований в области обширного компресси-

онного повреждения мягких тканей при локальном введении гиалуроновой кислоты остаются не изученными.

Цель исследования: экспериментально изучить особенности гистоморфологических изменений, ангиогенеза, микроциркуляторных нарушений и окислительного метаболизма скелетных мышц, подвергнутых компрессионной травме, и оценить возможности их коррекции локальным введением в область повреждения гиалуроновой кислоты.

Методика. Материалом исследования явились результаты экспериментов, выполненных на 280 крысах-самцах линии Вистар весом 300-340 гр. в соответствии с требованиями действующего законодательства о работе с лабораторными животными. Дизайн исследования включал: моделирование компрессионной травмы мягких тканей бедра, устранение компрессии, локальное введение препаратов в область повреждения, динамическое наблюдение в течение 28 сут. Предварительно наркотизированных животных (внутримышечно кетамин и ксилазин из расчета 60 и 10 мг/кг массы тела соответственно) подвергали механической компрессии на уровне бедра тазовой конечности путем наложения тисков на 7 ч с силой давления 10-12 кг/см². Через 3 ч после устранения компрессии веерным обкалыванием вводили в область сдавления мягких тканей ГК или 0,9% раствор натрия хлорида (контрольная группа). ГК применяли в форме 1,75% раствора препарата «Гиалифт 3,5» (Испания). Объем вводимых препаратов составил 0,5-0,6 мл/животное. Учет результатов проводили через 7, 14 и 28 сут после введения препаратов. Содержание миоглобина в сыворотке крови (нг/мл) определяли с помощью набора Myoglobin (STAT) (Германия). Функцию микроциркуляторного звена в области сдавления оценивали с помощью аппарата лазерной доплеровской флоуметрии «ЛАКК-М» (Россия), измеряли показатель постоянной составляющей перфузии (M, пф. ед.), уровень кислородной сатурации крови микроциркуляторного русла (SO₂, %) и показатель удельного потребления кислорода тканями (U, усл. ед.). Для выявления гистоморфологических особенностей фрагменты мягких тканей области повреждения исследовали с помощью световой микроскопии и иммуногистохимическим методом. Для световой микроскопии биоматериал окрашивали по Массону, далее в перинекротической области в 3 случайных полях зрения измеряли относительные площади мышечных волокон (S_{muscle}, %) и межмышечного интерстициального пространства (S_{ematrix}, %). Для оценки активности сосудистого роста проводили иммуногистохимическую оценку материала по маркеру VEGF с помощью антител к VEGF (NeoMarkers, США). Рассчитывали индекс капиллярного роста (I_{VEGF}, %), увеличение которого указывает на нарастание выраженности капиллярной сети в исследуемой ткани. Для оценки полученных данных применяли вариационно-статистический метод с помощью пакета прикладных программ Statistica 10. Рассчитывали медиану (Me), верхний и нижний квартили (Q₂₅; Q₇₅), уровень достоверности определяли по критерию Манна-Уитни (критическим принят уровень статистической значимости p<0,05).

Результаты. Продолжительная (7 ч) компрессия мягких тканей бедра у крыс вызывала развитие выраженного рабдомиолиза. Уровень миоглобина в сыворотке крови у крыс через 7-28 сут после локального введения 0,9% натрия хлорида был в среднем в 28-21 раз (p<0,05) выше значений у интактных животных. В аналогичные сроки исследования у крыс после введения ГК выраженность миоглобинемии была существенно меньше: уровень миоглобина превышал значения у интактных животных в среднем в 8-13 раз (p<0,05), что свидетельствовало о миопротективном действии препарата, введенного локально в ранний посттравматический период.

Миопротективный эффект локального применения ГК подтвердили результаты морфометрического исследования гистологических препаратов. Продолжительное сдавление мягких тканей вызывало грубые структурные изменения скелетных мышц, в

зоне воздействия, в течение всего периода наблюдения. Так, через 7, 14 и 28 сут после травмы у крыс в контрольной группе, относительная площадь мышечных волокон (S_{muscle}) была в среднем на 57,1%, 48,5% и 45,7% ($p < 0,05$) меньше значений у интактных крыс. Введение ГК в зону повреждения в аналогичные сроки наблюдения по сравнению с контрольной группой позволило увеличить показатель S_{muscle} в среднем на 23,7%, 26,5% и 26,9% ($p < 0,05$). Изменения показателей относительной площади мышечных волокон сопровождались соответствующей динамикой показателя относительной площади межмышечных пространств (S_{ematrix}).

Локальное введение ГК более значимо влияло на повышение иммуногистохимической плотности VEGF-позитивных клеток как свидетельство активного сосудистого роста в зоне повреждения, обеспечивающего ее участие в регуляции неоангиогенеза.

Посткомпрессионный период характеризовался существенным снижением микроциркуляции в зоне сдавления. Локальное введение ГК позволило улучшить перфузионные характеристики микроциркуляции, что является основным условием метаболизма и регенерации поврежденных тканей. Несмотря на то, что к исходу периода наблюдения у животных с компрессионной травмой показатели микроциркуляции не достигали значений в интактной группе, у крыс после введения ГК в течение 7-14 сут эксперимента значения показателей М (отражает перфузию в микроциркуляторном русле) и U (отражает степень потребления кислорода тканями) были статистически значимо больше по сравнению с животными контрольной группы. При этом значение такого функционального показателя микроциркуляции, как кислородная сатурация (SO_2), было ниже, что в целом свидетельствует о более высокой метаболической активности тканей под влиянием ГК.

Заключение. Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что раннее локальное введение в область компрессионного повреждения мягких тканей (через 3 ч после прекращения компрессии) гиалуроновой кислоты оказывает миопротективное действие, которое опосредовано активацией ангиогенеза, улучшением эффективности микроциркуляции и метаболизма, уменьшением выраженности перитравматических нарушений. Являясь активным стимулятором репаративных процессов, гиалуроновая кислота может оказаться перспективным компонентом для ранней локальной коррекции обширных травматических повреждений.

Список литературы:

1. Хабаров В.Н., Бойков П.Я., Селянин М.А. Гиалуроновая кислота: получение, свойства, применение в биологии и медицине. – М., 2012. – 224 с.
2. Хитрихеев В.Е., Жигаев Г.Ф., Рыбдылов Д.Д., Миткинов О.Э. Синдром длительного сдавления // Врач скорой помощи. – 2017. – № 2. – С. 55-68.

The effectiveness of early local administration of hyaluronic acid in experimental traumatic ischemia of the limb muscles

Shulepov A.V., Shperling I.A., Yurkevich Yu.V, Shperling N.V.
State Scientific Research Test Institute of the military medicine
of the Russian Federation Defense Ministry, St-Petersburg, Russia

The experiments were performed on 280 male Wistar rats weighing 300-340 g. The design of the study included: modeling of compression injury of the soft tissues of the thigh, local injection of the preparation of hyaluronic acid "Gialift 3.5" into the area of damage 3 hours after the cessation of compression, taking into account the results after 7, 14 and 28 days. The introduction of hyaluronic

acid into the area of compression injury of soft tissues reduces the severity of myoglobinemia, increases the immunohistochemical density of VEGF-positive cells, improves the perfusion characteristics of microcirculation, oxygen saturation, and specific oxygen consumption by tissues.

Keywords: *traumatic muscle ischemia, hyaluronic acid, myoglobin, microcirculation, metabolism, laser Doppler flowmetry, morphometry.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-249-251

Влияние мультисегментарной электростимуляции в сочетании с проприоцептивной стимуляцией спинного мозга на изменения рефлекторной возбудимости мотонейронов больных с нарушениями двигательных функций церебрального генеза

Якупов Р.Н.¹, Ананьев С.С.^{1,2}, Павлов Д.А.¹, Антипов И.В.¹, Балыкин М.В.¹

¹ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

²ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия

В исследовании приняли участие 15 мужчин с двигательными нарушениями центрального генеза. Использовали чрескожную электрическую стимуляцию спинного мозга (ЧЭССМ) с наложением электродов в проекции поясничного утолщения, проприоцептивную стимуляцию, их комбинирование. Полученные данные показали эффективность сочетанного курса ЧЭССМ и проприоцептивной стимуляции на изменения возбудимости спинальных локомоторных нейронных сетей.

Ключевые слова: *электрическая стимуляция, спинной мозг, проприоцептивная стимуляция, реабилитация, мотонейрон.*

Введение. Вопросы реабилитации пациентов с двигательными нарушениями различного генеза имеют высокое социальное значение. Известно, что неинвазивная чрескожная электростимуляция спинного мозга способна воздействовать на двигательные функции пациентов со спинальной патологией (Gerasimenko Y. et al., 2015; Sayenko D.G. et al., 2015). Проведенное нами ранее исследование показало эффективность влияния ЧЭССМ на локомоторные функции пациентов с двигательными нарушениями центрального генеза (Балыкин М.В. с соавт., 2017). Кроме того, в литературе имеются данные, свидетельствующие о важности сенсорного входа от рецепторов конечностей в регуляции шагательных движений (Wirz M., Colombo G., Dietz V., 2001; Abel R., Schablowski M., Rupp R., Gerner H., 2002; Мусиенко П.Е., Богачева И.Н., Герасименко Ю.П., 2005). В этой связи, актуальным является вопрос о возможностях сочетанного воздействия мультисегментарной ЧЭССМ и проприоцептивной стимуляции мышц ног на центральные генераторы паттернов локомоторных движений для коррекции моторных функций после перенесенного инсульта.

В рамках проведенного исследования была поставлена цель: оценить влияние неинвазивной ЧЭССМ в проекции поясничного утолщения в сочетании с проприоцептивной стимуляцией на рефлекторную возбудимость мотонейронов у больных с патологией церебрального кровообращения.

Методика. В исследовании приняли участие 15 мужчин с двигательными нарушениями центрального генеза, перенесших инсульт головного мозга со сроком давности 2-5 месяцев (ранний восстановительный период), в неврологическом статусе которых отмечались гемипарезы.

Исследование проводилось на базепервичного сосудистого отделения Государственного учреждения здравоохранения «Центральная клиническая медико-санитарная часть имени заслуженного врача России В.А. Егорова» г. Ульяновска. В соответствии с принципами Хельсинской декларации было получено информированное письменное согласие испытуемых на участие в исследованиях.

Для вызова шагательной ритмики применялась мультисегментарная ЧЭССМ на уровне T11-T12 и L1-L2 позвонков между остистыми отростками, которая проводилась с помощью стимулятора СЭЛ-2 (ГУАП, СПб) с частотами 30 и 5 Гц, соответственно. Проприоцептивная стимуляция включала выполнение пассивных шагательных движений с заданной амплитудой и частотой движения ног с помощью аппаратно-программного комплекса (ООО «Косима»). Экспериментальные воздействия включали 5-минутные сеансы ЧЭССМ, механостимуляции мышц нижних конечностей (пассивные движения ног) и их сочетание. Проявление локомоторных функций при ЧЭССМ отмечали по вызванным моторным ответам (ВМО) и электрической активности мышц нижних конечностей, которые регистрировали с помощью восьмиканального электромиографа «Нейро-МВП-8» (фирма «Нейрософт», Россия). Электромиограммы (ЭМГ) мышц обеих ног (*m. rectus femoris*, *m. tibialis anterior*) отводили биполярными поверхностными электродами. Для регистрации ЭМГ биполярные накожные электроды с межэлектродным расстоянием 2 см были установлены на мышцах, с ориентацией вдоль волокон мышцы. Вызванные моторные ответы в мышцах ног регистрировались во время одиночной стимуляции спинного мозга при пороговой интенсивности тока. Показатели ВМО рассчитывались с помощью специализированной программы. В электромиографических исследованиях были изучены пороги ВМО, средняя (Аср.) и максимальная амплитуда (Амакс.) ВМО.

Для оценки эффективности ЧЭССМ и проприостимуляции был проведен курс продолжительностью 3 недели, во время которого испытуемые получали 16-18 сеансов воздействий.

Результаты. В результате проведенного электронейромиографического тестирования до и после сочетанного курса стимуляционных воздействий был обнаружен ряд отличий в величинах параметров вызванных моторных ответов исследованных мышц, указывающих на изменения рефлекторной возбудимости мотонейронного пула нижних конечностей. Установлено, что после проведенного курса ЧЭССМ у испытуемых отмечается снижение порогов возбудимости и увеличение максимальной амплитуды ВМО тестируемых мышц.

При исследовании параметров ВМО в динамике проведенного курса установлено, что порог ВМО *m. rectus femoris* снижается на 4,2% в середине курса и на 12,9% после проведения курса по сравнению с исходными данными. В мышце голени порог ВМО снизился на 3,4 и 10,7% в середине и после курса соответственно. В мышце голени (*m. tibialis anterior*) порог ВМО снизился на 3,4 и 10,7% в середине и после курса соответственно. Средняя амплитуда ВМО *m. tibialis anterior* увеличилась на 5,1% в середине курса и на 21,6% после курса.

Результаты исследования показали, что пороговые значения ВМО мышц бедра и голени в ходе курса имеют тенденцию к снижению, в то время как амплитудные характеристики, напротив, увеличиваются.

Заключение. Представленные данные свидетельствуют, что сочетанный курс ЧЭССМ и проприоцептивной стимуляции приводит к изменениям рефлекторной возбудимости поясничных нейронных структур на уровне сегментарного аппарата спинного мозга.

Список литературы:

1. Балыкин М.В., Якупов Р.Н., Машин В.В., Котова Е.Ю., Балыкин Ю.М., Герасименко Ю.П. Влияние неинвазивной электрической стимуляции спинного мозга на локомоторные функции пациентов с двигательными нарушениями центрального генеза // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2017. – Т. 94, № 4. – С. 4-9.
2. Мусиенко П.Е., Богачева И.Н., Герасименко Ю.П. Значение периферической обратной связи в генерации шагательных движений при эпидуральной стимуляции спинного мозга // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2005. – Т. 95, № 12. – С. 1407-1420.
3. Abel R., Schablowski M., Rupp R., Gerner H. Gait analysis on the treadmill – monitoring exercise in the treatment of paraplegia // Spinal Cord. – 2002. – № 1. – P. 17-22.
4. Gerasimenko Y., Gorodnichev R., Puhov A., Moshonkina T., Savochin A., Selionov V., Roy R.R., Lu D.C., Edgerton V.R. Initiation and modulation of locomotor circuitry output with multisite transcutaneous electrical stimulation of the spinal cord in noninjured humans // J. Neurophysiol. – 2015. – Vol. 113, N 3. – P. 834-842.
5. Sayenko D.G., Atkinson D.A., Floyd T.C., Gorodnichev R.M., Moshonkina T.R., Harkema S.J., Edgerton V.R., Gerasimenko Y.P. Effects of paired transcutaneous electrical stimulation delivered at single and dual sites over lumbosacral spinal cord // Neuroscience Letters. – 2015. – Vol. 609. – P. 229-234.
6. Wirz M., Colombo G., Dietz V. Long term effects of locomotor training in spinal humans // J. of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry. – 2001. – Vol. 71, № 1. – P. 93-96.

Effect of multisegmental electrical stimulation in combination with proprioceptive stimulation of the spinal cord on changes in reflex excitability of motor neurons

Yakupov R.N.¹, Ananiev S.S.^{1,2}, Pavlov D.A.¹, Antipov I.V.¹, Balykin M.V.¹

¹Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

²I.P. Pavlov Institute of Physiology, St. Petersburg, Russia

The study involved 15 men with movement disorders of central origin. We used percutaneous electrical stimulation of the spinal cord with the application of electrodes in the projection of the lumbar thickening, proprioceptive stimulation, and their combination. The data obtained showed the effectiveness of the combined course of percutaneous electrical stimulation of the spinal cord and proprioceptive stimulation on changes in the excitability of spinal locomotor neural networks.

Key words: *electrical stimulation, spinal cord, proprioceptive stimulation, rehabilitation, motor neuron.*

DOI 10.34014/MPPHE.2021-251-254

Синтез хелатных соединений аминокислот с металлами

Ямских А.А., Иванова Л.А.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия

Проведены реакции синтеза глицина с щелочными, щелочно-земельными и двухвалентными 3-d металлами, изучены их физико-химические свойства. В качестве реагентов применя-

лись гидроксиды или сульфаты лития, магния, кальция, марганца, железа, меди, цинка, кобальта и натрия.

Ключевые слова: хелаты, глицинаты щелочных и щелочноземельных металлов, глициваты двухвалентных 3-d металлов.

Введение. Большинство органических комплексов в живой природе относятся именно к хелатным соединениям и играют важную роль. Так как усваивание минералов в основном происходит в тонком кишечнике, а более устойчивая форма хелатных соединений защищает их от разрушения соляной кислотой в желудке. Данное свойство используется в медицине и животноводстве для восполнения дефицита микроэлементов (Лысиков Ю.А., 2012; Сыровая А.О., 2014).

Цель работы: синтез хелатных соединений аминокислот с металлами и их идентификация.

Задачи:

- 1) подобрать методики синтеза и идентификации хелатных соединений, при необходимости модифицировать;
- 2) синтезировать хелатные соединения по отобранным методикам;
- 3) провести идентификационный анализ полученных хелатных соединений.

Методика. Сущность способа получения солей глицина лития, магния, кальция заключается в действии на водный раствор глицина гидроксидами соответствующих металлов. Способ получения солей основан на классической реакции нейтрализации (Кукушкин В.Ю., 1990). Выход целевых продуктов зависит от следующих факторов: растворимости реагента в водной среде, температуры и времени реакции (Кадырова Р.Г., 2014).

Результаты. Синтез глицината лития осуществляется в гомогенной среде, температура реакции 40 °С, время 20 минут с последующей выдержкой при комнатной температуре в течение одного часа.

Глицинаты магния и кальция получают в оптимальных условиях: температура реакции 90-95 °С, время 35-40 минут. Не вступившие в реакцию гидроксиды фильтруют, гомогенные растворы фильтратов упаривают с последующим выделением целевых продуктов.

Глицинаты марганца (II) и железа (II) получают действием глицина на реакционный водный раствор гидролизатов соответствующих сульфатов в кислой среде (рН 2-3). При этом используется минимальное количество воды (растворителя) для реакции, чтобы создать условия выпадения кристаллов целевых продуктов из реакционной смеси.

В щелочной среде образование глицинов марганца (II) и железа (II) затруднено, так как гидроксиды Mn (II) и Fe (II) в щелочных растворах не растворяются и быстро подвергаются окислению до $MnO(OH)_2$ и $Fe(OH)_3$, соответственно.

Медные, цинковые соли глицина получают действием сульфата соответствующего металла (присыпание кристаллического реагента) на гомогенную реакционную смесь глицина и гидроксида натрия в водной среде.

При синтезе глицината кобальта (II) в качестве реагента используют $CoCl_2$

Оптимальные условия синтеза глицинов меди (II) и цинка (II): температура реакции 50-60 °С, время 20 минут, гомогенная реакционная среда (рН>7).

Оптимальные условия синтеза глицината кобальта (II): гомогенная реакционная среда (рН>7), выдержка при комнатной температуре в течение двух часов.

Согласно выбранной методике, были получены глицинаты указанных металлов с различным выходом. Практический выход синтеза хелатов находился в диапазоне

63,87-98,36%. Максимальный выход продукта был отмечен у глицината меди (II) (98,36%), минимальный – у глицината кальция (63,87).

Цвета кристаллов полученных хелатов разнообразны: белый у глицината лития, глицината кальция и глицината цинка, белый с бирюзовым оттенком у глицината магния, белый с розовым оттенком у глицината марганца (II), желтоватый у глицината железа (II), ярко-синий у глицината меди (II), темно-вишневый у глицината кобальта (II).

По отношению полученных глицинатов к воде – практически все из них хорошо растворяются в воде, за исключением глицинатов железа (II), меди (II), которые частично растворяются в воде, а глицинат цинка, в свою очередь, вообще не растворяется в воде.

Для подтверждения структуры полученных соединений были проведены соответствующие качественные реакции на наличие катионов соответствующих металлов и аминокрупп.

Заключение. В результате проведенных исследований были синтезированы: глицинат лития дигидрат, глицинат магния дигидрат, глицинат кальция дигидрат, глицинат марганца (II) дигидрат, глицинат железа (II) дигидрат, глицинат меди (II) дигидрат, глицинат цинка дигидрат и глицинат кобальта (II) дигидрат. Полученные кристаллогидраты соответствуют таким физическим показателям как цвет кристалла и растворимость в воде.

Проведенный идентификационный анализ подтвердил наличие аминокруппы и соответствующего катиона металла во всех полученных хелатных соединениях.

Список литературы

1. Лысиков Ю.А. Аминокислоты в питании человека // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – Москва: ГУ Институт питания РАМН, 2012. – № 2. – С. 88-105.
2. Кадырова Р.Г., Кабиров Г.Ф., Муллахметов Р.Р. Биологические свойства и синтез комплексных солей α -аминокислот биогенных металлов: монография. – Казань: Казанский гос. энергетический ун-т, 2014. – 107 с.
3. Кукушкин В.Ю., Кукушкин Ю.Н. Теория и практика синтеза координационных соединений / под ред. Н.М. Жаворонкова; АН СССР, Отд-ние физикохимии и технологии неорганич. материалов. – Л.: Наука: Ленингр. отд-ние, 1990. – 259 с.
4. Сыровая А.О. Аминокислоты глазами химиков, фармацевтов, биологов: в 2 т. Т. 1 / под ред. Шаповал Л.Г. [и др.]. – Харьков: «Щедра садиба плюс», 2014. – 228 с.

Synthesis of chelated compounds of amino acids with metals

Yamskikh A.A., Ivanova L.A.
Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

The article describes the reactions of glycine synthesis with alkaline, alkaline-earth and divalent 3-d metals, which were carried out during the experiment. Hydroxides or sulfates of lithium, magnesium, calcium, manganese, iron, copper, zinc, cobalt and sodium were used as reagents for the synthesis. The physicochemical properties of the obtained compounds were studied.

Key words: *chelates, glycinates of alkaline and alkaline earth metals, glycinates of divalent 3-d metals.*

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Абазова З.Х., Иванов А.Б., Борукаева И.Х., Шхагумов К.Ю.</i> Нормобарическая интервальная гипокситерапия в коррекции нейроиммуноэндокринных нарушений у детей и подростков с аутоиммунным тиреоидитом.....	3
<i>Алтынбаева Э.Н., Рузов В.И., Горячая М.Н., Слободнюк Н.А.</i> Функциональная активность тромбоцитов у возрастных пациентов с хронической сердечной недостаточностью при применении гипербарической оксигенации	6
<i>Ананьев С.С., Павлов Д.А., Якупов Р.Н., Голоднова В.А., Балыкин М.В.</i> Влияние транскраниальной магнитной стимуляции на возбудимость мотонейронных пулов мышц нижних конечностей.....	8
<i>Антонова Ж.А.</i> Сравнительная характеристика качества атмосферного воздуха правобережной и левобережной частей г. Ульяновска.....	11
<i>Арокина Н.К.</i> Восстановление работы сердца и дыхания у крыс после охлаждения до температуры тела 9-10 °С	14
<i>Асутаев Ш.Д., Поборский А.Н.</i> Качество жизни пациентов после паховой герниопластики эндоскопическими методами	16
<i>Балиоз Н.В., Кривощечков С.Г.</i> Адаптивная хеморецепторная пластичность и реактивность кардиореспираторной системы у спортсменов при гипоксических нагрузках	19
<i>Баранова О.В., Романов К.В., Дмитриева Н.Г.</i> Физическая подготовка как средство повышения устойчивости организма к действию неблагоприятных факторов.....	22
<i>Бебинов С.Е., Кривощечкова О.Н., Нечаев А.В.</i> Особенности изменения показателей variability сердечного ритма у курсантов автошколы с различным уровнем подготовленности.....	24
<i>Белова Ю.И., Яковлева О.В.</i> Анализ содержания метаболитов оксида азота (II) у крыс разного возраста.....	27
<i>Берч Е.Д., Смолькина А.В.</i> Некоторые аспекты лечения пациентов с параколомическими свищами в амбулаторных условиях.....	29
<i>Бикбаева Ю.Я., Павлов Д.А., Кузнецов А.С., Балыкина Е.С., Антипов И.В.</i> Влияние чрескожной электростимуляции спинного мозга на вегетативные реакции в острый период реабилитации после ишемического инсульта	31
<i>Богачева И.Н., Шербакова Н.А., Скворцов Д.В., Кауркин С.Н., Мошонкина Т.Р., Герасименко Ю.П.</i> Неинвазивная электрическая стимуляция спинного мозга как метод коррекции ходьбы после инсульта	33
<i>Бочаров М.И.</i> Временная организация кардиоинтервалов у здорового человека при разной степени острой нормобарической гипоксии	36
<i>Брагина А.М.</i> Взаимосвязь компонентного состава тела и скорости старения у студенческой молодежи.....	40

<i>Буглинина А.Д., Верхотурова Т.М., Гафуров О.Ш., Королёва К.С.Ситдикова Г.Ф.</i> Роль К-каналов в формировании ноцицептивного сигнала в тройничном нерве крысы.....	42
<i>Бушманова Е.А.</i> Анализ энерготрат лыжников-гонщиков в подготовительный период годового цикла.....	45
<i>Видеркер М.А., Рассадина Е.В.</i> Перспективы цифровизации системы мониторинга окружающей среды	48
<i>Виноградов С.Н.</i> Внешнее дыхание и газообмен в условиях максимальной нагрузки при различных уровнях аэробных возможностей организма	51
<i>Власов А.П., Аль-Кубайси Ш.С., Али Фуад Ф.А., Аль-Анбари С.Т., Федотов Б.А.</i> Роль полиморфизм <i>ENOS (C774T)</i> в прогрессировании острого перитонита и формирования осложнений	54
<i>Власов А.П., Рязанцев В.Е., Муратова Т.А., Волкова М.В., Степанов Н.Ю., Машнин И.В.</i> Прогностическое значение критериев эндотоксикоза в диагностике острого почечного повреждения.....	57
<i>Власов А.П., Трофимов В.А., Аль-Кубайси Ш.С., Мышкина Н.А., Муратова Т.А., Умнов Л.Н., Хачатуров М.Ю.</i> Персонализированный подход в оптимизации лечения острого панкреатита	60
<i>Габитов В.Х., Бейсембаев А.А., Сулайманкулова С.К., Курамаева Т.Э., Саалиева А.Н., Омурбекулуу Улукмырза, Габитова М.А.</i> Микроанатомическая организация паренхимы регионарного пахового лимфатического узла после эндолимфатического введения наночастиц золота	62
<i>Гладченко Д.А., Богданов С.М., Рощина Л.В., Челноков А.А.</i> Влияние чрескожной электрической стимуляции спинного мозга на проявление реципрокного и пресинаптического торможения α -мотонейронов мышц-антагонистов .	65
<i>Гнусарев С.С., Митрофанова Н.А., Чураков Б.П.</i> Влияние смешанной гнили от трутовика настоящего (<i>Fomes fomentarius</i> (L.:Fr.) Gill.) на накопление тяжелых металлов березой повислой (<i>Betula pendula</i> Roth.).....	67
<i>Голоднова В.А., Ананьев С.С., Бикбаева Ю.Я., Балыкин М.В., Антипов И.В.</i> Влияние чрескожной электрической стимуляции спинного мозга в сочетании с физической нагрузкой на изменения системной и регионарной гемодинамики	70
<i>Голоднова Д.А.</i> Контроль динамики концентрации пыльцы аллергенных растений в целях профилактики поллинозов в г. Ульяновск.....	73
<i>Гондарева Л.Н., Куракина О.В., Столяров А.А., Сокунова С.Ф.</i> Психофизиологические особенности влияния различных видов спорта на регуляторно-адаптивные возможности подростков.....	76
<i>Горбанева Е.П., Мицулина М.П., Рябчук Ю.В.</i> Исследование энергообеспечения мышечной деятельности в тесте Купера у спортсменов-игровиков по индивидуальной реакции ЧСС на нагрузку	81
<i>Горячая М.Н., Алтынбаева Э.Н., Рузов В.И., Слободнюк Н.А.</i> Морфофункциональная оценка коррекции тромбоцитарной активности при гипербарической оксигенации крови.....	84
<i>Данилова Г.А., Клиникова А.А., Александрова Н.П.</i> Роль простагландинов в реализации дыхательных эффектов фактора некроза опухоли – α при гипоксии	86

<i>Джунусова Г.С., Сатаева Н.У., Ибраимов С.Б.</i> Нейрофизиологический статус подростков, электронные паспорта и развитие здоровьесберегающих технологий в горах Кыргызстана.....	88
<i>Ермолаева С.В.</i> Загрязняющие питьевую воду вещества как факторы риска здоровья населения Ульяновской области	92
<i>Ильющенко Н.А., Гайнутдинова Ю.О., Эскиндырова З.Б., Рагозина О.В., Шевнин И.А., Джафарова Б.З.</i> Половой диморфизм в физическом развитии юношей и девушек северного региона с установленным диспластическим фенотипом	94
<i>Инюшкина Е.М., Воробьев Д.В., Инюшкин А.Н.</i> Влияние лекарственной электроаппликации биологически активного средства «Пеламин» от аппарата ЭЛАВ-8 на микроциркуляцию в ухе кролика.....	97
<i>Исмаилова А.А., Нурбаева Н.А.</i> Прогнозирование радиационного фона территорий Казахстана, расположенных вблизи уранодобывающих отраслей.....	99
<i>Каденов А.Н., Яковлева О.В.</i> Влияние сероводорода на характеристику терминалей нервно-мышечного синапса диафрагмы крысы.....	102
<i>Карпикова Т.С., Семилетова В.А., Дорохов Е.В.</i> Некоторые психофизиологические параметры человека при проведении пассивной ортостатической пробы.....	104
<i>Ким А.Е., Шустов Е.Б., Лемеценко А.В.</i> Обоснование выбора показателей для оценки гипоксии нагрузки у человека и лабораторных животных	108
<i>Китаева В.Н., Смолькина А.В.</i> Роль нарушений в функциональной активности тромбоцитов в патогенезе микроциркуляторных расстройств у пациентов с катаральным гингивитом.....	111
<i>Киселев В.Е.</i> Разработка оригинального способа пластики параколостомических грыж	113
<i>Клиникова А.А., Данилова Г.А., Александрова Н.П.</i> Роль нейрональной NO-синтазы в реализации респираторных эффектов TNF- α	115
<i>Ключникова Е.А., Балькин М.В.</i> Прерывистая нормобарическая гипоксия, как метод коррекции и профилактики функциональных изменений в пожилом возрасте	118
<i>Кузнецов А.С., Бикбаева Ю.Я., Кузнецов И.А., Скворцова М.А., Ананьев С.С., Павлов Д.А., Айзатуллин И.Ф., Якупов Р.Н.</i> Физические методы коррекции двигательных функций в острый период реабилитации после ишемического инсульта	121
<i>Кузнецова А.С., Евстигнеева О.В.</i> Влияние иппотерапии на психоэмоциональный статус детей с церебральным параличом.....	125
<i>Куракина О.В., Гондарева Л.Н., Вальцев В.В.</i> Исследование эффективности дифференциально-диагностического подхода к применению адаптивного биоуправления у спортсменов-единоборцев	127
<i>Ланская О.В., Сазонова Л.А.</i> Коррекция и профилактика пояснично-крестцового остеохондроза у пожилых женщин на основе применения комплексов упражнений в воде	131

<i>Лемещенко А.В., Ким А.Е.</i> Роль полиморфизма гена ACE (RS4646994) в патогенезе формирования артериальной гипертензии у лиц, выполняющих задачи в зоне арктического региона (обзор литературы)	134
<i>Лесова Е.М., Голубев В.Н., Королев Ю.Н.</i> Исследование изменений параметров периферических сосудов артериального русла во время ортостатической пробы в условиях гипоксической гипоксии	137
<i>Максимов А.Л.</i> Современные проблемы районирования территорий и адаптации человека в регионах с экстремальными природно-климатическими условиями.....	139
<i>Михеева Н.А., Дрождина Е.П., Курносова Н.А.</i> Морфофункциональные особенности пролиферирующих клеток при воздействии пептида PSMA	142
<i>Михеева Л.А., Михеева А.В.</i> Определение содержания кальция и его экономической эффективности в лекарственных препаратах и биологически активных добавках	144
<i>Михеева Л.А., Щелкаев С.А., Михеева А.В.</i> Получение препарата пектата меди для использования в медицинской практике.....	147
<i>Мищенко Н.В., Лялякин С.В., Ширкин Л.А., Князева Е.С., Трифонова Т.А.</i> Оценка адаптационного состояния учащейся молодежи на основе анализа показателей variability сердечного ритма	150
<i>Моисеев С.А., Иванов С.М., Шамилов Р.В., Долгова И.Ю.</i> Синергетические эффекты взаимодействия скелетных мышц при выполнении сложного ациклического двигательного действия.....	153
<i>Огороднов Д.М., Евдокимов С.А., Кропотов Ю.Д.</i> Исследование нейропластичности с помощью визуального теста на селективное внимание при обучении по методике комплексного музыкально-певческого воспитания	156
<i>Павленко С.И., Ведясова О.А.</i> Влияние сезонов года на variability сердечного ритма у студентов с разными типами суточной активности при когнитивной деятельности.....	159
<i>Подлубная А.А., Балашова В.Ф.</i> Развитие двигательных способностей у девочек со сколиозом 1-2 степени средствами оздоровительной аэробики и лечебной физической культуры	161
<i>Потапова И.А., Ниелина Е.В., Прохорова Н.В.</i> Оценка металлоаккумулирующей способности гидроксиметильных производных гуминовых и гиматомелановых кислот, выделенных из бурого угля.....	165
<i>Рассадина Е.В., Видеркер М.А.</i> Экомониторинг водных охраняемых природных территорий Ульяновской области на примере Юловского пруда	168
<i>Сатаркулова А.М., Мелисова Б.М., Айсаева Ш.Ю.</i> Оценка функционального состояния военнослужащих с различными типами вегетативной регуляции в условиях среднегорья	171
<i>Сафронова А.А., Ахтимирова Е.А.</i> Эффективность использования сенсорно-моторной коррекции у детей с расстройствами аутистического спектра в процессе занятий адаптивной физической культурой	174

<i>Свитко С.О., Королёва К.С., Ситдикова Г.Ф., Петрова К.А.</i> Роль оксида азота в регуляции электрической активности тройничного нерва у крысы.....	177
<i>Слесарева Е.В., Уренева Р.В., Слесарев С.М., Ляпейкова О.В.</i> Патоморфология коркового вещества почек в зависимости от длительности течения артериальной гипертензии	180
<i>Смирнова Л.М., Уразова С.Г., Миндубаева Ф.А., Коваленко Л.В., Харисова Н.М.</i> Опыт организации инклюзивного обучения детей и лиц с ограниченными возможностями средствами физической культуры	183
<i>Стафеев А.И., Баскаков В.В.</i> Проблемы развития адаптивной спорта в Ульяновской области на примере ОГКУ «Ульяновская спортивно-адаптивная школа»	186
<i>Третьякова А.М., Вахнина Н.А.</i> Возможность использования фенол-сернокислого метода для определения общего гликогена и его фракций в скелетных мышцах и печени крыс	189
<i>Турганбаева А.С.</i> Влияние концентрации воды на содержание белка и нуклеиновых кислот в органах куриных эмбрионов разного возраста.....	191
<i>Тюмонбаева Н.Б., Берболот К.Г., Вишневецкий А.А., Казыбекова А.А.</i> Биомаркеры оксидативного стресса в горах.....	194
<i>Тюмонбаева Н.Б., Казыбекова А.А., Мамытова Н.Ж., Мырзакулова А.Ж.</i> Особенности иммунофизиологических сдвигов организма при адаптации к климато-географическим условиям гор	198
<i>Федорина А.И., Гафуров О.Ш.</i> Влияние температуры на активность тригеминального нерва в менингеальной оболочке крысы	201
<i>Фокеева Н.О., Яковлева О.В.</i> Развитие модели сахарного диабета второго типа у мышей при использовании диет с разной калорийностью	203
<i>Фролова О.В., Ермолаева С.В., Тумозов И.А.</i> Окислительный стресс и уровень антиоксидантных ферментов в сыворотке крови белых мышей при воздействии железа и марганца в питьевой воде в условиях эксперимента.....	206
<i>Ходырев С.А., Левчук А.Л., Староконь П.М., Шабает Р.М.</i> Качество жизни пациенток после реконструктивно-восстановительных операций на молочной железе.....	208
<i>Хохлов М.П., Песков А.Б., Милушкина О.И., Филиппова С.И.</i> Компьютерная электроакупунктура: обоснование применения в лечении болевой формы синдрома раздраженного кишечника	212
<i>Чураков Р.А., Чураков Б.П., Чуракова Ю.А.</i> Влияние некоторых таксационных показателей на зараженность дуба ложным дубовым трутовиком.....	215
<i>Шандыбина Н., Ананьев С., Алиев А., Шальмиев И., Козырева С., Аверкиев М., Буланов В., Потанцев Ю., Лавров И., Герасименко Ю., Мошонкина Т., Лебедев М.</i> Об эффективности интеграции реабилитационного устройства на основе нейроинтерфейса и нейростимуляции спинного мозга в реабилитации пациентов с нарушением функции движения верхней конечности вследствие неврологических нарушений.....	217

<i>Шаповал Н.С.</i>	
Особенности профессиональной заболеваемости на крупном промышленном предприятии на современном этапе	221
<i>Шведский М.С., Матвиенко В.В., Вагина Д.А.</i>	
Влияние гипоксии на сурфактантную систему легких.....	224
<i>Шведский М.С., Бычков В.Г., Матвиенко В.В., Дубошинский Р.И.</i>	
К вопросу о канцерогенезе при суперинвазивном описторхозе.....	226
<i>Шведский М.С., Соловьев Г.С., Матвиенко В.В., Шидин В.А., Соловьева О.Г., Истомина О.Ф.</i>	
Сосудисто-тканевые отношения в легких при экспериментальном суперинвазионном описторхозе.....	229
<i>Швец А.О., Шперлинг И.А., Крупин А.В., Романов П.А., Матвеева Н.Н.</i>	
Основные саногенетические механизмы у крупных лабораторных животных при острой кровопотере и после восполнения объема циркулирующей крови инфузионными растворами в условиях общего внешнего охлаждения	231
<i>Швечихина Ю.В., Ищенко К.С., Кавеленова Л.М.</i>	
О возможностях использования показателя индекса массы тела для выявления трендов изменения статуса здоровья студенческой молодежи	234
<i>Шевнин И.А., Рагозин О.Н., Рагозина О.В., Ильющенко Н.А., Джафарова Б.З.</i>	
Специфика формирования осанки у школьников, проживающих в г. Ханты-Мансийске на фоне недифференцированной дисплазии соединительной ткани.....	236
<i>Шестаков Н.А., Айзман Р.И., Огудов А.С., Чуенко Н.Ф.</i>	
Влияние комбинированного действия соединений мышьяка и сурьмы на функции почек в субхроническом тесте	239
<i>Шувалова М.С., Шидаков Ю.Х-М., Шаназаров А.С., Жанузаков Д.З., Мамытова А.Б.</i>	
Особенности внепанкреатического действия глибенкламида при церебральной ишемии в высокогорье.....	242
<i>Шулепов А.В., Шперлинг И.А., Юркевич Ю.В., Шперлинг Н.В.</i>	
Эффективность раннего локального применения гиалуроновой кислоты при экспериментальной травматической ишемии мышц конечности	246
<i>Якупов Р.Н., Ананьев С.С., Павлов Д.А., Антипов И.В., Балыкин М.В.</i>	
Влияние мультисегментарной электростимуляции в сочетании с проприоцептивной стимуляцией спинного мозга на изменения рефлекторной возбудимости мотонейронов больных с нарушениями двигательных функций церебрального генеза	249
<i>Ямских А.А., Иванова Л.А.</i>	
Синтез хелатных соединений аминокислот с металлами.....	251

Научное издание

Медико-физиологические проблемы экологии человека

Материалы
VIII Всероссийской конференции с международным участием
(01-04 декабря 2021 г.)

Директор Издательского центра *Т. В. Максимова*
Художник обложки *Н. В. Пенькова*
Подготовка оригинал-макета *Е. Е. Гусевой*

Подписано в печать 30.11.2021
Гарнитура Times New Roman. Формат 60×84/8.
Усл. печ. л. 30,2. Тираж 100 экз.
Заказ № 92 /

Отпечатано с оригинал-макета в Издательском центре
Ульяновского государственного университета
432017, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42