

Журнал основан в 1918 г.

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ТАВРИЧЕСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА им. В. И. ВЕРНАДСКОГО

Научный журнал

Том 19 (58). № 3

Биология, химия.

Симферополь, Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, 2006

ISBN 1606-3715

Журнал зарегистрирован 23 ноября 1999 года
Серия КМ № 534

Редакционная коллегия журнала:

Багров Н. В. – главный редактор
Бержанский В. Н. – заместитель главного редактора
Ена В. Г. – ответственный секретарь

Редакционная коллегия серии «Биология, химия»

Биологические науки

Темурьянц Н.А., доктор биологических наук, профессор – *(редактор серии)*
Чуян Е.Н., доктор биологических наук, профессор *(выпускающий редактор)*
Кореньюк И. И., доктор биологических наук, профессор
Бугара А.М., доктор биологических наук, профессор
Павленко В.Б., доктор биологических наук, профессор
Юрахно М. В., доктор биологических наук, профессор
Коношенко С. В., доктор биологических наук, профессор

Химические науки

Шульгин В. Ф., доктор химических наук, профессор – *(редактор серии)*
Гришковец В.И., доктор химических наук, профессор
Земляков А. Е., доктор химических наук, профессор
Федоренко А. М., доктор химических наук, профессор
Чирва В. Я., доктор химических наук, профессор

© **Таврический национальный университет, 2006 г.**

Подписано в печать 25.11.2006. Формат 60x84 1/8 усл. изд. л. 10,6. Тираж 500. Заказ № 17/а.
Отпечатано в информационно-издательском отделе ТНУ.
Проспект Вернадского, 4, г. Симферополь, 95007

„Учюньє запіскі Таврічєского національного університєта ім. В. І. Вернадського”

Науковий журнал. Серія «Біологія, хімія». Том 19 (58), №3.
Сімферополь, Таврійський національний університет ім. В.І.Вернадського, 2006
Журнал заснований у 1918 р.

Адреса редакції: Проспект Вернадського, 4, м. Сімферополь, 95007
Надруковано у інформаційно-видавничьому відділі Таврійського національного університету ім. В.І.Вернадського.
Проспект Вернадського, 4, м. Сімферополь, 95007

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского
Серия «Биология, химия». Том 19 (58). 2006. № 3. С. 3-8.

УДК 577.4:612.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ГЕЛИОГЕОМАГНИТНЫХ ФЛУКТУАЦИЙ НА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

Архангельская Е.В., Грабовская Е.Ю., Коновальчук В.Н.

В последнее время проблема взаимодействий человека и среды обитания вошла в число проблем первостепенной важности, требующих конструктивных решений в медико-биологическом и социальном аспектах. В связи с этим в центре внимания исследователей оказались такие разделы проблемы, как психофизиология функциональных состояний. Значительно активизировались исследования базисных нейрофизиологических и нейрохимических механизмов регуляции состояний активного бодрствования, изучение физиологических основ адаптивных возможностей и резервов организма в условиях предъявляемых социально-биологической средой психических и физических нагрузок.

В схеме слагаемых факторов эволюции и адаптации живых организмов ведущая роль принадлежит солнечной энергии и другим многократным воздействиям внешней среды. Ритмически повторяющиеся внешние воздействия стимулируют отражательную деятельность организма.

В этом плане следует сослаться на данные уникальных исследований А.Л. Чижевского [1], показавшего влияние ритмов солнечной активности на широкий круг биологических явлений на нашей планете.

Максимум активности Солнца – это период образования солнечных пятен, являющихся причиной серии мощных хромосферных вспышек. Заряженные частицы движутся от Солнца по спирали, направленной с запада на восток и достигают магнитосферы Земли примерно через 3 дня. Вспышки на Солнце оказывают отрицательное воздействие на биосферу Земли. Особенно подвержены негативному влиянию люди с ослабленным организмом и дети.

Для этих периодов характерно увеличение напряженности магнитного поля Земли, появление магнитных бурь, нарастание радиации и других явлений совпадающих с изменением реактивности организма, возбудимости нервной системы. Максимум солнечной активности совпадает с увеличением эпидемических заболеваний, рецидивов хронических заболеваний. Лишь частота эпилептических

припадков возрастает не с увеличением, а с уменьшением напряженности магнитного поля Земли. Как показывают многолетние клинические наблюдения синдромов психических нарушений, закономерности периодического повторения колебаний интенсивности болезненного процесса выступают тем отчетливее, чем больше структура синдромов обусловлена аффективной симптоматикой [2].

Современные электрофизиологические исследования убедительно иллюстрируют свойство нейрональных структур фиксировать и воспроизводить импульсные разряды в ритмическом режиме, наблюдаются изменения в спектре электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Вероятно, именно это свойство и составляет основу механизмов регуляции и саморегуляции церебральных функций. Имеется достаточно оснований считать, что в ряду приспособительных функций центральной нервной системы (ЦНС) периодичности принадлежит наиболее видная роль в интеграции функции отдельных клеточных структур и органов.

Изменения напряженности гелиогеомагнитного поля сказываются в основном на механизмах координации различных психофизиологических функций человека, которые осуществляются преимущественно ЦНС.

По-видимому, одна из причин болезней адаптации заключается в несовмещении ритмов морфофункциональных систем с ритмами внешних воздействий в биологическом и социальном смысле.

Целью данного исследования являлось изучение динамики спектра ЭЭГ человека и гелиогеофизической активности для выявления возможных корреляций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В эксперименте принимали участие 48 студентов ТНУ им. В.И. Вернадского (обоих полов), возраст 19-22 года

Отведение биопотенциалов и анализ результатов осуществляли на базе автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа «Биоскрипт», интерфейса и персонального компьютера. Рабочей компьютерной программой являлась оригинальная программа «Poligraf» [3]. Программа позволяла регистрировать ритмы ЭЭГ испытуемого и проводить ее спектральный анализ.

Электроды для отведения ЭЭГ располагали в точках С3 и С4, что соответствует проекции на центральную область ассоциативной коры. Два индифферентных электрода располагали над сосцевидной костью черепа (на коже позади уха). Выбрана стандартная полоса регистрации (верхняя граница частотного диапазона 70 Гц и постоянная времени, определяющая нижнюю границу частотного диапазона – 0,3 с). После усиления сигнал подавался на вход специального интерфейса, включающего 10-и разрядный аналоговый преобразователь. Частота оцифровки ЭЭГ-сигнала составляла 100 Гц. Анализировались отрезки ЭЭГ длительностью 2,56 с, которые отводились каждые 15 с. Для расчета спектра ЭЭГ были выделены 4 спектральных полос: 1-4, 4-8, 8-13, 14-30 Гц, частотный диапазон которых соответствовал дельта-, тета-, альфа-, бета-ритмам.

Анализировали показатели амплитуды (мкВ), мощности (мкВ²) спектра ЭЭГ в каждой частотной полосе. Значения показателей спектра рассчитывали для каждого отрезка ЭЭГ и для каждого полушария в отдельности. Для получения спектра

сигнала использовалось Фурье-преобразование временного ряда. Данные группировались отрезками по 256 значений. Все отрезки подвергались анализу на наличие артефактов и в случае обнаружения таковые отбрасывались. Оценивали прирост амплитуды и мощности по каждой полосе ЭЭГ, а также рассчитывали коэффициент межполушарной функциональной асимметрии (МФА).

В качестве проявлений гелиогеофизической активности в нашем исследовании применяли следующие показатели: числа Вольфа или индекс Rz (относительное количество солнечных пятен на видимом диске Солнца), индекс Кр – планетарный индекс геомагнитной активности.

В данном исследовании анализировали результаты длительного эксперимента, который проводился с 1996-го года по 2001 год. 1996 год – год с минимальной солнечной активностью (СА), а в 1999-2001 гг. – фаза роста СА.

Данные обрабатывали с помощью стандартного пакета компьютерных программ. Использовали параметрические и непараметрические (критерий Манна-Уитни) критерии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что функциональное состояние различных физиологических систем имеет сложную временную организацию, которая зависит от ряда не только внутренних, индивидуальных, но и внешних стимулов. При формировании ответных реакций на действие гелиогеофизических факторов определяющую роль играет его пространственно-временная неоднородность. На рисунке 1 отмечены значения чисел Вольфа (Rz) и Кр-индекса для каждой даты эксперимента. Как видно, динамика изменений значений этих 2-х показателей имеет сложную временную неоднородность. При низких значениях гелиомагнитной активности наблюдаются относительно высокие значения Кр-индекса. Результаты корреляционного анализа между значениями чисел Вольфа и Кр-индекса показали взаимную отрицательную корреляцию ($r=-0,15$).

Анализ записей ЭЭГ в данном исследовании выявил достоверно положительную корреляцию между мощностью дельта- и альфа-ритмами левого полушария и суммой Кр ($r = 0,38$). Амплитуда высокочастотного диапазона ритмов ЭЭГ обоих полушарий отрицательно коррелировала со значениями гелиомагнитной активности.

По результатам нашего исследования между ритмами фоновой ЭЭГ обоих полушарий отмечена положительная корреляция ($p<0,01$). Мощность ритмов ЭЭГ правого полушария была выше у 87 % испытуемых.

Рассматривая фоновое состояние и индивидуальную чувствительность организма как неравновесное состояние различных физиологических показателей, можно считать магнитное поле дестабилизирующим фактором. Известно, что преобладающие частоты ЭЭГ мозга человека и низкочастотных пульсаций геомагнитного поля имеют определенное сходство. Доказано также, что химические, физиологические и поведенческие изменения, вызываемые слабыми полями, наблюдаются только в определенных пределах – «частотных и энергетических окнах» (частотный диапазон лежит в интервале от 6 до 20 Гц).

Слабые переменные магнитные поля крайне низкой частоты, как существенные факторы гелиогеофизического происхождения, оказывают выраженное влияние на биосферу. Они проникают с малым затуханием во все среды [4].

Для выявления более тонких взаимоотношений ЭЭГ-коррелятов с геомагнитной активностью использовали не абсолютные значения Кр-индекса, а дисперсию индекса Кр и сумму 3-х часовых значений Кр. Взаимоотношение этих показателей имели достоверную положительную корреляцию ($r=+0,32$).

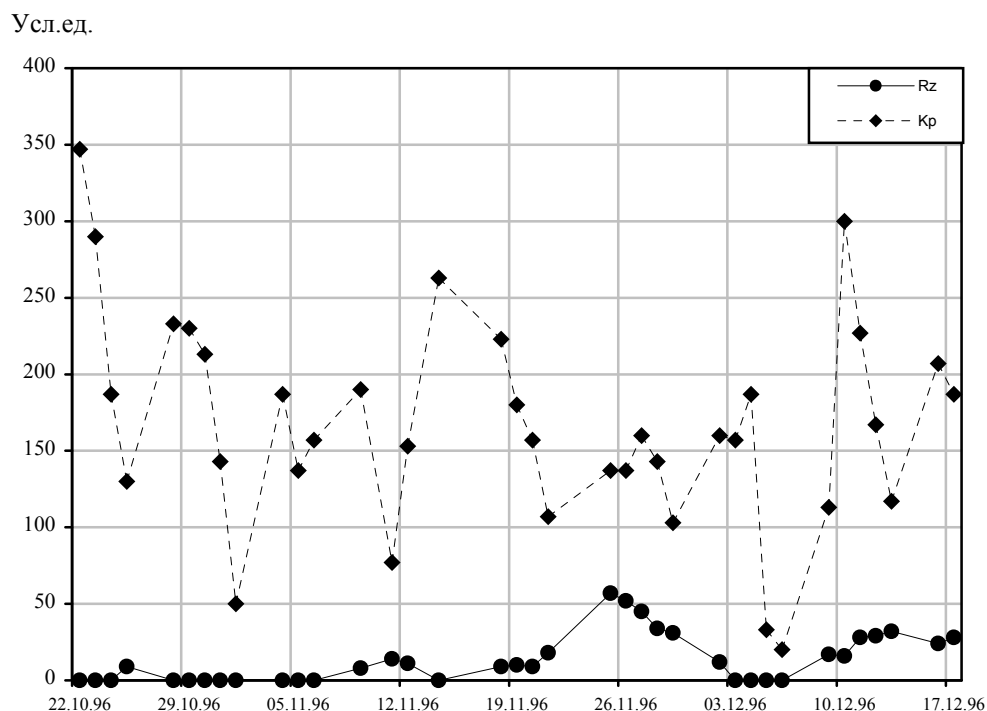


Рис. 1. Динамика гелиогеомагнитной активности в даты эксперимента

В данном исследовании был проведен сравнительный анализ динамики мощности и амплитуды ритмов ЭЭГ в зависимости от вариаций дисперсии Кр. В дни с высокой дисперсией Кр отмечено достоверное снижение амплитуды альфа- и бета-ритмов обоих полушарий по сравнению со значениями амплитуды этих ритмов в дни с низкой дисперсией Кр ($p<0,05$).

Исследования О.С. Раевской [5] показали, что в дни с высокой дисперсией Кр индекса ухудшаются показатели внимания, удлиняется время простой двигательной реакции, снижается ее уровень, ухудшаются показатели кратковременной и долговременной памяти, возрастает величина КГР. В эти дни установлено увеличение выраженности тета- и альфа-ритмов, что может свидетельствовать о снижении уровня активации ЦНС и одновременно о возникновении

эмоционального напряжения. При значительных и внезапных изменениях величин Кр-индексов в организме человека возможно происходит формирование новых взаимоотношений физиологических функций, в основном изменение их временных показателей. Этот процесс характеризуется развитием стресс - состояния, имеющего индивидуальную выраженность.

По данным Н.А. Аладжаловой [6] в ЭЭГ проявляется результирующая динамика всей сложной интеграции реакций афферентных систем. При этом, как правило, уменьшается по амплитуде альфа-ритм, усиливаются ритмы с более высокими частотами. Микроритмы обнаруживают зависимость от величины физической нагрузки, от физиологического состояния организма, поэтому, имея эндогенную природу, в какой-то степени зависят от ритмики окружающей среды.

В нашем исследовании достоверное уменьшение мощности бета-ритмов обоих полушарий соответствовал высоким значениям индекса Rz ($r = -0,48$).

Существует четкая корреляция между функциональным состоянием человека и частотно-амплитудными характеристиками ЭЭГ. При улучшении функционального состояния увеличивается частота колебаний ЭЭГ и уменьшается их регулярность и амплитуда, т.е. происходит блокада альфа-ритма и усиливаются колебания в бета-диапазоне.

Анализ показателей функциональной межполушарной асимметрии в наших исследованиях обнаружил, что при значительных флуктуациях напряженности геомагнитного поля (дисперсия $Kp > 200$) отмечалась смена доминирования полушарий по активности альфа-и бета-ритмов, а кроме того, происходило сглаживание межполушарной асимметрии. Нивелирование происходило в основном за счет изменения активности левого полушария, уменьшалась альфа-активность и возрастала выраженность колебаний в бета-диапазоне ЭЭГ.

Одним из основных показателей сдвигов функционального состояния при действии электромагнитных полей (ЭМП) служит изменение биоэлектрической активности различных отделов мозга, т.к. действующие частотные модуляции внешних магнитных полей имеют один порядок с частотами электроэнцефалограммы. Особенности ЭЭГ здорового человека свидетельствуют, с одной стороны, о наличии нестационарных составляющих, а с другой – процессов квазипериодического типа – ритмической активности, обладающей свойствами стационарного процесса [4, 7].

Внешние электромагнитные поля различных диапазонов, превышая естественный электромагнитный фон, могут нарушать сложный механизм электромагнитной координации в системе среда - живой организм. Следствием такой разрегулировки может явиться патология со стороны сердечно-сосудистой, нервной и эндокринной систем. Клинически возникают церебральные нарушения в форме невроза, артериальной гипертонии, стенокардии, болезни желудочно-кишечного тракта [8].

Существуют неспецифические механизмы адаптации ЦНС и внутренних воздействий на организм. Особая эффективность слабых, но ритмически организованных внешних сигналов определяет как повышенную чувствительность

живых организмов к колебаниям геомагнитного поля и к различным прерывистым воздействиям, так и механизмы адаптационных реакций, резонансные явления в ЦНС. При адаптационной реакции организма важен уровень системных процессов рефлекторного происхождения, а также обнаруживается умеренное понижение магниточувствительности, активации механизма синхронной работы мозговых структур, импульсной активности нейронов, повышение общей неспецифической резистентности организма [7].

Таким образом, зависимость между функциональным состоянием мозга и локальными вариациями гелигеомагнитного поля имеет сложный нелинейный характер, значительные флуктуации уровня гелигеомагнитной активности, а также возникновение аperiodических возмущений могут приводить к неустойчивому состоянию головного мозга.

ВЫВОДЫ

1. Анализ записей ЭЭГ выявил достоверно положительную корреляцию между мощностью дельта-, альфа – ритмов левого полушария и индексом геомагнитной активности Кр ($r=0,38$).

2. По данным наших исследований в даты с относительно низкой дисперсией Кр-индекса выявлена положительная корреляция между альфа-, бета-ритмами ЭЭГ обоих полушарий, тета-ритма левого полушария ($r=0,26$). А в даты с высокими значениями дисперсии индекса Кр достоверных корреляционных взаимоотношений не отмечено.

3. В данном исследовании достоверное уменьшение мощности бета-ритмов ЭЭГ обоих полушарий соответствовал высоким значениям индекса Rz ($r=-0,48$).

Список литературы

1. Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь. – М: Наука., 1973. – 348 с.
2. Самохвалов В.П. Эффекты космофизических флуктуаций при психических заболеваниях // Проблемы космической биологии. Биофизические и клинические аспекты гелиобиологии. – Л.: Наука, 1989. – Т. 65. – С. 23-26.
3. Сухинин А.В. Динамика линейных и нелинейных параметров ЭЭГ человека при субъективной оценке времени: Автореф. дисс... к.б.н., Симферополь, 1997. – 25 с.
4. Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А. Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу. – М.: МНЭПУ, 2000. – 374 с.
5. Раевская О.С., Рыжиков Г.В. Изменения геомагнитного поля и динамика межполушарной асимметрии // Физиология человека. – 1984, – Т.10, №3. – С. 471-474.
6. Аладжалова Н.А. Психофизиологические аспекты сверхмедленной ритмической активности головного мозга. - М.: Наука, 1979. – 213 с.
7. Сидякин В.Г. Влияние глобальных экологических факторов на нервную систему. – Киев: Наукова думка, 1986. – 160 с.
8. Моисеева Н.И., Любицкий Р.Е. Воздействие гелиогеофизических факторов на организм человека. –Л.: Наука, 1986. – С. 32-33.

Поступила в редакцию 20.03.2006 г.

УДК:616.2-053.4-085.83-003. 96

РЕСПИРАТОРНАЯ ТРЕНИРОВКА В АКТИВИЗАЦИИ МЕХАНИЗМОВ ГОМЕОСТАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ И АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Буков Ю.А., Алпеева А.В.

Дыхание можно определить как сложный, многогранный, многоступенчатый процесс снабжения организма биологической энергией. В узком понимании процесс дыхания обычно связывают с системой внешнего дыхания, которая обеспечивает адекватный метаболическому запросу уровень вентиляции, диффузию газов в альвеолах легких, транспорт кровью и другими жидкостями организма кислорода (O_2) и углекислого газа (CO_2).

При адаптации к факторам среды обитания ведущей функцией является обеспечение гомеостаза и, прежде всего, дыхательного гомеостаза. К числу одного из важнейших гомеостатических параметров организма относится уровень напряжения CO_2 в тканях.

Необходимость поддерживать стабильный уровень парциального давления (pCO_2) определяется исключительно важной физиологической ролью углекислоты в организме человека и животных [1 – 3]. Растворенный в артериальной крови CO_2 , образующийся в организме в результате реакций окислительного декарбоксилирования, становится главным фактором, обеспечивающим газовый гомеостаз, что имеет исключительно важное значение в приспособлении организма к различным условиям внешней среды [4].

Своеобразной внутренней средой организма, отражающей баланс CO_2 и O_2 в организме, является альвеолярный воздух. Парциальное давление CO_2 в альвеолах легких находится в прямой зависимости от количества продуцируемой углекислоты и обратной от объема альвеолярной вентиляции. Данное соотношение позволяет произвольно регулировать pCO_2 за счет интенсификации метаболических реакций и изменения объема легочной вентиляции. Наиболее часто состояние дыхательной недостаточности проявляется гипервентиляцией, изменяющей изокапнический уровень CO_2 в организме.

Особенно значительные сдвиги в вентиляторных реакциях наблюдаются при предъявлении организму функциональных требований. Как правило, любое воздействие фактора среды провоцирует в этих условиях неадекватную реакцию системы внешнего дыхания, характеризующуюся высокой реактивностью и

приводящей к снижению адаптационно-приспособительных возможностей организма.

Поддержание и сохранение газового гомеостаза является наиболее важной проблемой профилактической работы, в частности, с детьми, часто болеющими простудными заболеваниями. Решение этой проблемы возможно благодаря использованию специальных средств, способствующих нормализации $p\text{CO}_2$ в альвеолах легких и снижению вентиляторной реактивности. В литературе представлено достаточно много методов коррекции функционального состояния системы внешнего дыхания [5, 6]. Однако большинство из них адаптировано применительно к взрослым людям. Поэтому целью наших исследований явилось физиологическая оценка эффективности направленной респираторной тренировки как средства коррекции газового гомеостаза и адаптационных возможностей системы внешнего дыхания детей дошкольного возраста.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нами были проведены исследования с участием 17 девочек в возрасте 6-7 лет, часто болеющих простудными заболеваниями. Функции системы внешнего дыхания изучались в состоянии покоя и при выполнении стандартной степэргометрической физической нагрузки. С этой целью использовали прибор «Спиро Тест РС» с компьютерной обработкой регистрируемых показателей. В качестве функциональных параметров использовали: объем форсированного выдоха в 1 секунду (ОФВ1), жизненную ёмкость легких (VC), резервный объем вдоха и выдоха (IRV, ERV), объем легочной вентиляции (V_E), пиковую объёмную скорость (ПОС), дыхательный объем (V_T), частоту дыхательных движений (f). Все объёмные показатели приведены к условиям BTPS. Расчетным методом определяли объем физиологического мертвого пространства (VD), объем альвеолярной вентиляции (V_A), отношение VD/V_E . Для оценки газового состава выдыхаемого ($F_E\text{O}_2$, $F_E\text{CO}_2$) и альвеолярного ($F_A\text{O}_2$, $F_A\text{CO}_2$) газов использовали газоанализаторы (ПГА-КМ, ПГ-ДУМ) В дальнейшем рассчитывали вентиляционный эквивалент по кислороду ($V\text{ЭO}_2$), скорость потребления кислорода (VO_2) и выделения углекислого газа ($V\text{CO}_2$). Газообменные показатели приведены к условиям STPD. Оценка вклада нейрогенного и хеморецепторного драйва в формировании вентиляторных реакций проводилось с использованием уравнения (1):

$$V_E = S(P_A\text{CO}_2 - B) + A, \quad (1)$$

где: S - количественная характеристика гиперкапнического стимула;

$P_A\text{CO}_2$ - парциальное давление CO_2 в альвеолярном воздухе

B - порог вентиляторной чувствительности к гиперкапническому стимулу;

A - рабочий стимул.

Исследования проводились перед началом респираторных тренировок и после их завершения. Тренировочные занятия проводились ежедневно в течение трех месяцев.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования функционального состояния системы внешнего дыхания девочек в состоянии относительного покоя позволили выявить значительные сдвиги в газовом составе альвеолярного воздуха (табл. 1).

Развитие гипокапнического состояния было связано с гипервентиляцией, способствующей вымыванию метаболического CO₂ из организма и, как следствие, формированию респираторного алкалоза [7]. Изменения напряжения углекислого газа в альвеолах легких сопровождалось падением эффективности легочной вентиляции. Вентиляционный эквивалент по кислороду составлял 64,0±8,5 относительных единиц. На фоне гипервентиляционного синдрома резко снизились возможности механики дыхания в обеспечении оптимального уровня скоростных показателей воздушного потока в бронхах. Высокая частота дыхательных движений ограничивала возможности увеличения резервного объема выдоха, что уменьшало газообменную поверхность легких, способствовало росту соотношения VD/V_T.

Таблица 1.
Показатели системы внешнего дыхания девочек в возрасте 6-7 лет до и после респираторной тренировки (x±S \bar{x} , n=17)

Условия	Показатели							
	ОФВ1 л/с	IRV, мл	ERV, мл	V _E , л/мин	VD/V _T , отн.ед.	P _A CO ₂ , мм рт.ст.	V _E / P _A CO ₂ л/мин/мм рт.ст.	ВЭО ₂ , отн.ед.
До тренировки	0,87±0,04	512,5±30,7	76,2±20,7	6,48±0,35	0,70±0,08	22,7±0,6	0,28±0,04	64,00±8,50
После тренировки	1,12±0,05	630,0±32,7	450,6±39,5	4,50±0,20	0,31±0,06	27,5±0,5	0,16±0,03	29,8±7,5
P	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01

Стратегия респираторной тренировки была направлена на формирование изокапнического состояния, т.е. повышение уровня напряжения углекислого газа в альвеолярном воздухе. Использование резистивного сопротивления дыханию позволило изменять газовый состав вдыхаемого воздуха и в значительной степени усилить активность диафрагмы. Известно, что уровень P_ACO₂ прямопропорционален интенсивности метаболизма и обратнопропорционален объему легочной вентиляции. Повышение энергетических затрат респираторной мускулатуры в результате увеличения сопротивления дыханию обеспечивало усиление продукции CO₂ с одной стороны, а рост напряжения CO₂ во вдыхаемом воздухе, являясь своеобразным буфером, способствовал ретенции метаболической углекислоты в организме, с другой стороны. Повышение напряжения CO₂ в альвеолах легких оказало влияние на перестройку механизмов регуляции дыхательной функции детей, что проявилось снижением объема вентиляции легких в состоянии покоя на 35% (p<0,01), уменьшением вентиляторной чувствительности к гиперкапническому стимулу более чем на 0,122 л/мин/мм рт.ст., (p<0,05). Корректирующие воздействия позволили приблизить объем вентиляции у детей,

необходимый для поддержания напряжения CO_2 в альвеолярном воздухе на нормальном уровне (29,0 мм рт.ст.). Этот оптимальный уровень вентиляции можно рассчитать исходя из следующих возрастных параметров: скорость продукции CO_2 в организме ($V\text{CO}_2$) в этом возрасте составляет примерно 139 мл/мин, $P_A\text{CO}_2$ - 29,0 мм рт.ст., $F_A\text{CO}_2$ - 4,0 %. Объем альвеолярного газа, в котором содержится данное количество CO_2 , вычисляют следующим образом: $(139 \text{ мл} / 4,0) \times 100 \% = 3,47 \text{ л}$. Именно таким должен быть объем вентиляции, чтобы парциальное давление углекислого газа в альвеолах поддерживалось на уровне 29,0 мм рт.ст. [8]. В нашем примере рост напряжения CO_2 в альвеолах легких на 17% сопровождался снижением объема легочной вентиляции примерно на 2 л/мин., величина которой приблизилась к показателям возрастной нормы. Нормализация газового гомеостаза явилась необходимым условием расширения функциональных резервов системы внешнего дыхания. Увеличение резервного объема выдоха в среднем на 370 мл, величины форсированного выдоха на 0,250 л/с обеспечивалось ростом силовых способностей респираторной мускулатуры.

Усиление интенсивности экспираторного потока позволило значительно увеличить объем газообменной поверхности легких за счет снижения соотношения между величинами физиологического мертвого пространства (V_d) и дыхательного объема (V_T). Нормализация вентиляторной функции легких проявлялось ретенцией углекислоты в альвеолах, в связи с чем $p\text{CO}_2$ в альвеолярном воздухе увеличивалось, что несомненно провоцировало рост напряжения CO_2 и в артериальной крови. Диффузия CO_2 из тканей в притекающую к ним кровь стабилизировалась. В результате количество CO_2 в тканях постепенно увеличилось до уровня, соответствующего новому объему вентиляции. Достижение изокапнического уровня напряжения CO_2 в альвеолах сопровождалось повышением эффективности вентиляции, что нашло свое отражение в значительном снижении величины ВЭО₂.

При предъявлении организму функциональных требований, в качестве которых нами использовалась дозированная физическая нагрузка, зарегистрирован значительный корригирующий эффект респираторной тренировки, который проявился в экономизации функций и изменении направленности механизмов регуляции газового гомеостаза организма детей (табл. 2).

В ответ на дозированное внешнее воздействие зарегистрировано снижение вентиляторной реакции, что проявилось уменьшением прироста объема легочной вентиляции (ΔV_E) примерно на 4 л/мин. Изменение паттерна дыхания в сторону увеличения объемных характеристик и уменьшения частотных обеспечивало снижение резистивного сопротивления дыханию, активизацию рецепторов растяжения легких, рост бронхиальной проходимости. Величина форсированного выдоха (ОФВ) при этом достигла значений $1,128 \pm 0,040$ л/с.

Перестройка паттерна дыхания у детей после проведения респираторной тренировки связана, очевидно, с изменениями в газовом гомеостазе организма. Усиление хеморецепторного драйва в регуляции дыхания при физических нагрузках сопровождалось снижением вентиляторной чувствительности к гиперкапническому стимулу.

Таблица 2.

Показатели системы внешнего дыхания девочек в возрасте 6-7 лет при выполнении стандартной физической нагрузки до и после респираторной тренировки ($\bar{x} \pm Sx$, n=17)

Условия	Показатели							
	ОФВ1, л/с	IRV, мл	ERV, мл	V_E , л/мин	VD/V _T , отн.ед.	P _A CO ₂ , мм рт.ст.	V _E /P _A CO ₂ л/мин/мм рт.ст.	ВЭО ₂ , отн.ед.
До тренировки	0,83±0,03	500,0±60,4	77,5±11,1	12,3±1,05	0,52±0,07	23,0±1,1	0,534±0,032	42,8±5,6
После тренировки	1,13±0,04	658,4±22,8	514,6±42,7	8,27±0,4	0,20±0,04	31,40±0,32	0,263±0,024	20,9±4,7
P	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01

Стимулом к формированию паттерна дыхания при фоновых исследованиях, очевидно, являлся так называемый рабочий стимул, определяемый интенсивностью афферентной сигнализации от механорецепторов респираторных мышц и усилением роли нейрогенного драйва в регуляции объема легочной вентиляции.

ВЫВОДЫ

1. Для часто болеющих простудными заболеваниями девочек в возрасте 6-7 лет характерным является гипервентиляция, развитие состояния гипокпапии, сопровождающиеся снижением функциональных резервов системы внешнего дыхания.

2. Применение направленной респираторной тренировки, основанной на использовании дополнительного резистивного сопротивления дыханию, способствовало формированию изокапнического уровня рСО₂ в организме, снижению вентиляторной чувствительности к хеморецепторному стимулу, оптимизации паттерна дыхания.

3. Корректирующие воздействия позволили значительно расширить адаптационные возможности системы внешнего дыхания детей, перевести её на более эффективный путь функционирования, сбалансировать газовый гомеостаз организма.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Красников Н.П., Полуниин И.П. Физиологическая роль углекислоты и работоспособность человека. – М., 1995. – 188 с.
2. Буков Ю.А. Углекислота в механизмах оздоровительно-профилактического действия физических упражнений и произвольного дыхания // Труды Крымского медицинского университета. – 1999. – Т.13 – ч. 1. – С. 179-182.
3. Буков Ю.А. Физиологическая роль метаболического СО₂ в механизмах повышения физической работоспособности человека // Таврический медико-биологический журнал. – 2001. – Т.4, №1-2. – С.14-16.
4. Агаджанян Н.А., Елфимов А.И. Функции организма в условиях гипоксии и гиперкапнии. – М.:

- Медицина, 1986. – 272 с.
5. Волков Н.И. Прерывистая гипоксия - новый метод тренировки, реабилитации и терапии // Теория и практика физической культуры – 2000. – №7. - С.20-23.
 6. Косицкий Г.И., Петровский Л.В., Зверькова Е.Е. Увеличение объёма дыхательных путей (УОДП) как способ тренировки организма. Превентивная кардиология: Руководство: – М.: Медицина, 1987. – С. 415-430.
 7. Малкин В.Б., Гора Е.П. Гипервентиляция. – М.: Наука, 1990. – 282 с.
 8. Шурыгин СИ. Мониторинг дыхания. Пульсоксиметрия, капнография, оксиметрия. – Санкт-Петербург: Невский Диалект, 2000. – 300 с.

Поступила в редакцию 20.06.2006 г.

УДК:[616.74-009.16:616.2]-008.9-053.2

РЕЗЕРВЫ РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ У ДЕТЕЙ С МЫШЕЧНОЙ ГИПОТОНИЕЙ

Буков Ю.А., Маркина И.В.

В настоящее время все больший интерес специалистов различного профиля привлекает здоровьесбережения человека, достигаемое за счет активизации механизмов саногенеза. Особо пристальное внимание обращается на возможности обеспечения здоровья подрастающего поколения, поскольку организм ребенка наиболее уязвим и подвержен влияниям негативных факторов в силу своей функциональной незрелости [1]. Кроме того, следует отметить, что негативное влияние на здоровье детей и подростков связано с организацией учебного процесса в современной школе, который по сути своей не позволяет решать проблемы сохранения здоровья школьников [2]. Согласно статистических данных, наибольший рост различных заболеваний приходится как раз на период обучения в школе [3].

Одним из наименее изученным в плане влияния на соматическое здоровье школьников является миотонический синдром (или синдром диффузной мышечной гипотонии) – последствие перенесенной субклинической родовой травмы шейного отдела позвоночника и спинного мозга. Наиболее выражены его проявления в младенческом возрасте, но этот симптомокомплекс сохраняется и у значительной части детей школьного возраста, способствуя развитию целого ряда неврологических осложнений. Повреждение спинального дыхательного центра, отмечаемое при натальной травме шейного отдела позвоночника, сопровождается слабостью диафрагмы и межреберных мышц, что может в дальнейшем привести к развитию бронхитов, пневмоний и затяжным течениям заболеваний дыхательных путей.

Известно, что существенное значение в формировании здоровья детей играют энергетические факторы и интеграция функций [4]. Однако, имеются лишь единичные работы, в которых рассматриваются вопросы энергетических возможностей и резервов физиологических систем детей с миотоническим синдромом [5-7]. Исходя из выше изложенного целью исследования явилось изучение резервов респираторной системы и особенностей метаболизма у детей с мышечной гипотонией, а также оценка эффективности аэробных и дыхательных упражнений, включенных в программу коррекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для решения поставленной задачи нами были обследованы 18 детей в возрасте 12 лет с миотоническим синдромом. Вентиляторную функцию легких исследовали спиропневмотахометрическим методом с помощью прибора «СпироТест РС» с компьютерной обработкой регистрируемых показателей. В качестве функциональных параметров использовали: объем форсированного выдоха в 1 секунду (ОФВ1), жизненную ёмкость легких (ЖЕЛ), резервный объем вдоха и выдоха (Ровд., Ровыд.), тест Тиффно (ОФВ1/ЖЕЛ), пиковую и максимальную объемные скорости форсированного выдоха при 25, 50, 75 % ЖЕЛ (ПОС, МОС25, МОС50, МОС75), среднюю объемную скорость на уровне 25-75 % ЖЕЛ (СОС 25-75), максимальную вентиляцию легких (МВЛ), дыхательный объем (ДО), минутный объем легочной вентиляции (МОД), частоту дыхания (f). Все объемные показатели приведены к условиям ВТРС. Газовый состав выдыхаемого воздуха ($F_{E}O_2, F_{E}CO_2$) определяли газоанализаторами ПГА-КМ, ПГ-ДУМ. Рассчитывали скорость потребления кислорода (VO_2), скорость выделения углекислого газа (VCO_2), дыхательный коэффициент (R), вентиляционный эквивалент по кислороду (V_E/VO_2) и углекислому газу (V_EV/CO_2). Газообменные показатели приведены к условиям STPD. Излишки неметаболического CO_2 ($E_{xc}CO_2$), образовавшиеся в результате реакций буферирования, количественно определяли по формуле (1):

$$E_{xc} CO_2 = VCO_2 - R \cdot VO_2, \quad (1)$$

где $E_{xc} CO_2$ – излишки метаболического CO_2 – эксцесс CO_2 ; VCO_2 , $V O_2$ – показатели газообмена при физической нагрузке; R – дыхательный коэффициент в состоянии покоя.

Исследования проводились в состоянии покоя и при выполнении ступенчатоповышающихся физических нагрузок.

Особенности энергетического обмена детей с мышечной гипотонией изучались нами с помощью стандартных велоэргометрических нагрузок. В качестве критерия эффективности энергопродукции использовали показатель порога анаэробного обмена (ПАНО). Концепция анаэробного порога предполагает, что общий баланс между потребностями и возможностями окисления при физических нагрузках становится отрицательным. Так как на уровень окислительных реакций влияют два основных фактора: вентиляторная потребность и вентиляторная способность, то уровень ПАНО при выполнении физических нагрузок может быть достигнут тогда, когда вентиляторная потребность значительно будет превышать вентиляторную способность. Оценка вентиляторной составляющей реакций энергетического обмена детей при выполнении дозированных физических нагрузок проводилась нами по величине дыхательного коэффициента (R), соотношениям V_E/VO_2 , V_E/VCO_2 и метаболическому запросу (МЕТ).

Материалы исследования обработаны методом вариационной статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Мышечная гипотония, как следствие родового повреждения шейного отдела позвоночника (С-4 сегмент), сопровождается слабостью основных респираторных мышц. Снижение функциональной активности диафрагмы, межреберных мышц

приводит к изменениям и в механике дыхания детей. Проведенный сравнительный анализ фактических показателей объёмных характеристик форсированного выдоха и экспираторной части кривой поток-объём свидетельствует о значительном их снижении по отношению к должным значениям. В большей степени эти изменения проявились в отношении ОФВ1, фактическая величина которого составила в среднем 70,7 % от должных значений, ($p < 0,01$); пиковой объёмной скорости – 76,9 %, ($p < 0,05$); бронхиальной проходимости на уровне больших бронхов – 83,2 %, ($p < 0,05$). Оценивая перспективы формирования адаптационного потенциала детей следует отметить особую взаимосвязь между энергетическим балансом организма и морфо-функциональными возможностями системы внешнего дыхания. Ослабление защитной роли этих двух основных компонентов здоровья способствует проявлению механизмов патогенетических изменений функций.

Как следует из полученных результатов, корригирующие воздействия, связанные в первую очередь с развитием функциональных резервов системы внешнего дыхания, способствовали оптимизации вентиляторной потребности организма детей. Так, фоновые исследования выявили высокий уровень метаболического запроса организма при выполнении нагрузки мощностью 60 Вт. При этом энергетические траты сопровождались избыточной вентиляторной реакцией. Дыхательный коэффициент достиг значений $0,92 \pm 0,08$ отн. ед, ($p < 0,01$). Респираторная эффективность компенсаторных реакций была снижена. Отношение V_E/V_{CO_2} уменьшилось до $27,8 \pm 1,4$ отн. ед., ($p < 0,01$) свидетельствуя о росте напряжения CO_2 в артериальной крови, развитии метаболического ацидоза. Последующие исследования показали, что повышение бронхиальной проходимости на всех уровнях бронхиального дерева явилось основным фактором формирования экономизирующего эффекта коррекции. Снижение метаболического запроса организма в среднем до 5,0 МЕТ при нагрузке 60 Вт, сопровождалось уменьшением вентиляторной реакции, повышением её эффективности. Умеренный прирост отношения V_E/V_{CO_2} до $32,2 \pm 1,3$ отн. ед., ($p < 0,05$) можно расценивать как проявление респираторной компенсации развивающегося метаболического ацидоза. У детей с миотоническим синдромом при выполнении нагрузок мощностью 45, 60 Вт отмечался резкий прирост количества неметаболического излишка CO_2 , что свидетельствует об активизации анаэробного гликолиза и достижении уровня ПАНУ. Основной причиной преобладания анаэробных реакций в метаболизме следует считать снижение бронхиальной проходимости в этом диапазоне физических нагрузок. Таким образом, уменьшение вентиляторной способности являлось фактором, провоцирующим формирование декомпенсированного ацидоза у детей с мышечной гипотонией.

Рост вентиляторных способностей респираторной системы детей, на фоне снижения метаболического запроса при выполнении нагрузок ступенчато повышающейся мощности, позитивным образом отразился на направленности метаболических реакций. Повышение функциональных возможностей инспираторной мускулатуры обеспечило увеличение бронхиальной проходимости, что создало условия для эффективной респираторной компенсации ацидотических сдвигов. Уровень порога анаэробного обмена при нагрузках мощностью 45-60 Вт не

был достигнут. Следовательно, корригирующий эффект характеризовался повышением аэробного энергopotенциала организма детей и расширением морфо-функциональных возможностей респираторной системы.

ВЫВОДЫ

1. У детей с синдромом мышечной гипотонии отмечено уменьшение скорости воздушного потока при форсированном выдохе. Выявлены рестриктивные изменения в бронхах ограничивают вентиляторные способности респираторной системы, лимитируя адаптационные ресурсы организма.

2. Снижение бронхиальной проходимости у детей с мышечной гипотонией при выполнении физических нагрузок усиливает процессы анаэробного гликолиза, уменьшает возможность респираторной компенсации метаболического ацидоза.

3. Аэробные и дыхательные упражнения, используемые в реабилитации детей с мышечной гипотонией, оказывают корригирующее действие, способствуя росту энергетического потенциала и вентиляторных способностей организма школьников.

Список литературы

1. Фарбер Д.А. Физиология подростка. – М.: Просвещение, 1980. – 288с.
2. Евстифеева О., Кучменко Н. Деятельность школы и здоровье // Народное образование.- 2001. - № 2. – С. 167-169.
3. Сміяв І.С. Здоров'я дітеі і маібудне України // Педіатрія. – 1997. - № 1.- С. 6-11.
4. Апанасенко Г.Л., Попова Л.А. Медицинская валеология. – К.: Здоровья, 1990. - 243 с.
5. Хачатрян Л.Г., Маслова О.И. Критерии диагностики диффузной мышечной гипотонии у детей раннего возраста // Российский педиатрический журнал. – 2002. - №1. – С. 15-19.
6. Атлас Е.Е. Реабилитация детей с диффузной мышечной гипотонией и нейрофизиологические критерии её эффективности // Вопросы физиотерапии, курортологии и ЛФК. – 2002. - № 2. – С. 26-29.
7. Елубаева А.М., Аухадеева Э.И. Возможные ошибки при определении детей и подростков в медицинские группы для занятий физической культурой // Казанский медицинский журнал. – 2004. –Т.85. - № 2.- С.143-144.

Поступила в редакцию 20.06.2006 г.

УДК 616.72-002.77+612.015.348

КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФОРМ АЛЬБУМИНА У БОЛЬНЫХ ЮВЕНИЛЬНЫМ РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ

Гуркович Е.И.

Проблема ювенильного ревматоидного артрита (ЮРА) продолжает оставаться одной из актуальных в педиатрии. Неполные сведения о причинах возникновения заболевания, вовлечение а патологический процесс многих органов и систем, с преимущественным поражением соединительной ткани, создают трудности в диагностике болезни, что обуславливает нередко не эффективную терапию и раннюю инвалидизацию. При ЮРА изучение белкового обмена проводилось в основном в количественном аспекте. При ревматоидном артрите выявлены значительные нарушения белкового обмена: повышение скорости распада белка с одновременным снижением синтеза и дисбалансом его трансвазального транспорта [1]. Сывороточный альбумин (СА) является доминирующим в количественном отношении белком крови и одним из основных показателей гомеостаза организма человека. Развитие гипоальбуминемии приводит к нарушениям водного баланса организма и транспорта жизненно важных веществ. Характер диспротеинемии позволяет судить не столько об активности болезни, сколько о глубине патологического процесса. Снижение уровня СА наступает в том случае, когда исчерпаны компенсаторные возможности организма по поддержанию определенного уровня белка в сыворотке крови. Так как изменения на молекулярном уровне при возникновении патологического процесса, значительно опережают морфологические и клинические проявления болезни в силу существования компенсаторных механизмов, то вероятно, можно использовать некоторые биохимические методы исследования для уточнения активности процесса [2].

Ранее в своих работах мы отмечали, что при ювенильном ревматоидном артрите выявляются структурные изменения сывороточного альбумина (СА) и их характер зависит от активности патологического процесса [3, 4]. Характер изменения физико-химических свойств СА позволяет определить глубину расстройств в состоянии здоровья на субклиническом уровне, когда количественное содержание альбумина (А) и отдельных белковых фракций сыворотки крови остается в пределах нормы.

С.Н. Багдасарьян и Г.В.Троицкий установили, что изменения, происходящие в СА затрагивают не весь белок, а лишь его часть: в условиях патологии альбумин циркулирует в виде двух самостоятельных форм – нативной и модифицированной

[5]. Модифицированная форма альбумина (МА) представляет собой измененный белок и его появление характеризуется неспецифичностью к той или иной патологии.

Для назначения больным ЮРА средств реабилитации, адекватных стадии заболевания, степени активности воспалительного процесса большое значение имеет правильная оценка активности болезни, для уточнения которой нами изучались физико-химические свойства СА у больных ЮРА и их динамика в процессе санаторно-курортного лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В своей работе мы определяли количественное содержание МА в СА у больных ЮРА с целью уточнения активности процесса.

Под наблюдением находилось 124 больных ЮРА в возрасте от 6 до 15 лет. Среди обследованных мальчиков было 46, девочек -78. Длительность заболевания до 1 года была у 12 больных, до 3 лет – у 45, более 3 лет – у 67. Суставная форма ЮРА была у 98, суставно-висцеральная – у 26 детей. Серопозитивный – у 16, серонегативный у 108. Течение болезни: быстро прогрессирующее – у 52, медленно прогрессирующее – у 72. Степень активности: фаза ремиссии была у 70, низкая активность – у 54. Рентгенологическая стадия: 1 – у 75, 2 – у 37, 3 – у 15 детей. Функциональная недостаточность: 1 – у 48 детей, 2а – у 49, 2б – у 27 больных.

Методом электрофореза на ацетатцеллюлозных пленках с последующей обработкой их трихлоруксусным этанолом определяли в процентном отношении содержание МА в СА [6]. Результаты исследования сопоставляли в зависимости от формы заболевания, характера течения, степени активности, длительности заболевания, ремиссии, рентгенологической стадии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание МА в СА у больных ЮРА имеет отчетливую зависимость от степени активности ЮРА. Так в фазе ремиссии содержание МА составляло $18,3 \pm 0,5$ % (в контрольной группе уровень МА был $5,2 \pm 0,3$ % ($p < 0,001$)). При минимальной активности содержание МА в СА равнялось $25,1 \pm 0,6$ % различие достоверно ($p < 0,001$) в сравнении с контрольной и предыдущими группами.

Достоверной разницы в содержании МА в СА у больных с различными вариантами течения ЮРА не выявлено. Их уровень определялся прежде всего активностью процесса. Так в фазе ремиссии при быстро прогрессирующем течении - $18,3 \pm 0,6$ %. При минимальной активности: быстро прогрессирующее течение - $25,3 \pm 0,8$ % медленно прогрессирующее течение - $24,9 \pm 0,7$ %. Не обнаружено также различий в количестве МА у больных с суставной и суставно-висцеральной формами ЮРА.

Достоверные различия содержания МА выявлены среди больных в фазе ремиссии ЮРА. Больные были разделены на 2 группы: в 1 группу вошли больные, у которых была лабораторная ремиссия, но периодически отмечались кратковременные артралгии и скованность не более 5-7 минут (п-45) и 2 группа (п-

25) отличалась от первой отсутствием у больных каких-либо негативных субъективных проявлений. Соответственно и содержание мА в СА было различным: в 1 группе $19,6 \pm 0,7$ % и во 2 группе $15,9 \pm 0,4$ % ($p < 0,001$), что свидетельствовало о полноте, стабильности клинико-лабораторной ремиссии ЮРА.

При анализе количественного содержания мА в СА у больных с минимальной активностью обращало на себя внимание большее в сравнении с другими больными количество мА у детей с мочевым синдромом (18), который проявлялся нестабильным наличием белка в общем анализе мочи, или его следов в сравнении с группой детей (п-35), у которых изменения в моче отсутствовали. Уровень мА в СА у детей с мочевым синдромом составил $26,8 \pm 1,2$ %, без такового – $23,9 \pm 0,5$ % ($p < 0,05$). При сопоставлении клинических и биохимических показателей в этих группах существенных различий не выявлено, за исключением сниженного содержания альбумина и увеличения α_2 -глобулинов в сыворотке крови детей с мочевым синдромом. Нарастание мА у больных с мочевым синдромом связано с более тяжелым течением ЮРА и вовлечением в патологический процесс почек. Отсутствие клинических и лабораторных признаков воспаления мочевых путей при наличии непостоянной протеинурии, возможно, связано с развитием у этих больных амилоидоза. Гипоальбуминемия, вероятно, обусловлена не только потерей белка через почечный фильтр, но и с явлением α - β -глобулинизацией альбумина, когда изменившиеся в условиях патологии электро-химические свойства СА приводят к изменению его электрофоретической подвижности, которая становится близкой к подвижности α -глобулина, что и подтверждается достоверным увеличением α_2 -глобулинов на фоне общего снижения альбумина [7,8].

По данным Троицкого Г.В. увеличение процентного содержания Ам в том числе при заболеваниях почек, является плохим прогностическим признаком [7].

Для выяснения диагностической ценности метода количественного определения Ам на ацетатцеллюлозных пленках проводилось параллельное изучение исследуемых тестов с общепринятыми лабораторными показателями, широко используемыми в диагностике активности РА. У больных ЮРА в фазе ремиссии и с минимальной активностью установлены достоверные, прямые, умеренные и сильные корреляционные связи между количественным содержанием Ам и такими острофазовыми показателями крови как гаптоглобин, сероомукоид. Выявлена достоверная обратная корреляционная связь между количественным содержанием Ам и альбумином сыворотки крови при минимальной активности. Коэффициент корреляции между Ам и острофазовыми показателями крови был выше у больных с минимальной активностью в сравнении с фазой ремиссии, что свидетельствует об однонаправленности изменений количественного содержания Ам и биохимических показателей активности процесса.

Исследовалось процентное содержание Ам в СА в динамике санаторно-курортного лечения у 67 больных. Проведение санаторно-курортного лечения ЮРА необходимо для закрепления результатов, полученных на предыдущих этапах лечения, сохранения и восстановления функциональной полноценности суставов. В результате проведенного лечения отмечается значительное снижение Ам в СА у 35 больных. У 18 детей выявлена отрицательная динамика в процессе лечения. У 14

больных в связи с перенесенными интеркуррентными заболеваниями эффективность проведенного лечения не оценивалось, но проведен анализ изменения Ам до и после заболевания.

Санаторно-курортное лечение проводилось больным ЮРА по 1,2,3 лечебному комплексу. При назначении лечения учитывалась форма заболевания, активность, характер воспалительных изменений в суставах.

У больных (п-21) в фазе ремиссии лечение проводилось в основном по 1 лечебному комплексу: рапные или морские ванны в чередовании с физиопроцедурами, затем грязевые аппликации или электрофорез на область пораженных суставов. Второй лечебный комплекс получали больные с минимальной активностью РА при наличии экссудативно-пролиферативных изменений в суставах. Начиналось лечение с преформированных физических факторов на область пораженных суставов, затем курс рапных или морских ванн. Третий лечебный комплекс назначался детям с минимальной активностью при наличии пролиферативных, пролиферативно-фиброзных изменений в суставах. Первым этапом лечения дети получали на область пораженных суставов аппаратную физиотерапию, затем, если, активность заболевания снижалась грязевые аппликации или подводный массаж.

При анализе динамики количественного содержания Ам в СА под влиянием санаторно-курортного лечения мы отметили, что у всех больных, находившихся под наблюдением, при выписке отмечалось клиническое улучшение: уменьшились или прошли боли в суставах, утомляемость, улучшились объективные данные (спирометрия, динамометрия, увеличился объем движений в суставах). Но снижение Ам мы выявили только у 35 больных, причем в фазе ремиссии была только тенденция к уменьшению Ам в СА с $18,6 \pm 1,1\%$ до $15,1 \pm 1,0\%$. У больных с низкой активностью отмечалось значительное уменьшение модифицированной формы СА с $27, \pm 0,9 \%$ до $19,1 \pm 1,0 \%$ ($p < 0,001$), тогда как общее количество А в крови существенно не менялось. До лечения не выявлено существенных различий в количестве Ам в зависимости от формы заболевания, так при суставной форме Ам составляло $27,0 \pm 1,2\%$ при суставно-висцеральной- $26,3 \pm 1,3 \%$ ($p > 0,05$). После санаторно-курортного лечения более значительное снижение Ам выявлено при суставно-висцеральной форме до $16,0 \pm 2,1\%$, тогда как при суставной форме до $20,4 \pm 1,0 \%$ ($p < 0,05$). Всем больным с суставно-висцеральной формой проводили лечение по 2 лечебному комплексу, т. е. более щадящее. Больные с низкой активностью получали санаторно-курортное лечение на фоне медикаментозной терапии (делагил и один из НПВП)

Изменение иммунного статуса под влиянием санаторно-курортного лечения было незначительным и не носило достоверного характера, что согласуется с работами других авторов, проведенными на базе санатория «Здравница», где было установлено, что нормализация иммунологических показателей происходит после трехмесячного курса лечения, и у ограниченного числа больных через 2 месяца, в зависимости от формы болезни, активности, характера течения. Таким образом, количественные изменения Ам в СА, которые начинают фиксироваться в более ранние сроки лечения: через два месяца у всех групп больных, свидетельствуют о

большей чувствительности и лабильности этого показателя в сравнении с иммунологическими тестами.

У 18 больных после санаторно-курортного лечения отмечается достоверная отрицательная динамика содержания Ам в сыворотке крови. В этой группе преобладали больные с суставной формой - 12(70%) больных, в фазе ремиссии-12(67%), низкой активностью -6(35%) ,полиартритом - 14(82%). У больных с низкой активностью увеличение Ам с $21,8 \pm 0,7$ % до $31,3 \pm 1,3$ % ($p < 0,001$) произошло одновременно с изменением общего клинического анализа крови и биохимических показателей (сиаловой кислоты, гаптоглобина, серомукоида). Увеличение Ам выходит за пределы значений характерных для низкой активности заболевания, т.е. выше $25,1 \pm 0,6$ %. В группе больных в фазе ремиссии (п-12) увеличение Ам после курса лечения произошло с $17,8 \pm 1,3$ % до $26,0 \pm 1,2$ % ($p < 0,001$). При анализе истории болезни каждого больного мы выявили, что на фоне общего удовлетворительного самочувствия, отсутствия отрицательной динамики объективных данных есть изменения какого-то одного лабораторного показателя (чаще гаптоглобина или СОЭ) при неизменности всех остальных, или появляются артралгии. Отрицательную динамику Ам мы связываем с бальнеореакцией или со скрыто протекающим обострением. Отсутствие положительной динамики физико-химических свойств СА, при клиническом улучшении является прогностически неблагоприятным признаком, указывающим на необходимость коррекции лечебных мероприятий.

Подтверждением более высокой чувствительности показателя Ам по сравнению с общепринятыми лабораторными показателями могут служить следующие данные. Проанализированы показатели группы больных ЮРА (п -14), которые перенесли интеркуррентные заболевания во время лечения в санатории (ОРЗ-5 детей, острый бронхит-1, отит -1, острый ринофарингит – 2, стоматит -1-, миозит -1, ветряную оспу –2,аллергический диатез -1). На период болезни было отменено бальнео-грязелечение и назначена медикаментозная терапия. После стихания острых проявлений интеркуррентных заболеваний больным была продолжена реабилитационная терапия методами аппаратной физиотерапии, ЛФК, массажа, климатотерапии, но без включения грязелечения и бальнеотерапии. К окончанию срока пребывания в санатории все лабораторные показатели, в том числе и иммунологические у больных в фазе ремиссии возвратились к исходному значению, то есть до появления интеркуррентного заболевания, а содержание Ам осталось значительно повышенным. Так, при поступлении в санаторий, до начала санаторно-курортного лечения Ам в СА содержалось $18,8 \pm 1,4$ %, при выписке $29,6 \pm 1,5$ % ($p < 0,001$). Повышение содержания Ам в СА у этой группы больных указывает, что, несмотря на улучшение самочувствия больных, уменьшение жалоб общего характера, уменьшение проявлений суставного синдрома, нормализации лабораторных и иммунологических данных, у больных сохраняется скрытая активность патологического процесса или еще не закончен период реконвалесценции. Причем, увеличение Ам наблюдалось как при ОРЗ, протекавшем со значительным нарушением общего состояния больного, так и при заболеваниях,

при которых общее состояние детей оставалось удовлетворительным, когда патологический процесс был локализован – стоматит, миозит.

Таким образом, определение Ам в сыворотке крови с учетом клинических и лабораторных показателей, позволяет более точно, чем общепринятые лабораторные тесты, оценить активность заболевания, проследить динамику патологического процесса под влиянием санаторно-курортного лечения.

ВЫВОДЫ

1. У больных ЮРА выявлено повышенное содержание Ам в сыворотке крови. С ростом активности количество Ам в крови нарастает. Но даже в фазе клинико-лабораторной ремиссии нормализации уровня Ам не происходит, что свидетельствует о сохраняющейся напряженности затихшего воспалительного процесса.

2. Изменение физико-химических свойств СА обнаруживается уже на ранней, субклинической стадии ЮРА, в то время, когда традиционные лабораторные тесты малоинформативны. Больных, находящихся в фазе ремиссии, с наличием артралгий, по характеру изменений Ам следует считать имеющими не полную ремиссию.

3. При санаторно-курортном лечении больных ЮРА улучшение клинических проявлений заболевания и традиционных лабораторных тестов значительно опережает динамику физико-химических свойств СА, что позволяет использовать их для объективизации оценки активности процесса и его динамики.

Список литературы

1. Ибраимов А.Г., Чернецова Л.В. Динамика функции ряда внутренних органов и показателей белкового обмена (по данным радионуклидных методов) при комплексной терапии больных ревматоидной болезнью // Тезисы докладов и сообщений 19 Всесоюзного съезда терапевтов - Москва, 1987. – Т. 1. – С. 130.
2. Структурные основы адаптации и компенсации нарушенных функций: Руководство / Под ред. Д.С. Саркисова. – М.: Медицина, 1987. – 448 с.
3. Багдасарян С.Н., Троицкий Г.В. Метод очистки альбуминов от его модифицированных форм // Молекулярная биология. – 1972. – № 8. – С. 97-99.
4. Гуркович Е.И. Изменения физико-химических свойств сывороточного альбумина у детей, больных ревматоидным артритом, под влиянием санаторно-курортного лечения // Тезисы докладов 5 съезда физиотерапевтов и курортологов Украинской ССР. – Одесса, 1991 - С. 152.
5. Гуркович О.І., Каладзе М.М., Борисенко С.М. Структурні зміни сироваткового альбуміну у хворих на ювенільний ревматоїдний артрит // Педіатрія, акушерство і гінекологія. – 1994. – № 2. – С. 7-8.
6. Троицкий Г.В., Касымова Г.А., Борисенко С.Н. Степень модификации сывороточного альбумина как токсикологический тест // Вопросы медицинской химии. – 1987. – № 2. – С. 7-8
7. Троицкий Г.В., Патологическая анатомия белков (дефектные белки): Актовая речь в Крым. мед. институте. – Симферополь: Таврия, 1983. – 35 с.
8. Троицкий Г.В. Дефектные белки: постсинтетическая модификация. – Киев: Наукова думка, 1991. – 232 с.

Поступила в редакцию 20.06.2006 г.

УДК 616.1/9-02:614.7

ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПОДРОСТКОВ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ БИОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ

Евстафьева И.А., Решетняк О.А., Евстафьева Е.В., Гружевский В.А., Гружевская В.Ф.

Микроэлементозы играют важную роль в функционировании всех живых организмов. Избыток или недостаток в организме отдельных химических элементов или их соединений нередко приводит к возникновению патологических состояний. Особой патогенностью при этом отличаются тяжелые металлы (ТМ) – загрязнители среды обитания [1]. Одним из наиболее чувствительных показателей, свидетельствующих об изменении качества окружающей среды и условий жизни в целом, является состояние здоровья детского населения. В настоящее время в литературе имеется крайне ограниченное количество работ о взаимосвязях содержания микроэлементов и показателей сердечно-сосудистой системы (ССС), которые не дают достаточно полного представления о том, как реализуется в организме взаимодействие микроэлементов между собой и как это взаимодействие отражается на функции системы кровообращения [2].

В связи с этим, целью настоящей работы явилось изучение особенностей реагирования сердечно-сосудистой системы пятнадцатилетних подростков в зависимости от количества мышьяка, цинка и меди в организме на физическую нагрузку.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимало участие 25 подростков (мальчиков), проживающих в г. Симферополе, у которых определяли содержание мышьяка (As), цинка (Zn) и меди (Cu) в волосах и физиологические показатели, характеризующие состояние ССС. Содержание биоэлементов определяли рентгено-флюоресцентным методом в лаборатории ВИРИА при Институте медицины труда АМН Украины.

Состояние сердечно-сосудистой системы оценивалось по показателям: амплитуды дифференцированной реограммы (АДР, Ом/с), среднего артериального давления (САД, мм.рт.ст), общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС, дин.с/см), минутного объема крови (МО, л/мин), сердечного индекса (СИ л/мин/м²), частоты сердечного сокращения (ЧСС, уд/мин.), длительности сердечного цикла (ДСЦ, с), механической работы сердца (РБС, кг/м), фазы изгнания крови (ФИ, с), временного показателя (ВП, с), относительного временного показателя (ОВП, %) посредством компьютерной реографии в состоянии физиологического покоя и

после 12 минутной нагрузки на велоэргометре. Для каждого показателя нами была рассчитана абсолютная (АА) и удельная амплитуда (УА) прироста показателя после физической нагрузки [3]. Регистрацию проводили методом тетраполярной грудной компьютерной реографии посредством анализатора РА5-01. Подробности методики были описаны ранее [3]. Статистическую обработку данных проводили посредством непараметрического корреляционного метода по Спирмену.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Прежде всего, следует отметить, что содержание As в волосах находилось в пределах нормы для данной возрастной категории. Содержание Zn находилось на нижней границе условной нормы, а содержание Cu – ниже условной нормы (табл.1). По данным [1] наиболее распространенными гипомикроэлементозами являются Zn и Cu. Низкий уровень Zn в волосах, признанный в качестве индикатора дефицита Zn, встречается в России в среднем у 20-40% детей, тогда как низкий уровень Cu – в 6-22% случаев. Причиной этого может быть загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, такими как Pb (свинец), Cd (кадмий), Hg (ртуть), которые являются антагонистами этих элементов [4]. Известно, что Cd вытесняет Cu [4], а в ранее проведенных нами исследованиях у этих же подростков содержание Cd находилось на уровне верхней границы нормы [5], что также может быть причиной низкого содержания Cu.

Таблица 1.

Концентрация металлов в волосах исследуемых подростков

Элемент	Концентрация в волосах (мкг/г)			
	Минимальная	Максимальная	Средняя	Условная норма
As (мышьяк)	0,21	2,42	1,4	0-2,5
Zn (цинк)	84,4	113,1	117,6	115-250
Cu (медь)	5,93	12,47	8,45	9-40

Значения исследуемых показателей сердечно-сосудистой системы в среднем соответствовали нормативным значениям для этой возрастной категории [6], то есть либо находились в пределах принятой физиологической нормы, либо незначительно отличались от нее у отдельных подростков (табл. 2).

Корреляционный анализ показателей сердечной деятельности с содержанием данных металлов в волосах позволил констатировать следующее.

В состоянии физиологического покоя не обнаружено статистически достоверной связи показателей сердечной деятельности с содержанием As, Zn и Cu в волосах подростков.

Регистрация изучаемых показателей сердечно-сосудистой системы после выполнения проб и их анализ на предмет выявления взаимосвязи реагирования на физическую нагрузку с содержанием в организме микроэлементов выявила следующее. После физической нагрузки обнаружены связи, приближающиеся к достоверным, для As и АДР (табл. 3), что согласуется с литературными данными о влиянии этого металла на стенки сосудов [1]. Считают, что вазоконстрикция,

ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

индуцированная As, опосредована С-фосфорилированием в гладких мышцах и, что кальциевая сенситизация является одним из ключевых механизмов повышения сократимости гладких мышц сосудов под действием As [7].

Таблица 2.
Показатели сердечно-сосудистой системы обследуемых подростков в состоянии покоя

Показатели	Среднее значение \pm стандартное отклонение	Норма
ЧСС (уд/мин)	76,5 \pm 15,2	60-75
УО (мл)	71,2 \pm 25,7	70-80
МО (л/мин)	5,57 \pm 1,8	4-5
ДСЦ (с)	0,78 \pm 0,17	0,6-1,2
ОПС (дин с/см ²)	1245 \pm 105	1270-1490
РБС (кг/м)	7,03 \pm 1,1	6,3-7,8
ФИ (с)	0,24 \pm 0,04	0,2-0,3
ВП (с)	0,13 \pm 0,02	0,12- 0,16
ОВП (%)	18,6 \pm 7,8	не более 20
АДР (Ом/с)	1,700 \pm 0,6	1,3-1,8
СИ (л/мин/м ²)	3,86 \pm 1,0	3-5,66

Таблица 3.
Корреляционный анализ показателей сердечно-сосудистой системы и металлов в волосах

Металл	Показатели	Коэффициент корреляции после нагрузки (r)	Уровень значимости после нагрузки
As	АДР	0,38	0,07
As	УА АДР	0,38	0,07
Zn	САД	0,51	0,02
Zn	УА САД	0,51	0,02
Zn	ОПСС	0,57	0,007
Zn	УА ОПСС	0,57	0,007
Cu	МО	-0,36	0,09
Cu	УА МО	-0,36	0,09
Cu	СИ	-0,39	0,07
Cu	УА СИ	-0,39	0,07
Cu	А СИ	-0,37	0,09

Обнаружены связи, приближающиеся к достоверным для показателей Си и МО с содержанием Си в организме (табл. 3). В то же время установлена высоко достоверная корреляционная связь Zn с показателями САД и ОПСС (табл.3).

Таким образом, As и Zn были значимы для сосудистой системы, в то время как Си оказывала влияния на показатели сердечной деятельности.

Что касается характера обнаруженных корреляционных связей, то с содержанием As и Zn у показателей сосудистой системы такая связь была положительной, а с Си и показателями сердечной деятельности - отрицательной. Так, положительная

корреляционная связь изменений сердечной деятельности с уровнем Zn при физической нагрузке может свидетельствовать о том, что чем больше содержание Zn в организме, тем больше абсолютная и удельная изменений САД. Наличие аналогичной связи Zn с ОПСС свидетельствует о том, что влияние Zn на артериальное давление опосредовано его влиянием на периферическое сопротивление сосудов.

В литературе имеются данные экспериментальных и клинических исследований о влиянии этих элементов на функциональное состояние возбудимых тканей (нервную, гладкомышечную, миокард) [2].

Выполнение физической нагрузки в настоящем исследовании позволило обнаружить достоверную связь исследуемых показателей сердечно-сосудистой системы с содержанием As, Zn и Cu в организме. Таким образом, по нашим данным и по данным натуральных исследований, можно констатировать физиологическую значимость этих микроэлементов для функционирования системы гемодинамики даже в очень низких количествах, что подтверждает их эссенциальность.

ВЫВОДЫ

1. Обнаружено, что у 15-летних школьников г. Симферополя содержание As в физиологически стабильных тканях (волосах) находилось в пределах условной нормы, Zn - на уровне нижней границы нормы, а Cu – ниже нормы.

2. Установлена достоверная ($0,007 \leq p \leq 0,02$) или приближающаяся к ней ($0,09 \leq p \leq 0,07$) корреляционная связь состояния сосудистой системы с As и Zn показателей сердечной деятельности с Cu при предъявлении физической нагрузки на велоэргометре, в то время как в состоянии физиологического покоя такой зависимости от уровня элементов не выявлено. Плотность корреляционных связей колебалась от 0,36 до 0,51. Наиболее значимые связи установлены для Zn.

3. Выявленные корреляционные связи подтверждают эссенциальный характер As, Cu, Zn в физиологических или близких к ним дозах для нормального функционирования сердечно-сосудистой системы.

Список литературы

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология.- М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Агаджанян Н.А., Велданова М.В., Скальный А.В. Экологический портрет человека и роль микроэлементов. – М.: КМК, 2001. – 236 с.
3. Евстафьева И.А. Особенности реагирования системы кровообращения на физическую нагрузку у школьников в зависимости от содержания ртути в организме // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2001. – Т. 14 (53), № 2. – С.58-63.
4. Скальный А.В. Микроэлементозы человека. – М.: КМК, 2001. – 96 с.
5. Евстафьева Е.В., Павленко В.Б., Евстафьева И.А., Слюсаренко А.Е. Особенности функционального состояния центральной нервной, сердечно-сосудистой и иммунной систем в связи с содержанием свинца и кадмия в организме // Таврический медико-биологический вестник. – 2002. – Т.5. - № 4. – С.106-111.
6. Евстафьева Е.В. Экологические аспекты современной медицины // Вест. медико-биол. наук. – 1998. - №1-2. - С. 32-35.
7. Lee M. Y., Lee Y.H., Lim K. N. Inorganic arsenite potentiates vasoconstriction through calcium sensitization in vascular smooth muscle // Environ. Health Perspect. – 2005. – Issue 113. – Vol. 10. – P 1330-1335.

Поступила в редакцию 20.05.2006 г.

УДК 616-008+616-02+616-08+616-036. 82/36

МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМ У БОЛЬНЫХ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПАТОГЕНЕЗЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Кулагин Ю.И., Заикин А.В., Иванова Н.М., Кулагина Ю.Ю.

Метаболический синдром (МС), известный также и как синдром Ривена, синдром X, синдром инсулинорезистентности, атеротромбогенный синдром – сложное нарушение обмена веществ, часто встречающееся у больных артериальной гипертензией (АГ) с абдоминальным ожирением (АО). В основе МС лежит тканевая инсулинорезистентность (ИР), способствующая развитию гиперинсулинемии (ГИ), активации симпатoadреналовой системы (САС), повышению сосудистого тонуса и патологического сдвига в липидном спектре крови [1 – 3].

Еще более 80 лет назад Г.Ф. Ланг, А.Л. Мясников, Д.М. Гротель указывали на наличие тесной связи артериальной гипертензии с ожирением, гиперхолестеринемией, гиперурикемией и нарушениями углеводного обмена [4, 5].

В 1948 г. известный клиницист Е.М. Тареев писал: «представление о гипертеннике наиболее часто ассоциируется с ожирелым гиперстеником, с возможным нарушением белкового обмена, с засорением крови продуктами неполного метаморфоза – холестерина, мочевой кислотой...» [4, 6, 7]. Таким образом, более 50 лет назад отечественными учеными уже было практически сформировано представление о метаболическом синдроме. Однако, впервые МС в классическом его описании был предложен в 1981 году восточногерманскими исследователями М. Ханефельдом и В. Леонардтом [8].

Джеральд Ривен (1989), проанализировав данные многочисленных исследований, пришел к заключению, что в основе ГИ, нарушения толерантности к глюкозе, изменения липидного состава крови и артериальной гипертензии может лежать снижение чувствительности тканей к инсулину [9]. Тогда же Норманн Каплан предложил термин «смертельный квартет», так как сочетания ожирения, сахарного диабета 2-го типа, АГ и гипертриглицеридемии значительно увеличивает сердечно-сосудистую смертность [10]. С. Хаффнер (1992) ввел понятие синдрома инсулинорезистентности, а Л. Ресник (1993) – понятие «генерализованной сердечно-сосудистой метаболической болезни», которая проявляется АГ, инсулинонезависимым сахарным диабетом (ИНСД), ожирением, атеросклерозом и гипертрофией левого желудочка [11, 12]. Начиная с середины 90-х годов в литературе начинает преобладать термин метаболического синдрома, предложенный В. Леонардтом еще в 1981 г. [13]

В настоящее время возникновение и развитие МС представляется как ИР и изменение механизма биологического действия инсулина, что сопровождается понижением потребления глюкозы тканями, главным образом, скелетной мускулатуры, ведущая к нарушению преимущественно неокислительного пути потребления глюкозы и снижению синтеза гликогена [7]. Единого этиологического фактора МС не установлено. Считается, однако, что непосредственному развитию ИР способствуют генетические дефекты инсулиновых рецепторов клеточных мембран или пострецепторные дефекты. Кроме того, имеются данные о связи ИР, уровня инсулина, показателей чувствительности к нему клеток и величины атерогенности липидов крови с медиаторами воспаления (С-реактивного белка, фибриногена, интерлейкинов 6,1). Персистенция последних, как результат субклинических воспалительных проявлений, рассматривается, в настоящее время, как элемент системной реакции защиты и приспособления организма к иммунодефицитным условиям второй половины XX века [14, 15]. При этом несомненными факторами риска МС является гиподинамия, гиперкалорийное питание, повышение активности симпатической нервной системы (СМС), частые стрессы. В связи с этим, исключая 2 последних фактора, А. Регенауэр (1998 г.) назвал МС синдромом «хорошей жизни» («good life» syndrome), имея в виду западный образ жизни. Действительно, при проведении семейных исследований обнаружено, что снижение физической активности и высокоуглеводный характер питания являются главными причинами того, что заболеваемость МС приобретает характер эпидемии – МС страдает около 25% населения западных стран [14,16 – 20].

Комплексное влияние этиологии и факторов риска приводит к ИР, при которой β -клетки островкового аппарата поджелудочной железы увеличивают синтез и секрецию инсулина, чтобы компенсировать нарушение чувствительности к нему и сохранить нормальную толерантность к глюкозе. Одновременно, однако, происходит усиление липолиза в жировых депо, снижается активность липопротеинлипазы, но увеличивается синтез триглицеридов в печени, растет в крови концентрация свободных жирных кислот, холестерина, липопротеидов низкой и очень низкой плотности (ХСЛНП и ХСЛОНП), а уровень холестерина и липопротеидов высокой плотности (ХСЛВП) падает [21]. В норме у здорового человека ГИ вызывает вазодилатацию. Медиатором вазодилатации является, при этом, окись азота. При наличии же ИР вазодилатирующий эффект инсулина исчезает. Возможно, решающую роль здесь играет нарушение синтеза азота в результате повышения концентрации свободных жирных кислот, что часто имеет место при ожирении [9]. Более того, хроническая гиперинсулинемия вызывает парадоксальную вазоконстрикцию и увеличение минутного объема кровообращения в результате стимуляции СНС, увеличение объема циркулирующей крови (ОЦК) в связи с усилением реабсорбции ионов натрия и воды в проксимальных и дистальных канальцах нефронов, сужение просвета артериол за счет пролиферации их гладкомышечных клеток, так как инсулин является мощным фактором, стимулирующим клеточный рост [10, 12, 22]. Увеличение концентрации инсулина приводит также к повышению внутриклеточной концентрации ионов натрия, кальция и снижению концентрации калия (в связи с нарушением функции калий, натрий, кальций-зависимых АТФаз),

что повышает чувствительность гладкомышечных клеток артериол и к прессорному влиянию норадреналина и ангиотензина. Кроме того, хроническая ГИ помимо развития АГ способствует снижению объемного кровотока в микрососудах скелетной мускулатуры, что увеличивает путь диффузии глюкозы к клеткам, и формируется ожирение, а особенно абдоминальное [18, 23, 24]. В свою очередь, увеличение жировой ткани, имеющей высокую плотность рецепторов к кортизолу и относительно низкую к инсулину, снижает чувствительность гипоталамо-гипофизарной зоны к действию кортизола и приводит к компенсаторно возникающему состоянию гиперкортицизма, что приводит к еще большему развитию абдоминального типа ожирения и усугубляет ИР [7, 25 – 27].

В последние годы появились новые данные о патогенезе АГ при ожирении, связанные с обнаружением у этих больных гиперлептинемии.

Г.К. Кеннеди (1953) предложил, что жировая ткань в организме, кроме роли энергетического депо, выполняет функции эндокринной железы, гормоны которой регулируют объём и массу тела [5, 25]. Через 40 лет Дж.Ф.Фридман с сотрудниками доказал наличие гена ожирения, а продукт этого гена был назван лептином [11]. Лептин – гормон, синтезируемый адипоцитами висцеральной жировой ткани. Прием пищи сопровождается повышением секреции лептина, а при голодании его уровень в сыворотке крови и экспрессия этого гена в жировой ткани снижаются [28]. Установлено, что концентрация лептина в плазме прямопропорциональна степени ожирения и его уровень тесно коррелирует с уровнем индекса массы тела (ИМТ), артериального давления, ангиотензина и норадреналина [29]. И инсулин, и лептин регулируют чувство насыщения. Лептин регулирует чувство насыщения на уровне дугообразного ядра гипоталамуса, от которого к паравентрикулярному ядру тянется богатая сеть аксонов [30]. Стимуляция паравентрикулярного ядра приводит к активации ряда симпатических нервов (почечных, надпочечниковых, висцеральных) и к повышению концентрации катехоламинов в плазме крови [28]. Исследованиями причинной связи гиперлептинемии и АГ, проведенные в Японии на почти 2000 мужчин, обнаружено увеличение уровня АД, концентрации лептина, инсулина и норадреналина у больных с ожирением в сравнении с больными, у которых масса тела была нормальной. Причем, повышение АД на фоне роста массы тела более тесно коррелировало с повышением концентрации норадреналина у больных с ожирением, чем с инсулином – то есть повышение активности СНС предшествовало развитие ГИ. Кроме того, у лиц с ожирением была выявлена зависимость уровня АД от концентрации лептина, которая отсутствовала в группе гипертоников с нормальной массой тела. В целом эти данные свидетельствуют о возможном существовании причинной связи между гиперлептинемией, повышенной активностью СНС и АГ у пациентов страдающих ожирением [17, 30, 31].

АГ при ИР отличается и механизмом формирования «гипертонического сердца». Особенности его является развитие избыточной гипертрофии левого желудочка, неадекватной уровню АД. Важнейшим клиническим проявлением «гипертонического сердца», при этом, служит развитие на поздних стадиях пароксизмальной мерцательной аритмии [28, 30].

Основными клиническими признаками МС являются повышение индекса массы тела (индекса Кетле), развитие симптомов АГ, ИБС и патологии опорно-двигательного аппарата. У больных с МС диагностируются так же и неврологические нарушения, остеохондроз, спондилёз; у женщин очень часто развивается бесплодие. Возникающий у них же поликистоз яичников считается одним из проявлений данного синдрома. По данным Г.В.Дзяка и соавторов (2003) у женщин, которым было проведено оперативное вмешательство по поводу удаления яичников, чаще развивается метаболический синдром [22].

На начальных этапах метаболический синдром проходит стадию ИР, которая компенсируется ГИ; в дальнейшем происходит истощение инкреторной функции поджелудочной железы, в результате чего формируется клинически выраженное нарушение углеводного обмена. В связи с этим, в настоящее время выделяют ряд стадий метаболического синдрома. Так, отсутствие МС (0-я стадия) характеризуется нормальным уровнем триглицеридов, инсулина натощак и через 2 часа после нагрузки. Первая стадия синдрома – стадия компенсированной гиперинсулинемии. Обычно на этой стадии отмечаются один, максимум, два компонента синдрома (артериальная гипертония, ожирение). Вторая стадия – стадия субкомпенсированной гиперинсулинемии – характеризуется непостоянной гиперинсулинемией, когда уровень гормона может самостоятельно снижаться до нормальных значений. В клинической картине обычно имеют место 2-3 компонента синдрома. Считается целесообразным выделение на этой стадии двух периодов – А и Б. Период А характеризуется полностью компенсированным углеводным обменом – тест толерантности к глюкозе нормальный. Признаком периода Б является нарушение у некоторых лиц толерантности к глюкозе. Третья стадия - стадия декомпенсации. Гиперинсулинемия, при этом, носит постоянный характер, но и этого уже недостаточно для поддержания нормального обмена глюкозы. В клинической картине присутствует полный «смертельный квартет». В данной стадии так же выделяют 2 периода – А и Б. В периоде А поджелудочная железа еще в состоянии синтезировать повышенное количество гормонов, хотя этого количества и недостаточно для поддержания нормального углеводного обмена. В периоде Б в результате длительной чрезмерной нагрузки происходит уже дегенерация β -клеток островкового аппарата железы, их секреторная способность падает. При этом, «нормализация» показателей инсулинового обмена отражает не нормализацию тканевой чувствительности к инсулину, а полное истощение функциональных возможностей поджелудочной железы [7, 14, 19, 23].

Особенности клинических проявлений компонентов МС зависят как от генетических, так и от средовых факторов (диета, потребление алкоголя, образ жизни). Высокая же частота встречаемости МС в некоторых этнических группах доказывает, помимо прочего, и существование генетической предрасположенности не только к частоте его возникновения, но и к тяжести клинических проявлений [20, 32, 33].

В лечении у больных с МС ведущее значение имеет медикаментозная терапия. Так в арсенал терапии включены средства, непосредственно повышающие чувствительность тканей к инсулину, - это производные тиазолидиндиона

(троглитазон) и бигуанидов (метформин); кроме того, используются гиполипидемические (статины и фибраты) и антигипертензивные средства, способные так же воздействовать на инсулинорезистентность.[6, 11].

До недавнего времени препаратом выбора, улучшающим инсулиночувствительность тканей к инсулину, являлся метформин. Его эффект связан со снижением массы тела. В то же время метформин имеет либо нейтральный, либо незначительный эффект в отношении АГ и гиперлипидемии. Сейчас большие надежды возлагаются на новые препараты из класса тиазолидиндионов, имеющих специфическое действие как по снижению инсулинорезистентности тканей, так и обладающих сахароснижающим, антигипертензивным и липидоснижающим эффектами, что доказано в экспериментах на животных [14].

Из средств, регулирующих уровень ожирения, усиливающих термогенез и энергозатраты, могут быть использованы, в ряде случаев, β -3-адреномиметики (фентермин, мазиндол и диэтилпропион); они, однако, повышают АД и ЧСС. С целью снижения ожирения используются так же препараты нецентрального действия – ингибиторы желудочно-кишечных липаз (например, арлистат) [5, 33].

Если при комбинированной гиперлипидемии гиперхолестеринемия существенно более выражена, то из гиполипидемических препаратов предпочтительнее статины (они, снижая уровень ХС на 20-40%, снижают уровень ТГ на 15-20% и повышают уровень ХСЛВП на 10-15%). При выраженной гипертриглицеридемии препаратами выбора являются фибраты - они снижают уровень ТГ на 20-40%, ХСЛНП – на 15-20% и повышают ХСЛВП на 10-20% [34, 35].

Что касается гипотензивных препаратов, то благоприятное влияние на углеводный и липидный обмен оказывают α -1-адреноблокаторы. Побочным их действием, в ряде случаев, является ортостатический гипотензивный эффект, особенно у пожилых больных. Антагонисты кальция пролонгированного действия, ингибиторы АПФ, блокаторы рецепторов ангиотензина и имидазолиновых рецепторов относительно нейтральны в отношении метаболических нарушений [11].

Касаясь использования немедикаментозных методов и средств физической реабилитации следует отметить, что в литературе наиболее полно представлены (да и отработаны) для больных с МС рекомендации по диете. Основным требованием при этом является снижение массы тела за счет уменьшения калорийности питания и рационализации состава потребляемой пищи. Снижение калорийности должно быть связано с максимально большим снижением общего количества жира за счет его животной составляющей. На долю углеводов должно приходиться не более 50% калорийности пищи; необходимо, чтобы углеводы поступали в организм в составе растительных продуктов, имеющих большой процент нерастворимой и невсасываемой в кишечнике клетчатки. Кроме того, должны быть исключены продукты с повышенным содержанием глюкозы (конфеты, сладкие напитки, фруктовые соки). Предпочтительнее употреблять блюда, приготовленные из круп, а также овощи, овощные соки. Употребляемые белки должны быть в основном растительного происхождения; из ограниченного количества животных белков должно отдаваться предпочтение блюдам из рыбы (лучше океанической), птицы,

нежирных сортов мяса. Дополнительно рекомендуется добавлять в пищу клетчатку зерновых продуктов и фруктов, адсорбирующую и выводящую из кишечника ХС. В целом питание должно быть дробным с ограниченным количеством поваренной соли (3-5 гр. в сутки). Подобная диета приводит к снижению массы тела и, в частности, уменьшению содержания висцерального жира, к снижению количества триглицеридов крови, к повышению уровня ЛПВП, к замедлению прогрессирования АГ [11,18,29,35]. Вместе с тем, по данным П.Мельниченко (2001) более рациональным является сочетание диетотерапии с медикаментозным лечением, а сочетанное применение И.Н. Медведевым и соавторов (2005, 2006) гипокалорийной диеты с индивидуально подобранными для больных АГ с МС физическими нагрузками, представляющими индивидуально подобранные комплексы статических и динамических упражнений, даже в течение трех недель нивелирует имеющиеся у больных отрицательные сдвиги в липидном спектре крови и синдром пероксидации, приближает к норме нарушенный тромбоцитарный гемостаз [18, 22, 36, 37].

Отмечается также положительный эффект и как таковой физической нагрузки. Регулярные физические упражнения (не менее 3-х раз в неделю по 20-30 мин на свежем воздухе), разработанные для больных с МС по индивидуальному плану с учетом выраженности компонентов МС и его осложнений, помогают поддерживать нормальную массу тела, улучшают липидный обмен, усиливают поступление глюкозы внутрь клеток и уменьшают содержание глюкозы в крови, увеличивают чувствительность тканей к инсулину на период 72 часов после комплекса физических упражнений [32, 36, 38].

К повышению чувствительности периферических тканей к действию инсулина приводит так же назначение больным МС минеральной гидрокарбонатно-хлоридной натриевой воды с минерализацией 10-14 г/л [19, 22, 19].

Отмечено положительное влияние на больных с МС и методов иглорефлексотерапии. Их использование восстанавливает баланс глюкоза/инсулин, улучшает углеводный и жировой обмен, снижает АД [14].

Есть опыт использования у больных с МС методик фототерапии и магнитотерапии. В качестве фототерапии используется внутривенное лазерное облучение крови и накожное воздействие некогерентным поляризованным светом. Накожное воздействие или его комплекс с внутривенным облучением крови оказывают положительное влияние на отрицательные метаболические сдвиги, улучшают периферическое тканевое кровообращение, нормализуют дисбаланс симпатической и парасимпатической нервной систем [40, 41]. Применение же общей магнитотерапии способствует развитию спазмолитического антигипертензивного эффектов и положительно влияет на показатели липидного обмена, позволяет снизить дозы антигипертензивных препаратов [42, 43].

Таким образом, резюмируя приведенные данные о МС при АГ как о тяжелой форме патологии, можно говорить об определенном прогрессе в его лечении с использованием медикаментозной коррекции. Менее оптимистично выглядит применение для той же цели средств и факторов физической реабилитации. Так, несмотря на эффективность использования отдельных методик, фактически на текущий момент по этой тематике имеется лишь небольшое количество

исследований и публикаций, что указывает на необходимость дальнейшего изучения и внедрения в практику лечения больных с МС физической реабилитации.

Список литературы

1. Алмазов В.А., Благодосклонная Я.В., Шляхто Е.В., Красильникова Е.И. Метаболический сердечно-сосудистый синдром. - СПб: ГМУ, 1999. – 203 с.
2. Громнацкий Н.И., Медведев И.Н. Нарушения тромбоцитарного гемостаза у больных артериальной гипертензией с метаболическим синдромом и их коррекция с помощью метформина и немедикаментозных средств // Российский кардиологический журнал. – 2003. – №1. – С. 55-62.
3. Мамедов М.Н. Метаболический синдром. Особенности диагностики в клинко-амбулаторных условиях // Приложение к журналу «Лечащий врач». – 2000. – №6 – С.11-14.
4. Леонова М.А., Демидова М.А., Тарасов А.В., Белоусов Ю.Б. Сравнительная эффективность и безопасность современных ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента моэксиприла и спираприла у женщин с постменопаузальным метаболическим синдромом // Кардиология. – 2006. – № 1. – С. 43-49.
5. Медведева И. В., Дороднева Е. Ф., Пугачева Т. А., Бельчикова Л. Н., Журавлева Т. Д. Особенности липидного профиля плазмы крови у больных с метаболическим синдромом и манифестным нарушением углеводного обмена // Терапевтический архив. - 2003.- №10. – С. 32-38.
6. Беляков Н.А., Мазуров В.И., Чубриева С.Ю. Метаболический синдром X. Часть I. История вопроса и терминология // Эфферентная терапия. – 2000. –Т.6., №2. – С. 3-15.
7. Зимин Ю.В. Происхождение, диагностическая концепция и клиническое значение синдрома инсулинорезистентности или метаболического синдрома X // Кардиология. – 1998. – № 6. – С.71-81.
8. Kaplan N.M. The deadly quartet: upper-body obesity, glucose intolerance, hypertriglyceridemia and hypertension // Arch. Intern. Med. – 1989. - № 149. – P. 151-157.
9. Reaven G.M. Role of insulin resistance in human disease // Diabetes. – 1998. – № 37. – P. 159-170.
10. Lind L., Lithell H. Decreased peripheral blood flow in the pathogenesis of the metabolic syndrome comprising hypertension, hyperlipidemia and hyperinsulinemia // Am. Heart J. – 1993. -№ 125. – P. 149-153.
11. Crave J., Fimbel S. et at. Effekts of diet and metmorfin administration on sex hormone - binding globulin, androgens and insulin in hirsute and obese women //Metab. – 1995. - № 19. – P. 57 - 69.
12. Scherrer U., Sartori C. Insulin as a vascular and simpthoexcitatory hormone. Implication for blood pressure regulation, insulin sensitivity, and cardiovascular morbidity // Circulation. – 1997. – № 96. – P. 104-113.
13. Hanefeld M., Leonardt W. Das metabolitische syndrome // Dtsch. Gerundtheitwesen. – 1981. - № 36. – P. 545-551.
14. Мин Л., Гончарова А. Г. Метаболический синдром: немедикаментозные и медикаментозные методы лечения // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 1999. – № 6. – С. 39-40.
15. Парфенова Н.С. Метаболический синдром // Российский кардиолог. журнал. – 1998. – № 2. – С.42-48.
16. Мамедов М.Н., Оганов Р. Ч. Эпидемиологические аспекты метаболического синдрома // Кардиология. – 2004. – № 9. – С. 4-8.
17. Мамедов М.Н. Обсуждение основных тезисов II Международной Нью-Йоркской конференции «Метаболический синдром и дислипидемия»: как адаптировать результаты крупных исследований к реальным российским условиям? // Российский кардиологический журнал. – 2005.– № 5 (55). – С. 95-101.
18. Мельниченко Г.А. Ожирение в практике эндокринолога // Рос.мед.журн. – 2001. – №9. –С.82-87.
19. Метельская В. А. Метаболический синдром // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2003. – № 2. – С. 16-19.
20. Чиркин А. А., Голубев С. А. Метаболический синдром: диагностика, лечение // Медицинские новости. – 2002. – № 10. – С. 23-29.

21. Маколкин В.И., Подзолков В.И., Напалков Д.А. Метаболический синдром с точки зрения кардиолога: диагностика, немедикаментозные и медикаментозные методы лечения // Кардиология. – 2002. – №12. – С. 91-97.
22. Медведев И.Н., Громнацкий Н.И., Волбуев И.В., Осипова В.М., Стороженко М.В. Коррекция тромбоцитарно - сосудистого гемостаза при метаболическом синдроме // Клиническая медицина. – 2006. – №1. – С. 46-49.
23. Лифшиц Г. И., Николаев К. Ю., Отева Э. А. и др. Метаболический синдром: этиология, патогенез, диагностика, лечение // Терапевтический архив. – 2000. – № 12. – С. 10-13.
24. Williams V. Insulin resistance: the shape of things to come // Lancet. – 1994. - № 34. – P. 21-24.
25. Забелина В.Д. Дефицит витаминов у больных сахарным диабетом – пути компенсации //Российский кардиологический журнал. – 2000. - № 4. – С. 55-62.
26. Шилов А.М., Чубаров М.В., Мельник М.В., Гаврина В.Н. Сравнительная оценка эффективности гипотензивной терапии при лечении больных с эссенциальной артериальной гипертензией //Русский медицинский журнал. – 2003. – № 21. – С. 145-149.
27. Sowers J.R., Standely P.R., Ram J.L. et al. Hyperinsulinemia, insulin resistance and hyperglycemia: contributing factors in pathogenesis of hypertension and atherosclerosis // Am .J. Hypertens. – 1993. – № 6. – P. 260-270.
28. Clin J. Endocr., Bistran B.R., Sherman M., Young V. The mechanism of nitrogen sparing in fasting supplemented by protein and carbohydrate // Metab. –1981.– № 3. – P. 874–878.
29. Старостина Е.В. Бигуаниды: второе рождение // Новый медицинский журнал. – 1998. – №1. – С. 3-11.
30. Filer JS. Leptin resistance and obesity. Presented at the 60-th scientific sessions of the American diabetes association. June 13, 2000, San-Antonio, Texas // Dr. Med. – 2003. – P. 36-45.
31. Ogawa Y., Masuzaki H., Sagawa N., Hosoda K., Matsumoto T., Mise H., et al. Nonadipose tissue production of leptin: leptin as a novel placenta-derived hormone in humans //Nat Med. – 1997. – №3. – P. 29-33.
32. Reaven G.M. Metabolic syndrome // Diabetologia. – 1995. – № 38. – P. 3-13.
33. Roven G.M., Lithell H., Landsberg L. Hypertension and associated metabolic abnormalities. The role of insulin resistance and symphoadrenal system // New Engl. Med. – 1996. –№ 3 – P. 374 - 381.
34. Пасечник А.В., Фролов В.А., Кузовников А.Е. и др. Анализ воспаления как причина развития метаболических нарушений и инсулинорезистентности // Вестник РУДН, серия Медицина. – 2002. – №3. – С. 6-10.
35. Перова Н. В., Метельская В. А. , Мамедов М. Н., Оганов Р. Г. Методы раннего выявления и коррекции метаболического синдрома // Профилактика заболеваний и укрепления здоровья. – 2001. – №4(1). – С. 18-31.
36. Медведев И.Н. Коррекция внутрисосудистой активности тромбоцитов у больных артериальной гипертензией с метаболическим синдромом с помощью немедикаментозных средств // Российский кардиологический журнал. – 2005. – № 5(55). – С. 30-33.
37. Полушина Н. Д., Ботвинева Л. А., Фролков В. К. Метаболический синдром // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 1999. – № 6. – С. 16-19.
38. Бутрова С.А. Метаболический синдром: патогенез, клиника, диагностика, подходы к лечению // Рос.мед.журн. – 2001. – №9 (2). – С. 56-60.
39. Ferrannini E., Balckau V. Diabet. // Med. – 2002. – № 19. – P. 724-729.
40. Улащик В. С., Золотухина Е. И., Хапалюк А. В. Общая низкоинтенсивная магнитотерапия в комплексном лечении больных артериальной гипертензией // Здоровоохранение. – 2003. – №10. – С. 21-28.
41. Перова Н.В. Гиполипидемическая терапия при метаболическом синдроме // Труды 1-го Международного Научного Форума «Кардиология - 99». – М., 1999. – С. 39-48.

Поступила в редакцию 01.06.2006 г.

УДК 612.13 + 615.821

ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В УСЛОВИЯХ ТРАКЦИИ МЕЗОДЕРМАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ $C_3 - Th_8$ У СПОРТСМЕНОВ С РАЗНЫМ ТИПОМ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Мельниченко Е.В., Мишин Н.П., Ефименко А.М., Снапков П. В., Пархоменко А.И., Мирная А.В.

Адаптивный потенциал сердечно-сосудистой системы (ССС) в условиях экзо- и эндогенных воздействий является функциональной основой аэробной работоспособности и уровня здоровья организма в целом. Различные гемодинамические показатели во многом определяют скорость потребления кислорода разными тканями и величину основного обмена [1]. В настоящее время разработаны критерии классификации исходных типов кровообращения (ТК) по величине сердечного индекса (СИ), характеризующего уровень обеспечения кислородом и необходимыми веществами тканей организма в покое. Для количественной характеристики этих типов авторами был использован расчет должных величин сердечного выброса (СВ) и СИ, при отклонении от которых на 10-15 % в меньшую или большую сторону определяют гипо- и гиперкинетический типы кровообращения, а в отсутствии таких отклонений - эукинетический тип [1, 2].

Вероятно, типы кровообращения зависят от генетически детерминированных видов адаптации ССС и резервов сердца к гиперфункции, симметрии нейругуморального профиля (нормотонии, симпатотонии или парасимпатотонии), особенностей соматотипа, а также уровня тренированности в условиях долговременных изменений гемодинамики (например, у спортсменов) [1].

Показано, что механизмы приспособления ССС к физической нагрузке у спортсменов зависят от исходного типа кровообращения, а способность адаптироваться к аэробным и анаэробным нагрузкам различна при разных ТК. Так, гипокинетический ТК обнаруживается в большем количестве у спортсменов-аэробников (до 30%), а гиперкинетический ТК у спортсменов-анаэробников (более 50%) [1]. Причем, с ростом мастерства у спортсменов - аэробников наблюдается изменение разных исходных ТК в пользу гипокинетического типа [1], что позволяет предположить определенную связь между типом кровообращения (или типом реакции ССС на аэробную нагрузку) и ваготонией, имеющей значение для развития аэробной выносливости [3] и экономизацией гемодинамики.

Как известно, феномен тракции зоны $C_3 - Th_8$, где расположены сосудодвигательные биологически-активные точки (БАТ), заключается в снижении симпатических и усилении парасимпатических влияний на центры регуляции кровообращения [5]. Это приводит к значительным изменениям общего

периферического сопротивления сосудов, экономизации работы сердца [4], а также повышает аэробную работоспособность, согласно тесту PWC₁₇₀ [6]. Однако действие тракции в зоне сосудодвигательных БАТ на механизмы регуляции гемодинамики у лиц с разным типом кровообращения не изучено. В то же время, тракция как метод эффективной коррекции ряда двигательных качеств (выносливости, скорости, силы, гибкости [6, 7, 8]), весьма перспективна с точки зрения её использования в предстартовом и восстановительном периодах у спортсменов и, безусловно, должна применяться в соответствии с их индивидуальным типом кровообращения.

В этой связи представлялось целесообразным проанализировать характер реакции у спортсменов с различными ТК на воздействие парасимпатической направленности, снижающее симпатическую активность (тракцию мезодермальных образований С₃ – Th₈) [4], поскольку предполагается, что адаптивный оптимум функционального состояния ССС может достигаться различными физиологическими механизмами на фоне доминирования тонуса разных отделов вегетативной нервной системы при разных ТК.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В обследовании принимали участие 20 спортсменов в возрасте 18 – 25 лет, специализирующихся в различных видах спорта.

С использованием стандартной методики грудной тетраполярной реоплетизмографии по методу W.G. Kubicek в модификации Ю.Т. Пушкаря [9, 10], до и после сеанса тракционной миорелаксации шейно-грудной области регистрировали показатели, характеризующие состояние центральной кардиогемодинамики (ЦКГ): систолическое (АД_с), диастолическое (АД_д), пульсовое (ПД) артериальное давление (мм рт. ст.), частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), систолический объем (СО, мл), сердечный выброс (СВ, л/мин), ударный индекс (УИ, мл/м²), сердечный индекс (СИ, л/мин/м²), среднее артериальное давление (САД, мм рт. ст.), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПС, дин × с × см⁻⁵), механическую работу сердца (РБТ, кгм), длительность сердечного цикла (ДСЦ, с), временной показатель (ВП, с), относительный временной показатель (ОВП, %), фазу изгнания (ФИ, с), амплитуду дифференцированной реограммы (АДР, Ом/с).

Согласно СИ-критерия [1, 2, 11], все обследуемые были разделены на три группы в соответствии с исходным типом кровообращения. Из них у 8 спортсменов был обнаружен эукинетический, у 6 – гиперкинетический и у 6 – гипокинетический ТК.

По формуле (1), оценивали реактивность показателей ЦКГ в ответ на тракцию С₃ – Th₈ у спортсменов с разными типами кровообращения.

$$\Delta = X_{\text{после}} - X_{\text{до}} \quad (1),$$

где Δ - реактивность показателей ЦКГ в ответ на тракцию;

$X_{\text{до}}$ – показатель ЦКГ до тракции;

$X_{\text{после}}$ – показатель ЦКГ после тракции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показано в таблице 1, в сравнении с эукинетическим ТК (с т.н. «нормотоническим типом» вегетативной регуляции), гемодинамический ответ на тракцию $C_3 - Th_8$ при гипокинетическом ТК (парасимпатикотоническом) заключалась в существенно большем снижении показателей АДс ($P = 0,02$) и ЧСС ($P = 0,002$), а показатели СО, СВ, УИ, и СИ и др. были устойчивы.

**Таблица 1.
Реакции центральной кардиогемодинамики в условиях трaкции $C_3 - Th_8$
у спортсменов с разными типами кровообращения ($X \pm Sx$).**

№	Показатель	Типы кровообращения			P		
		ЭТК	ГрТК	ГТК	ЭТК – ГТК	ЭТКГ - ГрТК	ГТК – ГрТК
1	АДс	-1,35±2,88	3,83±14,22	-12,17±8,61	0,0219	0,3920	0,0401
2	АДд	-3,75±5,77	3,83±14,08	-2,50±7,58	0,7324	0,1904	0,3548
3	ПД	2,50±7,63	0,00±7,72	-9,66±6,05	0,0027	0,5063	0,0364
4	ЧСС	-7,56±14,01	-3,91±7,68	-6,43±8,49	0,7903	0,3747	0,6022
5	СО	4,17±26,29	-21,61±21,84	1,85±5,96	0,7489	0,0265	0,0294
6	СВ	-0,43±1,13	-1,71±1,08	-0,26±0,38	0,6024	0,0202	0,0113
7	УИ	2,30±12,39	-11,63±11,55	1,02±3,16	0,7270	0,0216	0,0270
8	СИ	-0,23±0,52	-0,91±0,61	-0,13±0,20	0,5648	0,0216	0,0141
9	САД	10,77±35,76	18,10±24,75	-1,21±16,28	0,4633	0,6761	0,1413
10	ОПС	353,37±771,02	349,33±266,01	82,33±301,54	0,4780	0,9913	0,1349
11	РБТ	-0,08±1,42	0,09±3,74	-0,42±1,29	0,7391	0,9116	0,7575
12	ДСЦ	0,11±0,14	0,04±0,07	0,07±0,09	0,5064	0,2215	0,5121
13	ВП	-0,0023±0,02	0,0055±0,01	0,0093±0,01	0,0692	0,1665	0,3268
14	ОВП	-2,12±2,91	0,15±1,64	-0,35±2,12	0,2079	0,0939	0,6574
15	ФИ	0,012±0,02	0,0003±0,01	0,0062±0,02	0,5967	0,2000	0,5699
16	АДР	-0,33±0,52	-0,50±0,51	-0,17±0,10	0,2404	0,4316	0,1464

Примечание: Жирным шрифтом выделены статистически достоверные значения ($P < 0,05$) по t – критерию Стьюдента; ЭТК – эукинетический тип кровообращения, ГТК – гипокинетический тип кровообращения, ГрТК – гиперкинетический тип кровообращения.

Учитывая тот факт, что воздействие на БАТ зоны $C_3 - Th_8$ носит парасимпатикотонический характер и снижает симпатические влияния на центры регуляции гемодинамики [12, 13], можно полагать, что такой паттерн ответа ССС на ваготоническое воздействие свидетельствует о том, что у лиц с гипокинетическим ТК АДс и ЧСС формируются при симпатотоническом доминировании, которое значительно снижается в условиях трaкции $C_3 - Th_8$. Остальные показатели, в основном, парасимпатозависимы (что, в общем, и определяет исходный ТК), и потому более устойчивы в условиях воздействия на БАТ шейно-грудной области.

Как известно [1], симпатическая активация приводит к повышению пейсмеккерной активности синусового водителя ритма, благодаря увеличению

крутизны нарастания спонтанной диастолической деполяризации, что проявляется в росте ЧСС. В основе положительного инотропного эффекта симпатических воздействий лежит способность катехоламинов увеличивать высоту плато потенциала действия, что сопровождается увеличением вхождения ионов Ca^{2+} в клетку и, как следствие, росту числа актомиозиновых комплексов и силы сокращения миокарда. С учетом тонуса магистральных и распределительных артерий, это приводит к увеличению систолического АД.

При тракции $C_3 - Th_8$ снижение симпатических влияний, таким образом, будет сопровождаться уменьшением ЧСС и АДс, что наблюдалось у лиц с гипокинетическим ТК.

В то же время, показано, что вагусная активация в остром эксперименте приводит к значительному уменьшению ЧСС и незначительному снижению силы сокращений миокарда [14], что, вероятно, объясняет отсутствие существенных изменений в состоянии ЦКГ при тракции $C_3 - Th_8$.

Таким образом, обнаруженный паттерн динамики показателей центрального кровообращения при тракции $C_3 - Th_8$ у лиц с гипокинетическим ТК соответствует этиологическому генезису синдрома ваготонии.

У спортсменов с гиперкинетическим ТК наблюдается диаметрально противоположный паттерн изменения кардиогемодинамических показателей. Так, тракция шейно-грудной области вызвала значительное снижение СО ($P = 0,03$), СВ ($P = 0,02$), УИ ($P = 0,02$) и СИ ($P = 0,02$), вероятно за счет снижения симпатических и усиления ваготонических влияний на показатели, формирующиеся на фоне симпатического доминирования. В то же время, АДс и ЧСС, значительно снизившиеся при гипотоническом ТК, у лиц с гипертоническим ТК были устойчивы.

Таким образом, тракция $C_3 - Th_8$, механически воздействующая на периваскулярные ткани в области рефлексогенных вегетативных образований, рефлекторно изменяет тонус центральных и периферических сосудов при всех ТК. Вероятные механизмы обнаруженных эффектов заключаются в том, что растяжение зоны $C_3 - Th_8$ приводит к увеличению растяжимости артерий шейно-грудного региона, снижению их упругого сопротивления и, в конечном итоге, к увеличению емкости сосудистого русла. При этом снижение констрикторного тонуса сосудов способствует изменению уровня импульсации с баррорецепторов аортокаротидной зоны и БАТ и, как следствие, изменяются показатели ЦКГ посредством модуляции вазоконстрикторной иннервации сосудов.

Особенно ярко проявляются различия в динамике вышеназванных показателей при сравнительном анализе лиц с исходными гипо- и гиперкинетическим ТК (табл. 1). Как показано выше, основные кардиогемодинамические характеристики ССС в этих группах обследуемых формируются на фоне доминирования антагонистических отделов вегетативной нервной системы. Такой антагонизм проявляется в том, что в условиях снижения симпатических и усиления парасимпатических влияний путем тракции $C_3 - Th_8$ значительно снижаются преимущественно симпатозависимые показатели (АДд и ЧСС – при гипокинетическом ТК и СО, СВ, УИ, и СИ – при гиперкинетическом ТК), а

преимущественно парасимпатозависимые показатели устойчивы (СО, СВ, УИ и СИ - у лиц с гипокинетическим ТК и АДс и ЧСС – с гиперкинетическим ТК).

Таким образом, на основе анализа гемодинамических реакций на ваготоническое воздействие (тракцию мезодермальных образований С₃ – Th₈) можно заключить, что функциональные состояния сино-атриального пейсмейкера, клеток-триггеров, миокардиальных волокон и сосудистого русла являются результатом тесного взаимодействия симпатических и парасимпатических влияний на ССС. При этом доля их участия в формировании разных гемодинамических показателей неодинакова у лиц с разными типами кровообращения. Вероятно, при гипотоническом ТК величина СО, СВ, СИ, УИ и ряда др. (см. табл. 1) формируется, в большей мере, на фоне вагусного доминирования, а АДд и ЧСС, в основном, симпатозависимы. При гипертоническом ТК наоборот, СО, СВ, СИ, УИ и др. находятся в симпатикотонической компетенции. Это обуславливает различия паттерна активности ССС при тракции С₃ – Th₈ у лиц с исходным ваго- или симпатикотоническим доминированием в профиле вегетативной иннервации.

С учетом специфических реакций ССС на максимальные физические нагрузки разной направленности (значительный рост ЧСС и АДд при статической и анаэробной работе, и высокие требования к СО и СВ у стайеров [1]), можно рекомендовать тракцию С₃ – Th₈ как метод коррекции ЦКГ при статических нагрузках – спортсменам с гипокинетическим ТК в предстартовом периоде, а при продолжительных динамических нагрузках – спортсменам с гиперкинетическим ТК в периоде восстановления.

ВЫВОДЫ

1. Тракция мезодермальных образований зоны С₃ – Th₈ носит парасимпатикотонический характер и оказывает различное воздействие на показатели центральной кардиогемодинамики у спортсменов с разным исходным типом кровообращения.

2. У лиц с исходным гипокинетическим типом кровообращения тракция С₃ – Th₈ приводит к значительному снижению систолического артериального давления и частоты сердечных сокращений (2,5% - 11,1%), формируемых при преимущественном симпатикотоническом типе нейрогуморальной регуляции. Остальные показатели (систолический объём, сердечный выброс, сердечный индекс, ударный индекс и др.) существенно не изменились, вероятно, вследствие компенсаций со стороны парасимпатической системы, преимущественно формирующей паттерн их рефлекторного ответа.

3. У лиц с исходным гиперкинетическим типом кровообращения при тракции зоны С₃ – Th₈ обнаруживается обратная динамика: показатели систолического объёма, сердечного выброса, сердечного и ударного индексов значительно снижаются (14,9% - 18,7%), вероятно вследствие снижения симпатического влияния на показатели с преимущественно симпатикотоническим типом регуляции. При этом систолическое артериальное давление, частота пульса и др. показатели относительно устойчивы.

Список литературы

1. Дембо А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология: Руководство для врачей. – Л.: Медицина, 1989. – 464 с.
2. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. – Л.: Медицина, 1974. – 307 с.
3. Дембо А.Г. Значение определения типов кровообращения при диспансеризации спортсменов // Материалы IV Всесоюзного съезда кардиологов. – М. – 221 с.
4. Фомберштейн К.Б. Рефлексотерапия в курортологии. – К.: Здоровья, - 1991. – 192с.
5. Мельниченко Е.В., Снапков П.В., Мишин Н.П., Ефименко А.М., Озерова Л.А., Пархоменко А.И., Ромашевский Д.В., Мирная А.В., Макарова Н.А. Реакции центрального кровообращения в условиях тракционной миорелаксации в области мезодермальных зон С₃ – Th₈. // Ученые записки ТНУ им. В.И. Вернадского. Серия „Биология, химия”. – 2005. – Т. 18 (57), №3. – С. 76-80.
6. Мельниченко Е.В., Дураков С.А., Озерова Л.А., Пархоменко А.И., Мишин Н.П. PWC170 – диагностика аэробной работоспособности спортсменов в условиях пластического массажа и аутотракции // «Крым: перспективы развития физической культуры, спорта, и туризма: Симферополь, 2004. – С. 34 – 35.
7. Васильева В.В., Степочкина Н.А. Мышечная деятельность // Физиология кровообращения. Регуляция кровообращения. – Л.: Наука, 1986. – С. 335 – 336.
8. Граевская Н.Д. Влияние спорта на сердечно-сосудистую систему. – М.: Медицина, 1975. – 277 с.
9. Витрук С.К. Пособие по функциональным методам исследования сердечно-сосудистой системы. – К.: Здоров'я, 1990. – 257 с.
10. Гуревич М.И., Соловьев А.М., Литовченко Л.П., Доломан Л.Б. Импедансная реоплетизмография. – К.: Наукова думка, 1982. – 176 с.
11. Романенко В.А. Диагностика двигательных способностей. – Донецк: Изд-во ДНУ, 2005. – 290 с.
12. Цыденова Н.В. Точечный массаж как средство профилактики поражений опорно-двигательного аппарата у спортсменов // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2004. – №3. – С. 23-26.
13. Гусарова С.А., Кузнецов О.Ф., Масловская С.Г. Влияние массажа различных областей тела на центральную гемодинамику больных, перенесших острые нарушения мозгового кровообращения // Вопросы курортологии физиотерапии и лечебной физической культуры. - М.: Медицина, 1996. – С. 14-16.
14. Удельнов М.Г. Физиология сердца. – М.: Изд-во Московского университета, 1975. – 302 с.

Поступила в редакцию 04.06.2006 г.

УДК 612.08:612.397

ЗМІНИ СКОРОТЛИВИХ РЕАКЦІЙ ІЗОЛЬОВАНИХ ПРЕПАРАТІВ ЧЕРЕВНОЇ АОРТИ ЗА УМОВ НЕСПЕЦИФІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ NaCl

Никифорова О.А., Ляшенко В.П., Пасічніченко О.М.

Зв'язки організму з зовнішнім середовищем багаточисельні та багатогранні, оскільки саме організм, постійно підлягає впливам різноманітних по силі та якості подразників. Деякі з них незначні за інтенсивністю можуть викликати локальні реакції організму, переважно загального характеру [1, 3]. Значна по силі та довготривалості дія агента, що пошкоджує, породжує ряд загальних реакцій організму, котрі не залежать від якісних особливостей подразників. На сьогоднішній день вчені схильні приєднувати до додаткових факторів ризику виникнення патологічних процесів в організмі продукти харчування, в склад яких входять холестерин, барвники, консерванти, харчова сіль тощо [2, 4]. Розвиток цивілізації і науково-технічні досягнення сприяють посиленому залучанню цих речовин до виробів харчової промисловості. Виробники ж не завжди вказують на етикетках продуктів складові елементи в повному обсязі. Натрій присутній в різноманітних харчових додатках у вигляді глютамата натрію (ароматизаторів), нітрату натрію (консерванту), аскорбату натрію (антиоксиданту), а також в деяких лікарських засобах [2]. Тому в багатьох випадках не можливо передбачити кількість мікро- й макроелементів, шкідливих і корисних речовин, що споживає людина. Це одна з цілої низки причин зростання кількості захворювань, в тому числі і серцево – судинної системи. Як відомо, основним маркером впливу навантажень різного генезу є судини: саме вони першими зазнають структурно-функціональних змін, оскільки єдиним фактором, що здійснює реакції судинної системи – гладко-м'язовий шар стінки.

Тому метою нашого дослідження було вивчення особливостей скорочувальних реакцій черевної аорти за умов неспецифічного навантаження NaCl.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Досліди було проведено на лабораторних щурах-самцях віком (на початок експерименту) 2 міс. Вся тварини були поділені на 2 групи. До першої групи ввійшли контрольні тварини (n=9), до другої – тварини, що підлягали неспецифічному навантаженню шляхом додавання до їжі NaCl з розрахунку 2г/кг [5]. На 3, 15 і 21 тижнях тварин декапітували. Дослідження проводили на черевній аорті. Скоротливу активність ізольованих препаратів аорти реєстрували

стандартним методом [6] за допомогою електрофізіологічного устаткування конструкторського бюро Інституту фізіологій ім. О.О. Богомольця. Вазоактивні речовини перфузували на проточній системі з постійною швидкістю 2 – 3 мл/хв у концентраціях: адреналін (А) – $2,5 \cdot 10^{-5}$ моль/л, ацетилхолін (АХ) - $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Результати обробляли статистично методом парних порівнянь і оцінювали їх як вірогідні при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження показали, що у тварин контрольної групи (табл.1) препарати аорти розслаблювались під дією АХ на $10,21 \pm 2,1$ мН від рівня вихідної напруги. Адреналін викликав скорочення черевної аорти на $7,26 \pm 0,45$ мН. Такі реакції експериментальних препаратів, на нашу думку, були цілком фізіологічно адекватними.

Адреналін швидко і в великих кількостях виділяється в кров під впливом імпульсів, що виникають в ЦНС при фізичному навантаженні, стресі, різних емоційних станах. На відміну від норадреналіну, адреналін може не тільки звужувати, але й розширювати судини. Справа в тому, що він діє як на α -, так і на β -адренорецептори; активація перших супроводжується звуженням судин, а других – їх розширенням. Адреналін звужує ті судини, в яких переважають α – адренорецептори – судини шкіри і черевних органів – розширює судини скелетних м'язів та серця, де переважають β -адренорецептори. На відміну від адреналіну ацетилхолін виділяється переважно нервовими закінченнями і характеризується вираженою судинорозширювальною дією. Проте роль ендogenous АХ в регуляції судинного тонуусу незначна, оскільки ацетилхолінестераза, яка присутня на постсинаптичній мембрані холінергічних синапсів, розщеплює практично весь АХ, що виділився нервовим закінченням [7].

Таблиця 1.

Зміни скоротливої активності ізольованих препаратів черевної аорти тварин досліджуваних груп

Тиждень експерим.	Вазоактив. речовини	Скоротлива активність препаратів аорти тварин контрольної групи, мН	Скоротлива активність препаратів аорти тварин експериментальної групи, мН
3	АХ	$10,21 \pm 2,1$	Реакції відсутні
	А	$7,26 \pm 0,45$	$6,60 \pm 0,5$
15	АХ	$8,72 \pm 1,1$	$6,02 \pm 1,0$
	А	$8,82 \pm 1,9$	$4,2 \pm 0,5$
21	АХ	$10,72 \pm 0,6$	Реакції відсутні
	А	$7,94 \pm 1,3$	$5,1 \pm 0,8$

У тварин, які підлягали впливу неспецифічного навантаження ізольовані препарати черевної аорти вже на 3 тижні мали суттєві відмінності порівняно з

контролем: при додаванні АХ в перфузат достовірні реакції були відсутні, а під впливом А – відбувалися скорочення аорти на $6,6 \pm 0,5$ мН.

За умов дії несприятливих факторів на ранніх етапах моделювання відбувається посилення стимуляція нейроендокринних систем в бік компенсаторно-приспосувальних відповідей. Вони спрямовані на підтримання серцево-судинного гомеостазу: активується симпато-адреналова система, завдяки роботі якої відбувається зсув виробки вазоактивних речовин в бік вазоконстрикторних. В результаті цих процесів відбувається посилення транспорту O_2 до міокарду, скелетних м'язів та органів, що беруть участь в захисних функціях організму. Поряд з цим підвищується сенсibiliзація α -адренорецепторів, мабуть тому АХ не в змозі визвати гіперполяризацію мембранного потенціалу клітин. Таким чином, отримані нами реакції гладенько-м'язового комплексу (ГМК) аорти можуть бути обумовлені адаптаційними процесами в організмі тварин [7, 8].

При проведенні експерименту на 15 тижні були отримані наступні показники. У відповідь на додавання АХ препарати аорти розслаблювалися на $6,02 \pm 1,0$ мН, Адреналін викликав скорочення на $4,2 \pm 0,5$ мН. На цьому етапі дослідження, на нашу думку, повинна активізуватися гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникова система, що ініціює перебудови метаболізму й фізіологічних функцій, які різко підвищують стійкість організму до дії несприятливих умов за рахунок мобілізації енергетичних ресурсів. Але поряд з цим, зсуви гормонального фону та гіперактивація САС може призвести до виснаження запасів норадреналіну в нервових закінченнях, руйнуванню ендотеліального шару судин. Як відомо, саме він відповідає за секрецію вазоактивних речовин. В нормі, клітини ендотелію при реакції на АХ реагують посиленням синтезу речовин, які спричиняють послаблення ГМК судинної стінки: в першу чергу NO та дериватів.

Крім того, в просвіті судини цей комплекс активує ряд важливих системних ефектів, які спрямовані на захист судинної стінки і попередження тромбоцитоутворення. За умов дії нетривалого стресу та інших несприятливих агентів клітини ендотелію, навпаки, викликають вазоконстрикцію, як за рахунок продукції ендотеліальних факторів релаксації (ЕФР- NO), так і в результаті посиленого синтезу ендотеліальних факторів конструкції (ЕФК). При підвищенні активності симпатико-адреналової системи (САС) відбувається збільшення максимального числа місць зв'язування та зниження чутливості блокаторів β -адренорецепторів. При цьому знижується антиліполітична дія інсуліну, підвищується активність протеїнкінази В, підвищується сенсibiliзація α -адренорецепторів до дії катехоламінів [8]. Ймовірно, саме ці процеси лежать в основі отриманих нами реакцій на вазоактивні речовини.

При тривалій дії несприятливого навантаження відбувається виснаження та спотворення компенсаторної (ділатуючої) здатності ендотелію і переважною відповіддю ендотеліальних клітин на звичайний стимул виходить вазоконстрикція та проліферація. З іншого боку, існує адаптаційний механізм, завдяки роботі якого специфічна чутливість β -рецепторів значно знижується. Ця реакція спрямована на захист судинної стінки [7, 9].

Поряд з тим, за цих умов, в організмі тварини вже немає достатньо енергетичних та метаболічних можливостей для продовження адаптаційно-компенсаторних реакцій. До того часу, як зазначалося вище, стан гормональної регуляції дійшов до тієї межі, коли мова йде про значне виснаження і активацію більше анаболічних процесів в організмі тварин. Мабуть тому, в наших дослідах на заключному етапі (21 тиждень) було зареєстровано відсутність реакцій на АХ, а А викликав поодинокі скорочення на $5,1 \pm 0,8$ мН, після яких фіксували інвертовані відповіді препаратів аорти – розслаблення на $7,5 \pm 1,5$ мН.

Таким чином, коливання тонуусу могли бути наслідком нестабільної електролітної ситуації та, пов'язаної з нею, стійкої деполяризації мембранного потенціалу, що склалися за експериментальних умов.

ВИСНОВКИ

1. На 3 тижні експерименту при додаванні ацетилхоліну в перфузійний розчин зареєстрована відсутність достовірних реакцій, а під впливом адреналіну – відбувалося незначне зниження скоротливої активності аорти. На нашу думку, це обумовлено підвищенням сенсibiliзації α -адренорецепторів та нездатності ацетилхоліну визвати гіперполяризацію мембранного потенціалу клітин. Отримані нами реакції гладенько-м'язового комплексу аорти можуть характеризують адаптаційні процеси в організмі тварин.

2. На 15 тижні дослідження у відповідь на додавання ацетилхоліну препарати аорти розслаблювалися на $6,0 \pm 1,0$ мН, адреналін викликав скорочення на $4,2 \pm 0,5$ мН. Можливо, зареєстровані зміни скоротливої активності препаратів віддзеркалюють адаптаційні ефекти, які пов'язані з активацією β -адренергічної системи.

3. На 21 тижні було зареєстровано відсутність реакцій на ацетилхоліну, а адреналін викликав поодинокі скорочення на $5,1 \pm 0,8$ мН, після яких фіксували розслаблення на $7,5 \pm 1,5$ мН. Коливання тонуусу, з одного боку, могли бути наслідком нестабільної електролітної ситуації та стійкої деполяризації мембранного потенціалу, що склалися за експериментальних умов, з іншого – з-за значного виснаження β -адренергічної системи.

Список литературы

1. Теппермен Дж., Теппермен Х. Физиология обмена веществ и эндокринной системы. – М.: Мир. 1989 – 656 с.
2. Чирков Ю.Г. Стресс и его значение для организма. // Укр. кардіол. журн. – 1999. – №5. – С.76-81.
3. Пшенникова М. Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии // Пат. физиол. и эксперим. терапия. – 2000. – №3. – С.20-26.
4. Glossman H., Striessing J. Molecular properties of Na-induced disease// Rev.Physiol.Biochem.Pharmacol. – 1990. –V.114. – P. 1-105.
5. Ляшенко В.П., Лукашов С.М., Зорова Ж.В., Політаєва В.І. Спосіб моделювання атеросклерозу // Промислова власність. – 2002. – Бюл.№1. – С. 4-81.
6. Блатне Р., Классен Х., Делерт Х., Эксперименты на изолированных препаратах гладких мышц: пер. с англ. – М: Мир, 1983. – 208 с.
7. Ruiz-Marcos M. M., Ortiz M. C., Fortepiani L. A. et al. Mechanisms of the increased pressor response to

ЗМІНИ СКОРОТЛИВИХ РЕАКЦІЙ ІЗОЛЬОВАНИХ ПРЕПАРАТІВ

- vasopressors in the mesenteric bed of nitric oxide-deficient hypertensive rats // Eur. J. Pharmacol. - 2001. – Vol. 412, N 3. – P. 273-279.
8. Marchenco S. M. Sage S.O/ Electrical properties of resting and acetylcholine-stimulated endothelium in intact rat aorta // J.Physiol. – 1993. – Vol. 462.- P. 735-751.
 9. Harbuz M. S., Lightman S. L. Stress and the hypothalamo – pituitary – adrenal axis: acute, chronic and immunological activation //J. Endocrinol. – 1992. – Vol. 134. – P. 327-339.

Поступила в редакцію 20.08.2006 з.

УДК 796.012.265

МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ СИСТЕМИ ДИХАННЯ ДО ТРЕНУВАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ У КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНОК З СИНХРОННОГО ПЛАВАННЯ

Рівна О.О.

Проблема управління рухами людини завжди була актуальною. Не зважаючи на те, що в цьому напрямку людство накопичило досить вагомий досвід, ця проблема представляє інтерес і в сучасний період. Аналізуючи процес управління рухами, не можна протиставляти автоматизацію і усвідомлення рухів. В цілому довільна рухова діяльність знаходиться під контролем свідомості [1]. Між тим, ступінь свідомості, як контроль автоматизованих рухів, може довільно змінюватися [2]. Автоматичне виконання рухів полегшує рухову діяльність, тобто забезпечує економічність витрат енергоресурсів організму [3]. Доведено, що наявність великої кількості виконавчих елементів, які спроможні функціонувати окремо один від одного, створює умови виконання одного і того ж руху за рахунок різних функціональних систем.

Управління рухами спортсменів в синхронному плаванні має свої особливості. Це визначається тим, що спортсмени протягом п'яти хвилин знаходяться у воді, крім того 30% часу вони знаходяться під водою, часто в незвичному для людини положенні тіла вниз головою, 52% часу – це короточасні, часті занурювання у воду з одночасним виконанням активних рухів. Аналізуючи рухову діяльність спортсменок синхронного плавання, видно, що 82% від загальної рухової діяльності вони знаходяться під водою. Умови гіпоксії, незвичне положення тіла та постійні його зміни, середовище, яке за щільністю значно вище повітря, накладають на механізми регуляції фізіологічними функціями неабиякі ускладнення. Ці ускладнення, перш за все, стосуються, як системи зовнішнього дихання, так і серцево-судинної системи.

В сучасній науково-методичній літературі нами майже не виявлено даних про адаптаційні механізми регуляції системи дихання в руховій діяльності спортсменок з синхронного плавання, що й зумовило вибір напрямку дослідження.

Метою дослідження є вивчення адаптаційних реакцій системи дихання кваліфікованих спортсменок під впливом занять синхронним плаванням.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Комплексне дослідження дихальної системи відбувалось за допомогою програми СПРОКОМ з реєстрацією наступних параметрів: резервний об'єм вдиху ($PO_{вд}$, л); резервний об'єм видиху ($PO_{вид}$, л); життєва ємність легень (ЖЄЛ, л); життєвий показник (ЖП, л/кг); об'єм форсованого видиху ($OF_{вид}$, л); об'єм форсованого вдиху ($OF_{вд}$, л); затримка дихання на вдосі ($ЗД_{вд}$, с); максимальна вентиляція легень (МВЛ, л/хв.). Показники серцево-судинної системи: частота серцевих скорочень (ЧСС, уд/хв), артеріальний систолічний тиск (АСТ, мм рт. ст.) та артеріальний діастолічний тиск (АДТ, мм рт. ст.) вивчалися за стандартними методиками.

Крім того, застосовувалась відеозйомка та хронометрирування параметрів рухів, які виконувалися за програмою змагань. Дослідження проводилися протягом трьох мікроциклів перед змагальним періодом, в яких прийняли участь 13 спортсменок, членів збірної команд України, серед яких 8 майстрів спорту міжнародного класу та 5 майстрів спорту.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Одним із важливих критеріїв для оцінки впливу фізичних навантажень на організм людини є стан серцево-судинної системи, за показниками якої можна швидко виявити ознаки перевантаження. Тому показники ЧСС визначали протягом усього підготовчого періоду. Характерними реакціями серцево-судинної системи були підвищення ЧСС ввечері (після тренувань) до $84,36 \pm 2,22$ уд/хв і зниження цих показників вранці до $74,36 \pm 2,51$ уд/хв ($p < 0,01$). Систолічний артеріальний тиск мав протилежну реакцію – ввечері показники знижувались до $99,70 \pm 2,35$ мм рт. ст., а вранці тиск піднімався до $108,19 \pm 1,05$ мм рт.ст. ($p < 0,001$).

Оцінюючи ці показники на початку збору, можна констатувати, що під впливом тренувань адаптація фізіологічних функцій проходить поступово. На наш погляд, зменшення систолічного артеріального тиску зменшує і систолічний об'єм крові. Тому підвищення ЧСС необхідно розцінювати як своєрідну компенсаторну функцію серцево-судинної системи.

В кінці збору функції серцево-судинної системи мають такі реакції: АСТ після тренувальних навантажень підвищувався ввечері до $115,50 \pm 3,65$ мм рт. ст., а вранці після відпочинку зменшувався до $103,50 \pm 2,37$ мм рт. ст. ($p < 0,05$). Що стосується ЧСС, то цей параметр незмінно підвищувався ввечері після тренувальних навантажень до $83,63 \pm 2,27$ уд/хв, а вранці спостерігалось зниження значення ЧСС до $72,63 \pm 2,37$ уд/хв ($p < 0,001$).

Специфіка рухової діяльності у синхронному плаванні полягає в тому, що спортсменки протягом 5-хвилинної комбінації виключають функцію дихання майже на 15%. Адаптаційні реакції визначають рівень змін показників зовнішнього дихання під час тренувальних навантажень. Характерно відзначити, що не зважаючи на те, що група за спортивною підготовленістю була майже однорідна, однак адаптаційні реакції показників зовнішнього дихання не були однотипними. Це викликало підвищення коефіцієнтів варіативності деяких показників.

Відсутність літературних даних про функціональний стан спортсменок з синхронного плавання не дає змоги порівняти показники наших досліджень з іншими. Лише показники артеріального тиску та ЧСС співпадають з дослідженнями [2].

Аналіз матеріалів дослідження показує, що у синхронному плаванні спостерігаються деякі специфічні адаптаційні реакції. Так, на початку зборів резервний об'єм вдику та резервний об'єм видиху відповідно дорівнювали $2,02 \pm 0,15$ л і $1,51 \pm 0,07$ л. Як видно з рис.1, ці показники мають різну динаміку в кінці збору. Показник $PO_{вд}$ підвищився в кінці збору до $2,52 \pm 0,17$ л, що склало 24,4 % ($p < 0,05$). Між тим, показник $PO_{вид}$ зменшився до $1,29 \pm 0,07$ л, що дорівнювало 14,6 % ($p < 0,05$). На початку збору середнє значення ЖЄЛ склало $4,40 \pm 0,11$ л, а в кінці цей показник підвищився до величини $4,97 \pm 0,09$ л, відповідно 13,0 %, ($p < 0,001$). За рахунок підвищення ЖЄЛ спостерігався зріст ЖП в кінці тренувального збору з $79,08 \pm 1,7$ мл/кг до $85,70 \pm 1,9$ мл/кг, відповідно ($p < 0,05$). Специфіка рухів у синхронному плаванні пов'язана з порушенням ритму дихання. Адаптаційні зміни дихальної системи пов'язані, перш за все, з тим, що об'єм форсованого вдику достовірно відрізняється від об'єму форсованого видиху. Так, на початку досліджень $OF_{вд}$ дорівнював $4,40 \pm 0,09$ л/с, при цьому $OF_{вид}$ склав $3,80 \pm 0,08$ л/с, ($p < 0,001$). Показник $OF_{вд}$ в кінці збору збільшився до $4,66 \pm 0,10$ л/с, що дорівнює 5,9 %, ($p < 0,05$). Таким чином, форсований вдих забезпечував необхідне споживання кисню для забезпечення рухової діяльності.

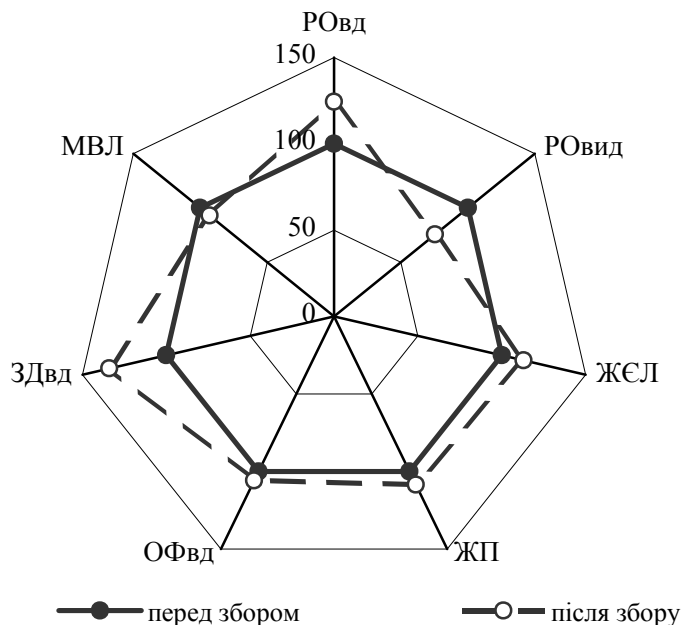


Рис. 1. Динаміка показників зовнішнього дихання спортсменок в період дослідження в процентному відношенні

Показник затримки дихання припускав можливість анаеробних механізмів енергопостачання. Проведені дослідження свідчать про високу здібність спортсменок відтворювати рухи в умовах постійної затримки дихання під час занурювання під воду. На початку збору величина параметру $ZD_{вд}$ становила $87,70 \pm 4,14$ с. Після тренувального збору середнє значення показника підвищилось до $117,32 \pm 5,25$ с, що дорівнювало 33,8 %, ($p < 0,001$). Показник МВЛ не був високим за абсолютним значенням і склав на початку збору $88,83 \pm 1,29$ л/хв. Взагалі цей показник свідчить про працездатність міжребер'я, що забезпечують акти вдиху і видиху. Специфіка рухової діяльності у синхронному плаванні характеризується постійною затримкою дихання, що призводить до активізації деяких компенсаторних механізмів, що, напевно, викликає зниження показника МВЛ до $82,70 \pm 1,32$ л/хв, що складало 6,9 %, ($p < 0,01$).

Аналізуючи рухову діяльність спортсменок синхронного плавання, необхідно зауважити, що характерним принципом управління довільними рухами людини є те, що ці рухи не є механічним пересуванням окремих частин тіла у просторі і часі, а являють собою цілеспрямоване оволодіння простором і часом. Згідно теорії функціональних систем, на відміну від інших концепцій управління довільними рухами, провідним фактором є кінцевий корисний результат. При постійній оцінці досягнутих результатів за допомогою зворотного зв'язку рухова діяльність здійснюється за принципом саморегуляції.

В процесі спортивної діяльності всі рухи мають елементи програмування, тобто випереджаюче відзеркалювання дійсності. Саме з цими програмуєчими механізмами відбувається постійне порівняння результатів рухів за допомогою зворотного зв'язку. Під час тренувальних навантажень відбуваються складні гормональні перебудови, які П.К.Анохін [4] назвав стадією «еферентного синтезу». Відбувається посилення функціональної активності серцево-судинної системи, щоб забезпечити м'язи енергетичними речовинами і киснем. Під час виконання фізичних вправ в синхронному плаванні функція дихання майже припиняється. Тобто, підтримання рухової діяльності відбувається за рахунок інших функцій. На наш погляд, це відбувається за рахунок підвищення коефіцієнту використання кисню за рахунок показника гемоглобіну, який становив у спортсменок більше 15,0 г%. На підставі існування випереджаючого відзеркалювання рухової діяльності з'являються випереджаючі компоненти вегетативних систем, які забезпечують рухову діяльність в залежності від умов, в яких відбуваються рухи [1]. Цей аспект пояснює процес споживання кисню у синхронному плаванні. Випереджаючим компонентом системи дихання є форсований вдих, який значно перебільшує форсований видих.

ВИСНОВКИ

1. Отримані результати дослідження дозволяють стверджувати, що діяльність функціональної системи дихання у спортсменок синхронного плавання значно відрізняється від адаптаційних реакцій в інших видах спорту. Це визначається обмеженістю дихальних циклів в процесі рухової діяльності.

2. Головним механізмом адаптації системи дихання у синхронному плаванні є збільшення резервного об'єму вдиху, що є випереджаючою функцією вегетативних систем еферентного синтезу.

Список літератури

1. Судаков К.В. Функциональные системы организма. – М.: Медицина, 1987. – С. 192-200.
2. Майденюк О.В. Особливості адаптації системної геодинаміки до тренувальних навантажень у кваліфікованих спортсменок, які спеціалізуються у синхронному плаванні // Збірн. науков. праць „Актуальні проблеми фізичної культури і спорту”. – Київ: ДНДІФКІС, 2004. – С. 68-71.
3. Фомин Н.А. Адаптация: общебиологические и психофизиологические основы. – М.: Изд. «Теория и практика физ. культуры», 2003. – 383 с.
4. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы. – М.: Наука, 1980. – 197 с.
5. Ровний А.С. Сенсорні механізми управління точнісними рухами. – Харків: ХДАФК, 2001. – С. 157-169.

Поступила в редакцію 04.08.2006 г.

УДК 519. 237. 7: 577. 15/19+57. 025

ПРИМЕНЕНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК К ПИЩЕ ЧАВАНПРАШ И СТРЕССКОМ

Сафронова Н.С.

В настоящее время есть все основания полагать, что наиболее быстрым, экономически приемлемым и научно обоснованным путем решения проблемы рационализации питания населения является широкое применение в повседневной практике биологически активных добавок к пище, выступающих эффективным регулятором биоэнергетических возможностей организма [1, 2]. Причем для лиц, испытывающих постоянные физические и психоэмоциональные нагрузки, использование биологически активных добавок (БАД) к рациону, обладающих адаптогенными свойствами, позволяет повысить как неспецифическую резистентность организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, так и направленно изменять отдельные звенья метаболизма [3]. В этом плане, особый интерес представляют биологически активные пищевые добавки Чаванпраш и Стресском, действие которых выражается в антиоксидантном, антигипоксическом, эрготропном и гематопротекторном эффектах. Положительное влияние Чаванпраша и Стресскома на функциональное состояние отдельных органов и анатомо-физиологических систем организма освещено рядом исследователей, однако до настоящего времени совершенно не изучены особенности взаимосвязей между отдельными звеньями целостной структуры, которую представляет из себя организм, при использовании этих БАД к рациону [4 – 6].

Как известно, адаптационные реакции организма, возникающие в ответ на действие внешних факторов различного характера, детерминируются многообразием взаимодействия звеньев функциональных систем, ответственных за реализацию приспособительного эффекта [7, 8]. Прием природных адаптогенов на фоне повышенной физической активности совершенствует уже существующие функциональные объединения и одновременно модулирует характер взаимодействия между ними. По нашему мнению, детально изучить особенности этих изменений возможно с помощью одного из методов математической статистики – факторного анализа [9, 10]. Применение в таком случае многомерной статистики позволяет определить наиболее рациональный для данных условий

режим включения количественных и качественных связей, составляющих систему, и провести своевременную коррекцию наиболее важных компонентов функционального состояния организма [11].

В связи с этим, целью настоящего исследования явился системный анализ функционального состояния организма при использовании БАД к пище Чаванпраш и Стресском на фоне повышенной повседневной двигательной активности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В наших исследованиях приняли участие 20 студентов-неспортсменов в возрасте 18-20-ти лет, обучающихся на факультете физической культуры и спорта, которые в течение четырех месяцев принимали комплекс пищевых БАД Чаванпраш и Стресском. Была использована следующая схема приема: Чаванпраш ежедневно по 1/3 чайной ложки три раза в день за 10-15 мин до еды; Стресском по 1 капсуле утром натощак в течение 10 дней каждого лунного месяца. Исследования проводили до и по истечении четырёх месяцев приёма БАД. Кардиодинамика изучалась методом тетраполярной реографии. Артериальное давление измеряли методом Короткова. Функции внешнего дыхания и газообмена исследовались при помощи спиропневмотахометрии и газометрии. Все параметры регистрировались в состоянии покоя и при выполнении 20-минутного велоэргометрического теста со ступенчато-повышающейся нагрузкой, начиная с 50 Вт и до 200 Вт. Время работы на каждой ступени составляло 5 мин при скорости педалирования 60 об/мин. Оценку адаптационных состояний организма обследуемых проводили по методике Гаркави Л.Х. и соавт. [12]. Интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в эритроцитах крови оценивали по содержанию продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) [13]. Состояние антиоксидантной системы определялось по общей антиокислительной активности (АОА) сыворотки крови [14], уровню активности супероксиддисмутазы (СОД) в мембранах эритроцитов [15], каталазоподобной активности (КА) эритроцитов [16]. Уровень физической работоспособности (МПК/кг) определялся при помощи двухступенчатого велоэргометрического теста [17].

Путем экспертной оценки более чем из 100 показателей для факторного анализа было отобрано 22, максимально отражающих функциональное состояние обследуемых. Следующий этап наших исследований заключался в факторизации отобранных переменных. В каждой из выборок данных, зарегистрированных в состоянии покоя и при нагрузке мощностью 200 Вт до и после приема студентами пищевых БАД, было выделено по 6 факторов, суммарно отражающих 71,0 – 73,8 % всей информации. При анализе переменных (после вращения методом varimax) были определены параметры со значениями не менее 0,65, играющие ведущую роль в структуре факторов, каждый из которых получил условное название, характеризующее его физиологическую сущность. Основная математическая обработка проводилась на персональном компьютере с помощью программ Excel и STATISTICA 6,0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты анализа, на этапе долговременной адаптации к физическим нагрузкам у обследуемых студентов особую роль в обеспечении приспособительных реакций организма играло состояние трахео-бронхиального дерева. При первичном тестировании до приема БАД (рис. 1, А, Б), как в покое, так и на ступени мощностью 200 Вт, фактор, отражающий механические характеристики дыхательного аппарата и получивший название «бронхиальный», был ведущим в формировании «функционального портрета» обследуемых. Его вклад в общую

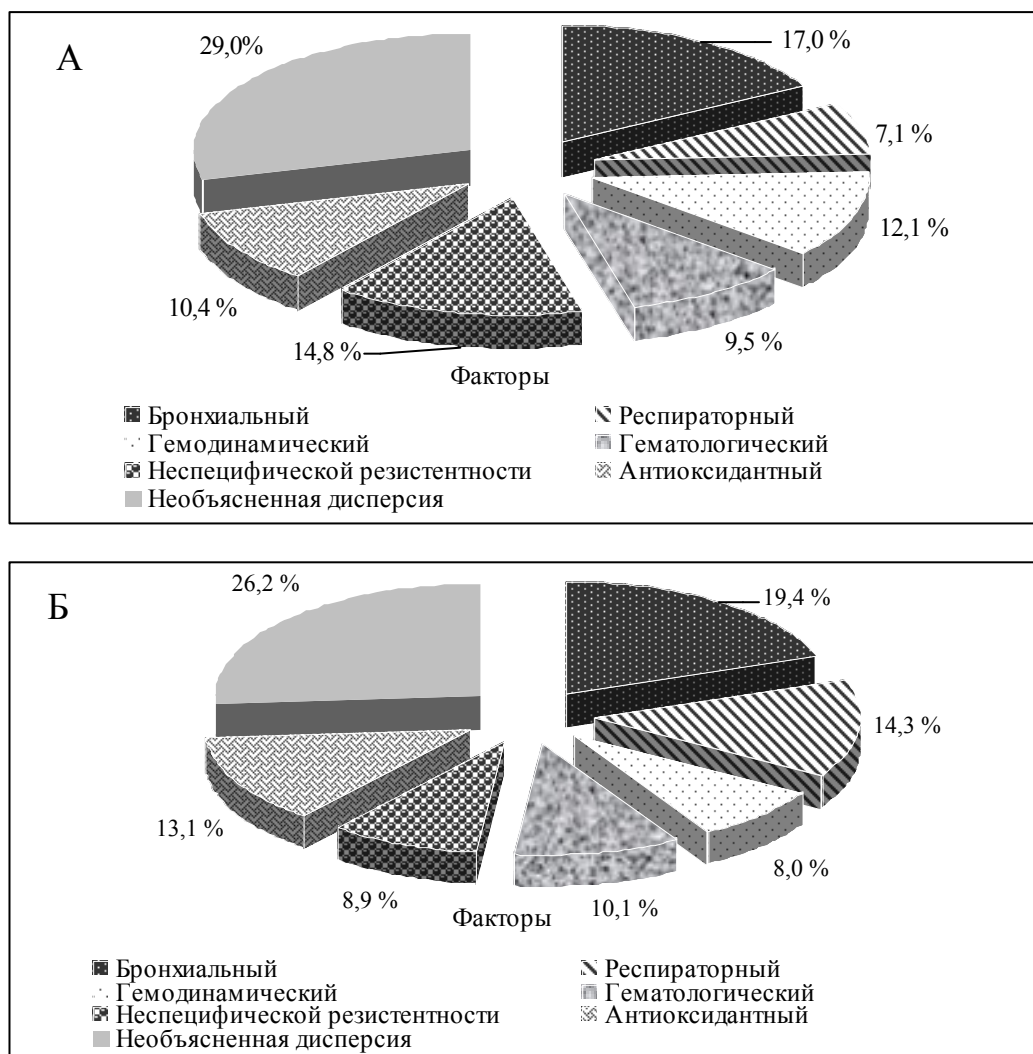


Рис. 1. Соотношение факторов, определяющих функциональное состояние обследуемых в состоянии покоя (А) и при выполнении физической нагрузки мощностью 200 Вт (Б) до приема БАД.

дисперсию в состоянии покоя (рис.1, А) составил 17,0 %, а при мышечной деятельности (рис. 1, Б) 19,4 %. Основную факторную нагрузку до начала тестирующей работы несли на себе показатели мгновенной объемной скорости (МОС) воздушного потока в бронхах среднего МОС₅₀ (0,87) и мелкого МОС₇₅ (0,87) калибров, а во время физического напряжения в бронхах крупного МОС₂₅ (0,87), среднего МОС₅₀ (0,89) и мелкого МОС₇₅ (0,85) калибров. Отмечены достаточно тесные корреляционные отношения между этими параметрами ($0,85 < r < 0,86$). Далее нами был выявлен второй по значению (14,8 %) в состоянии покоя фактор функционального «портрета» обследуемых (рис.1, А). В нем наиболее высокие весовые коэффициенты принадлежали взаимосвязанным ($r = 0,85$) параметрам лейкоцитарной формулы, отражающих неспецифическую резистентность организма. При этом доля лимфоцитов составила -0,84, а сегментоядерных нейтрофилов 0,84. В третьем факторе, составившем 12,1 %, наибольший вклад приходился на тесно коррелирующие ($r = -0,79$) гемодинамические переменные: частоту сердечных сокращений (ЧСС) (-0,91) и время изгнания крови из левого желудочка (Е) (0,85). Четвертый фактор составлял 10,4 % от общей выборки и определялся параметрами, характеризующими состояние антиоксидантной защиты организма. Здесь значительный факторный вес имели показатели общей АОА (0,75) и уровня КА (0,89). Пятый фактор (9,5 %) был представлен в большей мере гематологическими переменными, имеющими вес 0,90 для количества эритроцитов и 0,88 для уровня гемоглобина. Взаимодействие этих параметров отмечено высоким коэффициентом корреляции ($r = -0,92$). Наибольшие нагрузки в шестом факторе (7,1%) пришлись на показатели, отражающие паттерн дыхания, а именно дыхательный объем (ДО) (-0,70) и частоту дыхания (ЧД) (0,84). Поэтому мы определили его как «респираторный». В данной совокупности доля необъясненной дисперсии составила 29,0 %.

Известно, что достаточная бронхиальная проходимость, высокие возможности респираторной мускулатуры сопровождаются рациональными изменениями легочных объемов и обеспечивают оптимальный режим вентиляции при мышечной работе [18]. Вероятно, в процессе долговременной адаптации, напряженность, часто возникающая в функциональной системе при несовершенстве некоторых из ее звеньев, выделяет другие компоненты системы в особое положение с целью перераспределения внутренних ресурсов и адекватного приспособительного ответа к требованиям внешней среды [8]. Как нам представляется, до приема БАД к пище одним из наиболее мощных эффекторов в функциональной системе обследуемых являлся бронхо-легочный аппарат. Обращает на себя внимание факт, что при выполнении тяжелой физической нагрузки (рис.1, Б) вторым по значимости фактором стал «респираторный», характеризующий паттерн дыхания студентов основной группы. Его доля в общей совокупности переменных составила 14,3 %. Основные весовые нагрузки несли на себе показатели ДО (0,83), ЧД (0,66) и резервного объема выдоха (РО_{выд}) (0,75). В третьем факторе (13,1 %) превалировали параметры АОА (0,88), КА (0,67) и уровня СОД (-0,68), что позволило выделить особую значимость состояния антиоксидантной защиты в данных условиях.

Четвертый фактор, условно названный «гематологический», внес в общую дисперсию 10,1 % и определялся в основном коррелирующими параметрами ($r=-0,92$) уровня гемоглобина (0,89) и количества эритроцитов в крови (0,85). Пятый фактор (8,9 %) отразил состояние неспецифической резистентности обследуемых, поскольку высокие весовые нагрузки имели взаимосвязанные ($r = -0,85$) показатели содержания лимфоцитов (0,89) и сегментоядерных нейтрофилов (0,88) крови. Сущность шестого фактора (8,0 %) отражали гемодинамические переменные с достаточно весомой нагрузкой Е (0,88) и ЧСС (0,64). Вклад необъясненной части совокупности составил 26,2 %. Таким образом, вполне можно допустить, что внешнее дыхание выступало ведущим эффектором функциональной системы обследуемых на данном этапе долговременной адаптации к двигательным нагрузкам, что является энергетически невыгодным путем достижения полезного приспособительного эффекта. Меньшей степенью производительности, особенно во время интенсивной мышечной деятельности, отличались сердечно-сосудистая система и система крови. Известно, что именно они чаще всего являются лимитирующими звеньями конвейера, обеспечивающего кислородный гомеостаз организма [19, 20]. Согласно современным представлениям, в состоянии физиологического покоя и при выполнении физических нагрузок, немаловажно условие уравновешенности в деятельности двух наиболее общих функциональных систем организма – приспособительного поведения и гомеостаза. Изменения в одной системе незамедлительно отражаются на состоянии другой [8, 21]. Поэтому, фактор неспецифической резистентности, отражающий уровень оптимальности этих отношений, внес заметный вклад в характеристику «функционального портрета» обследуемых. Также было отмечено, что до приема Чаванпраша и Стресскома антиоксидантный статус организма студентов основной группы испытывал определенную степень напряженности, что проявилось высоким процентным вкладом в целостную структуру.

Следующий этап наших исследований был посвящен структурному анализу совокупностей переменных после приема БАД. В состоянии мышечного покоя произошло незначительное перераспределение вклада выделенных нами факторов в общую дисперсию. Ведущие позиции в реализации приспособительных реакций организма по-прежнему принадлежали дыхательной системе. Из рисунка 2, А видно, что в состоянии покоя наиболее значимым фактором оказался респираторный. Его вклад в общую дисперсию составил 18,2 %, а основную весовую нагрузку несли параметры ЧД (0,85), ДО (-0,82) и резервного объема вдоха ($PO_{вд}$) (0,80). Причем зафиксированы достаточно тесные корреляционные отношения между этими параметрами дыхания ($0,51 < r < 0,65$). Уровень неспецифической резистентности по-прежнему выделялся своей значимостью, поскольку определял уравновешенность во взаимодействии различных систем по поддержанию гомеостатического равновесия организма. Второй фактор, характеризовался определенным соотношением лейкоцитов и составлял 13,9 % в общей выборке. Основной факторный вес приходился на показатели содержания лимфоцитов (-0,93) и сегментоядерных нейтрофилов (0,85). Высокие весовые нагрузки взаимосвязанных ($r = 0,87$) параметров бронхиальной проходимости MOC_{50} (0,75) и MOC_{75} (0,86) позволили обозначить третьим фактором в

этой группе «бронхиальный». Четвертый фактор, составивший 11,4 %, определялся наибольшей весовой нагрузкой гемодинамических переменных: ЧСС (-0,84) и E (0,85). Сущность пятого фактора (8,2 %) отражали гематологические переменные с достаточно весомой нагрузкой уровня гемоглобина (-0,72) и количества эритроцитов (-0,72). Шестое место занимал «газообменный» фактор (6,9 %). Так, факторный вес показателя процентной величины потребления кислорода составил 0,75, а выделения углекислого газа (CO₂) 0,66. Доля необъясненной дисперсии была в этой совокупности 28,7 %. Следовательно, по-прежнему в состоянии покоя ограниченным было включение геодинамики и газообмена в обеспечение работы кислородтранспортного конвейера.

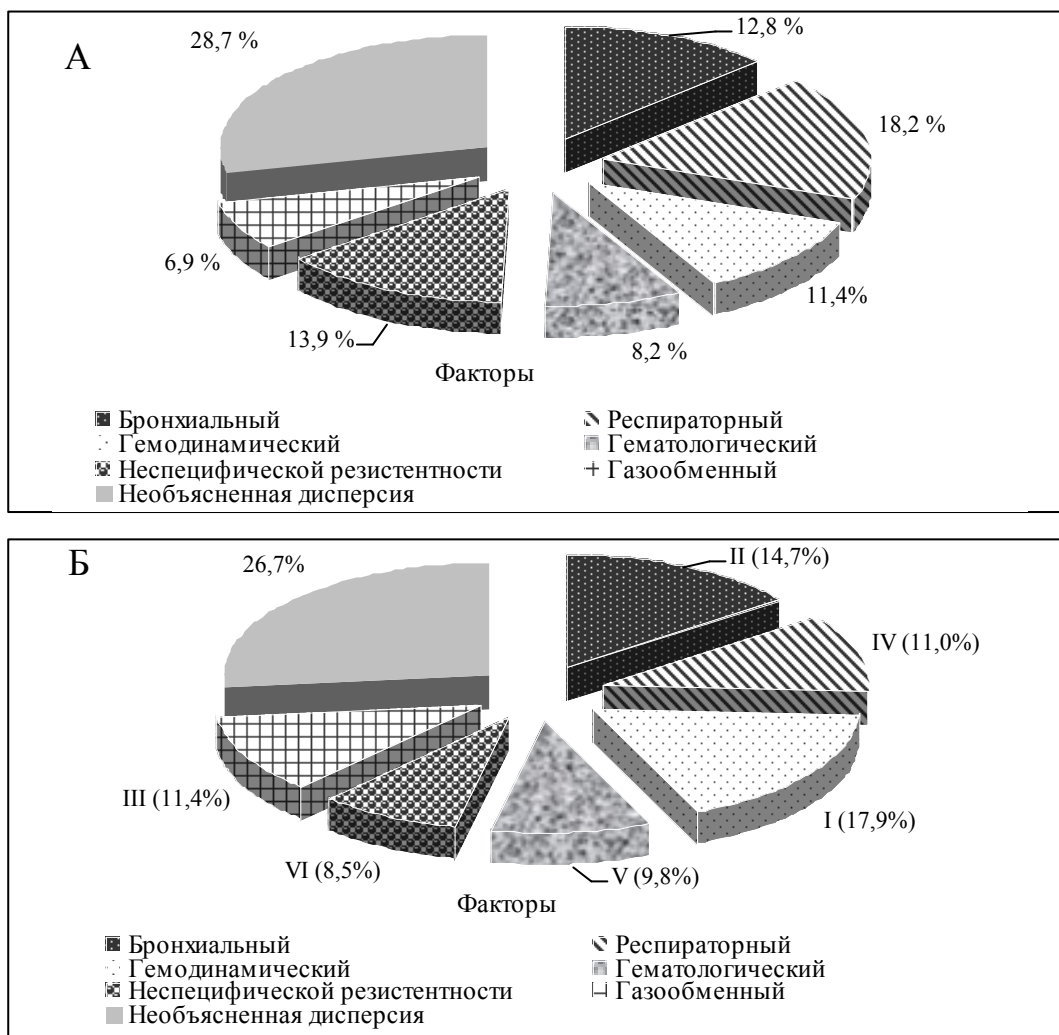


Рис. 2. Соотношение факторов, определяющих функциональное состояние обследуемых в состоянии покоя (А) и при выполнении физической нагрузки мощностью 200 Вт (Б) после приема БАД.

При выполнении тестирующей нагрузки мощностью 200 Вт полный спектр факторов сохранился, однако наблюдались значительные изменения в иерархических отношениях внутри общей дисперсии (рис. 2, Б). Основная нагрузка распределилась между гемодинамическим, бронхиальным и газообменным компонентом системы. Однако, наибольшей мощностью отличался фактор, представляющей сердечно-сосудистую систему, доля которого составила 17,9 %. Он, прежде всего, определялся высокими нагрузками на показатели ЧСС (0,81) и E (-0,65). Отмечены достаточно тесные корреляционные отношения между этими параметрами ($r = 0,54$). Данный факт имеет принципиальное значение, так как согласно современным представлениям, доминирование гемодинамики над дыханием в адапционных реакциях организма к физическим нагрузкам сопровождается минимизацией энергозатрат и детерминирует экономизацию деятельности целостного организма по получению оптимального результата. Наибольшие нагрузки во втором факторе пришлось на взаимосвязанные переменные ($0,45 < r < 0,82$), отражающие состояние бронхиальной проходимости. При этом факторный вес $МОС_{25}$ составил 0,65, $МОС_{50}$ — 0,87 и $МОС_{75}$ — 0,81. Немаловажное значение имел третий фактор (11,4 %), который отразил состояние газообменных процессов обследуемых, поскольку высокие весовые нагрузки имели показатели потребления O_2 (0,95) и выделения CO_2 (0,87), выраженные в объемных процентах. Четвертым по значимости оказался «респираторный» компонент. Его доля в общей совокупности переменных составила 11,0 %. Основной факторный вес несли на себе параметры $ДО$ (0,63), $PO_{вд}$ (-0,86) и $PO_{ввд}$ (0,83). Пятый фактор (9,8 %) был представлен в большей мере гематологическими переменными с высоким коэффициентом корреляции ($r = -0,85$), несущими следующую нагрузку: показатель количества эритроцитов — 0,85 и уровня гемоглобина — 0,89. Преобладающими параметрами шестого фактора (8,5 %) оказались величины содержания лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов, следовательно, данный фактор отражал состояние неспецифических адапционных реакций организма обследуемых. При этом вклад необъясненной части общей дисперсии был 26,7 %.

Таким образом, опираясь на полученные результаты, можно заключить, что состояние покоя обследуемых характеризовалось относительным постоянством иерархических отношений основных физиологических функций, следовательно, прием Чаванпраша и Стресскома не оказал грубого вмешательства в привычное течение гомеостатических механизмов жизнеобеспечения. Вместе с тем, тонкие метаболические перестройки, активизированные пищевыми добавками, способствовали рациональному перераспределению степени участия различных функциональных структур организма в адекватном обеспечении обменных потребностей органов и тканей, что особенно ярко проявилось при выполнении напряженной мышечной работы.

ВЫВОДЫ

1. Факторный анализ является информативным методом выявления особенностей взаимодействия отдельных функциональных структур целостного организма при использовании биологически активных добавок к пище.

2. Система внешнего дыхания имеет ведущее значение в формировании срочных приспособительных реакций кислородтранспортной системы студентов-спортсменов на фоне повышенной повседневной двигательной активности.

3. Использование БАД к пище Чаванпраш и Стресском у студентов с высоким уровнем двигательной активности способствует оптимизации качественно-количественных взаимоотношений между основными эффекторами функциональной системы, ответственной за адаптацию к физическим нагрузкам.

Список литературы

1. Брехман И.И. Человек и биологически активные вещества. – М.: Наука, 1980. – 119 с.
2. Покровский В.И., Романенко Г.А., Княжев В.А., Герасименко Н.Ф., Онищенко Г.Г., Тутельян В.А., Позняковский В.М. Политика здорового питания. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2002. – С. 261–281.
3. Полиевский С.А., Сорокина Н.И., Осадченко И.В. и др. Об использовании биокорректоров в спортивной практике // Теория и практика физ. культуры.– 1999. – №5. – С. 28-30.
4. Ткачук Н.А., Артемьева Н.П., Белокопытова Е.В. Влияние биологически активной добавки Стресском на процессы памяти и внимания, мозгового кровообращения и электрофизиологические показатели памяти // Аюрведические препараты. Исследования. Клиника. Лечение. – Санкт-Петербург, 2002. – С.55-57.
5. Bhattacharya A, Kumar M, Ghosal S, Bhattacharya SK Effect of bioactive tannoid principles of *Emblca officinalis* on iron-induced hepatic toxicity in rats // *Phytomedicine*. – 2000. – Apr. - Vol.7, №2. – P. 173-175.
6. Jagtap AG, Shirke SS, Phadke AS Effect of polyherbal formulation on experimental models of inflammatory bowel diseases // *J Ethnopharmacol*. – 2004. – Vol.90, № 2-3. – P. 195-204.
7. Приймаков А., Кропота Р. Системные взаимодействия компонентов структуры функциональных возможностей квалифицированных гребцов // Наука в олимпийском спорте. – 2003. - №1. – С. 92-98.
8. Функциональные системы организма: Руководство / Под ред. К.В. Судакова. – М.: Медицина, 1987. – 432 с.
9. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. – СПб.: Питер, 1997. – 240 с.
10. Славин М.Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях. – М.: Медицина, 1989. – 304 с.
11. Ерохин И.А. Концепция «функциональных» профилей» в методологии прогнозирования последствий экстремального состояния организма // Клиническая медицина и патофизиология. – 1995. – №2. – С. 12-17.
12. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. – Ростов н/Д: Издательство Ростовского университета, 1990. – 224 с.
13. Колб В.Г., Камышников В.С. Справочник по клинической химии. – 2-е изд., – Минск: Белорусь, 2000. – С. 241-242.
14. Семенов В.А., Ярош В.В. Метод определения антиокислительной активности сыворотки крови человека // Украинский биохимический журнал. – 1985. – Т. 57, № 3. – С. 50-52.
15. Чевари С., Чаба И., Секей П. Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки, метод определения ее в биологических материалах // Лаб. дело. – 1985. – № 11. – С. 578-681.
16. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16-19.
17. Аулик И.В. Определение физической реабилитации в клинике и спорте. – М: Медицина, 1990. – 192 с.
18. Дубилей В.В., Дубилей П.В., Кучкин С.Н. Физиология и патология системы дыхания у спортсменов. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1991. – С. 144.
19. Фомин Н.А. Адаптация: общебиологические и психофизические основы. – М.: Теория и практика физ. культуры, 2003. – 383 с.
20. Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 135 с.
21. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы. – М.: Наука, 1980. – 197 с.

Поступила в редакцию 04.05. 2006 г.

УДК 612.82:612.08+ 591.044+591.51+591.512+591.513

ОСОБЕННОСТИ ВНД И БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС ПРИ ВЛИЯНИИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ХРОНИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Севериновская Е.В., Григорова М.А., Касимова К.И.

Ионизирующее излучение в малых дозах является фактором окружающей среды, постоянно и усиленно действующим на живые организмы, в том числе и на человека [1]. В этих условиях особое значение имеет исследование эффектов радиации на состояние ЦНС, интегрирующая роль которой обуславливает способность к адаптации, а уровень ее функционирования в значительной мере определяет состояние здоровья всего организма.

Известно, что даже незначительные дозы радиации вызывают сдвиги в обмене биогенных аминов [2], а также в состоянии про-/антиоксидантного баланса в различных отделах головного мозга [3, 4]. Данные исследований ЭЭГ потерпевших вследствие аварии на ЧАЭС свидетельствуют о преобладании диффузных изменений в виде десинхронизации и дезорганизации основного ритма в лобных и центральных отведениях. Впоследствии вышеотмеченные изменения могут приводить к нарушению нейрофизиологических функций головного мозга, что способствует возникновению и развитию ряда психических отклонений [5].

В основе рефлекторно-двигательных нарушений у участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС лежат вестибуло-мозжечковые нарушения с признаками легкой пирамидной и экстрапирамидной недостаточности, которые реализуются через изменения физиологических нисходящих влияний и возбудимость сегментарных мотонейронов [6].

Исходя из вышесказанного, следует отметить, что исследования в области радиационного влияния на организм являются достаточно обоснованными и актуальными в наше время и требуют к себе повышенного внимания. Поэтому целью нашей работы была оценка состояния ВНД и изучение биоэлектрической активности разных отделов мозга крыс под влиянием хронического облучения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили на белых лабораторных крысах весом 180-220 г, которых содержали на стандартном рационе вивария. Животные были разделены на контрольную (n=30) и экспериментальную (n=30) группы. Животных второй группы хронически тотально облучали по 0,01 Гр в сутки (до достижения

суммарной дозы 0,25 Гр) на установке РУМ-17. Эксперименты были проведены с целью моделирования хронического радиационного влияния на организм человека. Доза 0,25 Гр была избрана в качестве пороговой для биологического действия низкоинтенсивной ионизирующей радиации в диапазоне малых доз для млекопитающих [7]. Учитывалось также, что эта доза является гранично допустимой для ликвидаторов аварии на ЧАЭС.

Поведенческие реакции экспериментальных животных оценивали при помощи теста „открытое поле” и приподнятого 8-радиального лучевого лабиринта по модифицированной методике [8, 9].

На стереотаксическом приборе под действием наркоза — кетамина (20 мг/кг) и тиопентала натрия (50 мг/кг) — в соответствии с атласом Буданцева униполярные, стальные электроды погружали в лобно-теменную кору, дорсальный гиппокамп, гипоталамус (anterior hypothalamic area и dorsal hypothalamic area).

После восстановления двигательной активности животных начинали запись биоэлектрической активности. Эксперименты проводились на стандартном электрофизиологическом оборудовании с 16-разрядным АЦП.

Полученные результаты обрабатывали с использованием преобразования Фурье (FFT во время всего эксперимента). Для лучшего отображения общих закономерностей спектральной кривой, а также для нивелирования индивидуальной чувствительности крыс к введенным веществам, максимальное значение абсолютной спектральной мощности у каждого из животных принимали за 100% и рассчитывали процентный показатель диапазонов. Спектры строили с учетом этой характеристики диапазонов, применяя пакет программ Matlab 7.0.

Для статистического анализа использовали Microsoft Excel и стандартный пакет программ Origin 6.0, достоверность данных оценивали по t-критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ поведения животных, подвергшихся действию низкоинтенсивного хронического облучения в дозе 0,25 Гр, в тесте "открытое поле" показал достоверное уменьшение времени замирания животных на одном месте и увеличение их общей спонтанной двигательной активности (рис. 1 – А). В то же время, наблюдалось уменьшение количества и частоты посещений внутреннего поля, увеличение количества и длительности актов груминга, что свидетельствует о развитии состояния тревоги у животных. Повышение вертикальной активности и количества посещенных норок характеризует рост ориентировочно-исследовательской активности.

В приподнятом 8-радиальном лучевом лабиринте изучали скорость образования условного рефлекса и оценивали рабочую память по показателю полезного действия (ППД), который рассчитывали как отношение правильно выбранных лучей лабиринта к общему количеству посещенных. Анализ динамики ППД показал (рис. 1 – Б), что на первой попытке этот показатель у контрольных животных был ниже, чем у облученных, на второй – ППД был одинаковым для животных обеих групп. Начиная с третьей попытки, ППД у животных экспериментальной группы достоверно уменьшался в сравнении с контролем. На

четвертой – крысы контрольной группы прошли радиальный лабиринт без ошибок (ППД=1,0). Облученных животных продолжали тестировать до седьмой попытки, т.к. они проходили лабиринт с повторными заходами в ранее посещенные лучи в результате отсутствия определенной стратегии передвижения. Таким образом, при выполнении задания в лучевом лабиринте животным контрольной группы на выработку условного рефлекса понадобилось всего четыре попытки, в то время как крысам экспериментальной – семь, что указывает на ухудшение кратковременной памяти у животных под влиянием хронического низкоинтенсивного облучения.

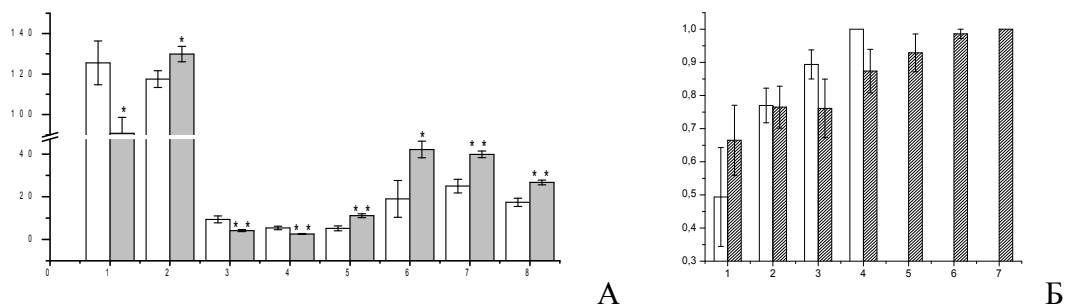


Рис. 1. Поведенческие реакции крыс: контрольной группы (белый прямоугольник) и экспериментальной (серый прямоугольник); А – тестирование в «открытом поле»: 1 — время замедления на одном месте, с, 2 — общая спонтанная активность, 3 — количество и 4 — частота посещения внутреннего поля, 5 — количество и 6 — длительность актов груминга, 7 — вертикальная активность, 8 — количество посещенных норок; Б – динамика показателя полезного действия, по оси абсцисс – номер попытки.

Для раскрытия нейрофизиологических механизмов влияния радиации на ЦНС проводили регистрацию биоэлектрической активности морфологически и функционально различных отделов головного мозга крыс.

Результаты исследований контрольных животных показали, что суммарная биоэлектрическая активность неокортекса имела достаточно стабильный характер (рис. 2 – А) с доминированием высокоамплитудной δ -активности, чередующейся с участками θ - и α -активностей. Спектрограмма (рис. 2 – С) имела нисходящий характер, максимальные значения спектральной мощности приходились на частоты δ - и θ -ритмов.

У облученных животных сложно определить доминантный ритм биоэлектрической активности (рис. 2 – Б). На спектрограмме (рис. 2 – Д) практически все частотные составляющие имели выраженные пики с максимальным значением абсолютной спектральной мощности (АСМ), что свидетельствует о полиморфном характере электрокортикограммы.

Таким образом, проведенные исследования показали, что под влиянием хронического низкоинтенсивного облучения происходит обогащение спонтанной электрической активности мозга высокочастотными составляющими (табл. 1).

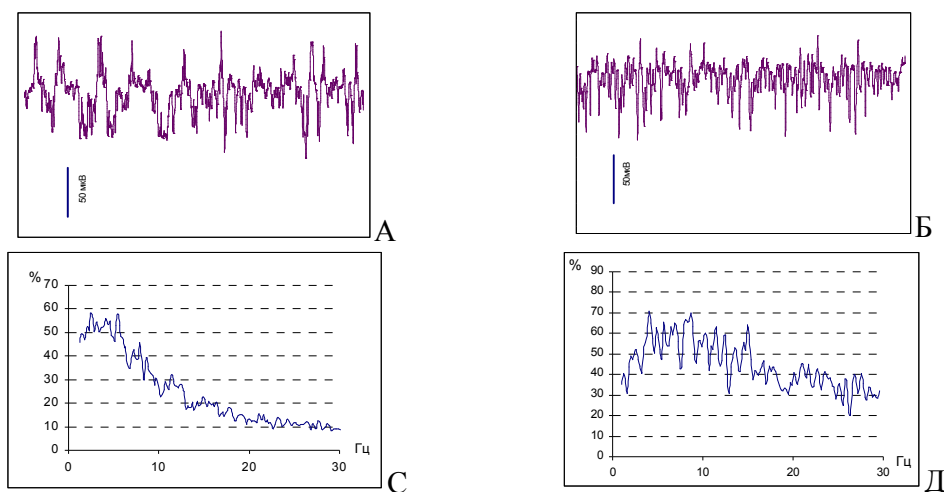


Рис. 2. Пример (фрагмент продолжительностью 4 с) нативной записи биоэлектрической активности неокортекса (от лобно-теменной коры) контрольной (А) и облученной (Б) групп животных и соответствующие ей спектры электрической активности у контрольной (С) и исследуемой (Д) групп. На графиках С и Д оси ординат – спектральные мощности, максимальное значение принято за 100%.

Таблица 1.

Процентные показатели абсолютной спектральной мощности ритмических составляющих биоэлектрической активности разных отделов головного мозга ($M \pm m$, $n = 30$)

Варианты исследования	Характеристика диапазонов, %			
	δ	θ	α	β
Неокортекс				
Контроль	53,15±0,92	36,30±1,52	18,70±0,55	10,65±0,45
Облучение	45,82±1,27*	57,59±1,18***	54,47±1,52***	38,20±1,20***
Дорсальный гиппокамп				
Контроль	45,84±2,10	41,64±1,35	30,92±0,59	13,41±0,52
Облучение	52,73±0,97*	66,61±0,86***	66,41±1,31***	48,46±1,34***
Передний отдел гипоталамуса				
Контроль	41,19±1,14	30,71±0,64	22,39±0,46	10,89±0,47
Облучение	46,17±1,026*	69,26±1,20***	69,36±0,88***	50,28±1,76***
Задний отдел гипоталамуса				
Контроль	47,07±0,84	42,17±0,98	30,17±0,61	13,61±0,69
Облучение	44,61±1,53	62,19±0,80***	63,75±0,88***	47,44±1,93***

Так, при сохранении характерных для действия барбитуратов низкочастотных дельта- и тета-ритмов происходит увеличение спектральной плотности мощности в альфа- и бета-диапазонах. В этом случае отношение низкочастотных (дельта и тета)

к высокочастотным (альфа и бета) составляющим ЕКОГ составило 1,1:1, тогда как в контроле – 3,05:1. Подобная электроэнцефалографическая реакция отмечалась и рассматривалась другими исследователями [10] при действии постоянного магнитного поля как неспецифический ответ, свидетельствующий о повышении степени динамичности биоэлектрических процессов в ЦНС.

Запись биоэлектрической активности дорсального гиппокампа контрольных животных (рис. 3 – А) подобна неокортикальной. Доминирующими являлись низкочастотные составляющие, что подтверждалось математическим анализом и представлено в табл. 1. Визуально спектрограмма гиппокампа (рис. 3 С) подобна спектрокортикограмме, но характеризовалась большей мощностью высокочастотных составляющих в альфа- и бета-диапазонах. Соотношение АСМ медленных колебаний к быстрым составило 1,97 : 1.

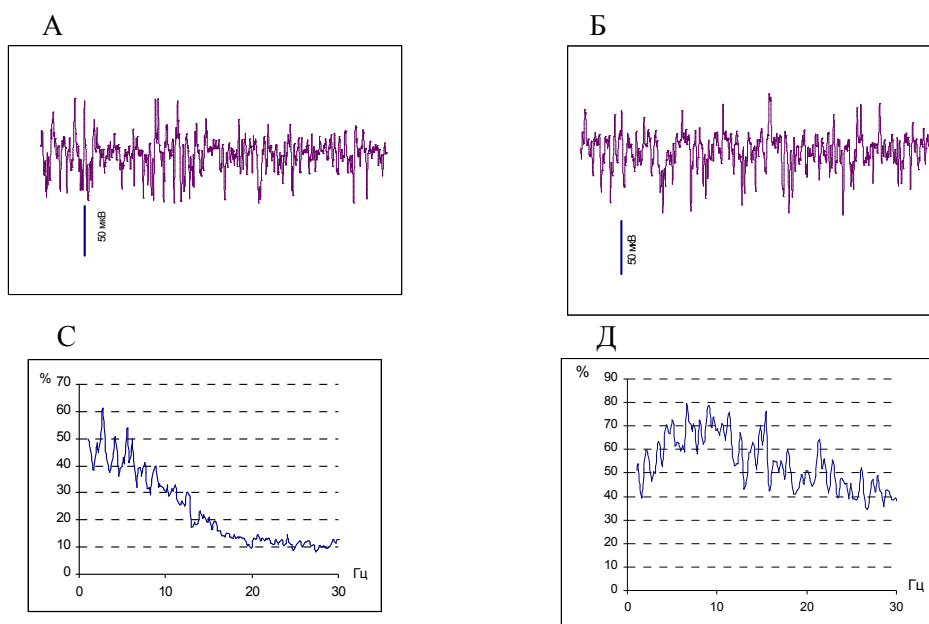


Рис. 3. Пример (фрагмент продолжительностью 4 с) нативной записи биоэлектрической активности дорсального гиппокампа контрольной (А) и облученной (Б) групп животных и соответствующие ей спектры электрической активности у контрольной (С) и исследуемой (Д) групп.

Обозначения такие же как на рис. 2

Биоэлектрическая активность дорсального гиппокампа облученных животных была похожа на неокортикальную (рис. 3 – Б) и имела бездоминантный и дезорганизованный характер. Максимальные показатели спектральной мощности зафиксированы в тета- и альфа-полосе (рис. 3 – Д), хотя они недостаточно существенно отличались от максимумов для других ритмических составляющих. Процентные показатели АСМ всех ее частотных компонентов у облученных

животных достоверно увеличивались, по сравнению с контролем (табл. 1). Соотношение медленных и быстрых колебаний становилось более равномерным и составляло 1,04:1,0, что может свидетельствовать о развитии компенсаторных изменений на уровне функционирования гиппокампа. Тем более, что микроскопическое изучение [11] нейронов, глии, синапсов позволило установить, что под влиянием облучения, с одной стороны, наблюдается значительное обеднение клеток гиппокампа ультраструктурами, набухание митохондрий и разрушение их внутренней мембраны, с другой – увеличение протяженности кариолеммы, что облегчает обмен между карио- и цитоплазмой и свидетельствует о компенсации возникших нарушений.

На основании многочисленных экспериментальных данных установлено достаточно сложное строение и многочисленность связей гипоталамуса, что дало основание говорить о том, что разные области этого отдела мозга имеют различное функциональное значение, связанное с вегетативными эффектами [12, 13]. Поэтому целесообразно было проследить и сравнить биоэлектрическую активность в переднем и заднем отделах гипоталамуса.

Биоэлектрическая активность передней (трофотропной) зоны гипоталамуса у контрольной группы животных отличалась от предыдущих структур головного мозга более низкой амплитудой спонтанной активности, но в ней, как и раньше, преобладали медленные составляющие (рис. 4 – А).

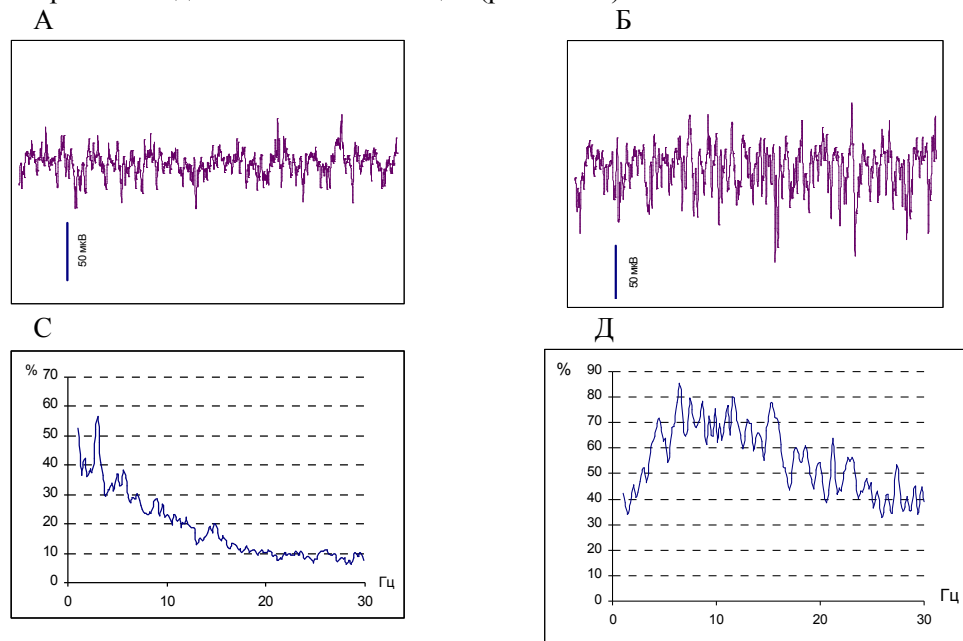


Рис. 4. Пример (фрагмент продолжительностью 4 с) нативной записи биоэлектрической активности передней зоны гипоталамуса контрольной (А) и облученной (Б) групп животных и соответствующие ей спектры электрической активности у контрольной (С) и исследуемой (Д) групп.

Обозначения такие же как на рис. 2

Спектральная картина биоэлектрической активности (рис. 4 – С) этой зоны гипоталамуса характеризовалась доминированием δ -волн с четким пиком при частоте около 3 Гц. По процентным показателям абсолютная спектральная мощность δ - и θ -колебаний была в 2,16 раза выше, чем таковая для высокочастотных α - и β -волн (табл. 1).

Нативная запись электрогипоталаграммы передней зоны гипоталамуса облученной группы животных (рис. 4 – Б) характеризовалась волновым полиморфизмом и увеличением амплитуды спонтанной активности всех частотных составляющих, по сравнению с контролем. Наибольшие показатели спектральной мощности зафиксированы в тета- и альфа-полосе (рис. 4 – Д). Отношение процентных показателей АСМ медленных колебаний к быстрым составило 1:1,04 (табл. 1).

Общий вид записи суммарной электрической активности задней (эрготрофной) зоны гипоталамуса у контрольных животных был подобным предыдущему (рис. 5 – А), при этом на фоне доминирующего дельта-ритма отмечались компоненты низкочастотной активности.

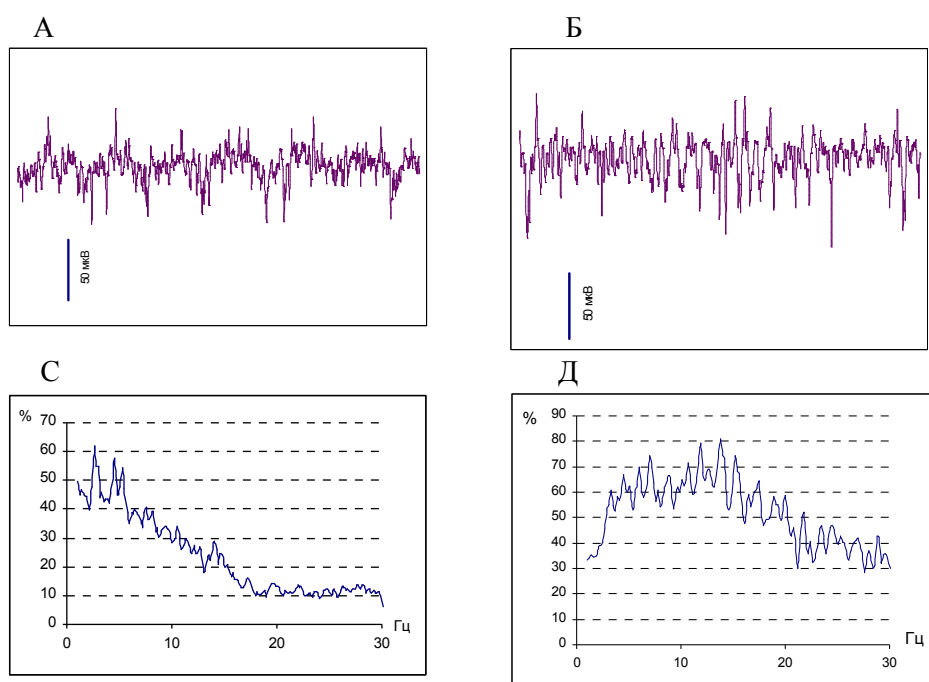


Рис. 5. Пример (фрагмент продолжительностью 4 с) нативной записи биоэлектрической активности задней зоны гипоталамуса контрольной (А) и облученной (Б) групп животных и соответствующие ей спектры электрической активности у контрольной (С) и исследуемой (Д) групп.

Обозначения такие же как на рис. 2

Спектральная картина биоэлектрической активности этой зоны гипоталамуса (рис. 5 – С) по своему нисходящему характеру была похожей на таковую предыдущей трофотропной зоны, но с несколько большей мощностью всех частотных составляющих. Пики спектральной мощности фиксировались в дельта- и тета-диапазонах. Абсолютная спектральная мощность низкочастотных колебаний была в 2,04 раза выше, чем высокочастотных (табл. 1).

У животных, подвергшихся действию облучения, спонтанная биоэлектрическая активность эрготропной зоны гипоталамуса (рис. 5 – Б) характеризовалась полиморфным характером и значительным, сравнительно с контролем, увеличением амплитуды биопотенциалов. Также отмечали увеличение спектральной мощности в низкочастотном θ - и высокочастотных α - и β -диапазонах (рис. 5 – Д). Соотношение АСМ низкочастотных и высокочастотных волн, как и в переднем отделе гипоталамуса, составило 1:1,04.

Таким образом, в дорсальном гиппокампе и переднем гипоталамусе облученных животных наблюдалось достоверное значительное увеличение спектральной мощности во всех диапазонах (табл. 1). В то время, как в неокортексе и заднем отделе гипоталамуса этих животных процентные показатели абсолютной спектральной мощности увеличились в θ -, α - и β -диапазонах и снизились в области δ -волн. Полученные данные также свидетельствуют о том, что у животных экспериментальной группы распределение спектральной мощности сдвигалось в сторону высокочастотных колебаний, что свидетельствует о развитии процессов активации на уровне ЦНС с ирритационными проявлениями.

Обобщая полученные данные, можно отметить, что установленное усложнение пространственного паттерна электрических потенциалов мозга у облученных животных (увеличение пространственной неупорядоченности биопотенциалов) указывает на переход к нелинейным, сложным, полисинаптическим взаимодействиям, на включение новых нервных элементов (синапсов, нейронов). Этот тип реакции можно условно назвать “корковым”, и он проявляется в эмоциональной возбудимости животных. Увеличение спектра мощности на высоких частотах, с одной стороны, может свидетельствовать о переходе деятельности мозга при облучении в режим максимальных энергетических затрат на процессы наиболее сложной переработки информации, следствием чего является активная стратегия поведения, повышение ориентировочно-исследовательской активности животных. С другой стороны, недостаточность энергетических ресурсов компенсируется экономией в затратах на произвольные двигательные реакции.

Полученные данные, с одной стороны, подтверждают факты функциональной чувствительности мозга к малым дозам радиации, а с другой – объясняют явление радиоустойчивости ЦНС по сравнению с другими органами.

ВЫВОДЫ

1. На основании полученных данных можно заключить, что у животных, подвергшихся влиянию низкоинтенсивного хронического облучения в дозе 0,25 Гр, наблюдается как увеличение их общей спонтанной двигательной активности, так и

рост ориентировочно-исследовательской активности, о которой судили по увеличению вертикальной активности и количества посещенных норок.

2. Уменьшение количества и частоты посещений внутреннего поля и увеличение количества и длительности актов груминга у экспериментальной группы животных свидетельствует об увеличении их эмоциональности и повышении уровня тревожности.

3. При выполнении задания в лучевом лабиринте животным контрольной группы на выработку условного рефлекса понадобилось 4 попытки, в то время как крысам экспериментальной – 7, что указывает на ухудшение кратковременной памяти у животных под влиянием хронического низкоинтенсивного облучения

4. В дорсальном гиппокампе и переднем гипоталамусе облученных животных наблюдалось достоверное значительное увеличение спектральной мощности во всех диапазонах. В то время, как в неокортексе и заднем отделе гипоталамуса этих животных процентные показатели абсолютной спектральной мощности увеличились в θ -, α - и β -диапазонах и снизились в области δ -волн.

5. Полученные данные также свидетельствуют о том, что у животных экспериментальной группы происходит сдвиг доминанты спектральной мощности из области низкочастотных в область высокочастотных составляющих, что свидетельствует о развитии процессов активации на уровне ЦНС.

Список литературы

1. Конопля Е. Ф. Влияние хронического низкоинтенсивного ионизирующего излучения на живые организмы и окружающую среду // Мат. Межд. конф. «Биорад-2006». – Сыктывкар. – 2006. – С. 96-97.
2. Бакай Т. С. Вплив іонізуючої радіації в низьких дозах на системи біогенних амінів головного мозку шурів / Т. С. Бакай, Н. А. Мітряєва // Зб. наук. праць „Проблеми радіаційної медицини та радіобіології”. – Київ. – 2003. – Вип. 9. – С. 5-7.
3. Севериновська О. В. Поєднаний вплив важких металів та іонізуючого опромінення низької інтенсивності на рівень ферментативного антиоксидантного захисту клітин / О. В. Севериновська, А. І. Дворецкий, О. Г. Єгорова, О. Ю. Зайченко // Зб. наук. праць „Проблеми радіаційної медицини та радіобіології”. – Київ. – 2003. — Вип. 9. – С. 115-120.
4. Севериновская Е. В. Эффекты низкоинтенсивного облучения на систему антиоксидантной защиты и оценка эффективности природного адаптогена в разных отделах головного мозга крыс / Е. В. Севериновская, М. А. Григорова, Е. Ю. Зайченко, А. И. Дворецкий // Мат. Межд. конф. «Биорад-2006». – Сыктывкар – 2006. – С. 117-120.
5. Логановський К. М. Психічні розлади при дії іонізуючого випромінювання внаслідок Чорнобильської катастрофи: нейрофізіологічні механізми, уніфікована клінічна діагностика, лікування // Автореф. дис... д-ра мед. наук: 03.00.01; – К. — 2002. – 50 с.
6. Юр'єв К. Л. Клініко-нейрофізіологічна характеристика функціонального стану рухової системи у осіб, що підлягали впливу іонізуючого випромінювання внаслідок аварії на Чорнобильській атомній станції // Автореф. дис... канд. мед. наук: 03.00.01 – К. — 2002. – 24 с.
7. Кудряшов Ю. Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 442 с.
8. Буреш Я. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения / Я. Буреш, О. Бурешова, Д. П. Хьюстон. – М.: Высшая школа, 1991. – 399 с.
9. Кузина Н. П. Влияние алкоголизации на поведенческие реакции крыс в 8-лучевом радиальном лабиринте / Н. П. Кузина, А. С. Батуев, И. Н. Паранина // Журнал высшей нервной деятельности. – М. – 1999. – Т. 49. – Вып. 6. – С. 1027-1037.

10. Варецкий В. А. Спонтанная электрическая активность коры головного мозга крыс во время микроволнового облучения / В. А. Варецкий, Л. Н. Галич, В. Н. Дьяченко // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1987. – Т.27. – С.87-91.
11. Федоров В. П., Ушаков И. Б., Петров А. В., Саурина О. С., Соколов Д. А. Ультраструктурные изменения в головном мозге собак при облучении головы / В. П. Федоров, И. Б. Ушаков, А. В. Петров, О. С. Саурина, Д. А. Соколов // Мат. Межд. конф. «Биорад–2006». – Сыктывкар – 2006. – С. 126-127.
12. Ноздрачев А. Д. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы / А. Д. Ноздрачев, Ю. В. Щербатых // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. — № 6. – С. 95-101.
13. Котельников С. А. Индекс эрготропной активности – интегральный показатель состояния надсегментарных центров вегетативной регуляции / С. А. Котельников, А. Д. Ноздрачев, А. П. Коваленко и др. // Физиология человека. – 2003. – Т.29 — № 3. – С. 66-71.

Поступила в редакцию 20.06.2006 г.

УДК 591.111.1:599.731.1

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ НА НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У ПОРОСЯТ 2-3-МЕСЯЧНОГО ВОЗРАСТА

Снегирев Ф.Ф.

Известно, что с помощью биологически активных добавок, вводимых в рационы животных, можно существенно корректировать многие биохимические процессы, происходящие в их организме.

При этом, важное значение имеют вопросы определения дозировки и режима использования добавок, длительности их применения и др.

В настоящее время с целью повышения экономической эффективности отрасли животноводства большой интерес представляет использование в качестве кормовых и биологически активных добавок различных отходов биологической промышленности.

Недостаточно изученным остается вопрос использования в качестве биологической добавки отходов, полученных после культивирования в технологических условиях биофабрик клеток животных.

Данные отходы биологической промышленности содержат белковые, минеральные и витаминные ингредиенты в соотношениях, позволяющих им не только активно поступать в организм, но и оказывать стимулирующее действие на многие обменные процессы.

Учитывая, что в большинстве случаев отходы, полученные после культивирования клеток животных, ликвидируются, то целесообразность их использования в качестве биологической добавки к основным рационам животных, в том числе и свиней, заслуживает внимания и изучения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В период 2002-2004 г.г. в условиях вивария, межкафедральной научно-исследовательской лаборатории факультета ветеринарной медицины Курской государственной сельскохозяйственной академии им. профессора Иванова И.И., свиноводческой фермы ПТ «Надежда» Большесолдатского района Курской области, Курской межрайонной ветеринарной лаборатории (Россия), нами были проведены исследования по изучению биохимического статуса у поросят-отъемышей при скармливании добавки, полученной после культивирования культуры клеток перепелиных фибробластов в технологических условиях Курской биофабрики.

Первая серия опытов была посвящена изучению химического состава биологической добавки и ее влияния на физиологическое состояние лабораторных животных.

Первичная культуральная среда включает: синтетическую среду MEM (минимальная среда Игла) – 60 %; синтетическую среду – 199 – 30 % и сыворотку крови крупного рогатого скота – 10 %.

По данным анализа, проведенного в условиях научно-исследовательской лаборатории Курской биофабрики, химический состав сухого остатка отходов культуральной жидкости включает азотистые компоненты (белки и аминокислоты). При этом большая часть белка представлена альбуминами (55 %).

В состав отходов входят такие минеральные компоненты, как кальций (388,4 мг/л), неорганический фосфор (225,6 мг/л), магний (199,4 мг/л), хлориды (955,7 мг/л), натрий (211,8 мг/л), калий (108,3 мг/л).

Относительное содержание липидов низкое (0,44 мг/л).

Помимо указанных компонентов отходы содержат более 10-ти различных витаминов.

Убедившись, что после скармливания морским свинкам отходов культуральной жидкости по 3 мл 5 раз в сутки в течение 10 дней и интерперитонеального введения их белым мышам в дозе 0,1 мл/гол. в сутки, их поведенческие реакции остались адекватными, явлений токсикоза и аллергических реакций не отмечалось, были проведены исследования по изучению биохимического статуса у поросят при скармливании добавки, полученной из отходов биологической промышленности.

С этой целью были сформированы контрольная и опытная группы из поросят-отъемышей (в 60-дневном возрасте) по 30 голов в каждой. Животных в группы подбирали по принципу аналогов с учетом происхождения, массы тела и развития.

Условия кормления и содержания поросят обеих групп были одинаковыми и соответствовали общепринятым зооигиеническим нормам. Кормление поросят было 2-кратным, групповым. Учет принятых кормов проводился по группам. Оценку питательности кормов и балансирования рациона осуществляли по Калашникову А.П. и др. (1985).

Концентрированные корма скармливали поросятам в виде густой мешанки, при этом животным опытной группы дополнительно вносили 300 мл биологической добавки в сутки в расчете на одного поросенка. Включали добавку в рацион поросятам ежедневно с периода отъема (60 суток) и до 90-суточного возраста.

У 10 поросят из каждой группы из сосудов хвоста брали кровь при постановке на опыт, а затем на 15-е и 30-е сутки опыта. Полученную кровь подвергали лабораторному анализу, который проводили в условиях Курской межрайонной ветеринарной лаборатории.

В крови определяли скорость оседания эритроцитов (СОЭ) с использованием аппарата Панченкова, гематокрит – на микроцентрифуге Шкляра; эритроциты, лейкоциты, гемоглобин исследовали с помощью общепринятых методик; уровень общего белка устанавливали рефрактометрически; фракции белка – методом электрофореза на мембранах из ацетат целлюлозы; глюкозу, общий кальций, неорганический фосфор, аминотрансферазы (АсАТ, АлАТ) исследовали с

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ

использованием наборов «Био-Ла-Тест» фирмы «Лахема» и «Клини-Тест». Полученные в ходе проведения экспериментов данные подвергались биометрической обработке по Рокитскому Л.Ф. (1973) на ПЭВМ «IBM PC/AT».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты анализа полученных данных показывают (таблица 1), что общие гематологические показатели, как у опытных, так и у контрольных животных находились в пределах физиологических норм. Существенных различий между показателями скорости оседания эритроцитов, величиной гематокрита, содержанием лейкоцитов, гемоглобина не было, за исключением количества эритроцитов.

У поросят, получавших добавку, их было достоверно больше, чем у контрольных животных. Можно предположить, что это связано с ускорением обменных процессов, повышающихся у поросят после скармливания биодобавки.

Таблица 1

Общие гематологические показатели у поросят, получавших биологически активную добавку

Показатели	Возраст поросят, сут.					
	60		75		90	
	1 группа (контрольная)	2 группа (опытная)	1 группа (контрольная)	2 группа (опытная)	1 группа (контрольная)	2 группа (опытная)
n	10	10	10	10	10	10
СОЭ, мм/час	6,5±0,2 P>0,05	5,9±0,10	6,0±0,18 P>0,05	6,3±0,12	7,0±0,11 P>0,05	6,6±0,14
гематокрит, %	38,5±1,5 P>0,05	37,5±2,0	37,5±1,6 P>0,05	38,0±1,4	39,0±2,2 P>0,05	38,5±1,9
эритроциты, ·10 ¹² /л	6,0±0,14 P>0,05	5,8±0,11	6,0±0,11 P<0,01	6,6±0,16	5,7±0,12 P<0,01	6,4±0,10
лейкоциты, 9-10 /л	14,0±0,21 P>0,05	13,8±0,20	14,9±0,18 P>0,05	14,3±0,25	14,2±0,24 P>0,05	13,9±0,30
гемоглобин, г/л	105,0±3,0 P>0,05	102,0±4,0	109,5±2,5 P>0,05	110,5±3,0	108,0±3,4 P>0,05	112,0±4,2

Результаты биохимического анализа крови у опытных и контрольных поросят представлены в таблице 2, из которой следует, что у поросят после скармливания биологической добавки уровень общего белка в крови достоверно повышался (67,4±1,8-68,0±2,0 г/л), а у контрольных животных он находился в более узких границах (60,5±2,4-61,7±1,7 г/л).

Биохимические показатели крови у поросят, получавших биологически активную добавку

Показатели	Возраст поросят, сут.					
	60		75		90	
	Группа					
	контроль-ная	опытная	контроль-ная	опытная	контроль-ная	опытная
общий белок, г/л	60,5±2,4	58,6±2,8	62,3±1,5	67,4±1,8*	61,7±1,7	68,0±2,0*
альбумины, %	47,9±2,2	46,6±1,9	46,8±0,8	49,5±0,9*	46,1±0,7	48,8±1,0*
альфа-глобулины, %	19,8±1,0	20,0±0,7	20,5±1,2	17,0±1,3	20,9±1,1	16,1±1,3
бета-глобулины, %	15,1±0,9	15,8±0,8	14,9±1,0	14,6±0,7	14,6±0,7	14,0±1,2
гамма-глобулины, %	17,2±0,9	17,6±0,9	17,8±0,4	18,9±0,3*	18,4±0,9	21,1±0,7
глюкоза, ммоль/л	4,8±0,16	4,67±0,12	4,21±0,17	4,88±0,14*	4,25±0,16	4,75±0,15*
общие липиды, г/л	3,41±0,20	3,22±0,14	3,38±0,12	3,46±0,18	3,60±0,17	3,70±0,19
общий кальций, ммоль/л	2,60±0,10	2,49±0,15	2,44±0,09	2,68±0,10	2,38±0,07	2,79±0,12*
неорганический фосфор, ммоль/л	1,80±0,07	1,76±0,09	2,05±0,09	2,10±0,07	2,16±0,04	2,28±0,03*
витамин А, ммоль/л	0,50±0,07	0,46±0,02	0,44±0,05	0,67±0,06*	0,47±0,05	0,68±0,01*
витамин С, ммоль/л	39,7±1,2	38,8±2,2	30,4±1,8	34,6±1,4	33,1±1,2	38,4±1,1*
витамин Е, ммоль/л	9,0±0,2	8,8±0,3	9,0±0,3	9,2±0,2	8,9±0,2	9,3±0,3
АсАТ, ммоль/л/ч	0,57±0,09	0,60±0,10	0,60±0,07	0,53±0,09	0,54±0,12	0,50±0,08
АлАТ, ммоль/л/ч	0,41±0,10	0,40±0,07	0,52±0,09	0,44±0,11	0,48±0,08	0,43±0,12

Примечание: * - при $P < 0,05$, по сравнению с контролем.

При исследовании фракций белка наиболее существенные «сдвиги» регистрировались со стороны альбуминов и гамма-глобулинов, уровень которых у поросят опытной группы был выше, чем в контроле. Содержание глюкозы в крови поросят, получавших биодобавку, колебалось в пределах 4,67±0,12–4,88±0,12 ммоль/л, что было выше, чем в крови животных, которые добавку не получали (4,80±0,16–4,25±0,16 ммоль/л).

Учитывая то, что кальций и фосфор содержатся в биологической добавке, вполне объяснимо более высокое содержание общего кальция и неорганического фосфора в крови поросят опытной группы, чем у контрольных животных.

Как показали результаты лабораторного анализа, содержание витаминов А и С в крови поросят опытной группы было достоверно выше, чем в контроле. В то же время разница в содержании витамина Е у опытных и контрольных поросят была не существенной.

Известно, что по ферментативной активности аминотрансфераз (АсАТ, АлАТ) в определенной степени можно судить о функциональной активности печени. Результаты наших исследований показали, что ферментативная активность АсАТ и АлАТ у поросят обеих групп была практически одинаковой. Из этого можно

сделать вывод, что «нагрузка» печени биологической добавкой не оказывала отрицательного влияния на ее функциональную активность.

Что касается общих липидов, то их содержание в крови как опытных, так и контрольных поросят было практически одинаковым и колебалось в пределах физиологических норм $3,32 \pm 0,14$ - $3,70 \pm 0,19$ г/л.

Таким образом, включение в рацион поросят-отъемышей в течение 30 суток отходов, полученных после культивирования клеток перепелиных фибробластов, способствует ускорению обменных процессов, оказывает положительное влияние на большинство физиологических и биохимических показателей крови.

ВЫВОДЫ

1. Биологически активная добавка при скармливании морским свинкам в дозе 3 мл 5 раз в день в течение 10 дней и при внутрибрюшинном введении 0,1 мл/гол. белым мышам не оказывала отрицательного влияния на их общее состояние, не вызывала аллергических и других побочных действий.

2. В процессе длительного применения биологически активной добавки поросятам с 2-х до 3-х месячного возраста общие гематологические показатели находились в пределах физиологических норм и не имели существенных различий от соответствующих показателей полученных у контрольных животных.

3. На 30-е сутки после скармливания биологически активной добавки у поросят-отъемышей происходят существенные изменения биохимического статуса. В крови увеличивается содержание общего белка в среднем на 11,02 %, альбуминов - на 2,70 %, гамма-глобулинов - на 2,70 %, общего кальция - на 11,68 %, неорганического фосфора - на 10,55 %, витамина А - на 14,47 %, витамина С - на 11,60% по сравнению с контролем. В крови опытных и контрольных поросят содержание бета-глобулинов, общих липидов, витамина Е, а также ферментативная активность АсАТ и АлАТ в период эксперимента достоверных различий не имели.

4. Отходы, полученные после культивирования клеток перепелиных эмбрионов, могут быть использованы в качестве биологически активной добавки к основным рационам животных. При этом определение оптимальных норм скармливания добавки животным разных видов и возрастов требует дальнейшего изучения.

Список литературы

1. Бахирева Л.А.; Бажов Г.М.; Филиппов Н.Н.; Пишулин В.А. Эффективность использования кормовых добавок и фосфатидов при выращивании поросят // Сб. науч. Тр. Краснодарский регион. Ин-т агробизнеса. - Краснодар, 2002. - № 11. - С. 134-138.
2. Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У. Справочник биохимика. - М.: Изд-во Мир, 1991. - 464 с.
3. Дорохина Э.Э. Показатели белкового и минерального обмена у поросят при скармливании им протеиновой и витаминных добавок: Автореф. дис. ... канд.биол.наук. - Курск, 1999.- 22 с.
4. Сеин О.Б. , Снегирев Ф.Ф. Биохимический статус у поросят при скармливании отходов биологической промышленности // Производство экологически безопасной продукции растениеводства и животноводства: Материалы Международной научно-практической конференции. - Брянск, 2004 - С. 356-358.

Поступила в редакцию 20.06.2006 г.

УДК: [616 + 616.89] – 053. 5:61: 51

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ ПСИХОСОМАТИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ШКОЛЬНИКОВ

Собянина Г.Н., Буков Ю.А.

Одним из распространенных методов познания биологических объектов является моделирование. Математическое моделирование позволяет понять принцип работы биологических систем, объяснить функциональную структуру изучаемого процесса, выявить его существенные связи с внешними объектами, оценить количественные характеристики [1]. В этой связи особый интерес в изучении вопроса влияния факторов внешней среды на здоровье человека представляет использование методов математического моделирования функций организма, и в частности, математического моделирования жизненных процессов.

В настоящее время наряду с применением биометрических методов (корреляционного, регрессионного, дисперсионного анализов) используются аналитические методы построения математической модели того или иного физиологического процесса [2]. Применяются модели, построенные на дифференцированных уравнениях и отражающие сдвиги отдельных компонентов гомеостатических констант.

В тоже время для решения сложных задач управления здоровьем человека необходимо наличие математических моделей, отражающих поведение организма при предъявлении к нему определенных воздействий. Сегодня существует достаточно большое количество разработанных моделей, позволяющих решать задачи прогнозирования и управления здоровьем человека.

Вместе с тем следует отметить, что недостаточно разработанными являются вопросы управления здоровьем школьников [3 – 6]. Очевидным является то, что ухудшение состояния здоровья подрастающего поколения во многом связано со школой, а именно, со снижением психомоторной активности за счет традиционной организации учебного процесса [7 – 9]. В этой связи необходим поиск инновационных подходов, позволяющих сохранить здоровье школьников.

Содержательной частью такой здоровьесберегающей технологии может быть подход, связанный с изменением положения тела учащегося с традиционного, сидя за партой, на ортоградное [10]. В этой связи в задачу нашего исследования входило изучение влияния инновационной методики В.Ф.Базарнова на адаптационные возможности организма школьников в контексте оценки причинных связей между явными и скрытыми параметрами функционального состояния организма с помощью метода моделирования структурными уравнениями и разработка

алгоритма психосоматического здоровья, формирующегося под влиянием ортоградного позиционирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Предварительное построение гипотетических связей осуществлялось на основе данных корреляционного анализа, вычисленного в группе, включающей 50 школьников в возрасте 12-13 лет, обучающихся по инновационной методике В.Ф.Базарнова[10].

Реальные связи между наблюдаемыми явными переменными могут быть сложными, однако у нас есть гипотеза, что имеется некоторое число скрытых переменных, с известной степенью точности объясняющих структуру этих связей [1]. При создании структурной модели руководствовались принципом описания скрытых факторов, их взаимосвязей с минимально достаточным числом репрезентативных явных параметров для получения должных или близких к ним значений критериев адекватности модели.

Построение модели проводили с помощью модуля SEPATH компьютерной программы STATISTICA v.6.0.

Структурная модель, графически сформированная на языке диаграмм путей, представлена на рис 1.

Скрытый экзогенный фактор, определяющий психосоматическое здоровье подростка, в структурной модели представлен переменной *PSS*.

Явной экзогенной переменной в регрессионной модели послужил коэффициент устойчивости α , полученный при биомеханическом тестировании ортоградного положения тела. Оценивалась также соответствующая остаточная переменная *Delta1*.

В качестве эндогенного скрытого фактора был рассмотрен адаптационный механизм, обеспечивающий физиологические параметры соматического здоровья подростка (условное обозначение *FPH*). Ошибка скрытого эндогенного фактора была обозначена как *Zeta 1*. Эндогенными явными переменными в структурной модели явились максимальное потребление кислорода, мощность работы на 2-ой ступени нагрузки, скорость выделения двуоксида углерода в покое и индекс общей адаптивности при психологическом тестировании. Им соответствовали остатки с именами *Epsilon 1*, *Epsilon2*, *Epsilon3*, *Epsilon4*. Для улучшения качества подгонки модели включили пути, связывающие *Epsilon3* с *Epsilon2*, *Epsilon4* с *Epsilon3*, и *Epsilon 3* с *Epsilon 1*.

Оценка неизвестных факторов проводилась методом наименьших квадратов с последующим применением метода максимального правдоподобия. Использовался метод кубической интерполяции в процедуре поиска экстремума, завершенность которого оценивалась по достижении уровня значимости, равного 0,0001. Программой в качестве свободных параметров оценивались пути между экзогенными и эндогенными переменными, дисперсии остаточных переменных и ошибок скрытых эндогенных факторов. Помимо этого, оценке подлежали пути, связывающие остаточные переменные с соответствующими им явными переменными, а ошибки - со скрытыми эндогенными факторами, имеющими фиксированное весовое значение, равное 1,0.

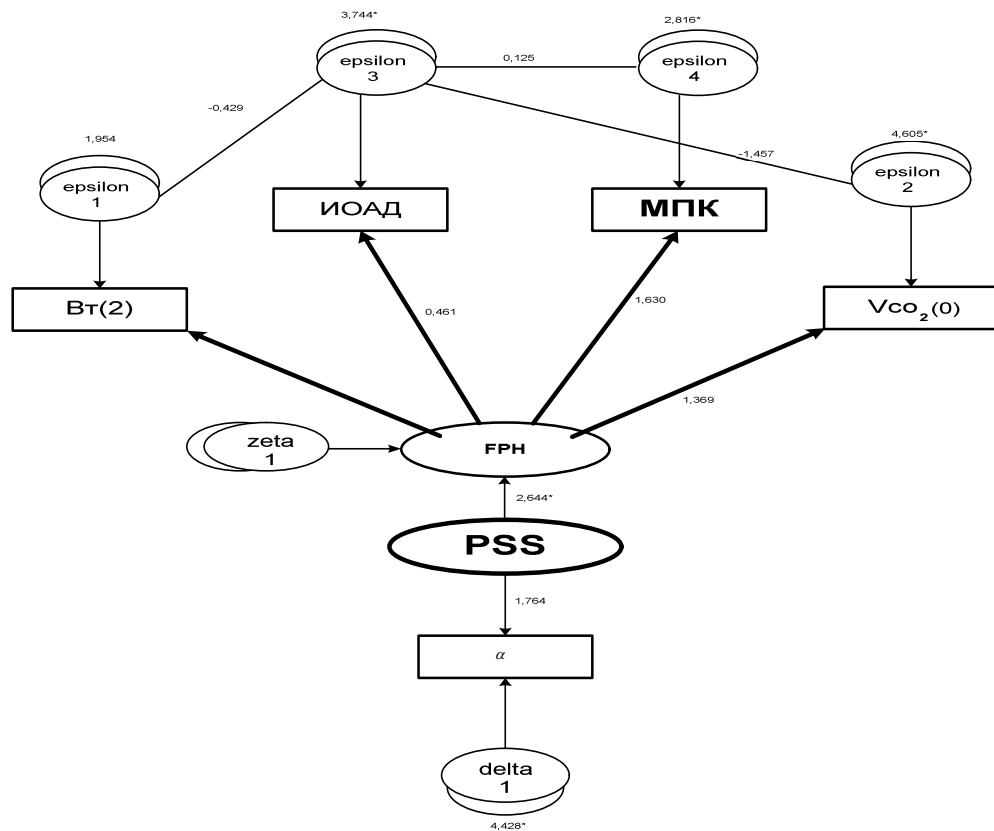


Рис. 1 Структурная модель, оценивающая связи скрытых и явных переменных: прямоугольники - явные переменные; эллипсы - скрытые переменные; стрелки – прямые связи (пути) между переменными; дуги – не прямые связи, оценивающие дисперсии переменных в качестве свободных параметров; цифры - весовые значения оценки прямых и не прямых связей; звездочки - степень достоверности весовых значений связей.

Для оценки адекватности построенной модели использовали следующие показатели: критерий Брауна(MRC), характеризующий успешную сходимость процедуры оценивания модели при его значении равном нулю; критерии инвариантности модели (ICSF и ICS) при должных значениях близкие к нулю; критерий граничных значений (BC), равный нулю свидетельствует об успешной сходимости процедуры оценивания модели; индекс Стейгера – Линда (RMSEA) характеризует качественную подгонку модели при его значении равном нулю; индекс нецентральности Мак-Доналдса (MDIN), индекс Джорескога (GFI) и гамма-индекс (Population Gamma Inlex) характеризуют адекватность построенной модели при значениях более 0,95; индекс стандартизованных остатков (RMSSR) говорит о хорошем качестве подгонки модели при значении менее 0,05;

стандартизированные остатки переменных, если их значения равны или близки к нулю, объясняют адекватность структурной модели.

На основе множественного регрессионного анализа разрабатывался алгоритм диагностики психосоматического здоровья подростков под влиянием ортоградного позиционирования. В работе использовалась стратегия шагового отбора, при котором признак в уравнение включался при условии существенного увеличения значения множественного коэффициента корреляции, что позволило последовательно отобрать факторы, оказывающие существенное влияние на результирующий признак, и тем самым, определить вклад каждого отобранного фактора в объясненную дисперсию Y [1].

В качестве независимой переменной было принято значение максимального потребления кислорода МПК. В результате пошагового анализа было отобрано четыре переменных, являющихся зависимыми: коэффициент устойчивости \acute{a} , мощность работы на второй ступени нагрузки при велоэргометрическом обследовании, скорость выделения двуокси углерода в покое и индекс общей адаптивности при психологическом тестировании.

Статистическую обработку проводили в пакете Statistica v.6. Множественная регрессия проводилась пошаговым методом при допуске, равном 0,0001 и при включении в модель свободного члена регрессии. При оценке регрессии применяли F – критерий Фишера. Значение независимой переменной на основе зависимой определяли при помощи R -коэффициента корреляции между переменными, коэффициента детерминации R -square и adjusted R -square – скорректированного коэффициента детерминации. Уровень значимости полученных коэффициентов регрессии принимали при значении равном 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Применяемые на практике оценочные индексы дают четкое представления о модели с различных точек зрения и помогают всесторонне провести диагностику регрессионной модели.

Процедура оценки структурной модели выявила, что численное значение функции F на последней итерации составило 0,00487. При тестировании по индексам $ICSF=0$, $ICS=0$ следует, что регрессионная модель является инвариантной относительно изменения шкалы; в частности, модель не меняется при умножении данных на одну и ту же константу, а также при сдвиге на фиксированную величину. Полученное значение по критерию Брауна ($MRC=0$), показывает успешную сходимость процедуры оценивания. Это подтверждается также специальным параметром граничного значения ($BC = 0$). Степень адекватности построенной модели проверяли на основе оценки параметра нецентральности статистики хи-квадрат. Полученные значения индекса нецентральности Мак-Дональда ($MDIN=1$), индекса Джорескога ($GFI=1$) и гамма-индекса ($PGI=1$) указывают на хорошую подгонку и адекватность структурной модели. Это можно утверждать и при оценке структурной регрессии по индексу стандартизированных остатков ($RMSSR=0,016$). Полученное значение индекса Стейгера – Линда

(RMSEA=0) также указывает на адекватное описание данных структурной моделью.

Построенная система структурных уравнений позволила оценить параметры регрессионной модели, связывающие скрытые, не изучавшиеся в работе факторы, лежащие в основе механизма адаптации, обеспечивающего физиологические параметры соматического здоровья у подростков. Весовое значение пути между *PSS* и *FPH* составило 2,644 ($p < 0,008$), *PSS* и *альфа* 1,764 ($p > 0,078$). Связи у остатков эндогенных явных переменных сохранились устойчивыми и достоверными у *Epsilon2* ($p < 0,000$), *Epsilon3* ($p < 0,000$) и *Epsilon4* ($p < 0,005$). Связь остаточной переменной *Delta1* значима и адекватна ($p < 0,000$).

Таким образом, правильность выдвинутых предположений о взаимосвязях подтверждается оптимальным уровнем критериев, оценивающих адекватность построенной структурной модели.

В работе также разрабатывался алгоритм диагностики психосоматического здоровья подростков под влиянием ортоградного позиционирования на основе применения пошагового регрессионного анализа.

Полученное уравнение множественной регрессии представляет не только практический интерес как математическая модель, но и как алгоритмическое решение оценки психосоматического здоровья (1):

$$Y = 1248,69 + 10,054 \text{ Вт}(2) - 1,430 \alpha + 0,130 \text{ ИОАД} + 0,0428 \text{ VCO}_2 \quad (1),$$

где Вт (2) - мощность работы на второй ступени нагрузки при велоэргометрическом обследовании; α - коэффициент устойчивости; ИОАД - индекс общей адаптивности при психологическом тестировании; VCO_2 - скорость выделения двуокси углерода в покое.

В данной модели каждый показатель имеет определенный «вес» по своему вкладу в формирование функционального состояния подростков (табл.1).

Указанные четыре показателя вместе дают коэффициент множественной корреляции $R=0,996$. Полученный коэффициент детерминации ($R\text{-square} = 0,994$) показывает, что построенная регрессия объясняет 99,40 % разброса значений МПК относительно среднего.

Высокое значение скорректированного коэффициента детерминации ($\text{Adjusted } R\text{-square} = 0,993$) говорит о хороших объясняющих свойствах модели. Проверка значимости регрессии по критерию Фишера $F = 1865,829$ ($p < 0,0000$) свидетельствует, что построенная регрессия высоко значима.

Таблица 1.

Итоги численного оценивания регрессионной модели

N=50	Бета	Std.Err.of Beta	B	Std.Err.of B	T (45)	p-level
Отрезок			1248,699	17,10762	72,99078	0,000000
Вт (2)	0,998949	0,012127	10,054	0,12205	82,37248	0,000000
Альфа	-0,030183	0,011923	-1,430	0,56468	-2,53158	0,014917
ИОАД	0,028076	0,011894	0,130	0,05498	2,36046	0,022647
$\text{VCO}_2(0)$	0,018793	0,012099	0,042	0,02729	1,55325	0,127370

Качественно построенное уравнение можно интерпретировать следующим образом:

1) улучшение психосоматического здоровья подростков старшего школьного возраста растёт: с возрастанием мощности нагрузки, с увеличением скорости выделения двуокси углерода и с ростом индекса общей адаптивности

2) возрастание адаптационного потенциала, обеспечивающего физиологические параметры соматического здоровья подростка, напрямую связано с уменьшением коэффициента устойчивости тела.

Физиологическая интерпретация данного уравнения как математической модели функционального состояния организма, с нашей точки зрения, достаточно ясна.

Бесспорно, ведущими в процессе адаптации организма к условиям окружающей среды являются энергометаболические компоненты гомеостаза, определяющие интенсивность обмена веществ в организме. Рост функциональных возможностей кислородтранспортной системы – индикатора адаптационных реакций целостного организма, способствует повышению мощности работы. Формирование адекватности в поведении подростков, снижение чувствительности к внешним раздражителям, позитивное изменение самооценки увеличивают индекс общей адаптивности.

Из модели также следует, что снижение коэффициента устойчивости тела позитивно влияет на физиологические параметры соматического здоровья. Необходимо отметить, что наименьшим коэффициентом устойчивости характеризуется ортостатическое положение тела. В постуральный режим работы мышц, при этом, вовлекаются преимущественно низкопороговые, устойчивые к утомлению двигательные единицы. Сила сокращения мышц при таком виде деятельности невелика, а режим близок к изометрическому при значительной длительности сокращения.

Таким образом, тренирующий и в то же время экономичный характер нагрузки способствует оптимизации функциональных резервов организма, приводя, в конечном итоге, к совершенствованию физиологических функций организма.

ВЫВОДЫ

1. Построенная с помощью структурных уравнений модель, основанная на оценке связей изученных физиологических параметров здоровья с гипотетическими факторами, не вошедшими в спектр определяемых параметров, позволила определить на межсистемном уровне характер формирования адаптационного потенциала в обеспечении физиологических составляющих психосоматического здоровья подростков.

2. Построение регрессионных моделей способствует не только получению упрощенного алгоритма и выявлению неучтенных факторов, но и решает вопрос о соответствии модели экспериментальным данным, что позволяет анализировать альтернативные базисные наборы.

3. Использование методов математического моделирования является адекватным методом оценки параметров биологических систем.

Список литературы

1. Боровиков В.П. , Боровиков И.П. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows – М., 1997. – 592с.
2. Казин Э.М., Лушпа Л.Г., Федоров А.И.Использование модели физиологического мониторинга для комплексной оценки адаптивных возможностей учащихся в процессе образовательной деятельности // Физиология человека. – 2002. –Т.28, №4. – С.59-62.
3. Смирнов Н.К. Здоровьесберегающие технологии в современной школе. – М.: АПКИПРО, 2002. – 212с.
4. Тараканова Л.А. Здоровьесберегающие технологии // Завуч. –2002. – №2. –С. 120-128.
5. Калинин Л.А. Использование новых и традиционных активно – оздоровительных технологий для оздоровления учащихся общеобразовательных учреждений (система ПОЛИКОН): Метод.пособие. – М., 2003. – 116 с.
6. Сміяв І.С. Здоров'я дітей і майбутнє України // Педіатрія. – 1997. – № 1. – С. 6-11.
7. Вайнер Э.Н. Образовательная среда и здоровье учащихся // Валеология. –2003. –№2. – С.35-39.
8. Евстифеева О., Кучменко Н. Деятельность школы и здоровье // Народное образование. – 2001. – №2. – С.167-169.
9. Лебедева Н.Т. Школа и здоровье учащихся. –Минск.:Беларусь, 1998. –221 с.
10. Базарный В.Ф. Методология и методика раскрепощения нейрофизиологической основы психического и физического развития учащихся в структурах учебного процесса – Сергиев Посад.: Сыктывкар, 1995. –31 с.

Поступила в редакцию 20.05.2006 г.

УДК 612.82:612.176+612.82:615.21

ИЗМЕНЕНИЯ ФОНОВОЙ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГИПОТАЛАМУСА КРЫС, ВЫЗВАННЫЕ ПРИМЕНЕНИЕМ АМИТРИПТИЛИНА НА ФОНЕ ДЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА

Чаус Т. Г., Ляшенко В. П., Лукашев С. Н., Мельникова О. З.

Исследование механизмов действия длительного стресса на организм является одной из наиболее актуальных научных проблем по ряду причин. Одной из них является поиск возможностей предотвратить развитие стрессовой патологии, которая возникает как заключительная фаза реакции организма на длительное воздействие стрессоров [1].

Известно, что ведущую и пусковую роль в развитии стресс-реакции играет активация центрального звена стресс - системы организма – гипоталамо-гипофизарного комплекса, координирующего эндокринную регуляцию обмена веществ с работой вегетативной нервной системы и эмоционально-поведенческими реакциями лимбической системы [2,3]. Поэтому исследование функционального состояния центральных структур и возможных медиаторных механизмов его изменения в условиях длительного стресса, может способствовать выявлению наиболее ранних проявлений различных фаз стресс-реакции организма и оптимальных путей их коррекции.

Целью данной работы было изучение фоновой биоэлектрической активности переднего и заднего отделов гипоталамуса крыс в условиях длительного стресса и применения на его фоне амитриптилина - блокатора обратного захвата нейронами моноаминов, являющихся основным классом центральных нейротрансмиттеров [2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Все эксперименты были проведены согласно международным требованиям и нормам гуманного отношения к животным на нелинейных белых крысах – самцах, масса которых в начале исследования составляла 200-230 г. Общая длительность эксперимента составила 21 неделю.

Животные были разделены на три группы. В первую из них вошли крысы ($n = 21$), которых в течение всего эксперимента содержали в стандартных условиях [4]. Животным второй группы ($n = 21$) на протяжении 21^{ой} недель создавали стрессовую (зооконфликтную) ситуацию путём ограничения жизненного пространства до 80-

100см² на одну особь [5]. Крысам третьей группы ($n = 21$) на фоне такого стрессового воздействия вводили amitriptilin (5-(3-диметиламинопропилиден)-10,11-дигидродибензоциклогептен) в дозе 5 мг/кг массы тела животного в сутки [6].

Фоновую биоэлектрическую активность гипоталамуса крыс разных экспериментальных групп регистрировали через каждые 3 недели на протяжении всего эксперимента. Таким образом, у животных стрессовой группы первая запись электрогипоталаграммы была проведена через 3 недели стрессового воздействия, вторая – через 6 недель, третья – через 9 недель зооконфликтной ситуации и т.д. В те же самые недели регистрировали биоэлектрическую активность гипоталамуса в контрольной группе животных и у крыс, которые на фоне стресса получали внутримышечно amitriptilin.

Хирургическая процедура подготовки к эксперименту проводилась под действием наркотических веществ: кетамина (20мг/кг) и тиопентала натрия (50мг/кг). Наркотизированное животное закрепляли в стереотаксическом приборе СЭЖ-2 и осуществляли трепанацию черепа.

Регистрацию фоновой биоэлектрической активности гипоталамуса проводили униполярным игольчатым электродом (сталь, диаметр 100мкм, лаковая изоляция), который погружали в структуры гипоталамуса перпендикулярно его поверхности с помощью манипулятора. Индифферентный электрод закрепляли на ушной раковине животного. Координаты структур определяли по атласу [7]. Их значения для переднего отдела гипоталамуса (anterior hypothalamic area – АНА): bregma (В): - 1,4; латеральная ось : 0,8; интерауральная ось (I): 9; для задней зоны (dorsal hypothalamic area – DA): В: -2,3; латеральная ось: 0,3; I: 8. Идентификацию локализации электродов проводили на фронтальных срезах мозга.

В исследованиях использовали стандартное электрофизиологическое оборудование с 16-разрядным АЦП (частота выборки – 512 Гц). Эпоха регистрации биоэлектрической активности с каждой зоны составляла 1 минуту. Запись и сохранение результатов экспериментальных исследований проводили на ЭВМ с помощью программы “Experiment” (институт физиологии им. О. О. Богомольца, г. Киев).

Дальнейшую обработку зарегистрированных гипоталаграмм осуществляли с помощью пакета прикладных программ в составе “MathCAD 2000”. При этом во всех записях биоэлектрической активности длительность эпохи анализа составляла 10с с шагом дискретизации частоты df , равным 0,1Гц. Для устранения краевых эффектов применяли окно Хемминга. Анализировали среднюю мощность ($мкВ^2$) и количество (%) волн разных частотных диапазонов, выделенных методом цифрового преобразования Фурье согласно рекомендованной Международной федерацией общества электроэнцефалографии и клинической нейрофизиологии классификации колебаний: дельта (δ) – 0,5 – 3,5Гц, тета (θ) – 4 – 7Гц, альфа (α) – 8 – 13Гц, бета I (β_1) – 14 – 21Гц [8].

Статистическую обработку результатов исследования проводили с помощью программы Origin 6.0 Professional. Достоверность разницы значений мощности и процентного количества волн основных частотных диапазонов,

ИЗМЕНЕНИЯ ФОНОВОЙ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

полученных в разных экспериментальных группах, оценивали методом парных сравнений. Изменения биоэлектрической активности считали достоверными, если они соответствовали принятой для медико-биологических исследований доверительной вероятности ($P > 0,95$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование фоновой биоэлектрической активности гипоталамуса у животных разных экспериментальных групп показало, что под воздействием стресса и применения на его фоне амитриптилина происходила существенная модуляция её параметров. Результаты экспериментов, отражающие изменение процентного соотношения и мощности волн анализируемых частотных диапазонов в переднем отделе гипоталамуса представлены соответственно в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1.

Изменение процентного соотношения волн основных частотных диапазонов в переднем отделе гипоталамуса крыс под действием длительного стресса и применения на его фоне амитриптилина ($M \pm m$, $n = 21$)

Неделя исследования	Количество волн у животных разных экспериментальных групп (%):											
	δ-диапазона			θ-диапазона			α-диапазона			β-диапазона		
	1 группа	2 группа	3 группа	1 группа	2 группа	3 группа	1 группа	2 группа	3 группа	1 группа	2 группа	3 группа
3	64±0,6	68±0,6	59±0,5	23±0,2	17,3±0,2	28±0,1	8±0,08	8±0,08	9±0,09	3±0,03	4±0,04	1±0,01
6	81±0,8	80±0,8	61±0,6	10±0,1	9±0,2	28±0,09	5±0,05	6±0,06	6±0,06	2±0,02	2±0,02	1±0,01
9	80±0,8	60±0,6	63±0,6	9±0,09	20±0,2	23±0,2	5±0,05	10±0,1	7±0,07	4±0,04	6±0,06	2±0,02
12	82±0,8	75±0,7	67±0,6	8±0,08	12±0,2	18±0,1	5±0,05	6±0,06	7±0,07	2±0,02	4±0,04	5±0,05
15	75±0,7	80±0,8	76±0,7	12±0,1	9±0,2	14±0,09	7±0,07	5±0,05	6±0,06	3±0,03	3±0,03	1±0,01
18	78±0,7	70±0,7	76±0,7	12±0,1	17±0,2	16±0,1	6±0,06	7±0,07	4±0,04	3±0,03	3±0,03	1±0,01
21	71±0,7	66±0,6	64±0,6	15±0,1	23±0,2	25±0,2	7±0,07	6±0,06	6±0,06	3±0,03	2±0,02	2±0,02

В электрогипоталаграмме животных всех экспериментальных групп доминировали волны δ-диапазона. У крыс контрольной группы их количество было минимальным на 3^{ей} неделе эксперимента и увеличивалось, начиная с 6^{ой} недели и до конца исследования. Под влиянием стресса процент волн данного диапазона увеличивался в начале эксперимента, а в дальнейшем наблюдались резкие колебания этого показателя. Применение на фоне стрессовой ситуации амитриптилина приводило к снижению процентного количества волн δ-диапазона по сравнению с другими экспериментальными группами и способствовало меньшим колебаниям этого показателя по сравнению с его значениями в стрессовой группе.

Динамика процентного соотношения волн θ-, α- и β-диапазонов в переднем отделе гипоталамуса животных контрольной группы на протяжении исследования была противоположной описанной для волн δ-ритма: их количество было

максимальным на 3^{ей} неделе исследования и устойчиво меньшим до конца эксперимента. У животных стрессовой группы значения указанного показателя для волн θ -, α - и β - диапазонов, в основном, превышали контрольные, кроме 15^{ой} и 21^{ой} недель для α - и β -волн и 3^{ей} и 15^{ой} недель для θ -волн. Применение на фоне стрессовой ситуации амитриптилина приводило к существенному возрастанию процентного количества в гипоталаграмме θ -волн и уменьшению данного показателя для волн β -диапазона.

Значения мощностей волн анализируемых частотных диапазонов в переднем отделе гипоталамуса сильно варьировали, однако были сходными у животных контрольной и стрессовой групп во всём спектре частот электрогипоталаграммы: от 3^{ей} до 9^{ой} недель исследования наблюдалось увеличение данного показателя, от 12^{ой} до 18^{ой} – его минимальные значения и нарастание к 21^{ой} неделе (табл. 2). На протяжении почти всего эксперимента мощности волновых процессов у животных контрольной группы превышали их значения в те же недели исследования у крыс, находившихся в стрессовой ситуации.

Таблица 2

Изменение мощности волн основных частотных диапазонов в переднем отделе гипоталамуса крыс под действием длительного стресса и применения на его фоне амитриптилина ($M \pm m$, $n = 21$)

Неделя исследования	Мощность волн у животных разных экспериментальных групп ($мкВ^2$):											
	δ -диапазона			θ -диапазона			α -диапазона			В-диапазона		
	1 группа	2 группа	3 группа	1 группа	2 группа	3 группа	1 группа	2 группа	3 группа	1 группа	2 группа	3 группа
3	3631± 44	3631± 55,4	82± 3,4	1305± 17,4	920± 19,6	39± 1	453± 1,8	441± 5,3	12± 0,5	202± 0,7	252± 1,1	1± 0,05
6	11640± 135,7	10900± 427,4	31± 0,6	1512± 23,6	1322± 74,2	14± 0,2	750± 7,8	818± 46,6	3± 0,1	324± 3,4	373± 14,7	0,7± 0,02
9	14120± 133,8	4957± 38,4	25481± 132,8	1586± 18,2	1699± 20,3	6249± 321,8	942± 6,7	889± 4,7	2631± 116,3	733± 3,5	521± 6,0	1159± 112,6
12	3796± 29,2	1315± 19,5	32170± 396,1	406± 4,1	211± 4,8	8849± 161,6	229± 5,7	115± 1,9	3544± 115,5	118± 1,2	77± 1,3	2692± 160,7
15	4686± 58,3	4190± 150,5	73170± 567,1	767± 7,6	489± 16	13970± 147,2	454± 3,6	278± 2,9	6298± 84,6	232± 2,5	182± 8,3	1773± 10,9
18	5112± 55	3086± 145,7	112400± 130	799± 14,6	760± 30,8	23970± 364,1	396± 6,4	344± 15,3	6382± 70,9	210± 1,0	133± 4,4	2593± 27,8
21	9345± 120,8	12630± 94,1	50370± 465	1985± 26,1	4435± 25,7	19840± 305,6	973± 0,6	1236± 7,2	4847± 50,1	479± 2,0	412± 1,9	1581± 105

Динамика мощностей волн различных диапазонов существенно изменялась, когда на фоне стресса животным вводили амитриптин. В таком случае на 3^{ей} и 6^{ой} неделях происходило снижение значений этого показателя по сравнению с контрольной и стрессовой группами, которое сменялось резким его возрастанием с 9^{ой} недели и до конца эксперимента.

ИЗМЕНЕНИЯ ФОНОВОЙ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

В заднем отделе гипоталамуса модуляция фоновой биоэлектрической активности под влиянием стресса и применения на его фоне амитриптилина была, в основном, сходной с её проявлениями в передней зоне исследуемой структуры, особенно касаясь изменения мощностей волновых процессов анализируемых частотных диапазонов. Однако наблюдались более существенные и закономерные вариации процентного соотношения волн δ - и θ - диапазонов (табл. 3). В связи с этим в динамике показателей гипоталаграммы животных стрессовой группы можно было выделить отдельные, отличные друг от друга по своим электрографическим показателям периоды.

Первый из них, который длился с 3^{ей} до 6^{ой} недель исследования, характеризовался снижением под влиянием стресса количества θ -волн и нарастанием количества волн δ -диапазона. Противоположными изменениями процентного соотношения волн θ - и δ -диапазонов характеризовался период от 18^{ой} до 21^{ой} недель эксперимента. В течение 9^{ой} - 15^{ой} недель наблюдался переходный между указанными двумя период, когда происходило постепенное нарастание количества θ -волн в электрогипоталаграмме и уменьшение этого показателя δ -активности.

Таблица 3.
Изменение процентного соотношения волн основных частотных диапазонов в заднем отделе гипоталамуса крыс под действием длительного стресса и применения на его фоне амитриптилина ($M \pm m$, $n = 21$)

Неделя исследования	Количество волн у животных разных экспериментальных групп (%):											
	δ -диапазона			θ -диапазона			α -диапазона			β -диапазона		
	1 группа	2 группа	3 группа	1 группа	2 группа	3 группа	1 группа	2 группа	3 группа	1 группа	2 группа	3 группа
3	70±0,7	77±0,7	67±0,6	17±0,1	9±0,09	21±0,2	6±0,06	7±0,07	8±0,08	3±0,03	4±0,04	1±0,01
6	68±0,6	86±0,8	76±0,7	17±0,1	6±0,06	17±0,1	9±0,09	3±0,03	4±0,04	3±0,03	2±0,02	1±0,01
9	76±0,7	70±0,7	75±0,7	11±0,1	12±0,1	16±0,1	5±0,05	11±0,1	5±0,05	5±0,05	4±0,04	1±0,01
12	82±0,8	72±0,7	74±0,7	10±0,1	14±0,1	15±0,1	4±0,04	8±0,08	6±0,06	2±0,02	4±0,04	2±0,02
15	72±0,7	77±0,7	75±0,7	11±0,1	12±0,1	13±0,1	9±0,09	6±0,06	7±0,07	5±0,05	3±0,03	2±0,02
18	83±0,8	64±0,6	77±0,7	8±0,08	21±0,2	13±0,1	4±0,04	8±0,08	6±0,06	2±0,02	3±0,03	2±0,02
21	81±0,8	74±0,7	73±0,7	8±0,08	16±0,1	18±0,1	5±0,05	5±0,05	6±0,06	3±0,03	2±0,02	1±0,01

Применение амитриптилина стабилизировало проявление в заднем отделе гипоталамуса доминирующей δ -активности, способствовало увеличению процентного количества θ -волн и достоверному снижению этого показателя волн β -диапазона.

Представленные данные свидетельствуют, что в условиях длительного стресса происходила существенная модуляция биоэлектрической активности разных зон гипоталамуса животных. Наличие в её динамике различных по электрографическим

показателям периодов соответствует представлениям о развитии стресс-реакции организма, в которой выделяют, по крайней мере, три фазы, последовательно переходящих одна в другую [1].

Однако нельзя с уверенностью утверждать, что изменения биоэлектрической активности гипоталамуса, которые мы наблюдали в условиях длительного стрессового воздействия, предшествовали по времени периферическим эффектам, характерным для различных стадий стресс-реакции организма и выявленным исследователями с помощью использованной нами в эксперименте модели создания стрессовой ситуации [9-11.]. Это связано с тем, что в фоновой биоэлектрической активности передней и задней зон гипоталамуса могли отражаться не только процессы, связанные с поступлением к ним информации о стрессоре от анализаторных и эмоциогенных структур мозга и эффекторной деятельностью гипоталамических нейронов, но и обусловленные изменением гормонального фона в организме [8, 12].

Вполне возможно, что функциональное состояние гипоталамических структур, начиная с 9^{ой} недели воздействия стрессовой ситуации, соответствовало той чрезмерной активации центрального звена стресс-системы организма, которую считают ответственной за развитие побочных явлений адаптивной по своей сути реакции на стресс – периферических повреждений тканей и органов [1]. Об этом могут свидетельствовать процессы десинхронизации ритмов гипоталамограммы, которые проявлялись в снижении при стрессе мощности фоновой биоэлектрической активности волн всех частотных диапазонов по сравнению с контролем; а по отношению к 3^{ей}-6^{ой} неделям эксперимента – появление периодов увеличения количества быстрых α - и β - волн, снижение степени синхронности и процента доминирующего δ -ритма и постепенное нарастание соответствующих показателей θ -волн с 9^{ой} до 15^{ой} недель эксперимента. Дальнейшее увеличение количества и степени синхронности тета-волн на 18^{ой}-21^{ой} неделях исследования вместе с другими показателями снижения функциональной активности гипоталамических структур (уменьшение показателей быстрой β -активности и доминирующих волн δ -диапазона, нарастание синхронности α -волн на фоне снижения их процентного содержания) могли быть электрографическими коррелятами стадии «истощения» центрального звена стресс-системы и стресс-реакции организма в целом.

Указанные процессы устранялись применением на фоне стрессовой ситуации амитриптилина, являющегося ингибитором обратного нейронального захвата моноаминов. Этому классу веществ принадлежит ведущая роль в осуществлении центральной нейротрансмиссии, в том числе в гипоталамических структурах [2]. Введение животным данного фармакологического препарата приводило, начиная с 9^{ой} недели эксперимента, к значительной синхронизации ритмов анализируемых частотных диапазонов гипоталамограммы, что проявлялось в существенном нарастании их мощности. Устранение амитриптилином в модуляции биоэлектрической активности под действием стресса электрографических показателей чрезмерной активации центрального звена стресс-системы с последующим периодом, очевидно, отражающим стадию «истощения» организма, может быть связано с ограничением активности моноаминоэргических систем мозга

данным фармакологическим препаратом. Это указывает на важную роль таких систем в вызванной стрессом модуляции биоэлектрической активности гипоталамуса, и позволяет рассматривать в качестве вероятной причины проявления периодов такой модуляции активацию моноаминоэргических систем мозга с последующим снижением в них уровня нейротрансмиссии под действием длительного стресса.

ВЫВОДЫ

1. На протяжении длительного стресса происходила существенная модуляция суммарной фоновой биоэлектрической активности переднего и заднего отделов гипоталамуса.

2. Длительный стресс оказывал, в основном, десинхронизирующее влияние на биоэлектрическую активность гипоталамуса, о чём свидетельствовало снижение мощности волновых процессов исследуемых частотных диапазонов.

3. В соответствии с особенностями изменения количества и мощности волн электрогипоталаграммы в динамике модуляции биоэлектрической активности под действием стресса были выявлены три периода, которые можно условно определить как начальный (3^{ая}-6^{ая} недели действия стрессовой ситуации), промежуточный (9^{ая}-15^{ая} недели) и заключительный (18^{ая}-21^{ая} недели).

4. Применение amitriptilina на фоне стрессового воздействия усиливало десинхронизирующее действие стресса в начальный период модуляции биоэлектрической активности и приводило к синхронизации волновых процессов с 9^{ой} недели и до конца эксперимента, на что указывало соответственно снижение и увеличение мощности волн всех частотных диапазонов.

5. Особенности влияния amitriptilina на динамику вызванной стрессом модуляции биоэлектрической активности гипоталамуса могут свидетельствовать об изменениях уровня нейротрансмиссии в моноаминоэргических системах мозга как вероятной причине проявления разных по электрографическим показателям периодов такой модуляции.

Список литературы

1. Пшенникова М. Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии // Пат. физиология и эксперим. терапия. – 2000. – № 2. – С. 24-31
2. Вейн А. М. Вегетативные расстройства (клиника, диагностика, лечение) – Москва: МИА. – 1998
3. Никонов В. В. Стресс. Современный патофизиологический подход к лечению. – Харків: Консум. – 2002.
4. Калуев А. В. Стресс, тревожность и поведение (актуальные проблемы моделирования тревожного поведения у животных). – Киев: Энигма. – 1998.
5. Ляшенко В. П., Лукашов С. М., Зорова Ж. В., Політаєва В. І. Спосіб моделювання атеросклерозу // Промислова власність. – 2002. – Бюл.№1.- С.4-81.
6. Машковский М.Д., Лекарственные средства . – Москва: Медицина. – 1988.
7. Буданцева А. Ю. Стереотаксический атлас мозга крыс (фронтальные сечения). – Пушкино: Аналитическая микроскопия. – 2002.
8. Зенков Л. Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). – Москва: МЕДпресс-информ. – 2001.
9. Ляшенко В. П., Никифорова Е. А., Бойко М. А. Влияние стрессового фактора на динамику

- изменения уровня тиреоидных гормонов в сыворотке крови крыс. // Вісник ДДУ "Біологія. Екологія". – 2002. – №2, вип. 10. – С. 32-36
10. Ляшенко В. П., Никифорова О. А. Особливості співвідношення кортизолу та тестостерону в сироватці крові щурів за умов специфічного навантаження // Медична хімія. – 2004. – № 3. – С. 141-142
 11. Ляшенко В. П., Пахомов О. Є. Модуляція рухової і дослідницької діяльності щурів за умов зооконфліктної ситуації та застосування ніфедипіну чи празозіну // Науковий вісник Чернівецького університету "Біологія". - 2004. – Вип. 223. – С. 10-19
 12. Могилевский А.Я., Романов Д.А. Гипоталамус: активация мозга и сенсорные процессы. Киев: Наукова думка. 1989.

Поступила в редакцію 12.10.2006 г

УДК:591.1

ВЛИЯНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ТРЕОНИНА НА ПРОЦЕССЫ ВСАСЫВАНИЯ АМИНОКИСЛОТ В КИШЕЧНИКЕ

Черная В.Н., Хомякова О.В., Коваль С.Я.

Проблема полноценного белкового питания человека и животных во все времена являлась актуальной [1]. Известно, что наиболее полноценным белком для питания человека является белок животного происхождения, содержащий все незаменимые для человека аминокислоты в достаточном количестве. Однако, при современном дефиците животного белка и в случае, когда возникает необходимость снизить уровень белка или продуктов животного происхождения (например, при заболеваниях мочевыводящей и сердечно-сосудистой систем), в рационе чаще всего заменяют белки животного происхождения растительными. Белки растительного происхождения имеют дефицит по ряду незаменимых аминокислот, для восполнения которого применяют биологически активные добавки, содержащие дефицитные аминокислоты в свободном состоянии. Чаще всего используют аминокислотные препараты микробиологического синтеза, которые содержат аминокислоты в наиболее доступной для организма L-форме. Использование синтетических аминокислот, при всей своей эффективности, может повлечь за собой ряд проблем. Известно [2], что при введении в пищу аминокислот в виде препаратов, свободные аминокислоты привносятся в содержимое кишечника в концентрациях больших, чем при расщеплении обычного пищевого белка. В процессе нормального гидролиза белка концентрация свободных аминокислот в химусе не повышается одновременно, а пролонгированно [3]. При введении свободных аминокислот в виде препаратов снижается скорость прохождения пищи по пищеварительному тракту [4]. Причем отмечается, что ингибирование этого процесса увеличивается с повышением уровня концентрации отдельных свободных аминокислот. Установлено [5,6], что при транспорте аминокислот, освобождающихся при гидролизе пептидов, не происходит конкуренции между мономерами за транспортный механизм. В то же время, в случае смеси двух или большего количества свободных аминокислот, между ними часто наблюдается конкурентные взаимоотношения.

Каждая аминокислота имеет определенную скорость абсорбции [7], но эта скорость варьирует в зависимости от присутствия других аминокислот, что создает конкуренцию за транспортные механизмы.

Таким образом, проблема взаимодействия свободных аминокислот при всасывании остается на сегодняшний день актуальной. Особенно это относится к тем аминокислотам, которые вводятся в качестве биологически активных добавок

для коррекции аминокислотного состава пищи при использовании низкопротеиновых рационов или рационов с использованием неполноценного для питания белков.

Одной из аминокислот, которая является лимитирующей при использовании в пищу значительного количества зерновых продуктов (из пшеницы, ячменя, кукурузы) является треонин. Данные продукты, как правило, требуют коррекции по содержанию лизина, метионина и триптофана. Однако треонин в данных продуктах является аминокислотой первого порядка лимитирования [8, 9]. Поэтому дополнительное совместное введение данных аминокислот в свободном состоянии требует более подробного изучения.

Для того, чтобы изучить вопрос о механизмах начального переноса веществ и о взаимодействии их как между собой, так и с переносчиками мембран клеток кишечника, был разработан метод аккумулирующего препарата слизистой [9], который в эксперименте *in vitro* дает наиболее полную картину трансмембранного переноса в кишечнике. Применение этого метода позволяет сделать вывод о том, какие взаимоотношения существуют между изучаемыми веществами в процессе резорбции.

Целью данного исследования было изучения взаимодействия свободного треонина с лизином, метионином и триптофаном при совместном введении в пищу в виде биологически активных добавок. Основными задачами, которые мы ставили в данной работе, было изучение взаимодействия свободного треонина при всасывании в кишечнике с препаратами лизина, метионина и триптофана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В эксперименте *in vitro* с использованием аккумулирующего препарата слизистой кишечника (АПС), который получали из тощей кишки цыплят [9] изучали характер взаимодействия свободных аминокислот при всасывании в кишечнике.

Для получения АПС 28-дневных цыплят (n=10) после 8 часового голодания декапировали, вскрывали брюшную полость и изолировали тонкий кишечник (без двенадцатиперстной кишки) на расстоянии 2 см от места впадения желчных и панкреатического протоков. Тонкую кишку промывали холодным раствором Рингера и помещали на ледяную баню. Затем каждую тонкую кишку делили на 7 отрезков по 3 см (группы 1 – 7), выворачивали отрезки слизистой наружу, надевали на стеклянную палочку и накладывали лигатуры из хлопчатобумажных нитей с обоих концов для предотвращения продольного и серозного протоков веществ при всасывании. АПС инкубировали в растворах субстрата при температуре 41⁰ С в течение 45 минут с постоянным насыщением его кислородом по схеме: группа 1 – в физиологическом растворе; группу 2 – в физиологическом растворе с добавкой 0,01 г/мл треонина; группу 3 – в физиологическом растворе с добавкой 0,01 г/мл лизина; группу 4 – в физиологическом растворе с добавкой по 0,01 г/мл лизина и треонина; группу 5 в физиологическом растворе с добавкой 0,01 г/мл метионина; группу 6 – в физиологическом растворе с добавкой по 0,01 г/мл метионина и треонина; группу 7 – в физиологическом растворе с добавкой 0,01 г/мл триптофана; группу 8 – в

физиологическом растворе с добавкой по 0,01 г/мл треонина и триптофана. После окончания инкубации препараты извлекали, слегка просушивали на фильтре и срезали лигатуры вместе с расположенными дистально от них остатками кишки. АПС взвешивали, затем гомогенизировали в 12%-ном растворе сульфосалициловой кислоты. Гомогенат выдерживали в течение 30 минут при периодическом перемешивании для более полного осаждения белков и экстракции содержащихся в стенке кишки свободных аминокислот. Затем гомогенат центрифугировали в течение 20 мин при 6 тыс. об/мин. В надосадочной жидкости количественно определяли свободные аминокислоты методом ионообменной хроматографии на аминокислотном анализаторе Т-339. Для расчета концентрации накопления веществ в ткани тонкой кишки применяли следующую формулу (1):

$$N = \frac{E \times P \text{ ст} \times N \text{ ст мкМ}}{0,8 \times E \text{ ст} \times P}, \quad (1)$$

где N – концентрация накопленного вещества в ткани, в мкМ; N ст – концентрация стандартного раствора исследуемого вещества, в мкМ; E – экстинция пробы, мин; E ст – экстинция стандартного раствора, мин; P – вес определяемого препарата АПС, в мг; P ст – вес стандартного АПС, в мг; 0,8 – коэффициент, характеризующий содержание тканевой воды, в которой растворен субстрат.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты эксперимента показали (таблица 1), что в процессе всасывания в тонком кишечнике между изученными аминокислотами наблюдается различный характер взаимодействия.

При изучении характера взаимодействия треонина и лизина в процессе энтерального переноса анализ показал, что в исходном препарате тонкой кишки концентрация свободного треонина после инкубации в физиологическом растворе составила $75,85 \pm 0,92$ мкМ/г. После инкубации АПС в растворе с содержанием только треонина количество данной аминокислоты в ткани кишечника возросло 34,7% и стало составлять $102,18 \pm 0,84$ мкМ/г ($p \leq 0,05$). Количество свободного лизина в исходном препарате было равно $11,06 \pm 0,04$ мкМ/г, а после инкубации в растворе с лизином возросло в 5,5 раза до $61,38 \pm 0,54$ мкМ/г. После инкубации АПС в растворе с содержанием треонина и лизина, количество треонина в ткани тонкой кишки составило $122,15 \pm 0,68$ мкМ/г, что на $19,97$ мкМ/г (61,0%) больше, чем при инкубации в растворе с содержанием только треонина ($p \leq 0,05$). Таким образом, мы констатировали, что в присутствии свободного лизина достоверно усиливается процесс всасывания треонина. Уровень лизина в ткани кишки при инкубации в данном растворе также достоверно ($p \leq 0,05$) повышается до $84,23 \pm 0,86$ мкМ/г, что на $22,85$ мкМ/г (в 7,6 раз) больше, чем в препарате, который инкубировался в присутствии только лизина. Это может свидетельствовать о том, что в присутствии треонина интенсивность всасывания свободного лизина в тонком кишечнике увеличивается. В данном случае обнаруживается взаимное усиление всасывания свободных аминокислот, что свидетельствует о синергизме этих веществ в процессе энтерального переноса.

Таблица 1.
Содержание свободных аминокислот в ткани кишечника (мкМ/г) после инкубации АПС в растворах с различным аминокислотным составом

Состав инкубационных растворов	Количество аминокислот в АПС			
	Треонин	Лизин	Метионин	Триптофан
Физиологический раствор- (контроль) %	75,85±0,92 100	11,06±0,04 100	11,74±0,05 100	10,19±0,08 100
Физ. раствор + 0,01г/мл треонина % к контролю	102,18±0,84* 134,7	-	-	-
Физ. раствор + 0,01г/мл лизина % к контролю	-	61,38±0,54* 554,9	-	-
Физ. раствор + по 0,01 г/мл треонина и лизина % к контролю	122,15±0,68* 161,0	84,23±0,86* 761,6	-	-
Физ. раствор + 0,01г/мл метионина % к контролю	-	-	18,10±0,07* 154,2	-
Физ. раствор + по 0,01г/мл треонина и метионина % к контролю	92,78±0,59* 122,3	-	16,22±0,06* 138,2	-
Физ. раствор + 0,01г/мл триптофана % к контролю	-	-	-	35,55±0,21* 348,9
Физ. раствор + по 0,01г/мл треонина и триптофана % к контролю	81,39±0,38* 107,3	-	-	43,18±0,31* 423,8

* – разница показателя с контрольной группой достоверна ($p \leq 0,05$).

Изучение характера взаимодействия треонина и метионина в процессе всасывания показало, что между этими аминокислотами существует некоторая конкуренция при всасывании. Анализ результатов показал, что если после инкубации в растворе с содержанием только треонина количество данной аминокислоты в ткани кишечника возросло на 34,7% относительно исходного, то после инкубации в растворе с присутствием треонина и метионина количество треонина возросло только на 22,3% относительно содержания этой аминокислоты в ткани кишечника при инкубации АПС в физиологическом растворе. Количество свободного метионина в исходном препарате было равно 11,74±0,05 мкМ/г, а после инкубации в растворе только с метионином возросло до 18,10±0,07 мкМ/г (+54,2%). После инкубации АПС в растворе с содержанием треонина и метионина количество

метионина в ткани тонкой кишки составило $16,22 \pm 0,06$ мкМ/г, что несколько меньше (на 16,2%), чем при инкубации в присутствии только метионина. Таким образом, можно говорить о некоторой конкуренции данных веществ при всасывании, хотя между данными аминокислотами не отмечается ярко выраженного антагонистического взаимодействия. Сходные результаты были отмечены у некоторых других авторов [9].

Характер взаимодействия треонина и триптофана в процессе всасывания существенно отличается от его взаимодействия с лизином и метионином. Анализ показал, что триптофан выступает антагонистом треонина при энтеральном переносе, ингибирует его всасывание. Характер взаимодействия данных аминокислот был следующим: после инкубации АПС в растворе с присутствием треонина и триптофана количество треонина в АПС существенно (на 27,4% ($p \leq 0,05$)) уменьшилось и стало составлять $81,39 \pm 0,38$ мкМ/г при том, что в АПС после инкубации в растворе только с треонином накапливалось $102,18 \pm 1,84$ мкМ/г треонина при $75,85 \pm 0,92$ мкМ/г. Таким образом было установлено, что свободный триптофан ингибирует процесс резорбции свободного треонина.

Количество свободного триптофана в исходном препарате было равно $10,19 \pm 0,08$ мкМ/г, а после инкубации в растворе с триптофаном возросло до $35,55 \pm 0,21$ мкМ/г (в 3,5 раза). После инкубации АПС в растворе с содержанием треонина и триптофана количество триптофана в ткани тонкой кишки составило $43,18 \pm 0,31$ мкМ/г, что достоверно ($p \leq 0,05$) больше (на 74,9%), чем при инкубации в присутствии только триптофана. Данный результат может свидетельствовать о том, что присутствие треонина в инкубационном растворе стимулировало процесс всасывания триптофана.

Полученные в нашем исследовании результаты дают основание предполагать, что при использовании в пищу неполноценного для питания белка и улучшения его состава с помощью биологически активных добавок со свободными аминокислотами (например при вегетарианском питании) можно использовать добавки с треонином для улучшения усвоения лизина и триптофана. В то же время, при значительном дефиците треонина который возникает при питании преимущественно зерновыми продуктами [4], добавка свободного триптофана может снизить степень усвоения треонина, что повлечет за собой усиление общего дисбаланса по аминокислотному составу пищи.

ВЫВОДЫ

1. Обнаружено взаимное усиление всасывания свободных аминокислот лизина и треонина в процессе энтерального переноса.

2. В процессе всасывания в тонком кишечнике свободных аминокислот треонина и метионина существуют конкурентные взаимоотношения в процессе энтерального переноса. без выраженного антагонизма.

3. Свободный триптофан ингибирует процесс резорбции свободного треонина в тонком кишечнике.

4. Свободный треонин стимулирует процесс всасывания триптофана в тонком кишечнике.

Список литературы

1. Справочник по диетологии / Под ред. Самсонова Е.А., Покровского А.А. – М.: Медицина, 1992. – 464 с.
2. Уголев М.А. Пищеварение и его приспособительная эволюция. – М.: Высшая школа, 1961. – 302 с.
3. Вальдман А.Р. Транспортные и обменные процессы в кишечнике животных. – Рига: Зинатне, 1984. – 228 с.
4. Zebrowska T., Buraczewska L. Wplym pozicmu blankaw diecie na przebieg trawienia w jelicie cienkim swin. Cz. 11. Scybkosc trawienia I wchlaniaania aminokwasow // Pocz.Nank. Rol, 1972. – В.94, – N1. - P. 99-109.
5. Басова Н.А., Фелдмане А.М., Кушак Р.И. Усвоение «пептидного» и свободного триптофана у цыплят, получавших диеты с различным уровнем белка // Всасывание и обмен веществ у животных. - Рига: Зинатне, 1980. – С. 36 - 42.
6. Басова Н.А., Берзинь Н.И., Марков Ю.Г. Особенности транспорта аминокислот в тонкой кишке цыплят в условиях А-авитаминоза // Физиол. журн. им. И.М.Сеченова, 1996. - Т.18, № 7. - С.40-47.
7. Wiseman G. Absorbption of protein digestion product // J. Physiol.Lond, 1956. - N 133. - P. 625-238.
8. Манк Дж. Транспорт аминокислот // Белковый обмен и питание. - М.: Колос, 1973. - 428 с.
9. Уголев А.М., Жигуре Д.А., Нуркс Е.Е. Аккумулирующий препарат слизистой - новый метод исследования начальных этапов переноса веществ через кишечную стенку // Физиологический журнал СССР. – 1970. – Т.56, № 11. – С. 27 - 36.

Поступила в редакцию 20.05.2006 г

УДК 591.18: 615.849.11

**ЗАВИСИМОСТЬ АНАЛГЕТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ
НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ
ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ОТ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ
ЖИВОТНЫХ**

Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р., Постольникова И.В., Митрофанова Н.Н.

Согласно нашим [1, 2] и литературным [3 – 5] данным, существует зависимость биологической эффективности низкоинтенсивного электромагнитного излучения (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ) от индивидуально-типологических особенностей организма человека и животных. Желание иметь доступный и удобный критерий для оптимизации индивидуальных параметров воздействия ЭМИ КВЧ привело к многочисленным экспериментальным и клиническим исследованиям, в которых использовались различные подходы. Одним из объективных методов, позволяющих выделить индивидуальные различия между животными и сформировать однородные экспериментальные группы является тест «открытое поле» (ОП) [6]. В настоящее время этот тест применяется в различных экспериментальных исследованиях и позволяет относительно быстро выявить индивидуальные различия между животными, оценить целостную физиологическую реакцию животного на новую обстановку, включающую элементы двигательного, ориентировочно-исследовательского и эмоционального поведения [7 – 9]. Показано, что у животных с различными индивидуально-типологическими особенностями поведения в тесте ОП имеются существенные различия в характере энергетического, белкового и других видов метаболизма [10, 11], активности окислительно-восстановительных ферментов [12], перекисного окисления липидов [13], моноаминергических систем [14] и других физиологических и биохимических показателей.

Ведущую роль в процессах адаптации организма к различным условиям среды, в том числе ЭМИ, играет головной мозг. Однако мозг не является равновесной системой, его активность обеспечивается функциональной асимметрией, которая выступает как общая фундаментальная закономерность деятельности ЦНС человека и животных, а выраженность асимметрии определяет адаптивность организма [15, 16]. В настоящее время накоплено значительное число фактов, свидетельствующих о наличии латеральной специализации мозга человека и животных [17]. Отмечено, что асимметрия может проявляться на анатомическом, сенсорном, когнитивном или моторном уровнях, а ее характер зависит от

гормонального статуса, уровня развития и средовых влияний. Адекватными методами для исследования моторной асимметрии у животных, которая отражает асимметрию ЦНС, т.е. доминирование правого или левого полушария головного мозга являются тесты ОП и Т-образного лабиринта [18].

В наших предыдущих исследованиях было показано, что как уровень двигательной активности в тесте ОП, так и профиль моторной асимметрии животных могут служить критерием чувствительности к низкоинтенсивному ЭМИ КВЧ [1, 19]. Также выявлен выраженный антиноцицептивный эффект данного физического фактора при болевых стрессах различной этиологии [20]. Однако зависимость анальгетического действия ЭМИ КВЧ от индивидуальных особенностей животных не изучена. В связи с этим целью данной работы явилось выявление зависимости выраженности анальгетического эффекта низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ от индивидуальных особенностей животных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для выявления зависимости анальгетического действия ЭМИ КВЧ от индивидуально-типологических особенностей животных было проведено экспериментальное исследование на взрослых белых крысах-самцах линии Вистар массой 180-220 грамм ($n = 30$), полученных из питомника научно-исследовательского института биологии Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина. Всех животных разделили на группы по уровню двигательной активности в тесте ОП – низкий (НДА), средний (СДА) и высокий (ВДА) и низкой эмоциональностью. Анализ величины коэффициента асимметрии (Кас) в тестах ОП и Т-образного лабиринта и уровня двигательной активности в тесте ОП показал, что среди крыс со СДА преобладают «правши» ($\text{Кас} > 20$), среди животных с ВДА – «левши» ($\text{Кас} > -20$), а крысы с НДА преимущественно являются «амбидекстрами» ($-20 < \text{Кас} < 20$).

Предварительно отобранных животных разделили на шесть групп по пять особей в каждой (рис. 1) и подвергали воздействию болевого стресса в «формалиновом тесте» (ФТ): путём подкожной инъекции 5%-ного раствора формалина (0,08 мл на 100 грамм веса) в дорсальную поверхность стопы задней конечности крыс у животных всех групп вызывали очаг тонической боли [21]. Животных 1-ой группы с НДА, 3-ей – со СДА и 5-ой – с ВДА групп подвергали только изолированной инъекции формалина. Животных 2-ой (КВЧ_{НДА}+ФТ), 4-ой (КВЧ_{СДА}+ФТ) и 6-ой (КВЧ_{ВДА}+ФТ) групп непосредственно перед введением формалина предварительно подвергали воздействию ЭМИ КВЧ с помощью терапевтического генератора «КВЧ. РАМЕД-ЭКСПЕРТ – 01» с длиной волны 7,1 мм (частота излучения 42,3 ГГц) и плотностью потока мощности 0,1 мВт/см², изготовленного Центром радиофизических методов диагностики и терапии «РАМЕД» Института технической механики НАНУ, г. Днепропетровск (регистрационное свидетельство № 783/99 от 14.07.99, выданное КНМТ МОЗ Украины о праве на применение в медицинской практике в Украине). Воздействие осуществлялось по 30 минут на затылочно-воротниковую область [20]. Животных 1-ой (ФТ_{НДА}), 3-ей (ФТ_{СДА}) и 5-ой (ФТ_{ВДА}) групп подвергали мнимому воздействию ЭМИ КВЧ («плацебо») той же локализации и продолжительности, однако генераторы были отключены от сети питания.

ЗАВИСИМОСТЬ АНАЛГЕТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

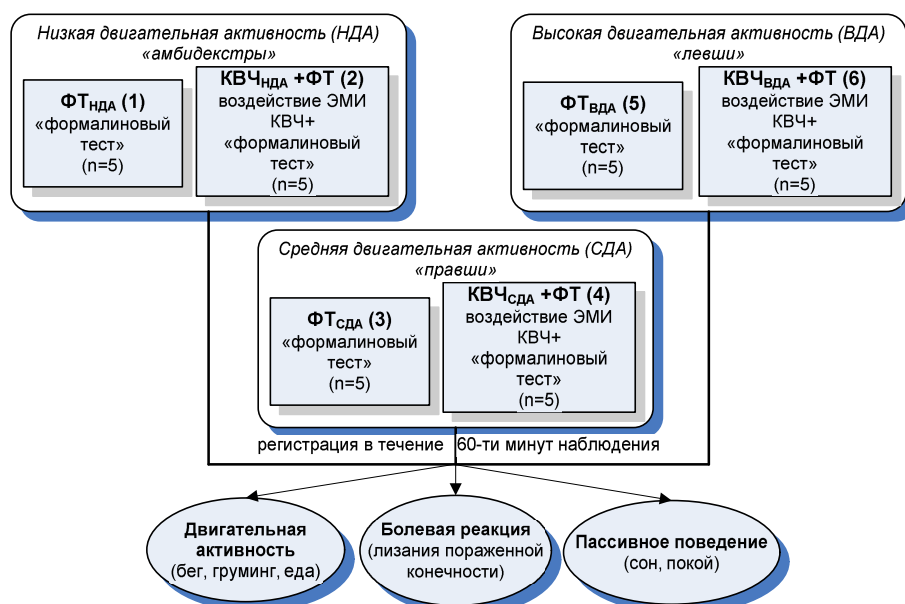


Рис. 1. Схема организации экспериментальных исследований по изучению зависимости антиноцицептивного эффекта низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (КВЧ) от индивидуальных особенностей животных с низким (НДА), средним (СДА) и высоким (ВДА) уровнем двигательной активности при экспериментально вызванной тонической боли в «формалиновом тесте» (ФТ).

После инъекции формалина каждую крысу возвращали в свою клетку и с помощью специальной авторской компьютерной программы (Приор. справка) регистрировали на протяжении 60-ти минут продолжительность болевой (лизание пораженной конечности) и неболевой (двигательная активность и пассивное поведение) поведенческих реакций. При этом двигательная активность определялась по сумме времени перемещения животных по клетке и времени, затраченного животными на принятие пищи и груминг. Длительность пассивного поведения представляла сумму времени, затраченного животными на сон и покой.

Учитывая тот факт, что у грызунов болевой порог в течение суток варьирует [22], эксперименты проводились в одно и то же время светлой половины суток (с 9.00 до 11.00 часов).

Для сравнения аналгетической эффективности ЭМИ КВЧ у животных с различными индивидуально-типологическими особенностями введена формула:

$$A_s = 100 - \frac{\tau_{\text{экс}}}{\tau_b} \cdot 100$$

где A_s – аналгетическая эффективность экспериментального воздействия, τ_b – общая продолжительность болевой реакции у крыс, подвергнутых изолированному действию болевого фактора, $\tau_{\text{экс}}$ – общая продолжительность болевой реакции у крыс, подвергнутых дополнительному экспериментальному воздействию.

После проверки данных на закон нормального распределения, обработку и

анализ экспериментальных данных проводили с помощью параметрических методов. В качестве критерия оценки достоверности наблюдаемых изменений использовали t-критерий Стьюдента. Обработка результатов производилась на ПК с использованием стандартных статистических программ.

Эксперименты проводились с соблюдением принципов «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 1986) и Постановления первого национального конгресса по биоэтике (Киев, 2001).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты проведенного исследования, продолжительность поведенческих реакций у крыс с разным уровнем двигательной активности и профилем моторной асимметрии в ФТ была различна. Так, у крыс третьей группы (ФТ_{СДА}) со СДА и правосторонней моторной асимметрией, которые преобладают в популяции (следовательно, у них развивается наиболее типичная реакция на различные воздействия) введение формалина вызвало бурную болевую реакцию лизания конечности общей продолжительностью $1001,00 \pm 20,85$ с (первая острая фаза – $158,60 \pm 17,10$ с; вторая тоническая – $842,40 \pm 17,57$ с). Продолжительности неболевых поведенческих реакций представлены в таблице.

У крыс с НДА, у которых моторная асимметрия не выражена («амбидекстры») продолжительности болевой и неболевых поведенческих реакций были недостоверно ниже таковых у крыс со СДА (табл.).

У животных с ВДА и преобладающей левосторонней моторной асимметрией продолжительность болевой реакции имела тенденцию к увеличению (на 3,43 %; $p > 0,05$) относительно значений у животных со СДА (ФТ_{СДА}). При этом длительность двигательной активности была больше на 143,70 % ($p < 0,001$) (реакции бега – на 72,23 % ($p < 0,01$), приема пищи – на 483,33 % ($p < 0,001$)), а пассивного поведения – на 11,61 % ($p < 0,001$) относительно значений у животных со СДА, также подвергнутых инъекции формалина (табл.).

Таким образом, не выявлено различий в продолжительности болевой реакции в ФТ у животных разных типологических групп. Однако у животных с ВДА в тесте ОП отмечались более высокие значения продолжительности двигательной активности и в ФТ, что свидетельствует об адекватности применения этих тестов для оценки двигательного и эмоционального поведения.

Под влиянием ЭМИ КВЧ интенсивность болевой реакции значительно снижалась, что согласуется с результатами наших предыдущих исследований [20]. Однако степень снижения продолжительности этих реакций у крыс в ФТ на фоне воздействия ЭМИ КВЧ зависела от уровня двигательной активности и моторной асимметрии, что подтверждает данные ряда исследований о том, что один и тот же фактор у различных животных может вызвать различные ответные реакции [1, 23, 24]. Так, у животных четвертой группы (КВЧ_{СДА}+ФТ) со СДА и правосторонней моторной асимметрией после однократного 30-минутного воздействия ЭМИ КВЧ наблюдалось уменьшение продолжительности болевой реакции на 55,14 % ($p < 0,001$) (первой острой фазы – на 76,67 % ($p < 0,001$), второй тонической – на

ЗАВИСИМОСТЬ АНАЛГЕТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

51,09 % ($p < 0,001$) относительно значений данных показателей у животных со СДА, подвергнутых изолированной инъекции формалина (рис. 2). При этом продолжительность неболевых поведенческих реакций увеличилась: двигательной активности – на 172,60 % ($p < 0,001$), а пассивного поведения — на 0,55 % ($p > 0,05$) по сравнению с животными, которые подвергались только действию болевого фактора (табл.; рис. 2).

Таблица.

Общая продолжительность (с) болевой и неболевых поведенческих реакций у крыс с низким (НДА), средним (СДА) и высоким (ВДА) уровнями двигательной активности и разным профилем моторной асимметрии при изолированном (ФТ) и комбинированном с воздействием низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (КВЧ+ФТ) действием болевого фактора в «формалиновом тесте» ($\bar{x} \pm Sx$)

Типы поведенческих реакций	Экспериментальные группы животных					
	НДА («амбидекстры»)		СДА («правши»)		ВДА («левши»)	
	ФТ (1)	КВЧ+ФТ (2)	ФТ (3)	КВЧ+ФТ (4)	ФТ (5)	КВЧ+ФТ (6)
Бег	173,67±19,43 $p_{1,2} < 0,001$ $p_{1,4} < 0,001$ $p_{1,5} < 0,001$	337,00±12,49 $p_{1,2} < 0,001$ $p_{2,3} < 0,01$ $p_{2,4} < 0,001$ $p_{2,6} < 0,001$	191,80±22,43 $p_{2,3} < 0,01$ $p_{3,4} < 0,01$ $p_{3,5} < 0,01$	605,33±25,08 $p_{1,4} < 0,001$ $p_{2,4} < 0,001$ $p_{3,4} < 0,01$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{4,6} < 0,001$	330,33±5,84 $p_{1,5} < 0,001$ $p_{3,5} < 0,01$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,001$	132,67±18,68 $p_{2,6} < 0,001$ $p_{4,6} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,001$
Груминг	68,00±15,87 $p_{1,2} < 0,05$ $p_{1,4} < 0,001$ $p_{1,6} < 0,01$	233,67±55,84 $p_{1,2} < 0,05$ $p_{2,3} < 0,01$	62,20±5,36 $p_{2,3} < 0,01$ $p_{3,4} < 0,001$ $p_{3,6} < 0,01$	196,00±17,02 $p_{1,4} < 0,001$ $p_{3,4} < 0,001$	109,33±40,81	210,00±38,55 $p_{3,6} < 0,01$ $p_{1,6} < 0,01$
Прием пищи	0,00±0,00 $p_{1,3} < 0,001$ $p_{1,5} < 0,001$	23,00±11,79 $p_{2,3} < 0,05$ $p_{2,5} < 0,001$	52,80±5,28 $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} < 0,05$ $p_{3,5} < 0,001$ $p_{3,6} < 0,001$	35,00±23,71 $p_{4,5} < 0,001$	308,00±43,32 $p_{1,5} < 0,001$ $p_{2,5} < 0,001$ $p_{3,5} < 0,001$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,001$	0,00±0,00 $p_{3,6} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,001$
Сон	818,33±429,24	834,00±194,87 $p_{2,3} < 0,01$ $p_{2,4} < 0,01$	241,60±11,16 $p_{2,3} < 0,01$ $p_{3,4} < 0,001$ $p_{3,5} < 0,001$ $p_{3,6} < 0,05$	0,00±0,00 $p_{3,4} < 0,001$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{4,6} < 0,01$ $p_{2,4} < 0,01$	1083,33±142,82 $p_{3,5} < 0,001$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,05$	531,33±156,47 $p_{3,6} < 0,05$ $p_{4,6} < 0,01$ $p_{5,6} < 0,05$
Покой	3240,00±199,79 $p_{1,3} < 0,01$ $p_{1,4} < 0,01$ $p_{1,5} < 0,05$ $p_{1,6} < 0,05$	3572,00±109,07 $p_{2,3} < 0,01$ $p_{2,4} < 0,01$ $p_{2,5} < 0,001$	3850,60±21,37 $p_{1,3} < 0,01$ $p_{2,3} < 0,01$ $p_{3,5} < 0,001$	4114,67±25,69 $p_{1,4} < 0,01$ $p_{2,4} < 0,01$ $p_{3,4} < 0,001$	2533,67±146,95 $p_{1,5} < 0,05$ $p_{2,5} < 0,001$ $p_{3,5} < 0,001$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,001$	3848,00±149,35 $p_{1,6} < 0,05$ $p_{4,5} < 0,001$ $p_{5,6} < 0,001$

Примечание: p_{1-6} – достоверность различий по критерию Стьюдента при сравнении с данными групп, обозначенными в таблице 1 – 6.

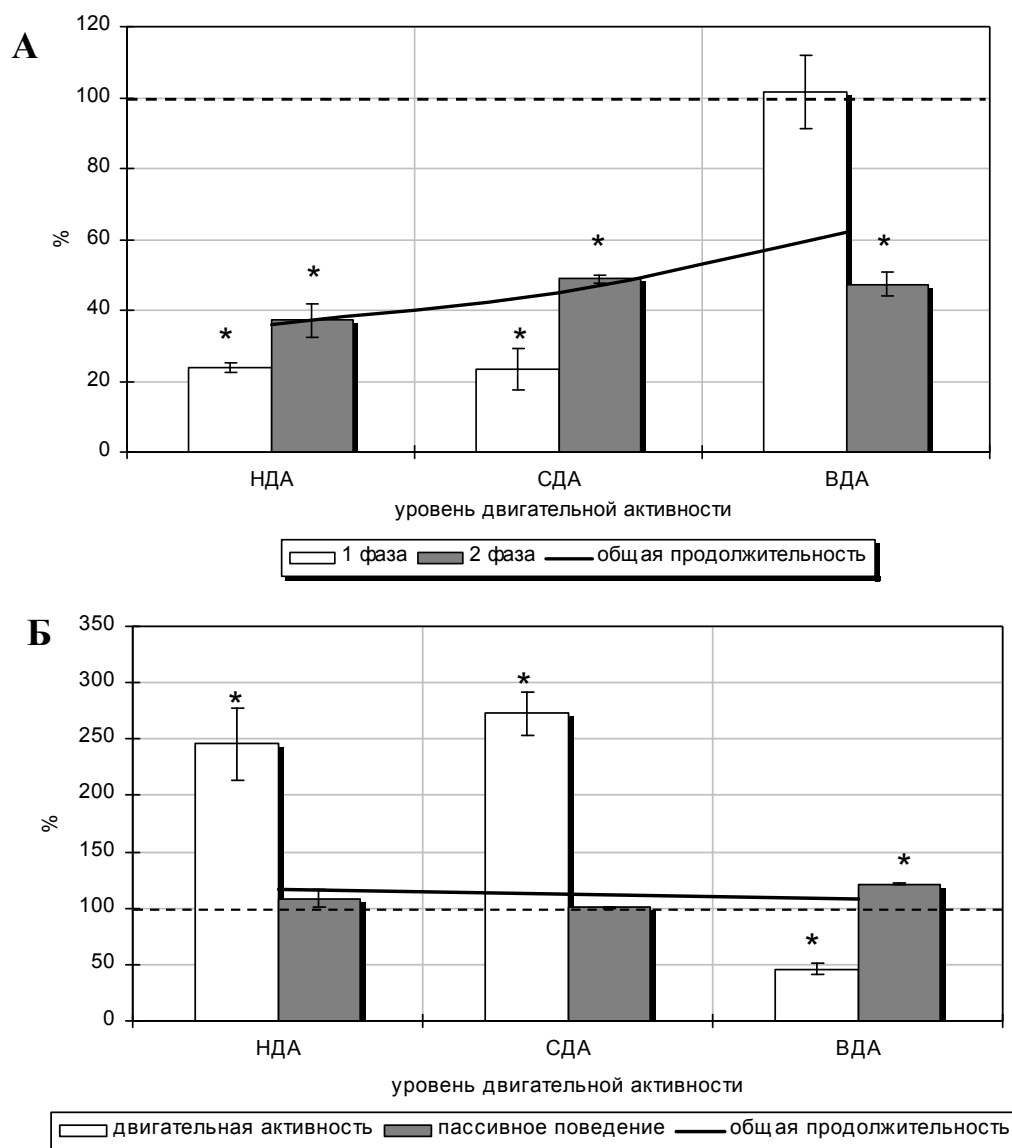


Рис. 2. Изменение продолжительности болевой (первой и второй фаз) (А) и неболевых (двигательная активность и пассивное поведение) (Б) поведенческих реакций в «формалиновом тесте» у крыс с низкой (НДА), средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью, подвергнутых комбинированному воздействию низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты и болевого фактора (в % относительно значений у животных тех же фенотипических групп, подвергнутых изолированному действию болевого фактора).

У крыс второй группы (КВЧ_{НДА}+ФТ) с НДА ЭМИ КВЧ вызвало даже более выраженное, чем у животных со СДА уменьшение продолжительности болевой реакции – на 63,98 % ($p < 0,001$) (первой острой фазы – на 76,29 % ($p < 0,001$), а второй тонической – на 62,87 % ($p < 0,001$)) относительно значений соответствующих показателей у животных с НДА, подвергнутых только инъекции формалина. При этом общая продолжительность болевой реакции была меньше на 34,54 % ($p < 0,001$) по сравнению со значениями у животных со СДА, также подвергнутых КВЧ-воздействию, что проявилось в основном за счет уменьшения продолжительности второй фазы болевой реакции (на 52,18 %; $p < 0,001$). При этом увеличились длительности как двигательной активности (на 145,66 %; $p < 0,001$), так и пассивного поведения (на 8,57 %; $p > 0,05$) по сравнению с животными с НДА, которые подвергались только действию болевого фактора (табл.; рис. 2). Относительно значений данных показателей у животных четвертой группы (КВЧ_{СДА}+ФТ) продолжительность двигательной активности уменьшилась на 29,02 % ($p < 0,01$), а пассивного поведения, напротив, увеличилась на 7,08 % ($p < 0,01$).

Таким образом, под влиянием предварительного КВЧ-воздействия у животных с НДА и СДА («амбидекстры» и «правши»), подвергавшихся болевому воздействию отмечалось увеличение двигательной активности и уменьшение пассивного поведения в ФТ.

Увеличение двигательной активности у животных данных фенотипических групп при воздействии ЭМИ КВЧ свидетельствует об уменьшении реакции страха, затаивания и позволяет говорить о возрастании возбудимости ЦНС, что свидетельствует о повышении неспецифической резистентности животных к болевому стрессу, поскольку известно, что активная резистентность реализуется благодаря высокой функциональной активности защитных систем и преобладания в мозгу процессов возбуждения в физиологических пределах [25].

Иная реакция на КВЧ-воздействие развивалась у животных «левой» с ВДА. У крыс этой группы КВЧ-воздействие также привело к уменьшению общей продолжительности болевой реакции на 37,85 % ($p < 0,001$) относительно значений этого показателя у крыс с ВДА, которые не подвергались облучению ЭМИ мм диапазона. Однако снижение болевой чувствительности произошло только за счет уменьшения длительности второго тонического компонента болевой реакции (на 52,78 %; $p < 0,01$). При этом продолжительность первой острой фазы болевой реакции у крыс с ВДА в отличие от животных других фенотипических групп не изменилась и соответствовала таковой у крыс с ВДА, которые дополнительно не подвергались КВЧ-воздействию (рис. 2).

Таким образом, у крыс с ВДА и левосторонней моторной асимметрией зарегистрировано увеличение продолжительности болевой реакции на 43,32 % ($p < 0,001$) относительно значений у крыс со СДА и на 88,53 % ($p < 0,001$) по сравнению с животными с НДА.

Иная направленность отмечалась и в динамике продолжительности неболевых поведенческих реакций у животных с ВДА после КВЧ-воздействия: продолжительность двигательной активности уменьшилась на 54,17 % ($p < 0,01$), а

пассивного поведения – повысилась на 21,08 % ($p < 0,001$) относительно значений у животных пятой группы (ФТ_{ВДА}) (табл.; рис. 2).

Уменьшение двигательной активности у животных этой фенотипической группы под влиянием болевого фактора свидетельствует о развитии торможения в ЦНС и эмоциональной реакции страха. Следовательно, ЭМИ КВЧ у животных с ВДА и левосторонней асимметрией препятствовало развитию болевого стресса, однако обладало меньшей анальгетической эффективностью по сравнению с его применением у крыс с другими индивидуально-типологическими особенностями.

Полученные результаты показали, что изменения продолжительности поведенческих реакций у животных под влиянием сочетанного действия ЭМИ КВЧ и болевого стресса зависят от индивидуально-типологических особенностей животных. При этом максимальный анальгетический эффект ЭМИ КВЧ отмечен у животных со НДА («амбидекстров») (63,98 %), минимальный – у ВДА («левой») (37,85 %) (рис. 3). Сравнительный анализ влияния ЭМИ КВЧ на развитие разных фаз болевой реакции показал, что наиболее выраженный анальгетический эффект КВЧ-воздействия на течение первой фазы наблюдался у животных со СДА (76,67 %) и НДА (76,29 %) (при этом у животных с ВДА данный эффект отсутствовал), а второй фазы – у животных с НДА (60,96 %) (у животных с СДА и НДА данный эффект был меньше и составлял в среднем 51,94 %) (рис. 3).

Данные этого исследования согласуются с результатами наших предыдущих исследований, в которых показано, что наиболее выраженное антистрессорное действие при гипокинетическом стрессе под влиянием миллиметровых волн отмечалось у крыс «амбидекстров» с НДА [2], которые характеризуются пассивно-оборонительной формой поведения, что свидетельствует о слабом тормозном типе нервной системы [26]. Наименее выраженное антистрессорное действие зарегистрировано у животных «левой» с ВДА, характеризующихся активно-оборонительным характером поведения, что позволяет отнести их к сильному неуравновешенному типу нервной системы [7, 27]. Следовательно, различие в анальгетических эффектах КВЧ-воздействия, отмеченное в данном исследовании у крыс может быть обусловлено силой нервных процессов в ЦНС.

Таким образом, уровень двигательной активности и профиль моторной асимметрии могут служить критерием индивидуальной чувствительности к низкоинтенсивному ЭМИ КВЧ. Полученные данные имеют как теоретическое значение, поскольку дополняют сведения о механизмах биологического действия низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ, так и практическое, т.к. с учетом индивидуальной чувствительности позволяют повысить эффективность КВЧ-терапии.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена выраженная зависимость анальгетической эффективности низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ от индивидуально-типологических особенностей (уровня двигательной активности и профиля моторной асимметрии) животных при экспериментально вызванной тонической боли.

ЗАВИСИМОСТЬ АНАЛГЕТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

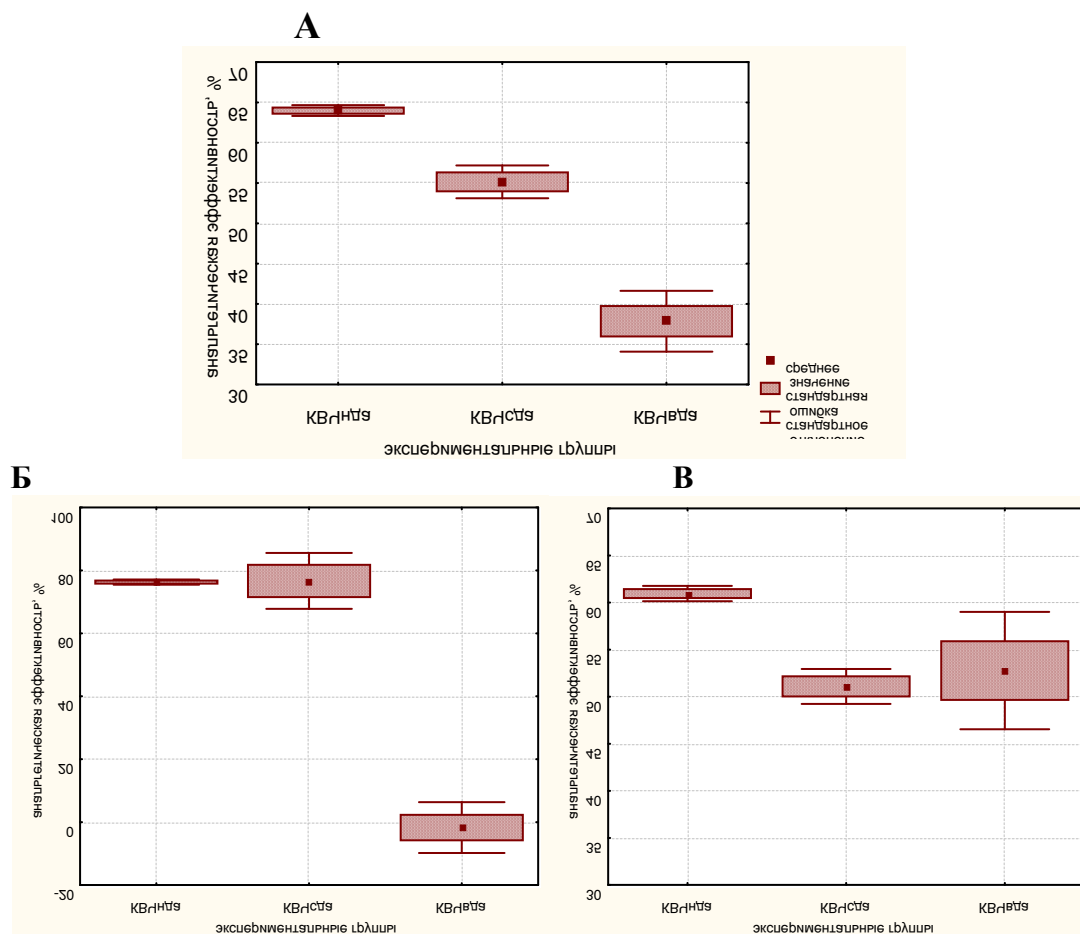


Рис. 3. Сравнение анальгетической эффективности (в %) низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (КВЧ) у крыс с низкой (НДА), средней (СДА) и высокой (ВДА) двигательной активностью при экспериментально вызванной тонической боли (общей продолжительности болевой реакции (А), первой (Б) и второй (В) фаз).

2. При действии изолированного болевого стресса у животных с разными индивидуальными особенностями не выявлено различий в продолжительности болевой реакции, однако у животных с высокой двигательной активностью отмечены более высокие значения продолжительности двигательной активности.

3. Максимальный анальгетический эффект низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ зарегистрирован у животных с низкой двигательной активностью («амбидекстров») (63,98%), минимальный – с высокой двигательной активностью («левшей») (37,85%).

Список литературы

1. Чуян Е.Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дис... канд. биол. наук / СГУ. – Симферополь, 1992. – 25 с.
2. Чуян Е.Н. Нейроімуноендокринні механізми адаптації до дії низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надто високої частоти: Автореф. дис... докт. біол. наук: 03.00.13. – Київ. – 2004. – 40 с.
3. Ельский В.Н., Кривобок Г.К., Бабаскин В.В., Антонов А.Г. К вопросу о влиянии микроволновой резонансной терапии на некоторые физиологические показатели человека // Физика живого. – 1997. – № 1. – С. 104-109.
4. Темуриянц Н.А., Тумаянц Е.Н., Чуян Е.Н. Оптимизация психофизиологического статуса с помощью КВЧ-терапии, осуществляемой генераторами различного типа // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2001. - № 4. – С. 17-20.
5. Лушников К.В., Гапеев А.Б., Садовников В.Б., Чемерис Н.К. Влияние крайневисокочастотного электромагнитного излучения низкой интенсивности на показатели гуморального иммунитета здоровых мышей // Биофизика. – 2001. – Т. 46, № 4. – С. 753-760.
6. Hall C.S. Emotional behaviour in the rat. Debeccation and urination as measures of individual differences in emotionality // J.Comp.Physiol. – 1934. – Vol. 18. – P. 3858.
7. Маркель А.Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте “открытого поля” // ЖВНД. – 1981. – Т. 31, №2. – С. 301-307.
8. Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д.П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. - М., 1991. – 268 с.
9. Гуляева Н.В., Степаничев М.Ю. Биохимические корреляты индивидуально-типологических особенностей поведения крыс // ЖВНД. – 1997. – Т. 47, вып. 2. – С. 329-338.
10. Онуфриев М.В., Степаничев М.Ю., Лазарева Н.А., Гуляева Н.В. Активность NO-синтазы и генерация активных форм кислорода в мозге старых крыс: соотношение с индивидуальным поведением // Бюлл. эксперим. биол. и мед. – 1995. – Т. 120, № 8. – С. 145.
11. Гуляева Н.В., Степаничев М.Ю. Биохимические корреляты индивидуально-типологических особенностей поведения крыс // ЖВНД. – 1997. – Т. 47, вып. 2. – С. 329-338.
12. Краковский М.Э. Активность узловых окислительно-восстановительных ферментов у кроликов с разными типологическими особенностями // ЖВНД. – 1987. – Т. 37, № 3. – С. 457.
13. Степаничев М.Ю., Онуфриев М.В., Лазарева Н.А., Гуляева Н.В. Нейрохимические особенности крыс, различающихся по поведению в тесте эмоционального резонанса. Свободнорадикальные процессы и липиды коры больших полушарий мозга старых крыс // ЖВНД. – 1995. –Т. 45, № 5. – С. 990-995.
14. Кругликов Р.И., Гецова В.М., Орлова Н.В. и др. Изменение содержания моноаминов в мозге влияет на реакцию эмоционального резонанса // ЖВНД. – 1995. – Т. 45, № 3. – С. 551-557.
15. Симерницкая Э.Г. Доминантность полушарий. Нейропсихологические исследования. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 95 с.
16. Бианки В.Л. Механизмы парного мозга. - Л.: Наука, 1989. – 352 с.
17. Bradshaw J.L. Right hemisphere language: familial and nonfamilial sinistrals, cognitive deficits and writing hand position in sinistrals, and concrete-abstract, imageable-nonimageable dimensions in word recognition. A review of interrelated issues. — Brain Land. – 1990. – Vol. 10. – P. 172-188.
18. Бианки В.Л. Обзор: латеральная специализация мозга животных // Физиол. журн. СССР. – 1980. – Т. 66, № 11. – С. 1593-1607.
19. Чуян Е.Н., Темуриянц Н.А., Пономарева В.П., Чирский Н.В. Функциональная асимметрия у человека и животных: влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона. – Симферополь: ЧП «Эльинь», 2004. – 440 с.
20. Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р., Заячникова Т.В. Анальгетический эффект низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты // Миллиметровые волны в биологии и медицине.– 2006. – № 2 (42). – С. 36-56.
21. Dubuisson D., Dennis S.G. The formalin test: a quantitative study of the analgesic effects of morphine, meperidine and brainstem stimulation in rats and cats. –1997. – С 4. – P. 161-164.

22. Golombek D.A., Escobar E., Burin L.J. et al. Time-dependent melatonin analgesia in mice: inhibition by opiate or benzodiazepine antagonist // Eur. J. Pharmacol. – 1991. – Vol. 194, № 1. – P. 25-30.
23. Сантана Вега Л. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокинетического стресса у крыс: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь, 1991. – 21 с.
24. Судаков К.В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу. – М.: Горизонт, 1998. – 263 с.
25. Симонов П.В. Эмоциональный мозг. Физиология, нейроанатомия, психология эмоций. – М.: Наука. – 1981. – 216 с.
26. Хоничева Н.М., Дмитриева И.А., Хрущинская А.А. Индивидуальные особенности поведения крыс: проявления тревожности // ЖВНД. – 1984. – Т. 34. № 3. – С. 537-545.
27. Симонов П.В. Модификация типологии Айзенка для крыс // ЖВНД. – 1984. – Т.5. – С. 953-957.

Поступила в редакцию 20.06.2006 г.

УДК 591.1: 615.849.11

ГИПОКИНЕТИЧЕСКИЙ СТРЕСС МОДИФИЦИРУЕТ БОЛЕВУЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ У КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ВЫЗВАННОЙ ВИСЦЕРАЛЬНОЙ БОЛИ

Чуян Е.Н., Заячникова Т.В., Трибрат Н.С.

Известно, что стресс является одной из адаптационных реакций организма на воздействие факторов внешней среды, которая способствует, с одной стороны, приспособлению и выживанию организма в экстремальных условиях, а с другой – к развитию патологических изменений [1]. Человек и животные постоянно подвергаются действию стрессоров – эмоционального, болевого, гипокинетического (ГК), температурного и др. [2].

Многочисленные литературные данные свидетельствуют о том, что при ограничении подвижности (ГК) нарушается деятельность практически всех органов и систем организма [3 – 5]. Действительно, в наших предыдущих исследованиях показано, что при действии ГК на животных наблюдается значительное увеличение активности симпатoadреналовой системы (САС), снижение неспецифической резистентности и иммунореактивности, изменение поведенческих реакций в тесте «открытого поля», развитие дисинхроноза и пр. [6], что указывает на развитие стресс-реакции. Кроме того, была выявлена способность ГК стресса модифицировать реакции организма животных на действие других факторов различной природы и интенсивности, в частности, развитие инфекционного процесса [7], воздействие слабых электромагнитных излучений сверхнизкой [8] и крайне высокой частоты [9], экспериментально вызванной тонической боли [10]. Модифицирующее же действие ГК на изменение болевой чувствительности у животных при висцеральной боли не изучено. Вместе с тем это имеет большое практическое значение, поскольку, во-первых, лечение многих заболеваний внутренних органов, сопровождается выраженными болевыми синдромами, требуют соблюдения строгого постельного режима. Во-вторых, висцеральная боль отличается от тонической рядом особенностей: сигнализирует о поражении внутренних органов, не локализована, широко иррадирует и свидетельствует не об угрозе повреждения, а о развитии уже достаточно далеко зашедшего патологического процесса [11 – 13].

В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение модифицирующего действия ГК стресса на изменение болевой чувствительности крыс при экспериментально вызванной висцеральной боли.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на взрослых беспородных белых крысах-самцах массой 180-220 грамм ($n = 50$), полученных из питомника научно-исследовательского института биологии Харьковского университета им. В.Н. Каразина. Для эксперимента отбирали животных со средним уровнем двигательной активности и низкой эмоциональностью, определяемых в тесте «открытого поля». Поскольку эти животные, согласно нашим [14] и литературным данным [15], преобладают в популяции, то можно утверждать, что именно у них развивается наиболее типичная реакция на любое воздействие.

У предварительно отобранных животных моделировали висцеральную боль в «уксусном тесте» (УТ) [16] путем введения 2% раствора уксусной кислоты (1 мл на 100 грамм веса) в брюшную полость крысы.

После инъекции каждую крысу возвращали в свою клетку и с помощью специальной компьютерной программы (Институт физиологии им. А.А. Богомольца НАНУ, Киев) регистрировали на протяжении 90 минут наблюдения продолжительность и частоту (количество циклов) поведенческих реакций: болевых (вылизывание живота и корчи) и неболевых (двигательная активность и пассивное поведение). При этом двигательная активность оценивалась по сумме времени перемещения животных по клетке и времени, затраченного животными на принятие пищи и груминг. Длительность пассивного поведения представляла сумму времени, затраченного животными на сон и покой.

Регистрацию продолжительности поведенческих реакций в УТ осуществляли в 1, 3, 5, 7 и 9-е сутки эксперимента.

Всех экспериментальных животных распределяли на две равноценные группы по 25 особей в каждой. Животные первой группы ($n = 25$) составляли контрольную группу (У) и подвергались изолированному действию болевого стресса в УТ. Ко второй группе (ГК+У) относились крысы, которых кроме УТ подвергали предварительному ГК стрессу разной продолжительности: в течение 1-х ($n = 5$), 3-х ($n = 5$), 5-ти ($n = 5$), 7-ми ($n = 5$) и 9-ти ($n = 5$) суток. ГК моделировалась помещением крыс в специальные пеналы из оргстекла, в которых они находились по 22 часа ежедневно. Известно, что такие клетки обеспечивают существенное ограничение подвижности животных по всем направлениям и вызывают стрессовую реакцию [5].

В УТ крысы использовались однократно, после чего выбывали из эксперимента.

Учитывая тот факт, что у грызунов болевой порог в течение суток не постоянен [17], эксперименты проводились в одно и то же время светлой половины суток (с 9.00 до 11.00 часов).

Для количественной оценки модифицирующего влияния ГК стресса на продолжительность болевых реакций у крыс использовался коэффициент модификации (КМ; усл. ед.):

$$КМ = ((X_{ГК+У}) - X_У) / X_У,$$

где $X_У$ – продолжительность болевых реакций у крыс контрольной группы, подвергнутых инъекции уксусной кислоты и $X_{ГК+У}$ – продолжительность болевых реакций у крыс, подвергнутых последовательному действию ГК и инъекции уксусной

кислоты. В том случае, если КМ приближается к нулевому значению, то модифицирующее влияние изучаемого фактора отсутствует.

После проверки экспериментальных данных на нормальность распределения, статистический анализ результатов проводили с помощью параметрических методов. В качестве критерия оценки достоверности наблюдаемых изменений использовали t-критерий Стьюдента. Обработка результатов производилась на ПК с использованием стандартных статистических программ.

Эксперименты проводились с соблюдением принципов «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 1986) и постановления первого национального конгресса по биоэтике (Киев, 2001).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во время тестирования крыс в послеинъекционном периоде висцеральная боль проявлялась в характерных тонических позах, таких, как боковые сгибания и вытягивание туловища, прогибание спины в дорсо-вентральном направлении, трение животом о пол (корчи), а также вылизывании живота. Частота и длительность реакций корчей и вылизывания живота служили показателем интенсивности боли.

После однократного перитонияльного введения 2% раствора уксусной кислоты в 1-е сутки у крыс контрольной группы (У) общая продолжительность болевых реакций составила $1115,50 \pm 29,50$ с, в том числе корчей – $1028,00 \pm 46,00$ с, вылизывания живота – $87,50 \pm 12,5$ с (табл.). Максимумы проявлений болевой реакции вылизывания живота отмечались на 20-ой и 50-ой минутах наблюдения, а полное угасание данной болевой реакции зарегистрировано с 55-ой минуты после инъекции уксусной кислоты (рис. 1 – А). Максимум продолжительности болевой реакции корчей зарегистрирован на 45-ой минуте, а угасание с 55-ой минуты наблюдения (рис. 1 – Б). Частота (количество циклов) болевых реакций вылизывания живота составила $187,50 \pm 12,50$ циклов, корчей – $1028,00 \pm 46,00$ циклов за 90 минут наблюдения (рис. 2 – А, Б).

Продолжительности неболевых поведенческих реакций у животных первой группы представлены в таблице.

У крыс второй группы, которые перед УТ подвергались суточному ограничению подвижности общая продолжительность болевых реакций уменьшилась на 27,37 % ($p < 0,05$) (реакции вылизывания живота – на 91,71 % ($p < 0,01$)) (рис. 1 – А), корчей – на 21,89 % ($p < 0,05$) (рис. 1 – Б)) относительно значений данных показателей у крыс контрольной группы.

Максимум проявления болевой реакции вылизывания живота отмечался на 30-ой минуте, однако его амплитуда была меньше на 74,11% ($p < 0,01$) по сравнению с таковой у животных контрольной группы (У). Угасание данной болевой реакции происходило с 35-ой минуты наблюдения, то есть на 20 минут раньше, чем у животных, которые до инъекции уксусной кислоты не подвергались действию суточной ГК. Максимум продолжительности болевой реакции корчей отмечался также на 30-ой минуте наблюдения.

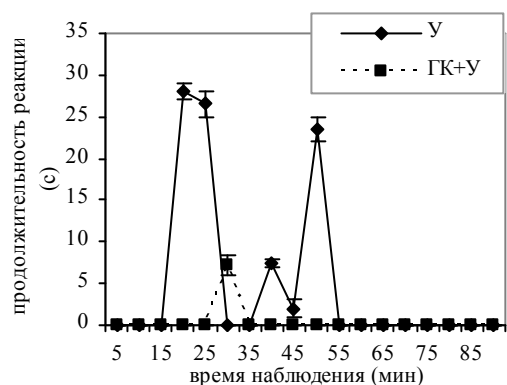
Таблица.

Изменение продолжительности (с) болевых и неболевых поведенческих реакций у крыс, подвергнутых изолированному (У) и комбинированному с гипокинетическим стрессом (ГК+У) действию экспериментально вызванной висцеральной боли ($M \pm m$)

№	Продолжительность эксперимента (сутки)									
	1		3		5		7		9	
	Экспериментальные группы животных									
Тип поведенческих реакций	У	ГК+У	У	ГК+У	У	ГК+У	У	ГК+У	У	ГК+У
Вылизывание живота	87,50±12,50	7,25±1,25 p<0,01	113,50±16,50	84,50±12,50	73,50±12,50	213,00±50,00 p<0,05	79,00±15,00	179,00±16,00 p<0,01	96,50±32,50	237,00±14,00 p<0,05
Корчи	1028,00±46,00	803,00±43,00 p<0,05	1060,00±122,00	57,00±12,00 p<0,001	1087,00±40,00	885,00±47,00 p<0,05	924,00±17,00	1012,50±21,00 p<0,05	826,00±39,00	1203,00±58,00 p<0,01
Бег	1864,00±87,20	2741,00±70,00 p<0,001	1638,00±89,00	2963,50±108,50 p<0,001	1765,00±63,00	1874,00±112,00	1823,00±65,00	821,00±75,00 p<0,001	1901,00±78,00	427,00±21 p<0,001
Груминг	1263,50±53,50	985,50±36,50 p<0,02	1102,50±60,50	488,00±75,00 p<0,01	986,00±55,00	569,00±22,00 p<0,001	976,50±50,50	122,00±39,00 p<0,001	864,00±57,00	721,00±40,00
Прием пищи	403,00±44,00	656,25±33,00 p<0,01	795,50±60,50	1516,00±71,00 p<0,001	1056,50±65,50	1577,00±20,00 p<0,01	1056,50±67,50	359,00±68,00 p<0,01	791,50±48,50	893,00±78,00
Сон	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Покой	754,00±58,00	207,00±16,00 p<0,02	705,50±90,50	291,50±39,50 p<0,05	631,50±64,50	495,00±44,00	440,50±26,50	529,00±51,00	689,50±17,50	745,50±37,00

Примечание: p – достоверность различий по критерию Стьюдента относительно значений у животных, подвергнутых действию изолированного болевого стресса

А



Б

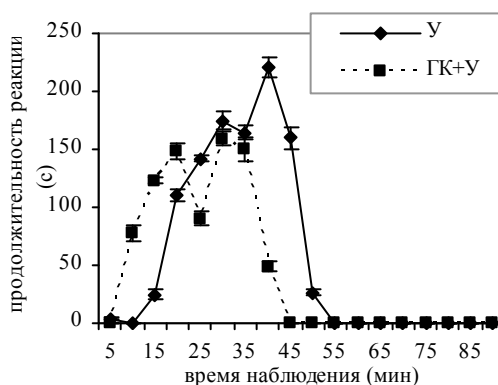


Рис. 1. Динамика продолжительности (с) болевых поведенческих реакций (вылизывания живота (А) и корчей (Б)) у крыс, подвергнутых изолированному (У) и комбинированному с суточной гипокинезией (ГК+У) действию экспериментально вызванной висцеральной боли.

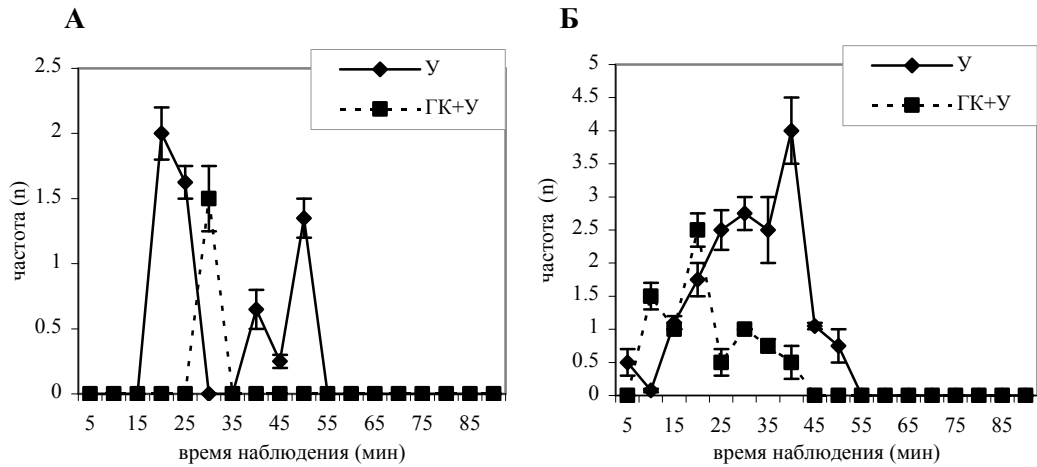


Рис. 2. Изменение частоты (количества циклов) болевых поведенческих реакций вылизывания живота (А) и корчей (Б) у крыс, подвергнутых изолированному (У) и комбинированному с суточной гипокинезией (ГК+У) действию экспериментально вызванной висцеральной боли.

При этом его амплитуда была меньше на 27,91% ($p < 0,05$) максимальной продолжительности данной реакции у крыс контрольной группы. Полное угасание данной болевой реакции зарегистрировано на 45-ой минуте наблюдения, то есть на 10 минут раньше, чем у животных, подвергнутых изолированной инъекции уксусной кислоты.

Наряду с изменениями продолжительности болевых реакций, суточное ограничение подвижности крыс вызвало и изменение частоты этих реакций. Так, частота болевых реакций в УТ у крыс, предварительно подвергавшихся ГК стрессу за 90 минут наблюдения была меньше на 55,14 % ($p < 0,05$) (реакции вылизывания живота – на 57,45 % ($p < 0,05$), корчей – на 54,34 % ($p < 0,05$)) по сравнению со значениями данных показателей у крыс в контрольной группе (рис. 2 – А, Б).

Предварительное воздействие ГК стресса изменило и продолжительность неболевых поведенческих реакций у крыс после воздействия болевого фактора. При этом длительность двигательной активности увеличилась на 24,14% ($p < 0,05$), а пассивного поведения, напротив, уменьшилась на 72,55% ($p < 0,02$) по сравнению со значениями соответствующих показателей у крыс, подвергавшихся только воздействию болевого фактора (табл.; рис.3 – Б).

Таким образом, в УТ у животных, которые предварительно подвергались воздействию суточного ГК стресса, наблюдалось уменьшение продолжительности болевых реакций и увеличение двигательной активности.

Модифицирующее влияние ГК на изменение болевой чувствительности крыс в УТ подтверждается так же КМ общей продолжительности болевых реакций, который составила -0,27 усл. ед., в том числе реакция вылизывания живота -0,92 усл. ед. и корчей -0,22 усл. ед.) (рис. 4).

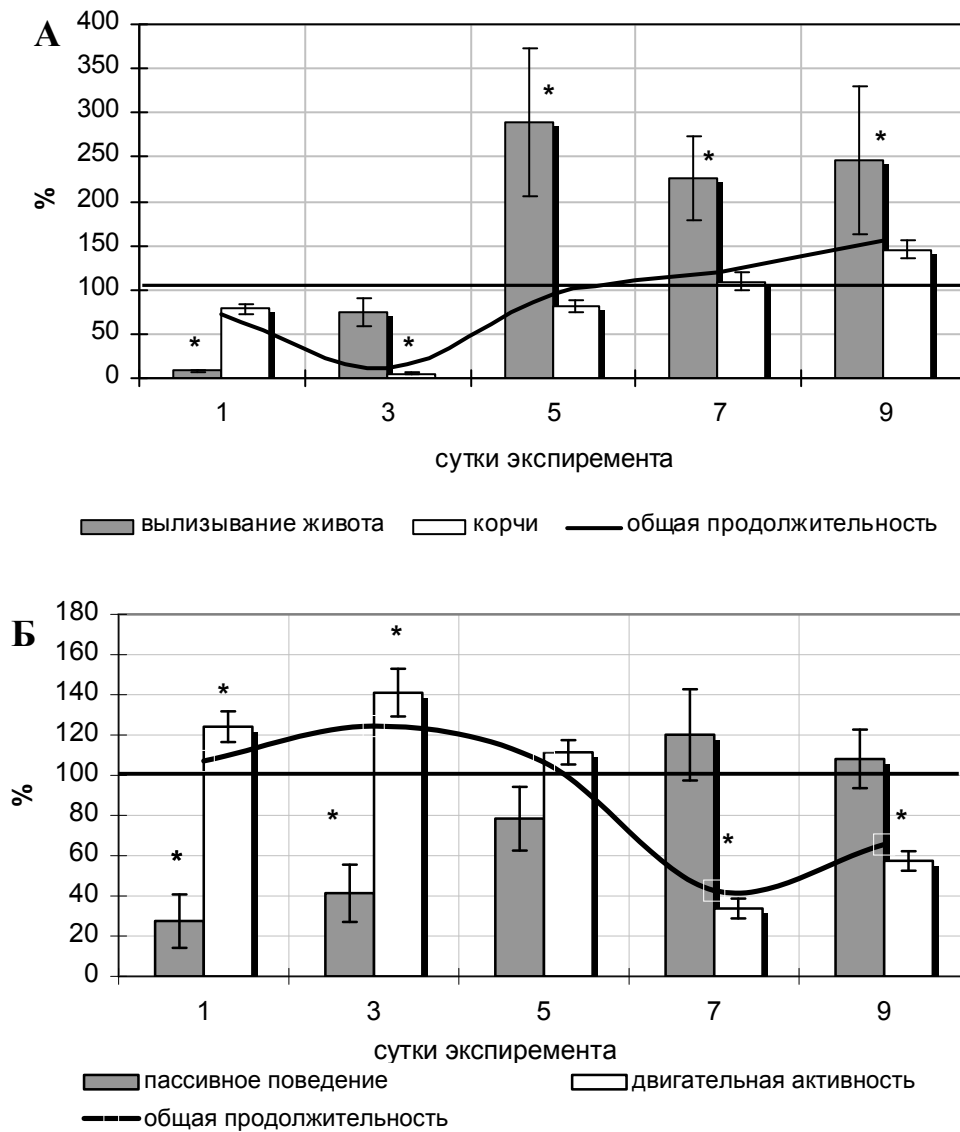


Рис. 3. Изменение продолжительности болевых (вылизывания живота и корчей) (А) и неболевых (двигательной активности и пассивного поведения) (Б) поведенческих реакций у крыс, подвергнутых комбинированному действию гипокинезии и болевого фактора в «уксусном тесте» в течение девяти суток наблюдения (в % относительно значений у животных, подвергнутых действию болевого фактора, принятых за 100 %).

Примечание: * – достоверность различий по критерию Стьюдента относительно значений у животных, подвергнутых действию изолированного болевого стресса.

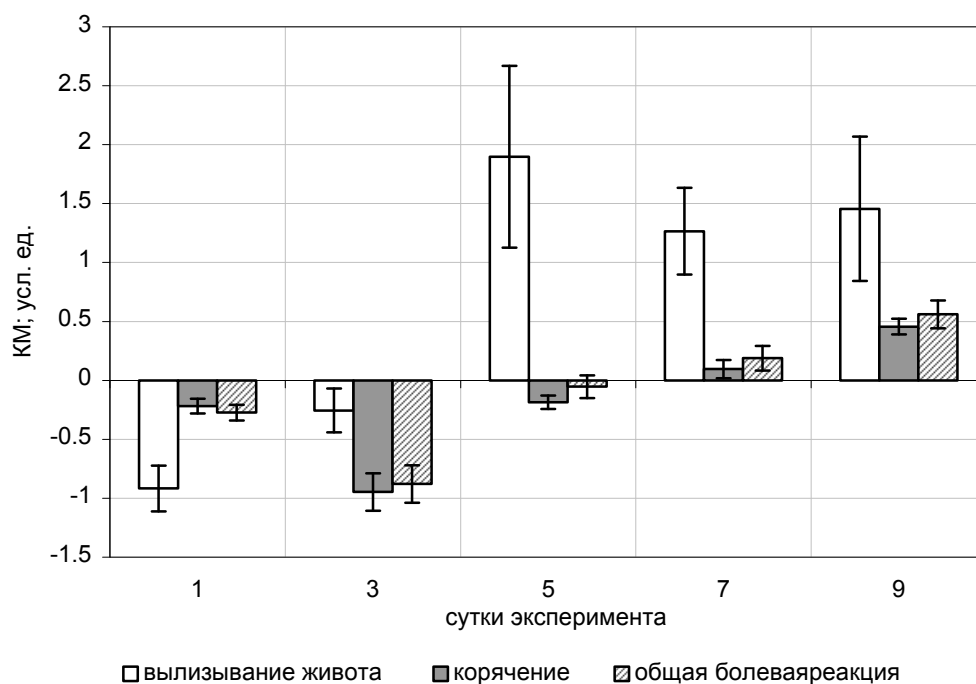


Рис. 4. Коэффициент модифицирующего действия (КМ, усл.ед.) гипокинетического стресса на изменение продолжительности болевых поведенческих реакций (вылизывания живота и корчей) у крыс в „уксусном тесте” в течение девяти суток наблюдения.

Модифицирующее действие ГК стресса на изменение поведенческих реакций у крыс при висцеральной боли проявлялось и в последующие сутки ограничения подвижности. Однако направленность этих изменений зависела от продолжительности ГК.

Так, после 3-х суток ГК наблюдалось максимальное уменьшение общей продолжительности болевых реакций на 87,94 % ($p < 0,01$), что реализовалось в основном за счет уменьшения продолжительности реакции корчей на 94,62 % ($p < 0,001$) относительно значений у животных контрольной группы (таб., рис. 3 – А). Модифицирующее влияние 3-х суточной ГК на изменение болевой чувствительности у крыс подтверждается уменьшением КМ общей продолжительности болевой реакции до -0,88 усл. ед. (реакции вылизывания живота до -0,26 усл. ед. и корчей до -0,95 усл. ед. соответственно) (рис. 4), что свидетельствует о снижении болевой чувствительности животных после предварительного трехсуточного ограничения подвижности.

Анализ продолжительности неболевых поведенческих реакций показал, что длительность двигательной активности увеличилась на 41,7 % ($p < 0,05$) (бега – на 80,92 % ($p < 0,001$), приема пищи – на 90,57 % ($p < 0,001$)), а пассивного поведения и реакции груминга, напротив, уменьшилась на 58,68 % ($p < 0,05$) и 55,74 % ($p < 0,001$)

соответственно относительно значений этих показателей у животных первой группы (таб., рис. 3 – Б).

После пятисуточной ГК динамика длительности поведенческих реакций у крыс в УТ изменилась. Так, по сравнению со значениями, зарегистрированными у животных данной группы на 3-и сутки ограничения подвижности произошло увеличение общей продолжительности болевых реакций на 82,56% ($p < 0,01$) (вылизывания живота – на 215,35% ($p < 0,001$), корчей – на 76,04 % ($p < 0,01$)). При этом относительно значений этих показателей у крыс контрольной группы отмечалось увеличение общей продолжительности болевой реакции вылизывания живота на 189,79% ($p < 0,05$) на фоне уменьшения продолжительности реакции корчей на 18,58% ($p < 0,05$). При этом КМ общей продолжительности болевой реакции составил -0,05 усл. ед. (вылизывание живота до +1,90 усл. ед. и корчей -0,19 усл. ед.) (рис. 4). Следовательно КМ общей продолжительности болевой реакции на пятые сутки ГК приблизился к нулевому значению, что свидетельствует об отсутствии модифицирующего влияния ограничения подвижности на изменения болевой чувствительности.

Изменялись также продолжительности и неболевых поведенческих реакций: длительность двигательной активности уменьшилась на 29,65 % ($p < 0,05$), а пассивного поведения, напротив, увеличилась на 37,06 % ($p < 0,05$) относительно значений у крыс, подвергнутых 3-хсуточной ГК. (табл.; рис. 3 – Б).

Начиная с 7-х суток ограничения подвижности, общая продолжительность болевых реакций у животных второй группы (ГК+У) увеличилась за счет увеличения реакции вылизывания живота на 126,58% ($p < 0,01$) относительно значений у животных контрольной группы. Эти данные подтверждаются и увеличением КМ общей продолжительности болевых реакций, который составил +0,03 усл. ед., (реакций вылизывание живота и корчей +1,27 усл. ед. и +0,10 усл. ед.) (рис. 4). Таким образом, начиная с 7-х суток ограничения подвижности КМ общей продолжительности болевой реакции оказался выше нулевого значения, что свидетельствует о модифицирующем влиянии болевого фактора.

Изменилась и длительность неболевых реакций: двигательной активности уменьшилась на 66,23% ($p < 0,01$), а пассивного поведения имела тенденцию к увеличению относительно значений у животных, подвергнутых только инъекции уксусной кислоты (таб., рис. 3 – А, Б).

После 9-тисуточной ГК общая продолжительность болевых реакций увеличилась на 56,10 % ($p < 0,01$) (вылизывания живота – на 145,59 % ($p < 0,05$), корчей – на 45,64 % ($p < 0,01$)) относительно значений у животных контрольной группы, что подтверждалось и увеличением КМ до +0,56 усл. ед. (вылизывания живота до + 1,46 усл. ед. и корчей +0,46 усл. ед. соответственно) (рис. 4).

Продолжительность двигательных неболевых реакций уменьшилась на 42,61 % ($p < 0,01$), а пассивного поведения, напротив имела тенденцию к увеличению относительно значений данных показателей у животных первой группы (рис. 3 – Б).

Таким образом, результаты данного исследования позволили выявить способность ГК стресса модифицировать уровень болевой чувствительности, что проявлялось в изменении продолжительности поведенческих реакций у крыс при

висцеральной боли. Кроме того, показано, что модификация болевой чувствительности крыс в УТ зависит от продолжительности ГК стресса. При адаптации крыс к непродолжительному ГК стрессу (с 1-х по 5-е сутки) повышалась резистентность к болевому стрессу, что проявлялось в уменьшении продолжительности болевых реакций и увеличении двигательной активности после воздействия болевого фактора. Увеличение двигательной активности после ГК согласуется с исследованиями А.Д. Слонима и его школы [18], в которых показано, что относительно непродолжительное ограничение подвижности сопровождается компенсаторным увеличением двигательной активности в оставшееся время суток с целью, поддержания постоянства суточного объема общей активности. Кроме того, в наших предыдущих исследованиях показано, что при действии ГК стресса у крыс со средним уровнем двигательной активности происходит увеличение двигательной активности в тесте «открытого поля» [6]. По-видимому, это связано с тем, что изменение поведения на первых этапах адаптации к действию различных экстремальных факторов является интегральным показателем характера ответа на воздействия разной природы и интенсивности. При этом чаще всего доминирует форма поведения, связанная с повышением общей возбудимости [19, 20], которая обычно характеризует развитие первой стадии стресса [14, 21]. Поэтому увеличение двигательной активности на фоне уменьшения продолжительности болевых реакций у животных с 1-х по 5-е сутки ГК является оптимальным для развития адаптивного поведения и предохраняет организм от неблагоприятных последствий первого периода ограничения подвижности и болевого стресса.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о развитии в организме крыс в течение первых пяти суток ГК перекрестной или кросс-адаптации. Это означает, что адаптация к какому-либо стрессору, в частности к ГК, может не только повышать устойчивость организма к действию данного стрессора, т.е. вызывать прямой защитный эффект, но и увеличивать устойчивость к действию других стрессоров, в данном случае к болевому [22]. Результаты исследования согласуются с литературными, в которых показано, что у животных, перенесших иммобилизационный стресс, болевой порог увеличился более чем вдвое [23].

Известно, что при стрессе, наряду с увеличением активности стресс-реализующих систем, происходит активация стресс-лимитирующих систем организма, в частности, системы эндогенных опиоидных пептидов (ОпП) и серотонина (СТ), которые одновременно являются основными обезболивающими системами организма. Они способны ограничивать активность стресс-реализующих систем и тем самым чрезмерное развитие в организме стресс-реакции на центральном и периферическом уровнях [24 – 26]. Показано, что активация системы ОпП при стрессе прямо пропорциональна степени активности стресс-реализующих систем (САС и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой (ГГНС)). Выделяющиеся при стрессе катихоламины (КА) стимулируют выработку ОпП, которые в свою очередь уменьшают активность САС главным образом за счет ограничения выработки КА надпочечниками (КА и энкефалины содержатся в одних и тех же хромаффинных везикулах надпочечников) и угнетения через ОпП рецепторы

процесса высвобождения норадреналина из симпатических терминалей [27, 28]. Так, по механизму обратной связи снижается выраженность стресс-реакции и предотвращаются ее повреждающие эффекты [29, 30], что сопровождается такими защитными явлениями, как повышение болевого порога и развитие анальгезии [31], изменение поведения, гипертермия [32] и др. Причем указанные явления предупреждаются блокаторами Оп рецепторов или ингибиторами синтеза пептидов. Литературные данные свидетельствуют о том, что при развитии стресс-реакции на ограничение подвижности происходит также быстрая активация СТ-ергической системы в мозге [33]. Благодаря наличию СТ рецепторов в корковом слое надпочечников, СТ тормозит выделение железами глюкокортикоидов, снижая тем самым активность ГГНС [34]. Изложенное выше в совокупности с нашими данными позволяет полагать, что при ГК стрессе реализуется определенное взаимодействие между системой ОпП и СТ-ергической системой. Оно состоит в том, что активация СТ-ергической системы приводит к стимуляции секреции ОпП, а последние в свою очередь поддерживают (потенцируют) активацию СТ-ергической системы [35].

Таким образом, возникающая при действии одного стрессорного фактора (ГК) активация системы ОпП и СТ и, обусловленная этой активацией анальгезия способна защищать организм животного от повреждающего действия болевого стресса.

Однако продолжительном ограничении подвижности (7-9 сутки) при действии болевого фактора наблюдалось увеличение продолжительности болевых реакций на фоне снижения длительности двигательной активности. По-видимому, это связано с тем, что болевой стресс на фоне продолжительного ГК стресса вызывает у животных увеличение общего двигательного дефицита и развитие защитной реакции «затаивания», являющейся результатом эмоциональной реакции страха, состояния общего угнетения центральной нервной системы животного [36] или проявления депрессивно-подобного состояния [37].

Такие изменения поведенческих реакций могут быть связаны с тем, что 7-9-тисуточное ограничение подвижности крыс соответствует стадии тревоги – первому и наиболее тяжелому периоду ГК стресса [38, 39]. При этом происходит значительное увеличение активности стресс-реализующих (ГГНС и САС) [5, 40, 41] и снижение активности стресс-лимитирующих систем [42]. В частности показано, что после длительных стрессорных воздействий не наблюдается увеличения уровня СТ в мозге [43]. Аналогично этому продолжительный «патологический» стресс, в отличие от кратковременного «физиологического», приводит не к повышению, а к значительному снижению концентрации энкефалинов в крови, нарушению процессов секреции и депонирования их в надпочечниках [44]. По мнению Ю.Б. Лишманова с соавт. [44] такое изменение активности эндогенной опиоидной системы отражает интенсивность развития стресс-реакции и может служить предикатором перехода «физиологического» стресса в «патологический».

Таким образом, можно предположить, что значительное увеличение активности САС, одной из важнейших стресс-реализующих систем, и угнетение активности стресс-лимитирующих систем (ОпП, СТ) при длительной ГК приводят к повреждающим эффектам стресс-реакции и увеличению болевой чувствительности.

Следовательно, при длительной стресс-реакции основные адаптивные эффекты трансформируются в повреждающие и могут стать основой стрессорных болезней.

Полученные результаты свидетельствуют о важной роли функционального состояния организма вообще и активности стресс-лимитирующих и стресс-реализующих систем, в частности, в регуляции болевой чувствительности.

ВЫВОДЫ

1. Гипокинетический стресс модифицирует болевую чувствительность у животных при экспериментально вызванной висцеральной боли, что проявляется в изменении продолжительности болевых и неболевых поведенческих реакций в «кукусном тесте».

2. При адаптации крыс к непродолжительному гипокинетическому стрессу (первые пять суток ограничения подвижности) повышается резистентность к болевому стрессу, что выражается в уменьшении продолжительности болевых реакций и увеличении двигательной активности и свидетельствует о развитии в организме перекрестной адаптации.

3. При адаптации крыс к продолжительному гипокинетическому стрессу (7-9 сутки) происходит увеличение продолжительности болевых реакций на фоне угнетения двигательной активности, что свидетельствует об увеличении болевой чувствительности животных при экспериментально вызванной висцеральной боли.

Список литературы

1. Вальдман А.В. Боль как эмоционально-стрессовая реакция // Вестн. АМН СССР. – 1980. – № 9. – С. 11-17.
2. Пшенникова М.Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии // Пат. физиол. – 2001. – №2. – С. 26-30.
3. Мотылянская Р.Е., Каплан Э.Е., Велитченко В.К., Артамонов В.Н. Двигательная активность – важное условие здорового образа жизни // Теория и практика физической культуры. – 1990. – № 1. – С. 14-18.
4. Смирнов К.В. Пищеварение и гипокинезия. – М.: Медицина, 1990. – 224 с.
5. Коваленко Е.А., Гуровский Н.Н. Гипокинезия. – М.: Медицина, 1980. – 307 с.
6. Чуян Е.Н. Нейроиммуноэндокринные механизмы адаптации к действию низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты: Автореф. дисс. ... доктора биол. наук: 03.00.13 / КНУ. – Киев, 2004. – 40 с.
7. Чуян Е.Н., Заячникова Т.В., Чирский Н.В., Модифицирующее действие гипокинетического стресса на иммунологическую реактивность организма крыс // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения: Труды Крымского государственного университета им. С.И. Георгиевского. – 2005. – Т. 141, часть 4. – С. 86-95.
8. Темуриянц Н.А. Нервные и гуморальные механизмы адаптации к действию неионизирующих излучений: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1989. – 44 с.
9. Чуян Е.Н., Темуриянц Н.А., Московчук О.Б., Чирский Н.В., Верко Н.П., Туманянц Е.Н., Пономарева В.П. Физиологические механизмы биологических эффектов низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ. – Симферополь: ЧП «Эльинь», 2003. – 448 с.
10. Чуян Е.Н., Заячникова Т.В. Модификация поведенческих реакций у крыс с экспериментально вызванной тонической болью с помощью гипокинетического стресса // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57), № 2. – С. 192-198.

11. Калужный Л. В. Физиологические механизмы регуляции болевой чувствительности. – М.: Медицина, 1984. – 216 с.
12. Вейн А.М., Авруцкий М.Я. Боль и обезболивание – М.: Медицина, 1997. – 280 с.
13. Женило В.М., Азнаурьян И.А., Абрамов Ю.Б. Современные представления о функционировании ноцицептивной и антиноцицептивной систем организма // Вестник интенсивной терапии. – 2000. – № 2. – С. 30-35.
14. Чуян Е.Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокINETического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями. Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / Симферопольский гос. ун-т, 1992. – 22 с.
15. Сантана Вега Л. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокINETического стресса у крыс: Автореф. дис...канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь, 1991. – 21 с.
16. Koster R., Anderson M., De Beer E.J. Acetic acid for analgesic screening // Fed. Proc. – Vol. 18. – 1959. – P. 412-413.
17. Golombek D.A., Escolar E., Burin L.J. et al. Time-dependent melatonin analgesia in mice: inhibition by opiate or benzodiazepine antagonist // Eur. J. Pharmacol. – 1991. – Vol. 194, № 1. – P. 25-30.
18. Слоним А.Д. Виды и формы адаптивного поведения животных // Руководство по физиологии. Физиология поведения. Нейрофизиологические закономерности. – Л.: Наука, 1986. – С. 23-79.
19. Вальдман А.В., Козловская М.М., Медведев О.С. Фармакологическая регуляция эмоционального стресса. – М.: Медицина, 1979. – 360 с.
20. Галеева А.Ю., Жуков Д.А. Влияние эмоционального стресса на поведенческие и эндокринные показатели крыс, селектированных на противоположной способности к активному избеганию // ЖВНД. – 1996. – Т. 46, № 5. – С. 929-935.
21. Семагин В.С., Зухарь А.В., Куликов М.А. Тип нервной системы, стрессоустойчивость и репродуктивная функция. – М.: Наука, 1988. – 134 с.
22. Меерсон Ф.З. Физиология адаптационных процессов. – М.: Наука, 1986. – 635 с.
23. Olivero A., Castellano C., Puglisi-Allegra S. Anticonvulsant effects of stress: role of endogenous opioids // Brain Research. – 1983. – Vol. 271. – P. 193-195.
24. Меерсон Ф. З. Адаптация, стресс и профилактика – М.: Наука, 1981. – 278 с.
25. Меерсон Ф.З. Стресс-лимитирующие системы организма и их роль в предупреждении ишемических повреждений сердца // Бюл. Всесоюз. кардиол. науч. центра АМН СССР. – 1985. – № 1. – С. 34-43.
26. Пшенникова М.Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии // Пат. физиол. и эксперим. терапия. – 2000. – № 2. – С. 28-32.
27. Calogero A. E. Neurotransmitter regulation of the hypothalamic corticotropin-releasing hormone neuron // Ann. N. Y. Acad. Sci. – 1995. – Vol. 771. – P. 31-40.
28. Лишманов Ю.Б., Маслов Л.Н. Опиоидные рецепторы и резистентность сердца к аритмогенным воздействиям // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2004. – Т. 138, № 3. – С. 124-131.
29. Lai Y., Horita A., Chou C.K., Guy A.W. Low-level microwave irradiation attenuates naloxone-induced withdrawal syndrome in morphine-dependent rats // Pharmacol. Biochem. And Behav. – 1986. – Vol. 24, №1. – P. 151-153.
30. Andersson S., Lundeberg T. Acupuncture – from empiricism to science: the functional background to acupuncture effects in pain and disease // Med. Hypotheses. – 1995. – Vol. 45, № 3. – P. 271-281.
31. Devoto P., Flore G., Pira L., Diana M., Gessa G.L. Co-release of noradrenaline and dopamine in the prefrontal cortex after acute morphine and during morphine withdrawal // Psychopharmacology. 2002. – Vol. 160. – P. 220-224.
32. Millan M.J. The neurobiology and control of anxious states // Progress in Neurobiology. – 2003. – Vol. 70. – P. 83-244.
33. Culman J., Kiss A. and Kvetnansky R. Serotonin and tryptophan hydroxylase in isolated hypothalamic and brain stem nuclei of rats exposed to acute and repeated immobilization stress // Exp. din. Endocr. – 1984. – Vol. 83. – P. 28-36.

34. Федосеева Г.В., Жихарев С.С., Гончарова В.А., Качанова Т.А., Разумовская Т.Л. Роль серотонина, гистамина и калликреин-кининовой системы в патогенезе приступов удушья при бронхиальной астме // Тер. Архив. – 1992. – № 1. – С. 47-53.
35. Чуян Е.Н., Махонина М.М. Значение системы эндогенных опиоидных пептидов в реакциях организма животных на воздействие низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты // Психофізіологічні та вісцеральні функції в нормі і патології. Тези доповідей III Всеукраїнської наукової конференції, присвяченої 70-річчю з дня народження Г.М. Чайченко. – Київ: Знання України, 2006. – С. 49.
36. Симонов П.В. Эмоциональный мозг. – М.: Наука, 1981. – 216 с.
37. Pare W.P. Open field, learned helplessness, conditioned defensive burying, and forced-swim tests in WKY rats // Physiol. Behav. – 1994. – Vol. 55. – P. 433-439.
38. Португалов В.В., Ильина – Какуева Е.И., Старостин В.И., Рохленко К.Д., Савик З.Ф. Структурные и цитохимические изменения скелетных мышц при ограничении подвижности // Арх. анат., гистол., эмбриол. – 1971. – Т. 61, № 11. – С. 82-90.
39. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дис... канд. биол. наук: СГУ. – Симферополь, 1985. – 25 с.
40. Малыгина В.И. Симпатоадреналовая система крыс при адаптации к гипокинезии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Симферополь, 1989. – 23 с.
41. Чуян Е.Н., Заячникова Т.В. Модифицирующее действие гипокинетического стресса на изменение активности симпатоадреналовой системы при инфицировании крыс // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 3. – С. 198-205.
42. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 253 с.
43. Joseph M.H., Kennet G.A. In vivo voltammetry in the rat hippocampus as an index of drug effects on extraneuronal 5-HT // Neuropharmacology. – 1981. – Vol. 20(12B). – P. 1361-1364.
44. Лишманов Ю.Б., Маслов Л.Н., Маслова Л.В., Кривоногов Н.Г. Опиоидные пептиды в динамике «физиологического» и «патологического» стресса // Пат. физиология и экспер. терапия. – 1990. – № 4. – С. 7-9.

Поступила в редакцию 20.09.2006 г.

УДК 591.1: 615.849.11

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО МИКРОСПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ В ЛЕЙКОЦИТАХ КРОВИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Чуян Е.Н., Махонина М.М., Костюк И.В.

В настоящее время общепризнанно, что в формировании ответа организма на действие раздражителей различной природы и интенсивности существенную роль играет симпатoadренальная система (САС), как одна из основных стресс-реализующих систем организма. Ее как центральное гипоталамическое, так и периферические звенья (в частности, адреномедулярное) активно участвуют в формировании адаптационных реакций [1, 2].

В наших предыдущих исследованиях [3] показано изменение активности САС при гипокинетическом (ГК) стрессе, изолированном и комбинированном с ГК воздействии низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ). Кроме того, поскольку на основании представления о стресс-лимитирующих системах [4] можно полагать, что защитный эффект этих систем при стрессе состоит в том, что они взаимодействуют со стресс-реализующими системами, ограничивая активацию последних, мы изучили взаимодействие САС с системой эндогенных опиоидных пептидов (ОпП) – одной из главных стресс-лимитирующих систем организма [5]. В этих экспериментальных исследованиях мы использовали гистофлуоресцентный [6, 7] и цитохимический [8] методы, адекватно характеризующие функциональную активность САС. Однако применяемые нами и другими исследователями гистофлуоресцентные методы, в основе которых лежит способность глиоксалевой кислоты образовывать при взаимодействии с моноаминами флюорофоры, позволяют в основном выявлять определенные изменения морфологических характеристик разных отделов САС при различных воздействиях, а, следовательно, не дают возможности получить точные количественные характеристик наблюдаемых изменений. Кроме того, эти методы являются очень трудоемкими и требуют сложной, дорогой аппаратуры. Наиболее простым в техническом исполнении является цитохимический анализ катехоламинов (КА) в эритроцитах периферической крови [7], позволяющий судить об изменении активности САС в целом, поскольку содержание КА в этих клетках коррелирует с уровнем адреналина и норадреналина в плазме крови [9, 10]. Однако и этот метод не лишен недостатков, поскольку является полуколичественным, а значит, связан с субъективизмом оценки полученных результатов.

Вместе с тем в настоящее время активно разрабатываются методы, позволяющие *in vivo* исследовать функциональные изменения органов и тканей на клеточном и молекулярном уровнях. Наиболее перспективными и активно разрабатываемыми подходами для решения подобных задач являются флуоресцентные методы. Основными преимуществами люминесцентной микроскопии являются высокая чувствительность (чувствительнее обычных цито- и гистохимических методов не менее чем в 1000 раз), возможность количественного измерения содержания различных химических компонентов ткани и клеток, доступность аппаратуры [11].

В связи с этим целью данной работы явилось обоснование применения микроспектрального люминесцентного анализа для определения содержания КА в лейкоцитах крови крыс при воздействиях ЭМИ КВЧ, стресса и введения налоксона, что может дать важную информацию о состоянии обмена КА в организме.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальная часть работы выполнена на 80 белых беспородных белых крысах-самцах, массой 180 – 220 граммов, полученных из опытно-экспериментального питомника Института Гигиены и Медицинской Экологии, фирма «Феникс» (г. Киев).

В экспериментальные группы отбирали животных одинакового возраста и веса со средней двигательной активностью и низкой эмоциональностью, определяемых в тесте «открытого поля». Такой отбор позволил сформировать однородные группы животных, однотипно реагирующих на воздействия. Предварительно отобранные животные были разделены на восемь групп по десять особей в каждой.

К первой группе относились животные, которые в течение девяти суток содержались в обычных условиях вивария и служили биологическим контролем (К). Крысы второй группы ежедневно подвергались 30-минутному воздействию ЭМИ КВЧ на затылочно-воротниковую область (КВЧ). Третью группу составляли крысы, находившиеся в условиях экспериментальной стресс-реакции, которая моделировалась девятисуточным ограничением подвижности (гипокинезия, ГК). Крысы четвертой группы подвергались комбинированному воздействию ГК и ЭМИ КВЧ (ГК+КВЧ).

Воздействие ЭМИ КВЧ осуществляли ежедневно с 8.30 до 11.00 часов по 30 минут в течение девяти суток с помощью одноканальных генераторов «Луч. КВЧ–071» (регистрационное свидетельство № 783/99 от 14.07.99, выданное КНМТ МОЗ Украины о праве на применение в медицинской практике в Украине): рабочая длина волны – 7,1 мм; плотность потока мощности – 0,1 мВт/см²; частота модуляции 10±0,1 Гц; габаритные размеры излучателя, выполненного в виде «точки» – 18 x 23 мм. Для осуществления контроля над наличием ЭМИ и его мощности на выходе канала излучателя использовали сервисный прибор «РАМЕД. ЭКСПЕРТ» (ТМ 0158.00.00.00. – СП). Приборы изготовлены Центром радиофизических методов диагностики и терапии «РАМЕД» Института технической механики НАНУ, г. Днепропетровск.

ГК создавалась путем помещения крыс в специальные кассеты из оргстекла (140 × 60 × 60 мм для каждой крысы), в которых они находились в течение девяти суток по 20 часов. Ограничение подвижности крыс в клетках-пеналах вызывает стрессовую реакцию, которая зависит от степени жесткости ГК [12]. В течение четырех остальных часов проводили экспериментальные исследования, кормление и уход за животными. Полученная экспериментальная модель позволила создать одинаковую степень «жесткости» ГК для всех животных, что является необходимым условием для получения сопоставимых результатов.

Крысам пятой (К+Н), шестой (КВЧ+Н), седьмой (ГК+Н) и восьмой (ГК+КВЧ+Н) групп дополнительно с описанными экспериментальными воздействиями вводили синтетический блокатор рецепторов ОпП внутримышечно (наружная поверхность бедра) налоксон в дозе 0,4 мг/кг.

Налоксон-М 0,04% раствор по 1 мл в ампулах, разработка ГНЦЛС, г. Харьков и ХГФП «Здоров'я народу». Налоксон-М является ((-)-17-аллил-4,5(-эпокси-3,14-дигидроксиморфин-6-он) гидрохлорида дигидратом, принадлежит к группе неселективных блокаторов всех субтипов опиоидных рецепторов (ОР), устраняет центральное и периферическое действие ОпП, включая эндогенные эндорфины, проникает через гематоэнцефалический и плацентарный барьеры. Препарат вводили в течение девяти дней эксперимента в одно и то же время с 8.00 до 10.00 часов, т.е. за 30 минут до КВЧ-воздействия. Это связано с тем, что при внутримышечном введении начинает действовать через 2-3 минуты, продолжительность его действия 2,5-3 часа, средний период полувыведения составляет 1 – 1,5 часа [13].

Забор периферической крови осуществлялся в первые, третьи, пятые, седьмые и девятые сутки эксперимента путем пункции хвостовой вены.

Содержание КА в лейкоцитах периферической крови проводили по методу В. Falck [14] в модификации В.П. Новицкой [15]. Метод основан на реакции моноаминов с формальдегидными парами, в ходе которой образуются флуоресцирующие соединения, дающие ярко-зеленое свечение. Иных методов выявления моноаминов в мазках периферической крови в доступной нам литературе мы не встретили, тогда как определения уровня моноаминов в клетках крови могло бы дать важную информацию о состоянии обмена моноаминов в организме.

Установка для регистрации спектров люминесценции одиночных лейкоцитов состоит из люминесцентного микроскопа МЛ-4 со спектрализующим устройством (фотометрическая насадка ФМЭЛ-К), фотоэлектронного умножителя (ФЭУ – прибор, необходимый для преобразования света в электрический ток), аналогово-цифрового преобразователя, персонального компьютера. Для регистрации и обработки сигналов с микрофлюориметра была написана программа (автор – Попов В.В.) (рис. 1).

После инкубации в формальдегидных парах мазки крови исследовали под глицериновой иммерсией с использованием люминесцентного микроскопа на длине волны 450 нм при длине возбуждающего света 405 нм. Величину сигнала рассчитывали в условных единицах, что не является истинным показателем абсолютного количества вещества в клетке, но прямо пропорционально этому количеству. Среднее содержание КА рассчитывали после измерения яркости

свечения десяти лейкоцитов в каждом мазке крови. Автофлуоресценцию предметного стекла без мазка крови использовали как контроль и вычитали из средней величины флуоресценции лейкоцитов.

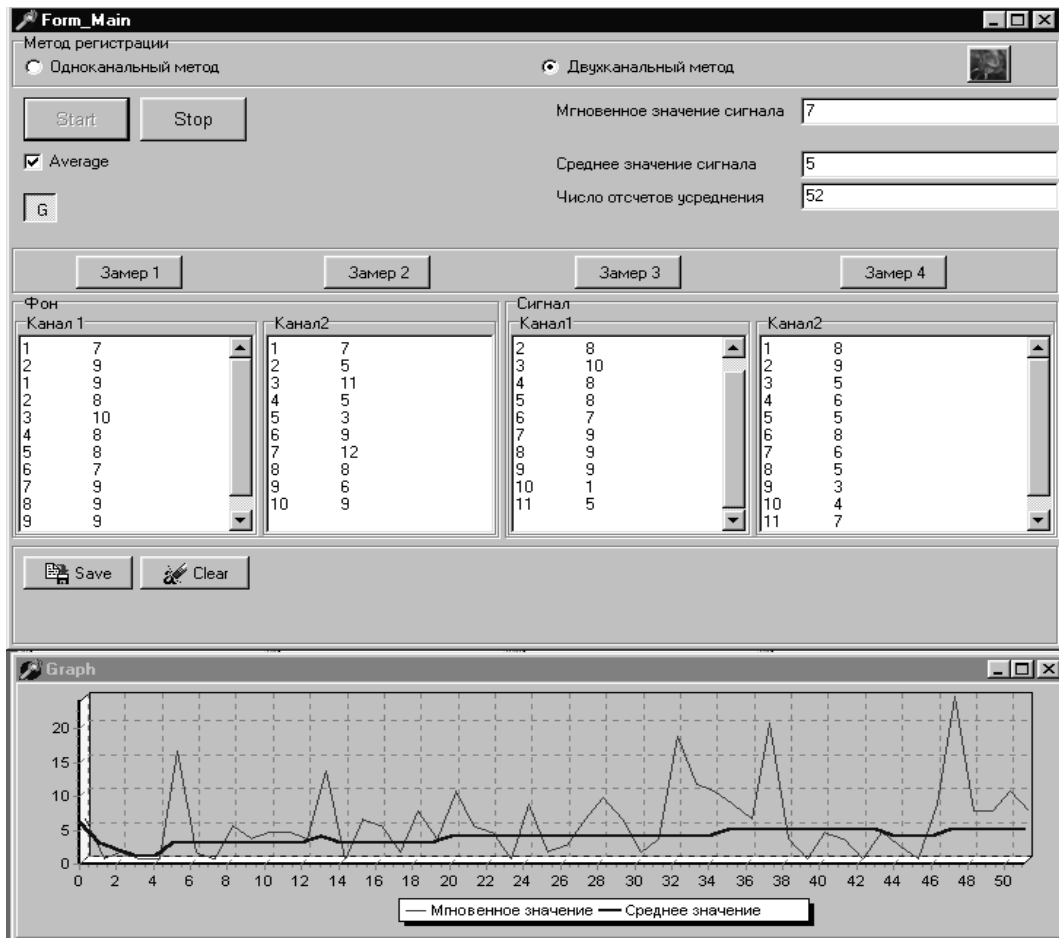


Рис. 1. Интерфейс программы регистрации сигналов микрофлуориметра.

Оценку достоверности наблюдаемых изменений проводили с помощью t -критерия Стьюдента для независимых выборок после проверки на нормальность распределения. Корреляционный анализ проводили по методу Пирсона. Расчеты и графическое оформление полученных в работе данных проводились с использованием программы Microsoft Excell [16] и программного пакета «STATISTICA – 6.0» [17].

Крыс содержали в условиях вивария при температуре 18 – 22°C на стандартном пищевом рационе и в стандартных условиях освещения (12 часов темнота: 12 часов свет). Световая фаза начиналась в 7.00 утра. Эксперименты проводились с соблюдением принципов «Европейской конвенции о защите позвоночных

животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 1986) и постановления первого национального конгресса по биоэтике (Киев, 2001).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У интактных животных содержание КА в лейкоцитах находилось в пределах от $98,77 \pm 9,85$ до $115,30 \pm 18,36$ усл.ед. Значения этого показателя в контрольной группе животных в течение всех суток эксперимента изменялись незначительно ($p > 0,05$). При введении антагониста ОР налоксона интактным животным содержание КА достоверно не отличалось от значений, зарегистрированных у животных первой группы (рис. 2-А). Эти результаты согласуются с нашими предыдущими исследованиями [5] и с данными о том, что в норме введение налоксона не действует на фоновое артериальное давление [18] и не влияет на порог болевой чувствительности [19]. По-видимому, это связано с тем, что высвобождение ОпП происходит не «тонически», а лишь при отклонении гомеостаза от нормы.

После девятикратного воздействия ЭМИ КВЧ на интактных животных уровень КА в лейкоцитах снизился относительно соответствующих значений этого показателя у животных контрольной группы на 40,87% ($p < 0,001$). Полученные данные согласуются с нашими предыдущими исследованиями, в которых зарегистрировано снижение содержания КА в эритроцитах периферической крови крыс под влиянием ЭМИ КВЧ тех же параметров [5].

Под влиянием вводимого налоксона у животных шестой группы, подвергнутых ежедневному КВЧ-воздействию наблюдалось достоверное повышение значений изученного показателя на 49,61% ($p < 0,05$) относительно значений у животных второй группы (КВЧ) на девятые сутки наблюдения. При этом достоверных различий с контрольной группой животных не наблюдалось (рис. 2-Б), что так же сопоставимо с изменением содержания КА в эритроцитах крови крыс [5]. Таким образом, блокада рецепторов ОпП у животных, нивелировала снижение содержания КА в клетках крови, происходящее под влиянием ЭМИ КВЧ.

При ограничении двигательной активности крыс содержание КА в лейкоцитах возросло на 20,78% ($p < 0,001$) уже к седьмым суткам наблюдения, а максимального значения достигло к девятым суткам ГК и составило 136,58% ($p < 0,001$) относительно значений в контрольной группе (рис. 2-В).

Ежедневное введение налоксона животным, подвергнутым ГК стрессу привело к еще более значительному повышению КА в лейкоцитах уже на пятые сутки ($p < 0,05$) эксперимента, а максимальные различия были зафиксированы на девятые сутки наблюдения (на 14,21%, $p < 0,001$ от уровня этого показателя у гипокинезированных животных, которым налоксон не вводился).

Данные об изменении содержания КА в лейкоцитах крови крыс при действии ГК стресса и вводимого налоксона согласуются с динамикой содержания КА в эритроцитах при тех же экспериментальных воздействиях [5].

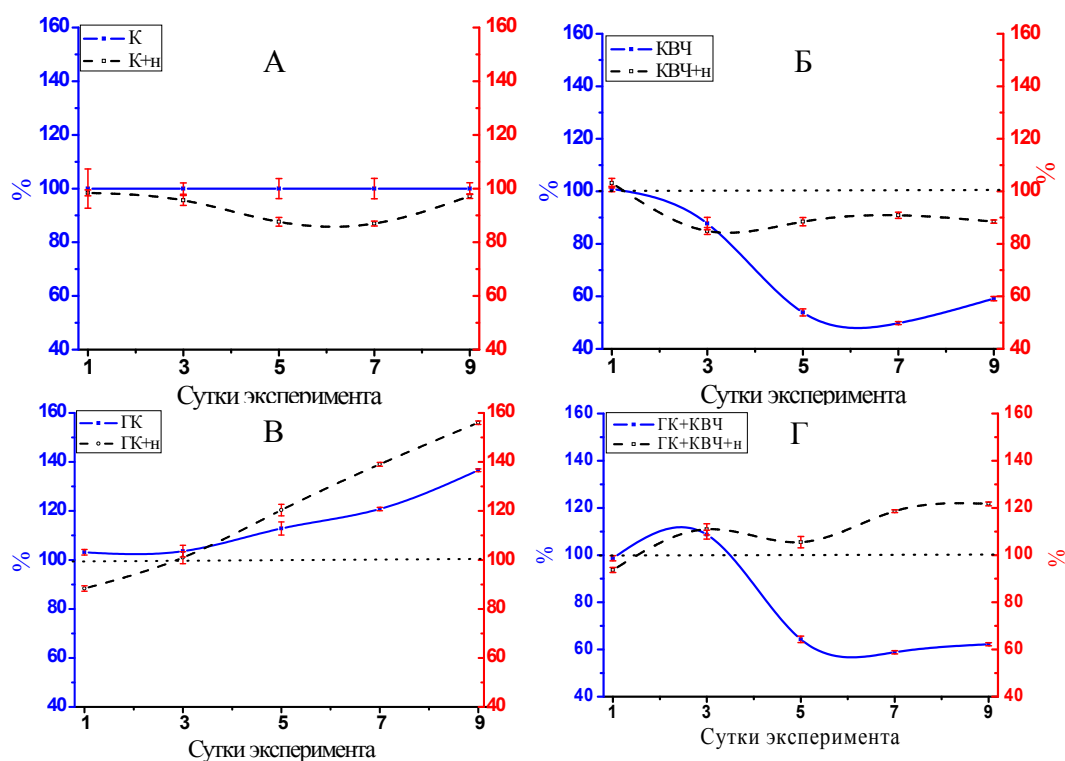


Рис. 2. Динамика содержания катехоламинов в лейкоцитах периферической крови интактных крыс (А), при воздействиях ЭМИ KBЧ (KBЧ) (Б), гипокинезии (ГК) (В), их комбинации (ГК+KBЧ) (Г) и введении налоксона (н) (в % относительно значений контрольной группы).

При комбинированном воздействии ГК и ЭМИ KBЧ уровень КА в лейкоцитах значительно отличался от значений этого показателя у животных, которые также находились в условиях ограничения подвижности, но дополнительно не подвергались KBЧ-воздействию (рис. 2-Г). Так произошло достоверное снижение содержания КА в лейкоцитах уже на пятые сутки эксперимента на 43,01% ($p < 0,05$), максимальное снижение наблюдалось на девятые сутки наблюдения и составило 54,46% ($p < 0,001$). Аналогичные изменения при сочетаном действии ГК и ЭМИ KBЧ наблюдались в динамике ЦПС КА в эритроцитах [5].

Введение налоксона животным, подвергнутым комбинированному действию ЭМИ KBЧ и ГК, напротив, привело к увеличению содержания КА на 64,05% ($p < 0,05$) относительно значений этого показателя у животных четвертой группы (ГК+KBЧ) на пятый день эксперимента, а к девятым суткам разница составила 95,70% ($p < 0,01$). При этом содержание КА достоверно не отличалось от значений данного показателя у животных второй группы, находившихся в условиях изолированного ГК стресса, что согласуется с данными по изучению содержания

КА в эритроцитах, что согласуется динамикой содержания КА в эритроцитах при тех же экспериментальных воздействиях [5].

Таким образом, в данной работе показано, что динамика содержания КА в лейкоцитах периферической крови крыс, подвергнутых воздействиям ЭМИ КВЧ, ГК, их комбинации и введению налоксона в основном соответствовала изменению цитохимического показателя содержания КА в эритроцитах крови крыс тех же экспериментальных групп [5]. Результаты корреляционного анализа (рис. 3) выявили высокую положительную корреляционную связь между этими показателями ($r=0,77$, $p<0,001$). Подобный результат, вероятно, свидетельствует о том, что при изменении концентрации КА в плазме крови происходит изменение содержания не только в эритроцитах, но и в лейкоцитах, которые также выполняют транспортную функцию.

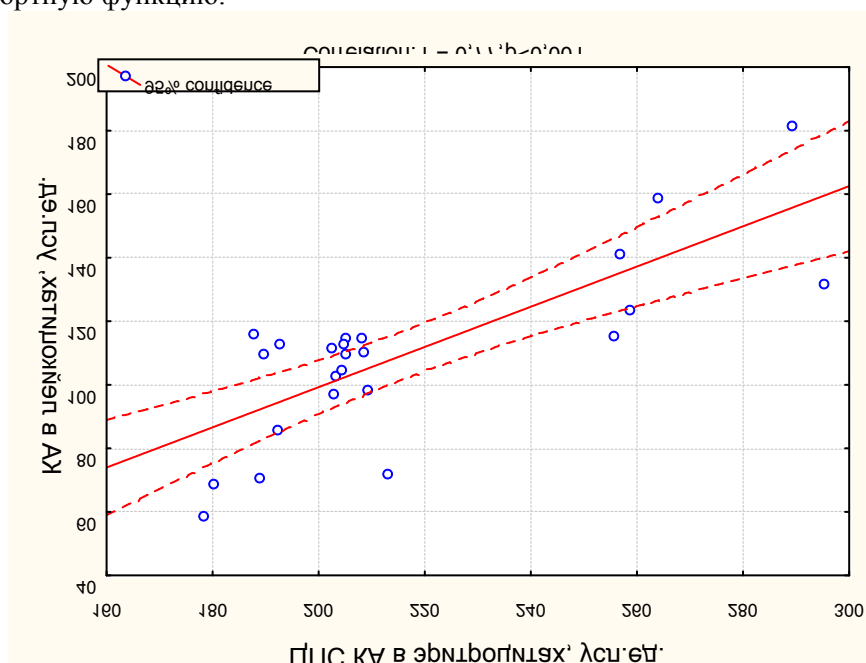


Рис. 3. Корреляционная связь между содержанием КА в лейкоцитах и цитохимическим показателем содержания (ЦПС) эритроцитов периферической крови крыс во всех группах экспериментальных животных.

Явление связывания КА с форменными элементами крови (эритроцитами, тромбоцитами, лейкоцитами) обнаружено уже давно [20]. Известно, что при увеличении концентрации КА в крови усиливается и скорость их элиминации. Увеличение содержания КА в плазме крови приводит к повышению депонирующей функции клеток крови [8]. Этому способствуют наличие β -адренорецепторов на мембранах форменных элементов крови, высокая связывающая емкость и адсорбционные свойства этих клеток. Следовательно, выявленные в наших и других исследованиях высокие положительные корреляции между содержанием КА в лейкоцитах и эритроцитах ($r = +0,77$; $p<0,001$), весовым коэффициентом

надпочечников и ЦПС КА в эритроцитах ($r = +0,88$; $p < 0,05$) [3] и лейкоцитах ($r = +0,71$; $p < 0,05$) (рис. 4), между содержанием КА в плазме крови и их уровнем в эритроцитах ($r = +0,95$; $p < 0,05$) [10], уровнем КА в мезентериальных лимфоузлах, в тимусе, в селезенке и крови крыс ($r = +0,67$; $p < 0,05$) [21] позволяют считать, что изменение содержания КА в лейкоцитах, определенное микроспектральным флуоресцентным методом, свидетельствует об изменении активности САС в целом.

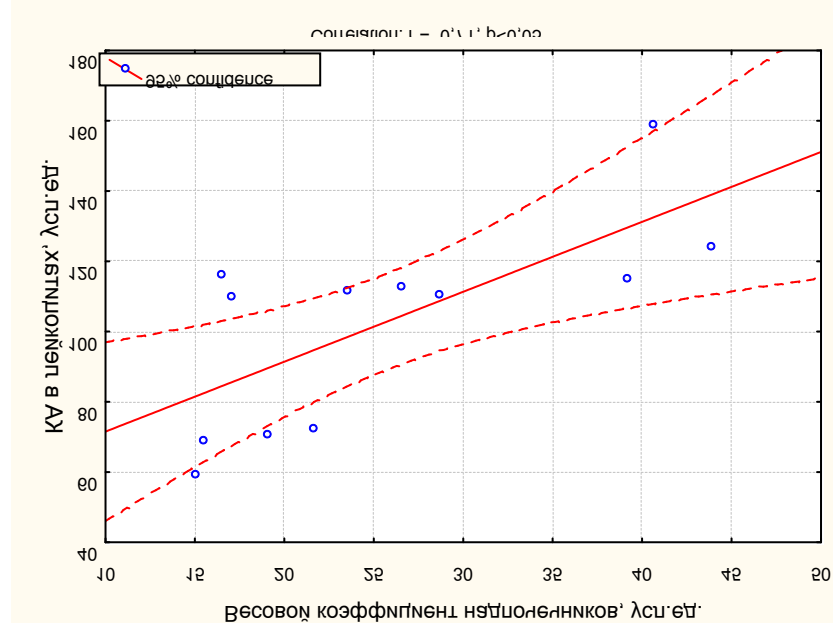


Рис. 4. Корреляционная связь между содержанием КА в лейкоцитах периферической крови крыс и весовых коэффициентов надпочечников у интактных животных, при воздействии ЭМИ КВЧ, гипокинезии и их комбинации.

Следовательно ГК стресс приводит к значительному увеличению активности САС, играющей роль пускового фактора в развитии стресса. Систематическое введение неселективного блокатора всех субтипов ОР налоксона животным, подвергнутым ГК стрессу, способствовало еще большей активации САС, свидетельствующее о том, что при ГК стрессе ОпП могут оказывать защитное действие, ограничивая чрезмерную активацию САС и предупреждая тем самым катехоламиновые повреждения организма [22-25]. Снижение активности САС, происходящее у крыс под влиянием изолированного и комбинированного с ГК миллиметрового излучения низкой интенсивности, блокировалось предварительным введением антагониста ОР – налоксона. Такое явление может быть обусловлено активацией системы ОпП при воздействии ЭМИ КВЧ.

Полученные результаты согласуются с нашими [3, 5] и литературными данными, в которых показано, что в основе изменений функционирования организма при стрессе лежит активация стресс-реализующих систем и, в том числе, САС [26], при этом увеличивается продукция КА, которые играют роль пускового фактора в развитии стресса [27].

Таким образом, применение микроспектрального люминесцентного метода определения содержания КА в лейкоцитах является адекватным для определения изменения активности САС при экспериментальных воздействиях разной природы и интенсивности. Этот метод прост в методическом отношении и при минимальных затратах времени позволяет объективно оценить результаты исследования.

ВЫВОДЫ

1. Динамика содержания катехоламинов в лейкоцитах соответствует изменению этого показателя в эритроцитах крови крыс, что подтверждается корреляционным анализом ($r = 0,77$, $p < 0,001$).

2. Применение микроспектрального люминесцентного метода определения содержания катехоламинов в лейкоцитах является адекватным для определения активности симпатoadренальной системы.

Список литературы

1. Пшенникова М.Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии // Пат. физиол. – 2000. – № 2. – С. 25-31.
2. Пшенникова М.Г., Попкова Е.В., Бондаренко Н.А. и др. Катехоламины, оксид азота и устойчивость к стрессорным повреждениям: влияние адаптации к гипоксии // Росс. Физиол. журн. – 2001.
3. Чуян Е.Н. Нейроиммуноэндокринные механизмы адаптации к действию низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты: Автореф. дисс. ... доктора биол. наук: 03.00.13 / КНУ. – Киев, 2004. – 40 с.
4. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г., Кузнецова Б.А. Развитие адаптации к стрессу в результате курса транскраниальной электростимуляции // Бюл. exper. биол. и мед. – 1994. – № 1. – С. 16-18.
5. Чуян О.М., Махоніна М.М., Заячнікова Т.В., Джелдубаєва Е.Р. Взаємодія симпатoadренальної і опіодергічної систем у реакціях організму на ізольований і комбінований з гіпокінезією вплив низькоінтенсивного випромінювання надто високої частоти // Вісник проблем біології і медицини. – 2006. – № 1. – С. 230-236.
6. Axelsson S., Bjoklung M., Falck B., Lindvall O., Svensson L. Glycooxylic acid condensation: a new fluorescence method for the histochemical demonstration of biogenic monoamines // Acta Physiol. Scand. – 1973. – Vol. 87, № 1. – P. 57-62.
7. Швелев В.Н., Жучкова Н.И. Простой способ выявления адренергических нервных структур в тканях человека и животных с применением раствора глиоксалевой кислоты // Арх. анат., гистол., эмбриол. – 1979. – Т. 76, № 6. – С. 114-116.
8. Мардарь А.И., Кладиенко Д.П. Цитохимический способ выявления катехоламинов в эритроцитах // Лаборат. дело. – 1986. – № 10. – С. 586-590.
9. Мардарь Г.І. Депонування катехоламінів і структурні зміни в еритроцитах за умов порушення функції симпатико-адrenalової системи // Фізіол. журн. – 2001. – Т. 47, № 1. – С. 53-60.
10. Малыгина В.И. Симпатoadренальная система крыс при адаптации к гипокинезии: Автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.13 / СГУ. – Симферополь, 1989. – 23 с.
11. Самойлов В.О., Барский И.Я., Бигдай Е.В. и др. Прижизненная флюориметрия в физиологии и клинике // Мед. техника. – 1997. – № 3. – С. 3 - 7.
12. Коваленко Е.А., Гуровский Н.Н., Гипокинезия. – М.: Медицина, 1980. – 307 с.
13. Лоуренс Д.Р., Бенитт П.Н. Клин. фармакол. – 1993. – Т. 1-2. – 1358 с.
14. Falck B., Owman C. A detailed methodological description of the fluorescence method for the cellular demonstration of biogenic monoamines. Acta Univ. Lundensis, Section II. – 1965. – № 7.

15. Новицкая В.П. Модификация метода определения моноаминов в лейкоцитах на мазках периферической крови // Клиническая лабораторная диагностика. – № 1. – 2002. – С. 24-33.
16. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. – К.: Модмон, 2000. – 319 с.
17. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. – М.: МедиаСфера, 2006. – 312 с.
18. Holaday J. W. Cardiovascular consequences of endogenous opiate antagonism // Biochem. Pharmacol. — 1983.— Vol. 32, № 4 — P. 573—585.
19. Goldstein A., Pryor G.T., Otis L. S. et al. On the role of endogenous opioid peptides: Failure of naloxone to influence shock escape threshold in the rat // Life Sic. — 1976. — V. 18. — P. 599—604.
20. Утевский А.М., Осинская В.О. Обмен катехоламинов и некоторые механизмы адаптации // Новое о гормонах и механизмах их действия. – К.: Наукова думка, 1977. – С. 123-133.
21. Шурлыгина А.В., Труфакин В.А. Гушин Г.В., Корнева Е.А. Суточные вариации содержания адреналина, норадреналина и β -адренорецепторов в крови и лимфоидных органах здоровых крыс // Бюллетень экспер. биологии и медицины. – 1999. – Т. 128, № 9. – С. 344-346.
22. Henderson G. Effect of normorphine and enkephalin on spontaneous potentials in the vas deferens // Eur. J. Pharmacol. – 1976. – Vol. 39(2). – P. 409-412.
23. Belle E.A., D'Souza T.J., Zarzour J.Y., Lemieux M., Wong C.C. Hospital epidemic of scabies: diagnosis and control // Can. J. Public. Health. – 1979. – Vol. 70(2). – P. 133-135.
24. Millan M.J. The neurobiology and control of anxious states // Progress in Neurobiology. – 2003. – Vol. 70. – P. 83-244
25. Erdo S. L. Peripheral GABAergic mechanisms // Trends Phami. Sci. – 1985. – Vol. 6. – P. 205-208.
26. Chrousos G.P., Gold P.W. The concepts of stress system disorders: overview of behavioral and physical homeostasis // J. A. M. A. – 1992. – Vol. 267. – P. 1244 – 1252.
27. Селье Г. Очерки об адапционном синдроме. – М.: Медицина, 1960. – 254 с.

Поступила в редакцию 20.10.2006 г.

МОЛЛЮСКОЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ ТРИТЕРПЕНОВЫХ ГЛИКОЗИДОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КУССОНИИ МЕТЕЛЬЧАТОЙ *CUSSONIA* *PANICULATA*

Довгий И. И., Гришконец В. И., Яковишин Л. А.

Тритерпеновые гликозиды проявляют разнообразные виды биологической активности, среди них: гемолитическая, антимикробная, антифунгальная, антибактериальная, антивирусная, цитотоксическая, противоопухолевая, ихтиотоксическая, моллюскоцидная, спермицидная, инсектицидная, антгельминтная и многие другие виды активности [1].

Изучаемое растение – *Cussonia paniculata* Eckl. et Zeh. относится к семейству аралиевых (*Araliaceae* Juss.), произрастает на Мадагаскаре и в юго-восточной Африке. Выделению и установлению строения ряда тритерпеновых гликозидов, выделенных из этого растения были посвящены наши предыдущие статьи [2 – 6]. Данная статья посвящена изучению моллюскоцидной активности тритерпеновых гликозидов из этого растения.

У ряда гликозидов, выделенных из растений других видов рода *Cussonia*, ранее была обнаружена моллюскоцидная активность [7]. Этот вид активности представляет интерес для локального контроля тропического заболевания – шистосомозиаза, которым в мире болеют около 250 миллионов человек. Это заболевание вызывается паразитом, переносчиками которого являются моллюски родов *Biomphalaria*, *Bulinus* и *Oncomelania*.

Поэтому нами было проведено исследование тритерпеновых гликозидов *Cussonia paniculata* на моллюсках катушка роговая *Planorbis corneus*, ее разновидности катушка роговая красная *Planorbis corneus* var. *rubra* (семейство *Planorbidae*), а также на мелании песчаной *Melanoides tuberculata* (семейство *Melaniidae*). *Planorbis corneus* принадлежит к пресноводным моллюскам и часто встречается в пресных водоемах. *Melanoides tuberculata* распространена от Египта до Индонезии. В отличие от *Planorbis corneus* и многих других моллюсков, *Melanoides tuberculata* дышит не легкими, а жабрами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Щелочной гидролиз. Гликозид растворяли в избытке 10% раствора KOH в смеси метанол-вода (1:1) и нагревали при 100°C в течение 2 ч, затем нейтрализовали H₂SO₄ до слабокислой реакции. Прогенины экстрагировали бутанолом, органический слой промывали водой до нейтральной реакции и упаривали до сухого остатка, представляющего собой прогенин исходного гликозида.

Моллюскоцидную активность изучали на *Planorbis corneus*, *Planorbis corneus* var. *rubra* (семейство *Planorbidae*) и *Melanoides tuberculata* (семейство *Melaniidae*). Использовали растворы натриевых солей исследуемых соединений, которые получали их растворением в 100%-ном избытке 2% раствора Na₂CO₃ при нагревании с последующим разбавлением дистиллированной водой до концентрации 10⁻⁴ моль/л. Для изучения действия каждого отдельного гликозида было взято по 10 улиток. Улитки помещали в растворы гликозидов и определяли время t_{LC100}, в течение которого фиксировался 100% летальный исход. Доверительный интервал изучали со степенью надежности α=0,95. Летальные концентрации LC₁₀₀ и t_{LC100} приведены в табл. 2.

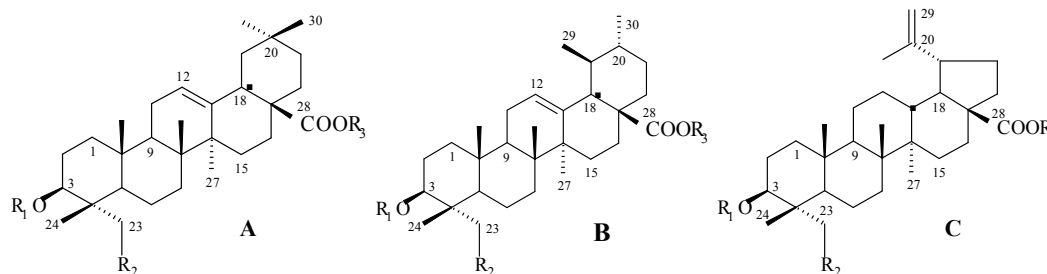
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из литературных данных [1] известно, что практически все бидесмозидные гликозиды не проявляют моллюскоцидную активность, поэтому для изучения были взяты монодесмозидные гликозиды 1–4 и 6, выделенные из куссонии метельчатой [3, 5]. Для практических целей монодесмозидные гликозиды легко получить и из бидесмозидных гликозидов ферментативным гидролизом, происходящим при механическом измельчении свежего растительного сырья или химическим путем – жестким щелочным гидролизом. Поэтому для исследования моллюскоцидной активности также были получены прогенины (5, 7–8) бидесмозидных гликозидов куссонии метельчатой, выделенных ранее [5], а также прогенины (агликоны) 9 и 10 монодесмозидных ацилгликозидов [3, 4]. Структуры исследованных соединений приведены в таблице 1.

Проведенные исследования показали, что гликозиды олеаноловой кислоты более активны, чем гликозиды хедерагенина, имеющие аналогичное строение углеводных цепей. Кроме того, моноозидные гликозиды (содержащие один углеводный остаток) более активны, чем биоозидные (содержащие два углеводных остатка), а из моноозидных гликозидов арабинозиды более активны, чем глюкуроны. Таким образом, полярность как самих агликонов β-амиринового ряда, так и углеводных фрагментов по атому С-3 агликона является определяющим фактором для проявления моллюскоцидной активности. Однако для тритерпеноидов α-амиринового и лупанового рядов и их гликозидов не обнаружена моллюскоцидная активность вплоть до концентрации 10⁻³ моль/л. Полученные данные по моллюскоцидной активности гликозидов хорошо коррелируют с данными по их относительной гемолитической активности [8]. Кроме того, можно отметить, что моллюски дышащие жабрами, более чувствительны к действию тритерпеновых гликозидов, чем моллюски, дышащие легкими.

Таблица 1.

Структуры гликозидов, для которых была изучена моллюскоцидная активность



Фракция	Тип агликона	R ₁	R ₂	R ₃
1	A	Ara→	H	H
2	B	Ara→	H	H
3	A	Ara→	OH	H
4	A	Glc ¹ → ² Ara→	H	H
5	A	Glc ¹ → ² Ara→	OH	H
6	A	GlcUA→	H	H
7	A	GlcUA→	OH	H
8	A	Glc ¹ → ² GlcUA→	H	H
9	B	H	OH	H
10	C	H	OH	H

Примечание: условные обозначения Glc – β-D-глюкопиранозил, Ara – α-L-арабинопиранозил, GlcUA – β-D-глюкуронопиранозил.

Таблица 2.

Моллюскоцидная активность тритерпеновых гликозидов

Соединение	LC ₁₀₀ , моль/л	Время экспозиции t _{LC100} , мин		
		<i>Planorbis corneus</i>	<i>Planorbis corneus</i> var. <i>rubra</i>	<i>Melanoides tuberculata</i>
1	10 ⁻⁴	39,3±1,3	41,5±1,5	35,1±1,1
2	10 ⁻³	–	–	–
3	10 ⁻⁴	45,6±1,9	48,6±2,1	43,5±1,8
4	10 ⁻⁴	92,5±3,5	97,1±3,9	89,3±3,2
5	10 ⁻⁴	171,1±6,3	184,5±6,7	161,5±5,9
6	10 ⁻⁴	147,7±5,1	156,0±5,5	142,8±4,8
7	10 ⁻⁴	–	–	–
8	10 ⁻⁴	161,1±6,0	169,5±6,1	154,3±5,7
9	10 ⁻³	–	–	–
10	10 ⁻³	–	–	–

Примечание: знак «–» обозначает отсутствие токсического действия на протяжении 240 мин.

ВЫВОДЫ

1. У некоторых тритерпеновых гликозидов β-амиринового ряда обнаружена высокая моллюскоцидная активность.

2. Выявлена зависимость моллюскоцидной активности от полярности агликона и углеводного фрагмента по гидроксильной группе у атома С-3.

3. Показано, что тритерпеновые гликозиды и агликаны α-амиринового и лупанового рядов не обладают моллюскоцидной активностью до концентрации 10^{-3} моль/л.

Список литературы

1. Hostettmann K., Marston A. Saponins. - Cambridge: Cambridge University Press, 1995. –548 p.
2. Довгий И.И., Гришковец В.И. Тритерпеновые гликозиды листьев *Cussonia paniculata*// Учёные записки ТНУ. – 2005. – Т. 18 (58), №2. – С. 38-42.
3. Довгий И. И., Гришковец В. И., Качала В. В., Шашков А. С. Тритерпеновые гликозиды *Cussonia paniculata*. I. Выделение и установление строения гликозидов из листьев А, В₁, В₂, С, D, G₂, Н₁ и Н₂// Химия природ. соедин. – 2005. – №2. – С. 160-163.
4. Гришковец В. И., Довгий И. И., Качала В. В., Шашков А. С. Тритерпеновые гликозиды *Cussonia paniculata*. II. Ацетилированные гликозиды из листьев *Cussonia paniculata* // Химия природ. соедин. – 2005. – №4. – С. 351-356.
5. Довгий И. И., Гришковец В.И., Качала В.В., Шашков А.С. Тритерпеновые гликозиды *Cussonia paniculata*. III. Установление строения гликозидов I₁, I₂, J_{1a}, J_{1b}, J₂, K, L₁ и L₂ из листьев *Cussonia paniculata* // Химия природ. соедин. – 2006. - №2. - С. 149-152.
6. Довгий И.И., Гришковец В.И., Качала В. В., Шашков А. С. Использование методов ЯМР-спектроскопии для установления строения тритерпеновых гликозидов *Cussonia paniculata*// Учёные записки ТНУ. – 2006. – Т. 19 (58), №1. – С. 141-146.
7. Gunzinger J., Msonthi J.D., Hostettmann K. Molluscicidal saponins from *Cussonia spicata*// Phytochemistry. – 1986. – V. 25. – P. 2501-2503.
8. Гришковец В. И. Тритерпеновые гликозиды аралиевых: выделение, установление строения, биологическая активность и хемотаксономическое значение: Дис...докт. хим. наук: 02.00.10.-Одесса, 2004. – 460 с.

Поступила в редакцию 01.10.2006 г.

УДК 541.49 + 547.398.6

КООРДИНАЦИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ГИДРАЗИДОВ 3,4-ДИМЕТОКСИ- И 3,4,5-ТРИМЕТОКСИБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ С НИТРАТАМИ КОБАЛЬТА(II), НИКЕЛЯ(II) И МЕДИ(II)

Певзнер Н.С.

Метоксибензойные кислоты и их функциональные производные являются биологически активными соединениями, спектр действия которых распространяется практически на все области медицины [1]. Использование этих соединений в реакциях комплексообразования является одним из путей создания новых лекарственных препаратов. В этом плане до настоящего времени изучены только монометоксибензойные кислоты и их гидразиды [2 – 8]. Было установлено, что изменение положения метокси-группы приводит к образованию различных по составу и структуре координационных соединений, что в свою очередь может изменять фармакологическое действие препаратов на их основе.

Задачей настоящей работы является синтез и изучение особенностей строения координационных соединений меди(II), никеля(II) и кобальта(II) с гидразидами 3,4-диметокси- и 3,4,5-триметоксибензойной кислоты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Гидразиды 3,4-диметокси- и 3,4,5-триметоксибензойной кислоты синтезированы гидразинолизом метиловых эфиров по стандартной методике [9]. Получены бесцветные кристаллические вещества с температурами плавления 155 и 163 °С соответственно. Синтез исследуемых координационных соединений меди(II), никеля(II) и кобальта(II) осуществлен следующим образом. К 0,003 моль соответствующего ацилгидразина в 20 мл этанола добавили 0,0015 моль нитрата металла в 10 мл водного раствора. Реакционную смесь перемешивали в течение часа при температуре около 40 °С. Целевые продукты выпали в виде мелкокристаллических осадков, были отфильтрованы, промыты водой, этанолом и высушены на воздухе. Выход составил 78 - 82 % от теоретического. Координационные соединения кобальта(II) на основе гидразидов 3,4-диметокси- и 3,4,5-триметоксибензойной кислоты имеют бежевый и розовый цвета, комплексы никеля – сиреневую и голубую окраску, соединения меди зеленого цвета. Синтезированные комплексы мало растворимы в воде и практически не растворимы в этаноле.

Содержание меди и никеля определяли трилонометрическим титрованием. Предварительно проводилось термическое разрушение образцов при температуре 900-950 °С, затем остаток растворяли в концентрированной азотной кислоте. Массовую долю кобальта определяли гравиметрически после прокаливания при 950 °С, весовая форма – Co_3O_4 . Определение сольватного состава координационных соединений, а также изучение их термической устойчивости проводилось на Q-дериватографе *Паулик-Паулик-Эрдей* в статической воздушной атмосфере в интервале температур 20-1000 °С, скорость нагрева 10 °С в минуту. Навеска 100 мг, держатель образца – керамический тигель без крышки, в качестве эталона использовали прокаленный оксид алюминия.

ИК-спектры записаны на приборе *Specord-75 IR* в диапазоне 4000-400 cm^{-1} (таблетки с KBr). Спектры диффузного отражения зарегистрированы на приборе *Specord M40* в диапазоне 40000-12000 cm^{-1} .

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Состав синтезированных координационных соединений меди(II), никеля(II) и кобальта(II) с гидразидами 3,4-диметокси- и 3,4,5-триметоксибензойной кислоты установлен по данным элементного анализа и термогравиметрии (табл. 1).

Таблица 1.
Состав координационных соединений нитратов Co(II), Ni(II), Cu(II) с гидразидами 3,4-диметокси- и 3,4,5-триметоксибензойной кислоты (L¹ и L²)

Соединение (№)	Найдено, %		Вычислено, %	
	$\omega(\text{M})$	$\omega(\text{H}_2\text{O})$	$\omega(\text{M})$	$\omega(\text{H}_2\text{O})$
$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{L}^1 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (1)	9,46	6,0	9,64	5,9
$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{L}^1 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (2)	9,95	6,0	9,61	5,9
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{L}^1 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (3)	10,80	3,0	10,63	3,0
$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{L}^2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (4)	8,34	11,0	8,33	10,2
$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{L}^2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (5)	8,55	11,0	8,31	10,2
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{L}^2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (6)	9,25	5,0	9,40	5,3

Согласно данным термогравиметрического исследования дегидратация комплексов кобальта(II) и никеля(II) происходит в интервале температур 40 - 170 °С и сопровождается эндотермическим эффектом с минимумом на кривой ДТА при 130 - 140 °С. Сравнительно высокие температуры завершения процесса дегидратации соединений позволяют говорить о наличии координированных молекул воды в их структуре. Дегидратация координационных соединений меди(II) происходит при более низких температурах 40 - 110 °С, максимум теплового эффекта наблюдается при 70 - 100 °С.

Наряду с процессом дегидратации термогравиметрия позволила выявить и изучить процессы термоокислительной деструкции синтезированных координационных соединений. Так разложение органической составляющей

комплексов кобальта(II) и никеля(II) сопровождается сильным экзотермическим эффектом с максимумом на кривой ДТА при 180 - 220 °С и потерей 66 - 76 % массы. Термоокислительная деструкция координационных соединений **3** и **6** начинается при сравнительно низких температурах (100 – 110 °С), что объясняется окислительными свойствами катиона меди(II). Полное разложение и выгорание органического остатка для всех синтезированных комплексов в основном завершается до 400 °С.

Таблица 2.

Данные термогравиметрического анализа (ТГ и ДТА)

Соединение (№)	Интервал температур по ТГ, °С	Экстремум по ДТА, °С	Изменение массы, %	Процесс
Co(NO ₃) ₂ ·2L ¹ ·2H ₂ O (1)	120 - 170	130 (-)*	6,0	дегидратация разложение выгорание
	180 - 200	180 (+)	66	
	210 - 380	350 (+)	86	
Ni(NO ₃) ₂ ·2L ¹ ·2H ₂ O (2)	40 - 130	-	6	дегидратация разложение выгорание
	180 - 230	220 (+)	73	
	240 - 400	380 (+)	88	
Cu(NO ₃) ₂ ·2L ¹ ·H ₂ O (3)	40 - 90	70 (-)	3	дегидратация разложение выгорание
	100 - 150	140 (+)	79	
	160 - 390	320,360 (+)	92	
Co(NO ₃) ₂ ·2L ² ·4H ₂ O (4)	90 - 140	130 (-)	11	дегидратация разложение выгорание
	190 - 230	220 (+)	77	
	240 - 370	280, 320 (+)	90	
Ni(NO ₃) ₂ ·2L ² ·4H ₂ O (5)	110 - 160	140 (-)	11	дегидратация разложение выгорание
	170 - 250	180, 230 (+)	66	
	260 - 470	340, 390 (+)	84	
Cu(NO ₃) ₂ ·2L ² ·2H ₂ O (6)	40 - 110	100 (-)	5	дегидратация разложение выгорание
	110 - 200	120 (+)	76	
	210 - 360	250, 340 (+)	91	

Примечание: * (-) - эндотермический эффект, (+) - экзотермический эффект

С целью определения способа координации органических лигандов проанализированы ИК-спектры гидразидов 3,4-диметокси-, 3,4,5-триметоксибензойной кислоты и координационных соединений меди(II), никеля(II) и кобальта(II) на их основе (табл. 3). Отнесение полос поглощения выполнено с использованием характеристических частот функциональных групп органических соединений [10, 11].

Таблица 3

Наиболее информативные полосы поглощения в ИК-спектрах (ν_{\max} , см^{-1})

Соединение (№)	Амид-I	$\delta(\text{NH}_2)$	$\nu_{\text{as}}(\text{NO}_3^-)$
L^1	1620	1560	-
$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2L^1 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (1)	1600	1540	1350
$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2L^1 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (2)	1590	1550	1350
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2L^1 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (3)	1590	1520	1350
L^2	1650	1560	-
$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2L^2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (4)	1640	1550	1330
$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2L^2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (5)	1630	1550	1330
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2L^2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (6)	1620	1520	1330

В ИК-спектрах обеих групп соединений отмечено смещение полосы "амид-I" в низкочастотную область на $20\text{-}30\text{ см}^{-1}$. Аналогичное смещение наблюдается и для полосы поглощения, отнесенной к деформационным колебаниям аминогруппы. Подобные изменения свидетельствуют о том, что координация органического лиганда осуществляется через карбонильный атом кислорода и атом азота концевой аминогруппы гидразидного фрагмента, что приводит к образованию пятичленного хелатного цикла. Таким образом, гидразиды 3,4-диметокси- и 3,4,5-триметоксибензойной кислоты реализуют в синтезированных координационных соединениях бидентатную функцию. Аналогичный способ координации ранее был описан для гидразидов монометоксибензойных кислот [2 – 4, 7, 8].

Следует отметить, что в ИК-спектрах исследуемых координационных соединений четко проявляется интенсивная полоса поглощения при $1330\text{-}1350\text{ см}^{-1}$, соответствующая асимметричным валентным колебаниям некоординированного нитрат-аниона [12].

С целью определения координационного числа и геометрии ядерного полиэдра катионов меди(II), кобальта(II) и никеля(II) в синтезированных координационных соединениях были изучены спектры диффузного отражения (СДО). В СДО соединений кобальта(II) **1** и **4** обнаружена широкая полоса поглощения с максимумом в области 23000 см^{-1} (21500 см^{-1}), отнесенная к переходу ${}^4T_{1g}(F) \rightarrow {}^4T_{1g}(P)$. Очень слабая полоса при 20000 см^{-1} (17500 см^{-1}), проявляющаяся в виде плеча, отнесена к переходу ${}^4T_{1g}(F) \rightarrow {}^4A_{2g}$. Для координационных соединений никеля(II) **2** и **5** в изученном диапазоне частот выявлено два перехода: ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_{1g}(F)$ при 18000 см^{-1} (17000 см^{-1}) и ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_{1g}(P)$ при 25000 см^{-1} . Подобный вид электронных спектров характерен для шестикоординированных катионов кобальта(II) и никеля(II) с псевдооктаэдрической геометрией координационных полиэдров [13].

В СДО координационных соединений меди(II) **3** и **6** отмечено две полосы поглощения при 16000 см^{-1} (15000 см^{-1}) и 29000 см^{-1} (27000 см^{-1}), которые обычно проявляются в спектрах пентакоординированного катиона меди(II). Полоса поглощения в высокочастотной области спектра имеет большую интенсивность,

что говорит в пользу квадратно-пирамидальной геометрии координационного полиэдра меди(II) [13].

Совокупность полученных данных позволяет вынести некоторые суждения о составе и строении внутренней (координационной) сферы синтезированных соединений. Поскольку четыре места в координационной сфере занимают две бидентатно координированные молекулы ацилгидразина, то два оставшихся места во внутренней сфере катионов кобальта(II) и никеля(II) занимают молекулы воды. В координационной сфере комплексов меди(II) удерживается одна молекула воды. Нитрат-анионы и часть молекул воды, входящих в состав соединений **4 - 6**, занимают внешнесферное положение.

ВЫВОДЫ

Синтезированы координационные соединения гидразидов 3,4-диметокси- и 3,4,5-триметоксибензойных кислот с нитратами меди(II), кобальта(II) и никеля(II). Установлено, что число метокси-групп в бензольном кольце органического лиганда не влияет на способ его координации и состав координационной сферы синтезированных соединений.

Список литературы

1. Машковский М.Д. Лекарственные средства: В 2 томах. 14-е издание, переработанное, исправленное и дополненное. – Москва: Новая волна, 2001. – 540 с.; 608 с.
2. Харитонов Ю.Я., Мачхошвили Р.И., Генералова Н.Б. Комплексные соединения металлов с гидразидом анисовой кислоты // Ж. неорган. хим. – 1973. - Т. 18, № 7. – С. 2000-2001.
3. Харитонов Ю.Я., Мачхошвили Р.И., Генералова Н.Б., Щелоков Р.Н. Тиоцианатные комплексы металлов с некоторыми гидразидами кислот // Ж. неорган. хим. – 1974. – Т. 19, № 4. – С. 1124-1125.
4. Бычкова Т.И., Боос Г.А., Аксенова Л.Ф. Комплексы 3d-металлов с гидразидами метоксибензойных кислот // Ж. физической химии. – 1991. – Т. 65, № 9. – С. 2435-2440.
5. Lucanska B., Kratsmar-Smogrovic / M- und p-methoxybenzotoaquokaupfer(II)-komplexe // Z. Chem. – 1977. - Bd. 17, № 3. – S. 113.
6. Ibidato T. Adesanya. Thermotropic liquid crystalline helatopolymers // Polym. Eng. Sci. – 1990. – Vol. 30, № 158. - P. 1146-1155.
7. Бычкова Т.И., Боос Г.А., Мусина Г.А. Влияние сольватационных и электронных эффектов на протолитические и комплексообразующие свойства некоторых гидразидов кислот в водно-органических средах // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 1987. – Т. 30, № 2. – С. 30-34.
8. Dodoff N., Grancharov K., Gurova R., Spassovska N. Platinum(II) complexes of benzoic- and 3-methoxybenzoic acid hydrazides. Synthesis, characterization and citotoxic effect // J. Inorganic Biochemistry. – 1994. - Vol. 54, № 3. – P. 221-233.
9. Хиккенботтом В. Реакции органических соединений. – Москва: ГОНТИ, 1939. – С. 264.
10. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. – Москва: Мир, 1965. – 216 с.
11. Сильверстейн Р., Басслер Г., Моррил Т. Спектрометрическая идентификация органических соединений. - Москва: Мир, 1977. – 590 с.
12. Накомото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. – Москва: Мир, 1966. – 412 с.
13. Ливер Э. Электронная спектроскопия неорганических соединений. Часть 2. – Москва: Мир, 1987. – 444 с.

Поступила в редакцию 12.09.2006 г.

УДК 539.194+543.422

ОЦЕНКА ЭНЕРГИИ ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНОЙ ВОДОРОДНОЙ СВЯЗИ В ПИРОВИНОГРАДНОЙ КИСЛОТЕ ПО ИК СПЕКТРАМ ПОГЛОЩЕНИЯ

Шейх-Заде М. И.

Пировиноградная кислота (ПВК) является одним из важных соединений, играющих большую роль в жизнедеятельности биологических систем. Исследованию различных характеристик ПВК посвящен ряд работ. В работах [1-3] из анализа микроволновых спектров ПВК и его изотопозамещенных аналогов сделан вывод о структуре молекул ПВК и получены геометрические параметры этих молекул. В работе [4] из анализа ИК спектров в области $\nu\text{C}=\text{O}$ сделан вывод, что в разбавленных растворах в CCl_4 при температуре 25°C ПВК существует в виде циклических димеров, мономеров с внутримолекулярной водородной связью (ВВС) и мономеров без ВВС. В [1-4] отмечается, что карбонильные группы ПВК находятся в транс-конфигурации по отношению друг к другу.

Целью данной работы являлось определение интервала концентраций и температур, в которых ПВК существует только в виде мономерных молекул, потенциальной функции внутреннего вращения ОН-группы и оценка энергии ВВС в ПВК. Для решения этих задач были получены ИК спектры растворов ПВК в области валентных νOH и крутильных τOH колебаний гидроксильной группы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 показан ИК спектр раствора ПВК в C_2Cl_4 в области νOH .

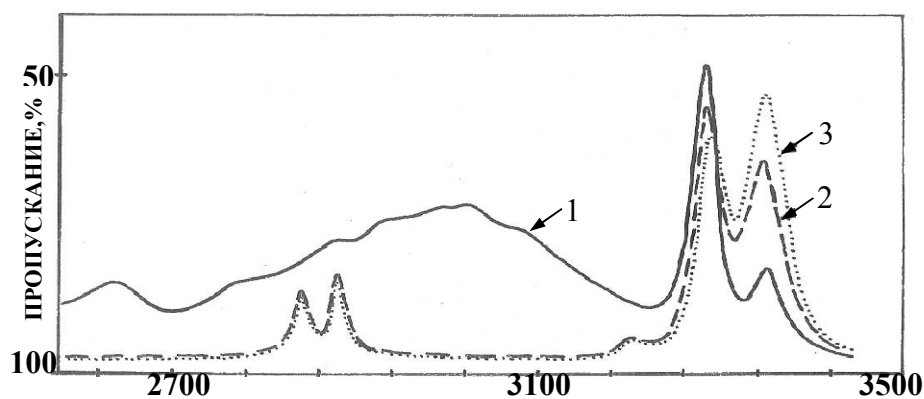
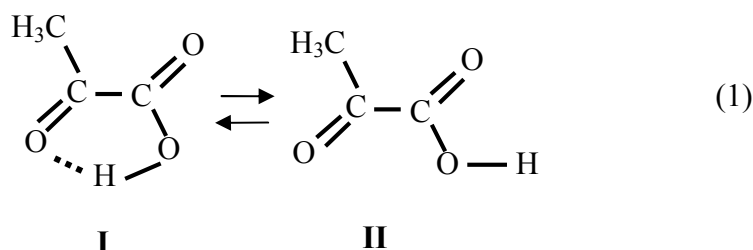


Рис. 1. ИК-спектр раствора ПВК в C_2Cl_4 . 1 – 25°C , 2 – 85°C , 3 – 115°C .

Из рис. 1 видно, что в области νOH наблюдаются широкая интенсивная полоса с центром $\sim 3050 \text{ см}^{-1}$ и две полосы с частотами в максимумах 3436 и 3517 см^{-1} . Как разбавление раствора, так и увеличение его температуры приводит к уменьшению интенсивностей полос 3050 , 3436 см^{-1} и увеличению интенсивности полосы 3517 см^{-1} . Из анализа изменения интенсивностей этих полос при изменении концентрации раствора и его температуры сделан вывод, что полосы 3050 , 3436 , 3517 см^{-1} принадлежат соответственно циклическим димерам, мономерам с ВВС (структура I) и мономерам без ВВС (структура II) ПВК. В разбавленных растворах ($C \sim 0,001$ - $0,07$ моль/л) и температурах 85°C и выше, полоса с центром при 3050 см^{-1} в спектре не наблюдается. Это свидетельствует о том, что при этих условиях циклические димеры ПВК в растворе отсутствуют, а мономеры ПВК находятся между собой в равновесии:



Наличие в растворе при указанных выше условиях только равновесия (1) позволяет измерить изменение энтальпии $-\Delta H$ реакции (1), которую можно считать равной энергии ВВС. Величина $-\Delta H$ находилась по методике, изложенной в работе [5] из графика зависимости $\ln D_1/D_2$ от $1/T$, определяемой выражением:

$$\ln D_1/D_2 = -\Delta H/RT + (\Delta S/R - \ln \varepsilon_2/\varepsilon_1),$$

где D_1 , D_2 , ε_1 , ε_2 – соответственно оптические плотности и коэффициенты поглощения в максимуме полос 3436 см^{-1} и 3517 см^{-1} . При обработке результатов измерений вводилась поправка на зависимость плотности раствора от температуры. Полученное таким образом значение $-\Delta H$ оказалось равным $3,3 \pm 0,4$ ккал/моль. Ошибка измерения $-\Delta H \sim 12\%$ обусловлена, помимо обычных для спектрофотометрического метода факторов [6], еще и необходимостью работы в небольшом интервале температур ($85 - 115^\circ\text{C}$). Нижний и верхний пределы этого интервала ограничены соответственно необходимостью исключения димеров ПВК в растворе и температурой кипения C_2Cl_4 .

Энергию ВВС в ПВК можно оценить и другим способом, если известно аналитическое выражение для потенциальной функции внутреннего вращения (ПФВВ) ОН-группы ПВК. Для определения ПФВВ необходимо отождествить полосы крутильных колебаний τOH и измерить их частоты. Известно [7], что полосы τOH карбоновых кислот находятся около 600 см^{-1} . При образовании межмолекулярной водородной связи и ВВС эти полосы смещаются к высоким частотам. Нами были получены спектры поглощения растворов ПВК в *n*-октане, циклогексане, CCl_4 , C_2Cl_4 в области 400 - 700 см^{-1} . Для отождествления полос τOH

были получены также спектры дейтерированного по гидроксилу аналога ПВК (ПВК-OD). На рис.2 приведен спектр раствора ПВК и ПВК-OD в н-октане.

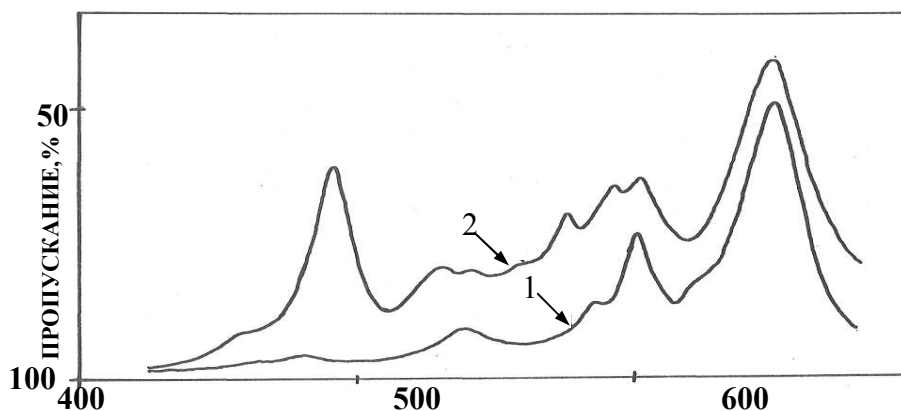


Рис. 2. ИК-спектр раствора ПВК (1) и ПВК-OD (2) в н-октане.

Из рис. 2 видно, что в спектре ПВК наблюдаются две интенсивные полосы с частотами в максимуме 649 и 601 см^{-1} , которые в спектре ПВК-OD смещаются к низким частотам (489 и 457 см^{-1} соответственно). Отношение частот $649/489 = 1,33$, $601/457 = 1,31$. Полученные данные позволили отождествить полосы крутильных колебаний гидроксильной группы и измерить их частоты, которые оказались равными $\tau_1 = 649 \text{ см}^{-1}$, $\tau_2 = 601 \text{ см}^{-1}$ для ПВК и $\tau_1 = 489 \text{ см}^{-1}$, $\tau_2 = 457 \text{ см}^{-1}$ для ПВК-OD. Индексы 1 и 2 относятся к структурам I и II соответственно. Для растворов в C_2Cl_4 значения $\tau_1 = 650 \text{ см}^{-1}$, $\tau_2 = 603 \text{ см}^{-1}$ для ПВК и $\tau_1 = 489 \text{ см}^{-1}$, $\tau_2 = 461 \text{ см}^{-1}$ для ПВК-OD. Эти значения (для раствора в C_2Cl_4) и были использованы при расчете ПФВВ, которую искали в виде

$$V(\alpha) = 0,5 V_1 (1 - \cos\alpha) + 0,5 V_2 (1 - \cos 2\alpha), \quad (2)$$

где α - угол внутреннего вращения. Для нахождения численных значений V_1 , V_2 использована итерационная процедура Ньютона [8]. Необходимые для этого расчетные значения τ_1^p , τ_2^p находились по методике, изложенной в работе [9]. Приведенные вращательные постоянные F_1 , F_2 рассчитывались на основании геометрической структуры молекул ПВК, полученной в работе [3] и оказались равными: $F_1 = 19,52 \text{ см}^{-1}$, $F_2 = 19,18 \text{ см}^{-1}$ для ПВК и $F_1 = 10,24 \text{ см}^{-1}$, $F_2 = 10,39 \text{ см}^{-1}$ для ПВК-OD. Рассчитанные таким образом значения параметров V_1 , V_2 ПФВВ имеют значения $V_1 = 1300 \text{ см}^{-1}$, $V_2 = 5400 \text{ см}^{-1}$ для ПВК и $V_1 = 1370 \text{ см}^{-1}$, $V_2 = 5700 \text{ см}^{-1}$ для ПВК-OD. Близость значений V_1 и V_2 для ПВК и ПВК-OD показывает, что двухчленное выражение (2) для ПФВВ удовлетворительно описывает зависимость $V(\alpha)$ от α для этих молекул. Полученные данные позволяют оценить энергию ВВС в ПВК. С хорошим приближением можно считать, что энергия ВВС в ПВК описывается следующим уравнением:

$$\Delta E = V_1 - 0,5(\tau_1 - \tau_2) = 1300 - 0,5(650 - 603) = 1276 \text{ см}^{-1} = 3,65 \text{ ккал/моль}.$$

ВЫВОДЫ

Изложенные выше результаты показывают, что значения энергии ВВС в ПВК, определенные двумя независимыми способами, удовлетворительно согласуются между собой и среднее (из оценок двумя способами) значение энергии ВВС в ПВК в растворе в C_2Cl_4 составляет 3,5 ккал/моль.

Список литературы

1. Kaluza C. E., Bauder A., Gunthard Hs. H. The microwave spectrum of pyruvic acid // Chem. Phys. Lett. – 1973. – V. 22, № 3. – P. 454-457.
2. Marstokk K. M., Mollendal H. Microwave spectrum, conformation, barrier to internal rotation and dipole moment of pyruvic acid // J. Mol. Struct. – 1974. – V. 20, № 2. – P. 257-267.
3. Dyllick-Brenzinger C.E., Bauder A., Gunthard Hs. H. The substitution structure, barrier to internal rotation and low frequency vibrations of pyruvic acid // Chem. Phys. – 1977. – V. 23, №2. – P.195-206.
4. Абрамович М. А., Гинзбург И. М., Иоффе Д. В. ИК-спектроскопическое исследование строения α -кетокислот и их эфиров // Журн. общ. хим. – 1974. – Т. 44, № 10. – С. 2263 - 2267.
5. Oki M., Jwamura H. Intramolecular interaction between hydroxyl group and π -electrons. VII. Energies of the interaction // Bull. Chem. Soc. Japan. – 1960. – V.33, №5. – P. 717.
6. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия. – М.: Мир, 1982. – 327с.
7. Глазунов В. П., Машковский А. А., Одинокое С. Е. Исследование крутильных колебаний ОН- и OD-групп в ИК спектрах комплексов карбоновых кислот // Журн. прикл. спектр. – 1974. – Т. 21, № 1. – С. 121-126.
8. Березин И. С., Жидков Н. П. Методы вычислений. – М.: Наука, 1966. – С.488 - 501.
9. Cunliffe A.V. Analysis of infrared torsional data // J. Mol. Struct. – 1970. – V.6., №1. – P. 9 - 22.

Поступила в редакцию 12.09.2006 г.

УДК 546.562 + 547.288.3 + 544.175

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ КОМПЛЕКСА МЕДИ(II) С БИС(САЛИЦИЛИДЕНГИДРАЗОНОМ) ИЗОФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ

Шульгин В.Ф., Труш Ю.В., Гусев А.Н., Александров Г.Г., Еременко И.Л., Ларин Г.М.

В литературе описаны три серии спейсерированных димеров меди(II), синтезированные на основе ацилдигидразонов β -дикетонных [1 – 6], салицилового альдегида [7 – 9] и жирно-ароматических кетонных [10 – 13]. Особенностью молекулярной структуры комплексов данного типа является наличие алифатического мостика (спейсера), соединяющего координационные полиэдры. По данным рентгеноструктурного анализа [7, 8, 12, 13] при три- и тетраметиленовом спейсере расстояние между катионами меди достигает 800 – 900 пм, что позволяет ожидать независимого поведения парамагнитных центров. Однако, несмотря на значительное разделение катионов меди, в спектрах ЭПР спейсерированных димеров наблюдаются все особенности, характерные для спектров ЭПР обменных димеров [2, 14, 15], что косвенно свидетельствует о реализации внутримолекулярных обменных взаимодействий между неспаренными электронами:

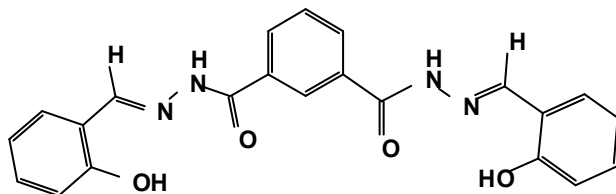
- сигнал "запрещенного" перехода ($\Delta M_S = 2$) в области слабых полей;
- тонкая структура, приводящая к расщеплению сигнала на две компоненты в спектрах ЭПР замороженных растворов или магнитно-разбавленных поликристаллических образцов;
- сверхтонкая структура из семи линий с соотношением интенсивностей 1:2:3:4:3:2:1 как результат взаимодействия неспаренных электронов с двумя эквивалентными ядрами меди ($I = 3/2$).

Последняя особенность проявляется как для замороженных (77 К), так и для жидких (~295 К) растворов. Увеличение длины полиметиленового спейсера приводит к подавлению обменных взаимодействий, и в спектрах ЭПР спейсерированных димеров с пентаметиленовым и более длинным спейсером наблюдается сигнал из четырех линий СТС, характерный для мономерных комплексов меди(II).

Семь линий СТС от двух эквивалентных ядер меди ранее наблюдались в спектрах ЭПР замороженных растворов спейсерированных димеров с

ароматическим спейсером [16,17]. СТС из семи линий в спектрах ЭПР жидких растворов димеров данного типа наблюдалась в единичных случаях [17].

Недавно нами были описаны спейсерированные димеры меди(II), полученные на основе ацилдигидразонов – продуктов конденсации дигидразидов 1,3- и 1,4-бензолдикарбоновых кислот и салицилового альдегида или 2-гидроксиацетофенона [18]. Задачей настоящей работы является исследование молекулярной и кристаллической структуры комплекса меди(II) с бис(салицилиденгидразоном) 1,3-бензолдикарбоновой (изофталевой) кислоты - методами рентгеноструктурного анализа.



МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

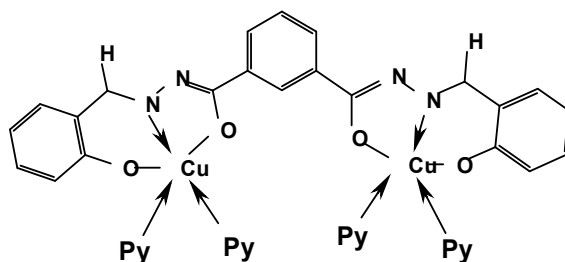
Синтез исследуемого координационного соединения осуществлен по следующей методике. К 0,005 моль ацилдигидразона в 30 мл пиридина добавили 0,01 моль моногидрата ацетата меди(II). Смесь перемешивали при нагревании на магнитной мешалке в течение 5 часов. Полученный раствор отфильтровали и после охлаждения до комнатной температуры высадили комплекс водой. Выделившийся осадок отфильтровали, промыли последовательно водой и спиртом и высушили на воздухе. В результате получен мелкокристаллический порошок темно-зеленого или желто-зеленого цвета. Выход 65-70% от теоретически возможного. По данным элементного и термического анализа состав комплекса отвечает формуле $Cu_2L \cdot 4Py \cdot 2H_2O$ (**1**). Найдено, %: Cu – 14,79; N – 12,68. Для $C_{42}H_{38}Cu_2N_6O_6$ вычислено, %: Cu – 14,48; N – 12,77. ИК-спектр ($\bar{\nu}_{max}$, cm^{-1}): $\nu(C=N)$ - 1595, $\nu(N=C-O)$ – 1520. Содержание меди рассчитано на основании данных трилонометрического титрования после термического разложения навески, азот определен микрометодом по Дюма. ИК-спектры образцов, спрессованных с KBr, исследованы в диапазоне 4000-400 cm^{-1} на спектрофотометре "Specord-75 IR".

Рентгеноструктурное исследование монокристалла соединения $[Cu_2L \cdot 2Mgf \cdot MeOH]$ (**2**), выращенного перекристаллизацией комплекса **1** из смеси морфолин - метанол (1:1), с линейными размерами 0,38 x 0,25 x 0,15 мм проведено при 293 К на автоматическом четырехкружном дифрактометре Enraf-Nonius Cad-4 (MoK_{α} - излучение, $\lambda = 710,73$ пм, варьирование θ от 1,66 до 25,47 °, сегмент сферы $5 \leq h \leq 11$, $-15 \leq k \leq 15$, $-16 \leq l \leq 15$). Было собрано 5760 отражений, из которых 5714 являются симметрично независимыми ($R_{int} = 0,0070$). Кристаллы триклинные, $a = 981,4(2)$, $b = 1296,6(3)$, $c = 1341,1(3)$ пм, $\alpha = 106,40(2)^\circ$, $\beta = 103,89(2)^\circ$, $\gamma = 99,08(2)^\circ$, пространственная группа $P\bar{1}$, $Z = 2$. Для состава $C_{31}H_{36}Cu_2N_6O_7$ $M = 731,74$ г/моль, $d_{выч} = 1,576$ г/см³.

Структура расшифрована прямым методом и уточнена методом наименьших квадратов в полноматричном анизотропном приближении с использованием комплекса программ SHELXS-97 и SHELXL-97 [19]. В уточнении использовано 4079 отражений с $I > 4\sigma(I)$. Окончательные значения факторов расходимости $R = 0,0331$ и $R_w = 0,0937$; $GOF = 0,999$. Остаточная электронная плотность из разностного ряда Фурье составляет 0,726 и $-0,370 \text{ e}/\text{\AA}^3$. Полный набор рентгеноструктурных данных будет задепонирован в Кембриджском банке структурных данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее было показано, что взаимодействие ацетата меди(II) с дигидразами алифатических дикарбоновых кислот и салицилового альдегида приводит к образованию комплексов, в которых димерные фрагменты Cu_2O_2 , образованные с участием феноксидных атомов кислорода, связаны алифатическими мостиками в полимерную цепь [9, 20]. Реакция ацетата меди(II) с бис(салицилиденгидразоном) 1,3-бензолдикарбоновой кислоты в пиридине приводит к биядерному комплексу, в котором координационные полиэдры соединены ароматическим спейсером.



Анализ ИК-спектра синтезированного координационного соединения подтверждает предположение о переходе лиганда в четырехкратно депротонированную имидольную форму. В спектре исчезает полоса “амид-I”, наблюдающаяся для свободных ацилдигидразонов в области $1650\text{-}1620 \text{ cm}^{-1}$, и появляются две новые полосы с максимумами поглощения в области 1595 cm^{-1} (валентные колебания группы атомов $>\text{C}=\text{N}-\text{N}=\text{C}<$) и 1520 cm^{-1} (валентные колебания фрагмента $-\text{N}=\text{C}-\text{O}-$). Положение полосы валентных колебаний связи С-О феноксидной группы в области 1350 cm^{-1} свидетельствует об отсутствии в структуре соединения феноксимостиков, связывающих атомы меди в димерные фрагменты Cu_2O_2 [21].

Для объективного подтверждения строения исследуемого спейсированного димера кристаллическая структура комплекса $[\text{Cu}_2\text{L}\cdot 2\text{Mrf}\cdot \text{MeOH}]$, полученного при перекристаллизации комплекса **1** из смеси метанол - морфолин определена прямым рентгеноструктурным анализом. Установлено, что соединение имеет молекулярное строение. Общий вид биядерной молекулы приведен на рис.1, основные длины связей и валентные углы представлены в табл.1. Атомы меди расположены на расстоянии 1029 пм друг от друга и структурно неэквивалентны. Координационная сфера атома $\text{Cu}(2)$ имеет геометрию искаженного квадрата, в вершинах которого находятся атомы $\text{O}(3)$, $\text{O}(4)$, $\text{N}(4)$ дважды депротонированного гидразонного фрагмента и атом азота молекулы

морфолина. Атом Cu(1) координирован по типу [4+1] и имеет тетрагонально-пирамидальную геометрию ближайшего окружения с молекулой метанола в аксиальной позиции. Экваториальная плоскость образована атомами кислорода и атомом азота дважды депротонированной хелатофорной группы гидразона и атомом азота молекулы морфолина. Система связей Cu(1)O(1)O(2)N(1)N(5) практически плоская (отклонения от среднеквадратичной плоскости не превышают 1 пм). Атом меди смещен от основания пирамиды на 27 пм в сторону апикальной молекулы метанола. Аксиальная связь Cu(1)-O(1S) (256,7 пм) заметно удлинена по сравнению со связями Cu(1)-O(1) и Cu(1)-O(2), расположенными в экваториальной плоскости (191,4 и 193,2 пм). Связи C(8)-O(2) (128,4 пм) и N(1)-N(2) (138,9 пм) заметно короче одинарных, в то время как связи C(8)-N(2) (132,3 пм) и C(7)-N(1) (128,5 пм) несколько длиннее типичных двойных связей, что может свидетельствовать о высокой степени делокализации двойных связей в хелатных циклах. Длины связей и валентные углы в органических радикалах гидразона и молекуле морфолина близки к обычным значениями [22].

Интересной особенностью кристаллической структуры исследуемого соединения является связывание бензольных колец и хелатных циклов соседних молекул, плоскости которых расположены на расстоянии около 350 пм, силами невалентного π/π -взаимодействия (рис. 2). Взаимодействующие фрагменты расположены со значительным смещением друг относительно друга, но атомы Cu1 образуют короткие контакты с атомами N1b(362,3 пм) и N2b(328,0 пм), а атомы Cu2 образуют короткие контакты с атомами N3a(341,6 пм) и N4a(399,2 пм). Дополнительным фактором, стабилизирующим кристаллическую структуру исследуемого комплекса, являются водородные связи, образованные с участием молекулы метанола и морфолина (табл. 2).

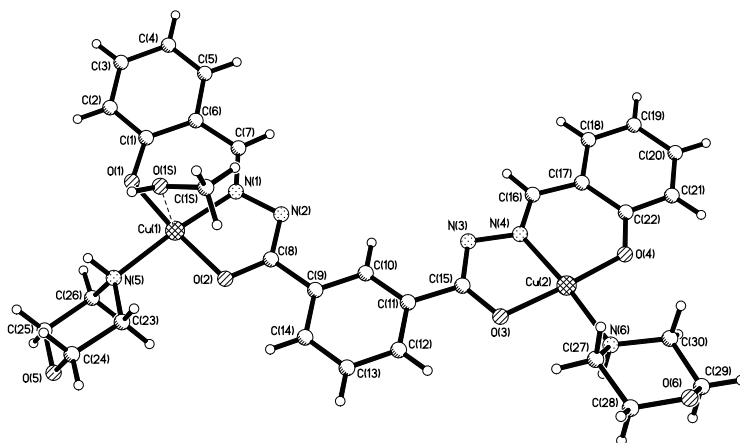


Рис.1. Общий вид молекулы $[Cu_2L^1 \cdot 2Mrf \cdot MeOH]$.

Таблица 1.
Основные длины связей (d) и валентные углы (ω) в молекуле комплекса
[Cu₂L¹·2Mrf·MeOH]

Связь	d, пм	Угол	ω, град.
Cu(1)-O(1)	191,43(19)	O(1)-Cu(1)-N(1)	93,99(9)
Cu(1)-N(1)	192,6(2)	O(1)-Cu(1)-O(2)	174,62(8)
Cu(1)-O(2)	193,20(19)	N(1)-Cu(1)-O(2)	81,00(9)
Cu(1)-O(2)	193,20(19)	N(1)-Cu(1)-O(2)	81,0(9)
Cu(1)-N(5)	202,2(2)	O(1)-Cu(1)-N(5)	90,5(9)
Cu(1)-O(1S)	256,7(2)	N(1)-Cu(1)-N(5)	175,01(9)
Cu(2)-O(4)	188,0(2)	O(2)-Cu(1)-N(5)	94,2(9)
Cu(2)-N(4)	191,1(2)	O(1)-Cu(1)-O(1S)	89,53(8)
Cu(2)-O(3)	193,9(2)	N(1)-Cu(1)-O(1S)	90,70(8)
Cu(2)-N(6)	201,9(2)	O(2)-Cu(1)-O(1S)	92,47(8)
O(1)-C(1)	132,5(3)	N(5)-Cu(1)-O(1S)	90,5(8)
O(2)-C(8)	128,4(3)	O(4)-Cu(2)-N(4)	93,91(10)
O(3)-C(15)	128,7(3)	O(4)-Cu(2)-O(3)	172,87(9)
O(4)-C(22)	130,4(3)	N(4)-Cu(2)-O(3)	80,3(9)
O(5)-C(25)	142,2(3)	O(4)-Cu(2)-N(6)	92,0(9)
O(5)-C(24)	142,4(4)	N(4)-Cu(2)-N(6)	172,87(10)
O(6)-C(29)	141,8(4)	O(3)-Cu(2)-N(6)	92,47(9)
O(6)-C(28)	141,8(4)	C(1)-O(1)-Cu(1)	126,20(17)
N(1)-C(7)	128,5(3)	C(8)-O(2)-Cu(1)	110,69(17)
N(1)-N(2)	138,9(3)	C(15)-O(3)-Cu(2)	110,33(17)
N(1)-N(2)	138,9(3)	C(15)-O(3)-Cu(2)	110,33(17)
N(2)-C(8)	132,3(4)	C(22)-O(4)-Cu(2)	127,62(19)
N(3)-C(15)	131,7(4)	C(25)-O(5)-C(24)	109,7(2)
N(3)-N(4)	138,5(3)	C(29)-O(6)-C(28)	109,8(2)
N(4)-C(16)	130,3(4)	C(7)-N(1)-N(2)	117,(2)
N(5)-C(23)	147,6(3)	C(7)-N(1)-Cu(1)	127,17(19)

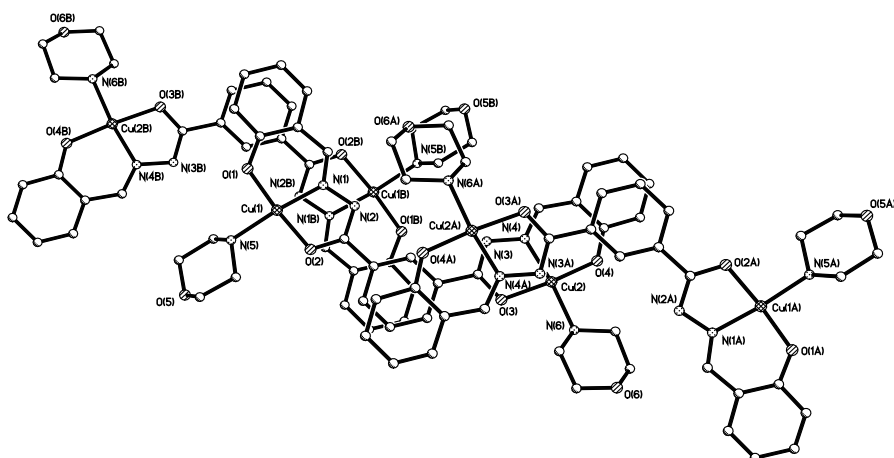


Рис. 2. Фрагмент кристаллической структуры $[Cu_2L^1 \cdot 2Mrf \cdot MeOH]$. Преобразования симметрии для молекулы А (1-x, -y, -z), для молекулы В (-1-x, -1-y, -1-z). Молекулы метанола опущены для облегчения восприятия рисунка.

Таблица 2.
Система водородных связей в кристаллической структуре комплекса $[Cu_2L^1 \cdot 2Mrf \cdot MeOH]$

Донор, (D-H)	d(D-H), пм	Акцептор, (A)*	d(H-A), пм	d(D...A), пм	Угол DHA, °
N(5)-H(5B)	91,0	O1S	227,0	306,8	146,26
O(1S)-H(1S)	82,0	O1	185,8	266,6	168,12

Примечание: *) Преобразования симметрии для акцептора: -x-3, -y-1, -z-1.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования установлена молекулярная и кристаллическая структура описанного нами ранее [18] спейсерированного димера меди(II), синтезированного на основе ацилдигидразона салицилового альдегида и дигидразида изофталевой кислоты.

Список литературы

1. Ларин Г.М., Умаров Б.Б., Минин В.В. и др. Антиферромагнитный обмен по цепочке σ -связей в биядерных комплексах Cu(II) // Докл. АН СССР. – 1988. - Т. 303. – С. 139-144
2. Ракитин Ю.В., Ларин Г.М., Минин В.В. *Интерпретация спектров ЭПР координационных соединений*. М.: Наука, 1993. – 399 с.
3. Ларин Г.М., Минин В.В., Ракитин Ю.В. Идентификация методом ЭПР очень слабых обменных взаимодействий в биядерных комплексах меди // Неорган. материалы. – 1994. – Т. 30, № 11. – С. 1424-1428.

4. Ларин Г.М. Делокализация электронов в координационных соединениях // Координац. химия. – 1992. – Т. 18, № 7. – С. 699-728.
5. Ларин Г.М., Шульгин В.Ф., Сарнит Е.А. и др. Слабые обменные взаимодействия в комплексах меди(II) на основе дигидраза ацетилацетона и глутаровой кислоты // Координац. химия. – 1999. – Т. 25, № 5. – С. 356-358.
6. Ларин Г.М., Шульгин В.Ф., Мельникова и др. Исследование методом ЭПР слабых обменных взаимодействий в биядерных комплексах меди(II) с ацилдигидразами фторированных β-дикетонов // Известия РАН. Серия химическая. – 2002. – №4. – С. 585-589.
7. Larin G.M., Shul'gin V.F., Sarmit E.A. Weak long-range spin-spin exchange interactions in a copper(II) complex // Mendeleev Commun. – 1999. – № 4. – P. 129-130.
8. Ларин Г.М., Шульгин В.Ф., Сарнит Е.А. Структура и спектр ЭПР биядерных комплексов меди(II) с бис(салицилиден)гидразоном глутаровой кислоты // Журн. неорганической химии. – 2000. – Т. 45, № 6. – С. 1010-1015.
9. Ларин Г.М., Шульгин В.Ф., Сарнит Е.А. и др. Исследование методом ЭПР слабых обменных взаимодействий в биядерных комплексах меди(II) с ацилдигидразами салицилового альдегида // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2001. – № 5. – С. 777-783.
10. Шульгин В.Ф., Гусев А.Н., Зуб В.Я. и др. Исследование слабых обменных взаимодействий в биядерных комплексах меди(II) с ацилдигидразами 2-оксиацетофенона методом ЭПР // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2002. – № 12. – С. 2107-2111.
11. Шульгин В.Ф., Гусев А.Н., Зуб В.Я. и др. Спектры ЭПР комплексов меди(II) с ацилдигидразами 2-гидрокси-5-метил- и 2-гидрокси-5-хлорацетофенона // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2003. – № 6. – С. 1230-1233.
12. Ларин Г.М., Шульгин В.Ф., Гусев А.Н. и др. Структура и спектр ЭПР биядерного комплекса меди(II) с адипоилбисгидразоном 2-гидроксипропиофенона // Докл. АН. – 2003. – Т. 390, № 3. – С. 627-630.
13. Ларин Г.М., Шульгин В.Ф., Гусев А.Н. и др. Молекулярное строение и спектры ЭПР комплексов меди(II) с ацилдигидразами 2-гидроксипропиофенона // Известия Академии наук. Серия химическая. 2004. – № 5. – С. 740-743.
14. Smith T.D., Pilbrow Y.R. The Determination of Structural Properties of Dimeric Transition Metal Ion Complexes from EPR Spectra // Coord. Chem. Rev. – 1974. – Vol. 13, № 2/3. – P. 173-278.
15. Яблоков Ю.В., Воронкова В.К., Мосина Л.В. Парамагнитный резонанс обменных кластеров. М.: Наука, 1988. – 181 с.
16. Hasty E.F., Colburn T.J., Hendrickson D.N. Copper (II) and Vanadyl complexes of Binucleating Ligands. Magnetic Exchange Interactions Propagated through an Extensive Organic system // Inorg. Chem. – 1973. – Vol.12, № 37. – P. 2414-2421
17. Hasty E.F., Wilson L.J., Hendrickson D.N. Magnetic Exchange Interactions in Transition-Metal Dimers. 14. Binuclear Copper (II) Schiff Base Compounds of Salicylaldehyde with Aromatic Polyamines // Inorg. Chem. – 1978. – Vol.17, № 7. – P. 1834-1840.
18. Гусев А.Н., Шульгин В.Ф., Труш Ю.В. и др. Спектры ЭПР биядерных комплексов меди(II) с ацилдигидразами бензолдикарбоновых кислот // Ученые записки ТНУ им. В.И. Вернадского, 2005, Т. 18 (58), № 2, С. 31-37.
19. Sheldrick G.M. SHELX97. Program for the Solution of Crystal Structures. Göttingen University, Göttingen (Germany), 1997.
20. Ranford J.D., Vittal J.J., Wang Y.M. Diccoper(II) complexes of the antitumor analogues acyl-bis(salicylaldehyde hydrazones) and crystal structures of monomeric $[Cu_2(1,3\text{-propanedioyl bis(salicylaldehyde hydrazones)})(H_2O)_2](ClO_4)_2 \cdot 3H_2O$ and polymeric $[\{Cu_2(1,6\text{-hexanedioyl bis(salicylaldehyde hydrazones)})(C_2H_5OH)_2\}_m](ClO_4)_{2m} \cdot m(C_2H_5OH)$ // Inorg. Chem. - 1998. – Vol. 37. – P. 1226-1231.
21. Коган В.А., Зеленцов В.В., Ларин Г.М., Луков В.В., Комплексы переходных металлов с гидразами. Физико-химические свойства и строение. М.: Наука, 1990, - 112 с.
22. Allen F.H., Kennard O., Watson D.G. et al. Tables of lengths determined by X-ray and neutron diffraction. Part 1. Bond lengths in organic compounds // J. Chem. Soc. Perkin Trans. – 1987. – Pt. 2, № 12. – S. 1-19.

Поступила в редакцию 12.09.2006 г.

АННОТАЦИИ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Архангельская Е.В., Грабовская Е.Ю., Коновальчук В.Н. **Исследование влияния естественных гелиогеомагнитных флуктуаций на биоэлектрическую активность мозга человека** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 3-8.

Изучали влияние гелиогеомагнитной активности на биоэлектрическую активность головного мозга человека. Отмечены достоверные изменения в корреляционных взаимоотношениях между ритмами фоновой электроэнцефалограммы и флуктуациями гелиогеомагнитной активности.

Ключевые слова: электроэнцефалограмма, электромагнитное поле, гелиогеомагнитная активность, межполушарная асимметрия.

Буков Ю.А., Алтеева А.В. **Респираторная тренировка в активизации механизмов гомеостатической регуляции и адаптационных возможностей дыхательной системы детей дошкольного возраста** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 9-14.

Исследовано влияние респираторной тренировки на регуляцию газового гомеостаза организма девочек дошкольного возраста. Показано, что корригирующие влияния предложенной методики проявились в оптимизации паттерна дыхания, ликвидации гипервентиляции, расширении адаптационных возможностей системы внешнего дыхания. Выявлены особенности регуляции вентиляторных реакций на дозированное воздействие физических нагрузок.

Ключевые слова: респираторная тренировка, девочки дошкольного возраста, газовый гомеостаз, адаптационные возможности системы внешнего дыхания.

Буков Ю.А., Маркина И.В. **Резервы респираторной системы и особенности метаболических реакций у детей с мышечной гипотонией** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 15-18.

Исследованы функциональные резервы респираторной системы и особенности энергетического обмена у детей с мышечной гипотонией. Выявлено, что мышечная гипотония снижает функциональные возможности респираторной системы детей. При выполнении физических нагрузок отмечается усиление анаэробного гликолиза, при этом респираторная компенсация метаболического ацидоза не эффективна. Включение в программу реабилитации аэробных и дыхательных упражнений обеспечивает расширение энергетического потенциала организма и вентиляторных способностей детей.

Ключевые слова: респираторная система, метаболические реакции, гипотония.

Гуркович Е. И. **Клиническое значение определения модифицированных форм альбумина у больных ювенильным ревматоидным артритом** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 19-24.

У 124 детей, страдающих ревматоидным артритом, определяли содержание модифицированных форм альбумина в сыворотке крови методом электрофореза на ацетатцеллюлозных пленках с последующей обработкой трихлоруксусным этанолом. отмечено достоверной нарастание модифицированных форм альбумина у детей с активностью заболевания, сохраняющееся в том числе и в стадии ремиссии, особенно у больных с периодически возникающими и кратковременными артралгиями и скованностью, свидетельствующее о сохраняющейся напряженности затихшего воспалительного процесса. Отмечено высокое содержание модифицированных форм альбумина у больных с преходящей и следовой протеинурией.

Ключевые слова: ревматоидный артрит, модифицированный альбумин

Евстафьева И.А., Решетняк О.А., Евстафьева Е.В., Гружеский В.А., Гружеская В.Ф. **Особенности реагирования системы кровообращения подростков на физическую нагрузку в зависимости от содержания биоэлементов в организме** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 25-28.

Проведено функциональное обследование сердечно-сосудистой системы 25 подростков (мальчиков) проживающих на урбанизированной и техногенно-загрязненных территориях города. Данная группа была обследована на предмет содержания биоэлементов мышьяка, цинка, меди в организме. Выявлена достоверная положительная корреляционная связь между показателями сосудистой системы: сердечно-артериального давления, общего периферического сопротивления сосудов и цинка; тенденция к связи амплитуды дифференцированной реограммы и мышьяка, общего периферического сопротивления и цинка, а также тенденция к связи между медью и показателями сердечной деятельности: минутным объемом, сердечным индексом и частотой сердечных сокращений.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, подростки, тяжелые металлы.

Кулагин Ю.И., Заикин А.В., Иванова Н.М., Кулагина Ю.Ю. **Метаболический синдром у больных с артериальной гипертензией: современные представления о патогенезе и перспективы физической реабилитации** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 29-36.

В статье проведен обзор литературы по вопросам этиологии и патогенеза метаболического синдрома – одного из тяжелых и опасных расстройств, которое часто сопровождается артериальную гипертензию. Рассмотрены так же проблемы лечения и физической реабилитации больных с данным синдромом.

Ключевые слова: метаболический синдром, этиология, патогенез, лечение, физическая реабилитация

Мельниченко Е.В., Мишин Н.П., Ефименко А.М., Снапков П.В., Пархоменко А.И., Мирная А.В. **Гемодинамические реакции в условиях тракции у спортсменов с разными типами кровообращения** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 37-42.

Для изучения кардиогемодинамических реакций на парасимпатикотоническую активацию при разных исходных типах кровообращения обследовано 20 спортсменов, которым выполняли тракцию мезодермальных образований в зоне С₃ – Th₈. Обнаружено, что паттерн реактивности сердечно-сосудистой системы на тракцию зависит от типа кровообращения: при гипокинетическом типе происходит существенное снижение диастолического артериального давления и частоты пульса, а при гипертоническом – значительно снижаются показатели систолического объема, сердечного выброса, ударного и сердечного индексов.

Ключевые слова: кардиогемодинамика, типы кровообращения, тракция.

Никифорова Е.А., Ляшенко В.П., Пасичниченко О.Н. **Изменение сократительных реакций изолированных препаратов аорты при неспецифической нагрузке NaCl** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 43-47.

В статье описаны возможные механизмы изменения сократительной активности изолированных препаратов аорты при нагрузке NaCl. Показано, что при этом реакции на вазоактивные вещества зависят от степени активации β-адренергической системы.

Ключевые слова: сократительная активность, гладкомышечный комплекс, аорта, NaCl.

Ровная О.О. **Механизмы адаптации системы дыхания к тренировочным нагрузкам у квалифицированных спортсменок по синхронному плаванию** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 48-52.

Рассматриваются механизмы управления движениями за счет особых адаптационных изменений системы дыхания высококвалифицированных спортсменок по синхронному плаванию. Система дыхания в этом виде спорта выступает, как опережающее возбуждение эфферентного синтеза и, соответственно, играет роль пускового механизма двигательной деятельности.

Ключевые слова: система дыхания, управление двигательной деятельностью, синхронное плавание.

Сафронова Н.С. **Применения факторного анализа для оценки функционального состояния организма при использовании биологически**

активных добавок к пище Чаванпраш и Стресском // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 53-60.

В работе при помощи факторного анализа исследовано функциональное состояние организма на этапе долговременной адаптации к физическим нагрузкам при использовании биологически активных добавок к пище Чаванпраш и Стресском. Прием пищевых добавок способствует оптимизации качественно-количественных взаимоотношений между основными эффекторами функциональной системы, ответственной за адаптацию к мышечной деятельности, у студентов с высоким уровнем повседневной двигательной активности.

Ключевые слова: факторный анализ, биологически активные добавки к пище Чаванпраш и Стресском, функциональное состояние организма, адаптация, функциональная система.

Севериновская Е.В., Григорова М.А., Касьмова К.И. **Особенности ВНД и биоэлектрической активности головного мозга крыс при влиянии низкоинтенсивного хронического облучения** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 61-70.

В статье описаны особенности проявлений высшей нервной деятельности и биоэлектрической активности разных отделов мозга крыс при влиянии низкоинтенсивного хронического облучения в дозе 0,25 Гр.

Ключевые слова: крысы, хроническое облучение, поведенческие реакции, биоэлектрическая активность в разных отделах мозга.

Снегирев Ф.Ф. **Влияние биологически активной добавки на некоторые физиологические и биохимические показатели крови у поросят 2-3- месячного возраста** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 71-75.

В статье описано влияние биологически активной добавки на физиологические и биохимические показатели крови у поросят при ее скармливании. Рекомендуется использовать добавку в животноводстве.

Ключевые слова: биологически активная добавка, поросята, кровь, гематологические и биохимические показатели.

Собянина Г.Н., Буков Ю.А. **Использование методов математического моделирования в оценке психосоматического здоровья школьников** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 76-82.

В статье описано применение математического моделирования в исследовании статистических зависимостей между функциональными параметрами организма и адаптационным потенциалом подростков старшего школьного возраста, обучающихся по инновационной методике Базарнова В.Ф. В статье также приводится алгоритм диагностики психосоматического здоровья школьников под

влиянием ортогонадного позиционирования, выполненного с помощью метода множественной регрессии.

Ключевые слова: моделирование структурными уравнениями, множественная регрессия, психосоматическое здоровье, инновационные методики, адаптационный потенциал.

Чус Т. Г., Ляшенко В. П., Лукашев С. Н., Мельникова О. З. **Изменение фоновой биоэлектрической активности гипоталамуса крыс, вызванные применением амитриптилина на фоне длительного стресса** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 83-90.

Исследовали изменение фоновой биоэлектрической активности переднего и заднего отделов гипоталамуса крыс под влиянием длительного стресса и применения на его фоне амитриптилина. Показано, что у животных, находившихся в течение 21 недели в стрессовой ситуации, происходила существенная модуляция фоновой биоэлектрической активности гипоталамических структур. В её динамике можно было выделить различающиеся по электрографическим показателям периоды, которые могли соответствовать различным стадиям стресс-реакции организма. Применение амитриптилина приводило к усилению десинхронизирующего влияния стресса в течение первых недель эксперимента и к синхронизации биоэлектрической активности гипоталамуса в последующий период. Предполагается важная роль моноаминоэргических систем мозга в изменениях функциональной активности переднего и заднего отделов гипоталамуса под влиянием длительного стресса.

Ключевые слова: стресс, биоэлектрическая активность, гипоталамус, амитриптин, моноаминоэргические системы мозга.

Черная В.Н., Хомякова О.В., Коваль С.Я. **Влияние синтетического треонина на процессы всасывания аминокислот в кишечнике** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 91-96.

В статье описаны особенности взаимодействия свободных аминокислот треонина, лизина, метионина и триптофана при всасывании в тонком кишечнике.

Ключевые слова: аминокислоты, треонин, лизин, метионин, триптофан, всасывание в кишечнике.

Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р., Постольникова И.В., Митрофанова Н.Н. **Зависимость анальгетического действия низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты от индивидуальных особенностей животных** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 97-107.

Исследована зависимость анальгетического действия низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ) от индивидуально-типологических особенностей животных при экспериментально

вызванной тонической боли. Показано, что максимальный анальгетический эффект ЭМИ КВЧ отмечается у крыс с низкой («амбидекстров»), минимальный – с высокой («левшей») уровнями двигательной активности в тесте «открытого поля».

Ключевые слова: электромагнитное излучение крайне высокой частоты, формалиновый тест, анальгетическая эффективность, двигательная активность, моторная асимметрия.

Чуян Е.Н., Заячникова Т.В., Трибрат Н.С. **Гипокинетический стресс модифицирует болевую чувствительность у крыс при экспериментально вызванной висцеральной боли** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 108-120.

Изучено модифицирующее действие гипокинетического стресса на изменение болевой чувствительности крыс при экспериментально вызванной висцеральной боли. Показано что, гипокинетический стресс модифицирует болевую чувствительность у животных при экспериментально вызванной висцеральной боли, что проявляется в изменении продолжительности болевых и неболевых поведенческих реакций в «уксусном тесте».

Ключевые слова: гипокинезия, висцеральная боль, стресс, «уксусный тест».

Чуян Е.Н., Махонина М.М., Костюк И.В. **Применение люминесцентного микроспектрального анализа для определения содержания катехоламинов в лейкоцитах крови при различных экспериментальных воздействиях** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 121-130.

В данной работе обосновано применение микроспектрального люминесцентного анализа для определения содержания катехоламинов в лейкоцитах крови крыс при различных экспериментальных воздействиях. Показано, что динамика содержания катехоламинов в лейкоцитах соответствует изменению этого показателя в эритроцитах крови крыс, что подтверждается корреляционным анализом ($r = 0,77$, $p < 0,001$). Применение микроспектрального люминесцентного метода определения содержания катехоламинов в лейкоцитах является адекватным для определения активности симпатoadренальной системы.

Ключевые слова: электромагнитное излучение крайне высокой частоты, катехоламины, лейкоциты, люминесценция

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Довгий И. И., Гришкова В. И., Яковичин Л.А. **Моллюскоцидная активность тритерпеновых гликозидов, выделенных из куссонии метельчатой *Cussonia paniculata*** // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С.131-134.

Изучена моллюскоцидная активность тритерпеновых гликозидов из *Cussonia paniculata*. Показано наличие моллюскоцидной активности у тритерпеновых

гликозидов β-амиринового ряда и ее отсутствие у тритерпеноидов α-амиринового и лупанового рядов и их гликозидов. Выявлены структурные факторы, влияющие на уровень активности.

Ключевые слова: тритерпеновые гликозиды, моллюскоцидная активность, *Cussonia paniculata*, *Araliaceae*.

Певзнер Н.С. Координационные соединения гидразидов 3,4-диметокси- и 3,4,5-триметоксибензойной кислоты с нитратами кобальта(II), никеля(II) и меди(II) // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). - № 3. – С. 135-139.

Синтезированы и изучены методами элементного и термогравиметрического анализа, а также инфракрасной и электронной спектроскопии поглощения координационные соединения гидразидов 3,4-диметоксибензойной (L^1) и 3,4,5-триметоксибензойной (L^2) кислот состава: $[M(L^{1-2})_2(H_2O)_2](NO_3)_2 \cdot nH_2O$, где $M = Co^{2+}, Ni^{2+}$; $n = 0 (L^1)$; $n = 2 (L^2)$ и $[Cu(L^{1-2})_2(H_2O)](NO_3)_2 \cdot nH_2O$, $n = 0 (L^1)$; $n = 1 (L^2)$. Установлено, что гидразиды L^1 и L^2 бидентатно координированы через карбонильный атом кислорода и атом азота аминогруппы с образованием хелатного цикла.

Ключевые слова: медь(II), кобальт(II), никель(II) комплексы, ацилгидразиды.

Шейх-Заде М.И. Оценка энергии внутримолекулярной водородной связи в пировиноградной кислоте по ИК-спектрам поглощения // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 140-143.

Получены инфракрасные спектры растворов пировиноградной кислоты в C_2Cl_4 в области крутильных и валентных колебаний ОН-группы в интервале температур 25-115 °С. Проведено отождествление полос τOH и νOH . Из анализа концентрационной и температурной зависимостей интенсивностей полос νOH сделан вывод о конформации мономеров этой кислоты. Рассчитана потенциальная функция внутреннего вращения ОН-группы. Проведена оценка энергии внутримолекулярной водородной связи.

Ключевые слова: инфракрасные спектры, пировиноградная кислота, внутреннего вращения энергия, внутримолекулярная водородная связь.

Шульгин В.Ф., Труш Ю.В., Гусев А.Н., Александров Г.Г., Еременко И.Л., Ларин Г.М. Исследование кристаллической структуры комплекса меди(II) с бис(салицилиденгидразоном) изофталевой кислоты // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С.144-150.

Синтезирован и исследован методом прямого рентгеноструктурного анализа биядерный комплекс меди(II) с бис(салицилиденгидразоном) 1,3-бензолдикарбоновой кислоты (H_4L) состава $[Cu_2L \cdot 2Mgf \cdot MeOH]$. Кристаллы триклинные, $a = 981,4(2)$, $b = 1296,6(3)$, $c = 1341,1(3)$ пм, $\alpha = 106,40(2)^\circ$, $\beta =$

103,89(2)°, $\gamma = 99,08(2)^\circ$ Пр. гр. $P\bar{1}$. Катионы меди(II) расположены на расстоянии 1029 пм друг от друга и структурно неэквивалентны. Координационная сфера одного катиона меди имеет плоскочватратную геометрию и образована донорными атомами (2N + O) дважды депротонированного ацилгидразинного фрагмента и атомом азота молекулы морфолина. Второй катион меди дополнительно координирует молекулу метанола, атом кислорода которой достраивает координационный полиэдр до тетрагональной пирамиды, занимая аксиальную позицию.

Ключевые слова: медь(II) комплексы, бензолдикарбоновые кислоты, ацилдигидразоны, кристаллическая структура.

АНОТАЦІЇ

БІОЛОГІЧНІ НАУКИ

Архангельська О.В., Грабовська О.Ю., Коновальчук В.М. Дослідження впливу природних геліогеомагнітних флуктуацій на біоелектричну активність мозку людини // Учень записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 3-8.

Вивчали вплив геліогеомагнітної активності на біоелектричну активність головного мозку людини. Відзначені достовірні зміни в кореляційних взаємостосунках між ритмами фонові електроенцефалограми і флуктуаціями геліогеомагнітної активності.

Ключові слова: електроенцефалограма, електромагнітне поле, геліогеомагнітна активність, міжпівкульова асиметрія.

Буков Ю.О., Алтєєва А.В. Респіраторне тренування в активізації механізмів гомеостатичної регуляції й адаптаційних можливостей дихальної системи дітей дошкільного віку // Учень записки Тавріського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 9-14.

Досліджено вплив респіраторного тренування на регуляцію газового гомеостазу організму дітей дошкільного віку. Показано, що коригуючі впливи запропонованої методики проявилися в оптимізації патерну дихання, ліквідації гіпервентиляції, розширення адаптаційних можливостей системи зовнішнього дихання. Виявлені особливості регуляції вентиляторних реакцій на дозовану дію фізичних навантажень.

Ключові слова: респіраторне тренування, діти дошкільного віку, газовий гомеостаз, адаптаційні можливості системи зовнішнього дихання.

Буков Ю.А., Маркіна І.В. Резерви респіраторної системи і особливості метаболічних реакцій у дітей з м'язовою гіпотонією // Учень записки Тавріського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 15-18.

Досліджені функціональні резерви респіраторної системи і особливості енергетичного обміну у дітей з м'язовою гіпотонією. Виявлено, що м'язова гіпотонія знижує функціональні можливості респіраторної системи дітей. При виконанні фізичних навантажень наголошується посилення анаеронного гліколізу, при цьому респіраторна компенсація метаболічного ацидозу не ефективна. Включення в програму реабілітації і дихальних вправ аеробів забезпечує розширення енергетичного потенціалу організму і здібностей вентиляторних можливостей дітей.

Ключові слова: респіраторна система, метаболічні реакції, гіпотонія.

Гуркович О. І. **Клінічне значення визначення модифікованих форм альбуміну у хворих на ювенільний ревматоїдний артрит** // Ученьє запискі Таврічеського національного університета ім. В. І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 19-24.

У 124 дітей, страждаючих ревматоїдним артритом, визначали вміст модифікованих форм альбуміну в сироватці крові методом електрофорезу на ацетатцелюлозних плівках з подальшою обробкою трихлоруксусним етанолом. Відзначено достовірною наростання модифікованих форм альбуміну у дітей з активністю захворювання, що зберігається у тому числі і в стадії ремісії, особливо у хворих з періодично виникаючими і короткочасними артралгіями і скутістю, що свідчить про напруженість затихлого запального процесу, которий що зберігається. Відзначений високий вміст модифікованих форм альбуміну у хворих з скороминучою і слідом протеїнуриєю.

Ключові слова: ревматоїдний артрит, модифікований альбумін

Євстаф'єва І.А., Решетняк О.А., Євстаф'єва О.В., Гружєвський В.О., Гружєвська В.Ф. **Особливості реагування системи кровообігу підлітків на фізичне навантаження в залежності від вмісту біоелементів в організмі** // Ученьє запискі Таврічеського національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 25-28.

Проведено функціональне обстеження серцево-судинної системи 25 підлітків (хлопців), проживаючих на урбанізованій і техногенно забрудненій території міста. Група була обстежена на предмет вмісту важких біоелементів миш'яка, цинка, міді в організмі. Виявлено достовірний кореляційний зв'язок для показників судинної системи: серцевого артеріального тиску, загального периферичного опіру та цинку; позитивна тенденція у зв'язку амплітуди диференційної реограми та миш'яку, загального периферичного опіру та цинку, а також позитивна тенденція у зв'язку між мідю та судинною діяльністю хвилинного об'єму, серцевого індексу та частоти серцевих скорочень.

Ключові слова: серцево-судинна система, підлітки, важкі метали.

Кулагін Ю.І., Заїкін О.В., Іванова Н.М., Кулагіна Ю.Ю. **Метаболічний синдром у хворих з артеріальною гіпертензією: сучасні уявлення про патогенез і перспективи фізичної реабілітації** // Ученьє запискі Таврічеського національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 29-36.

У статті проведений огляд літератури з питань етіології і патогенезу метаболічного синдрому – одного з важких і небезпечних розладів, який часто супроводжує артеріальну гіпертензію. Розглянуті так само проблеми лікування і фізичної реабілітації хворих з даним синдромом.

Ключові слова: метаболічний синдром, етіологія, патогенез, лікування, фізична реабілітація

Мельніченко О.В., Мішин М.П., Ефіменко А.М., Снапков П.В., Пархоменко О.И., Мірная А.В. Гемодинамічні реакції в умовах тракції у спортсменів з різними типами кровообігу // Ученьє запискі Таврічєского національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 37-42.

Для вивчення кардіогемодинамічних реакцій на парасимпатикотонічну активацію при різних початкових типах кровообігу обстежено 20 спортсменів, яким виконували тракцію мезодермальних утворень в зоні С₃ - Th₈. Знайдено, що патерн реактивності серцево-судинної системи на тракцію залежить від типу кровообігу: при гіпокінетичному типі відбувається істотне зниження діастолічного артеріального тиску і частоти пульсу, а при гіперкінетичному - значно знижуються показники об'єму сістолі, серцевого викиду, ударного і серцевого індексів.

Ключові слова: кардіогемодинаміка, типи кровообігу, тракція.

Никифорова О.А., Ляшенко В.П., Пасічніченко О.М. Зміни ізольованих препаратів аорти за умов неспецифічного навантаження NaCl // Ученьє запискі Таврічєского національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 43-47.

В статті описані можливі механізми змін скоротливої активності ізольованих препаратів аорти при NaCl-навантаженні. Показано, що за цих умов реакції на вазоактивні речовини залежать від ступеню активації β-адренергічної системи.

Ключові слова: скоротлива активність, гладеньком'язовий комплекс, аорта, NaCl.

Рівна О.О. Механізми адаптації системи дихання до тренувальних навантажень у кваліфікованих спортсменок з синхронного плавання // Ученьє запискі Таврічєского національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 48-52.

Розглядаються механізми управління рухами за рахунок особливих адаптаційних змін системи дихання висококваліфікованих спортсменок з синхронного плавання. Система дихання в цьому виді спорту виступає, як випереджаюче збудження еферентного синтезу і, відповідно, відіграє роль пускового механізму рухової діяльності.

Ключові слова: система дихання, управління руховою діяльністю, синхронне плавання.

Сафронова Н.С. Застосування факторного аналізу для оцінки функціонального стану організму при використанні біологічно активних добавок до їжі Чаванпраш і Стреском // Ученьє запискі Таврічєского національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 53-60.

У роботі за допомогою факторного аналізу досліджений функціональний стан організму на етапі довгострокової адаптації до фізичних навантажень при використанні біологічно активних добавок до їжі Чаванпраш і Стреском. Прийом харчових добавок сприяє оптимізації якісно-кількісних взаємин між основними

ефекторами функціональної системи, відповідальної за адаптацію до м'язової діяльності, у студентів з високим рівнем повсякденної рухової активності.

Ключові слова: факторний аналіз, біологічно активні добавки до їжі Чаванпраш і Стреском, функціональний стан організму, адаптація, функціональна система.

Северинівська О.В., Григорова М.О., Касимова К.І. **Особливості ВНД та біоелектричної активності головного мозку щурів під впливом низькоінтенсивного хронічного опромінення** // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 61-70.

У статті описані особливості проявів вищої нервової діяльності та біоелектричної активності у різних відділах мозку щурів під впливом низькоінтенсивного хронічного опромінення в дозі 0,25 Гр.

Ключові слова: щури, хронічне опромінення, поведінкові реакції, біоелектрична активність різних відділів мозку.

Снегірьов Ф.Ф. **Вплив біологічно активної добавки на деякі фізіологічні та біохімічні показники крові у поросят 2-3- місячного віку** // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 71-75.

У статті описано вплив біологічно активної добавки на фізіологічні та біохімічні показники крові у поросят при її годуванні. Рекомендується використовувати добавку в тваринництві.

Ключові слова: біологічно активна добавка, поросята, кров, гематологічні та біологічні показники.

Собяніна Г.М., Буков Ю.О. **Використання методів математичного моделювання в оцінці психосоматичного здоров'я школярів** // Ученьні записки Тавріського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 76-82.

У статті показано використання математичного моделювання у дослідженні статистичних залежностей між функціональними параметрами організму та адаптаційним потенціалом підлітків старшого шкільного віку, які навчаються по інноваційній методиці В.Ф.Базарного. В статті також приводиться алгоритм діагностики психосоматичного здоров'я школярів під впливом ортоградного позиціонування, виконаного за допомогою методу множинної регресії.

Ключові слова: моделювання структурними порівняннями, множинна регресія, психосоматичне здоров'я, інноваційні методики, адаптаційний потенціал

Чаус Т. Г., Ляшенко В. П., Лукашов С. Н., Мельнікова О. З. **Зміни фонові біоелектричної активності гіпоталамусу щурів, викликані застосуванням амітриптиліну на тлі тривалого стресу** // Ученьні записки Тавріського

національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 83-90.

Досліджували зміни фонові біоелектричної активності переднього і заднього відділів гіпоталамусу щурів за умов тривалого стресу та при застосуванні на його тлі амітриптиліну. Показано, що у тварин, які знаходились протягом 21 тижня у стресовій ситуації, відбувалась суттєва модуляція біоелектричної активності гіпоталамічних структур. В її динаміці можна було виділити періоди, які відрізнялися за електрографічними показниками і могли відповідати різним стадіям стрес-реакції організму. Застосування амітриптиліну призводило до посилення десинхронізуючого впливу стресу протягом перших тижнів експерименту і синхронізації біоелектричної активності гіпоталамусу у наступний період. Передбачається важлива роль моноаміноергічних систем мозку в змінах функціональної активності переднього та заднього відділів гіпоталамусу за умов тривалого стресу.

Ключові слова: стрес, біоелектрична активність, гіпоталамус, амітриптилін, моноаміноергічні системи мозку.

Чорна В.М., Хомякова О.В., Коваль С.Я. **Вплив синтетичного треоніну на процеси усмоктування амінокислот у кишечнику** // Учень записки Таврічеського національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 91-96.

В статті описані особливості взаємодії вільних амінокислот треоніну, лізіну, метіоніну та триптофану при усмоктуванні в тонкому кишечнику.

Ключові слова: амінокислоти, треонін, лізін, метіонін, триптофан, усмоктування в кишечнику.

Чуян О.М., Джелдубаєва Е.Р., Постольнікова І.В., Митрофанова Н.М. **Залежність аналгетичної дії низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надвисокої частоти від індивідуальних особливостей тварин** // Учень записки Таврічеського національного університета ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 97-107.

Досліджена залежність аналгетичної дії низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надвисокої частоти (ЕМВ НВЧ) від індивідуально-типологічних особливостей тварин при експериментально викликаному тонічному болю. Показано, що максимальний аналгетичний ефект ЕМВ НВЧ відзначається у щурів з низькою руховою активністю („амбідекстрів”), мінімальний – з високим рівнем рухової активності в тесті відкритого поля („лівшів”).

Ключові слова: електромагнітне випромінювання надвисокої частоти, формаліновий тест, аналгетична ефективність, рухова активність, моторна асиметрія.

Чуян О.М., Заячкінова Т.В., Трибрат Н.С. **Гіпокінетичний стрес модифікує больову чутливість у щурів при експериментально викликаному вісцеральному**

болю // Ученьє запіскі Таврічєского національного університєта ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 108-120.

Вивчєна модифікуюча дія гіпокінєтичного стрєсу на зміну больової чутливості щурів при експєримєнтально викликаноу вісцєральному болю. Довєдєно що, гіпокінєтичний стрєс модифікує больову чутливість у тварин при експєримєнтально викликаноу вісцєральному болю, що є проявом зміни терміну больових і невольових поведінкових реакцій в „оцтовому тесті”.

Ключові слова: гіпокінєзія, вісцєральна біль, стрєс, оцтовий тест”.

Чуян О.М., Махоніна М.М., Костюк І.В. **Впроваджєння люмінєсцентного мікроспєктрального аналізу для визначєння вмісту кєтєхолоамінів в лейкоцитах крові при різноманітних експєримєнтальних впливах** // Ученьє запіскі Таврічєского національного університєта ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 121-130.

В цій роботі обгрунтовано впроваджєння мікроспєктрального люмінєсцентного аналізу для визначєння вмісту кєтєхолоамінів в лейкоцитах крові щурів при різноманітних експєримєнтальних впливах. Показано, що динаміка вмісту кєтєхолоамінів в лейкоцитах відповідає зміні цього показника в еритроцитах крові щурів, що підтверджуєтьсє корєляційним аналізом ($r = 0,77$, $p < 0,001$). Впроваджєння мікроспєктрального люмінєсцентного методу визначєння вмісту кєтєхолоамінів в лейкоцитах є адекватним для визначєння активності симпатoadреналової системи.

Ключові слова: електромагнітне випромінювання надвисокої частоти, кєтєхолоаміни, лейкоцити, люмінєсценція.

ХІМІЧНІ НАУКИ

Довгий І.І., Гришковець В.І., Яковішин Л.О. **Молюскоцидна активність тритєрпєнових глікозидів, виділених з куссонії волотистої *Cussonia paniculata*** // Ученьє запіскі Таврічєского національного університєта ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 131-134.

Вивчєно молюскоцидну активність тритєрпєнових глікозидів з куссонії волотистої *Cussonia paniculata*. Показано наявність молюскоцидної активності у тритєрпєнових глікозидів β-аміринового ряду та її відсутність у тритєрпєноїдів α-аміринового і лупанового рядів та їх глікозидів. Виявлено структурні фактори, що впливають на рівень активності.

Ключові слова: тритєрпєнові глікозиди, молюскоцидна активність, *Cussonia paniculata*, *Araliaceae*.

Пєвзнєр Н.С. **Координатійні сполуки гідразидів 3,4-димєтоксі- і 3,4,5-тримєтоксібєнзєнової кислоти з нітратами Кобальту(II), Ніколу(II) і Купруму(II)** // Ученьє запіскі Таврічєского національного університєта ім. В.І. Вернадского. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 135-139.

Синтезовано і досліджено методами елементного і термогравиметричного аналізу, а також інфрачервоної та електронної спектроскопії поглинання координаційні сполуки гідратидів 3,4-диметоксибензенової кислоти (L^1) і 3,4,5-триметоксибензенової кислоти (L^2) складу: $[M(L^{1-2})_2(H_2O)_2](NO_3)_2 \cdot nH_2O$, де $M = Co^{2+}, Ni^{2+}$; $n = 0$ (L^1); $n = 2$ (L^2) та $[Cu(L^{1-2})_2(H_2O)](NO_3)_2 \cdot nH_2O$, $n = 0$ (L^1); $n = 1$ (L^2). Встановлено, що гідрати L^1 і L^2 координовані через карбонільний атом Оксигену і атом Нітрогену аміногрупи з утворенням хелатного циклу.

Ключові слова: Купрум(II), Кобальт(II), Нікол(II) комплекси, ацилгідрозини.

Шейх-Заде М.І. Оцінка енергії внутрішньомолекулярного водородного зв'язку у піровиноградній кислоті за ІЧ-спектрами поглинання // Ученьні записки Таврічеського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 140-143.

Одержано інфрачервоні спектри розчинів піровиноградної кислоти у C_2Cl_4 в області крутильних і валентних коливань ОН-групи в інтервалі температур 25-115°C. Проведено ототожнення смуг τ_{OH} і ν_{OH} . З аналізу концентраційної і температурної залежностей інтенсивностей смуг зроблений висновок про конформацію мономерів цієї кислоти. Розраховано потенційну функцію внутрішнього обертання ОН-групи. Зроблено оцінку енергії внутрішньомолекулярного водневого зв'язку.

Ключові слова: інфрачервоні спектри, піровиноградна кислота, внутрішнього обертання, енергія, внутрішньомолекулярний водневий зв'язок.

Шульгін В.Ф., Труш Ю.В., Гусев О.М., Александров Г.Г., Єременко І.Л., Ларін Г.М. Дослідження кристалічної структури комплексу Купруму(II) з біс(саліциліденгідрозоном) ізофталінової кислоти // Ученьні записки Таврічеського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2006. – Т. 19 (58). – № 3. – С. 144-150.

Синтезовано і досліджено методом прямого рентгеноструктурного аналізу біядерний комплекс Купруму(II) з біс(саліциліденгідрозоном) 1,3-бензенидикарбонової кислоти (H_4L) складу $[Cu_2L \cdot 2Mgf \cdot MeOH]$. Кристали триклинні, $a = 981,4(2)$, $b = 1296,6(3)$, $c = 1341,1(3)$ пм, $\alpha = 106,40(2)^\circ$, $\beta = 103,89(2)^\circ$, $\gamma = 99,08(2)^\circ$ Пр. гр. $P\bar{1}$. Катіони Купруму(II) розташовані на відстані 1029 пм один від одного і є структурно нееквівалентними. Координаційна сфера одного катіона Купруму має плоскочватратну геометрію і утворена донорними атомами ($2N + O$) двічі депротонованого ацилгідрозинового фрагменту і атомом Нітрогену молекули морфоліну. Другий катіон Купруму додатково координує молекулу метанолу, атом Оксигену котрої добудовує координаційний поліедр до тетрагональної піраміди і займає аксиальну позицію.

Ключові слова: Купрум(II) комплекси, бензенидикарбонові кислоти, ацилдігідрозини, кристалічна структура.

SUMMARY

BIOLOGICAL SCIENCES

Arkhangelskaya E.V., Grabovskaya E.Yu., Konovalchuk V.N. **Effect of natural heliogeomagnetic fluctuations on bioelectric activity of brain in man** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 3-8.

Heliogeomagnetic activity influenced bioelectric activity of human brain. Significant changes of correlation interrelations between the background EEG rhythms and heliogeomagnetic activity fluctuations discovered.

Keywords: electroencephalogram, electromagnetic field, heliogeomagnetic activity, interhemispheric asymmetry.

Bukov Y.A., Alpeyeva A.V. **Respiratory training in activating the mechanisms of homeostatic regulation and adaptive abilities of preschool age children respiratory system** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 9-14.

The influence of respiratory training on regulation of gas homeostasis of preschool age children organism was studied. Correcting effect of the proposed system became apparent in the optimization of pattern of breathing, hyperventilation decrease, enlargement of adaptive abilities of external respiration system. Regulation properties of ventilation reactions for dosed impact of physical activity found.

Keywords: respiratory training, preschool age children, gas homeostasis, adaptive abilities of external respiration system.

Bukov Yu. A., Markina I.V. **Respiratory system reserves and metabolic response properties in children with muscular hypotonia** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 15-18.

Functional reserves of respiratory system and energy metabolism in children with muscular hypotonia studied. Muscular hypotonia turned out to decrease functional resources of children respiratory system. Anaerobic glycolysis intensification was observed at the time of physical loading whereas respiratory compensation of metabolic acidosis was inefficient. Administration of aerobic and respiratory exercises extended energy potential and ventilatory abilities.

Keywords: respiratory system, metabolic reactions, hypotonia.

Gurcovich E.I. **Clinical significance of modified albumin forms test in patients with juvenile rheumatoid arthritis** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 2. – P. 19-24.

Serum modified albumins forms (mA) were found in 124 children patients with juvenile rheumatoid arthritis by electrophoresis on acetatecellulose films. There was a significant rise of mA in patients with juvenile rheumatoid arthritis. Such a rise was observed also in the remission stage, especially in patients with temporary artralgiias and rigidity. The latter fact was an evidence of constant intensity of the silent inflammatory process. High level of mA in patients with residual proteinuria was discovered.

Keywords: juvenile rheumatoid arthritis, modified albumins

Evstafyeva I. A. Reshetniak O.A., Evstafyeva H.V., Gruzevsryi V.A., Gruzevsrya V.F.

Interconnection between circulation system response properties and content of bioelements in organism of teenagers effected by physical loading // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 25-28.

Functional examination of cardiovascular system in 25 teenagers (boys) living in urbanized and polluted territories city carried out. The subjects underwent the test to find the content of arsenic, zinc, copper in their organisms. The following results were collected: significant positive correlation between the indices of cardiovascular system (mean blood pressure, total peripheral resistance) and Zn, correlation trend between differentiation reogramme amplitude and As, total peripheral resistance and Zn, cardiac activity (stroke volume, cardiac index, heartbeat) and Cu.

Keywords: cardiovascular system, teenagers, heavy metals.

Kulagin Y.I., Zaikin A.V., Ivanova N.M., Kulagina Y.Y.

Metabolic syndrome in arterial hypertension patients: contemporary pathogenesis and physical rehabilitation perspectives // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 29-36.

The review of the literature is conducted in the article about the questions of etiology and pathogenesis of metabolic syndrome – one of the dangerous and heavy disorders, which often accompanies arterial hipertensia. There were also considered the problems of medical treatment and physical rehabilitation of the patients with the given syndrome.

Keywords: metabolic syndrome, etiology, pathogenesis, medical treatment, physical rehabilitation

Melnichenko E.V., Mishin N.P., Yefimenko A.M., Snapkov P.V., Parkhomenko A.I.,

Mirnaya A.V. **Hemodynamic response under condition of traction in sportsmen with different types of blood circulation** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 37-42.

To study cardiohemodynamic response on parasympathetic activation in different initial types of blood circulation there was carried out a research on 20 sportsmen having traction of mezadermal mass in zones C₃ –Th₈. Dependency of cardiovascular system reactivity pattern on blood circulation type discovered: for hypokinetic type there is a

major decrease of diastolic arterial pressure and pulse frequency, for hyperkinetic type – major decrease of systolic volume, cardiac output, beat and heart indices.

Keywords: cardiohemodynamics, blood circulation types, traction.

Nikiforova E.A. Lyashenko V.P. Pasichnechenko O.N. Change of retroactive response of the isolated preparations of aorta at the unspecific loading with NaCl // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 43-47.

The possible mechanism of change of retroactive activity of the isolated preparations of aorta at the NaCl loading described. The response on vasoactive substances occurred to depend on the level of β -adrenal system activation.

Keywords: retroactive activity, smooth muscle complex, aorta, NaCl.

Rovnaya O.O. Mechanisms of respiratory system adaptation to training loads in qualified synchronized swimming sportswomen // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 47-52.

Mechanisms of movement regulation due to special adaptive changers in respiratory system in the synchronized swimming high-qualified sportswomen were studied. Respiratory system in this kind of sport is an outstrip excitation of efferent synthesis and plays a role of initial mechanism of movement activity.

Keywords: respiratory system, regulation of movement activity, synchronized swimming.

Safronova N.S. Factor analysis application as a means of estimation of an organism functional condition at use of the natural biological active supplements Chyawanprash and Stresscom // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 53-60.

The functional state of an organism at a stage of long-term adaptation to physical loading while taking the natural biological active supplements Chyawanprash and Stresscom was studied through use of the factor analysis. The administration of the natural biological active supplements rendered optimization of qualitative-quantitative mutual relation between the basic effectors of functional system responsible for adaptation to muscular activity in the students with a high level of daily motor activity.

Keywords: factor analysis, natural biological active supplements Chyawanprash and Stresscom, functional state of an organism, adaptation, functional system.

Severynovskaya E.V., Grygorova M.A., Kasymova K.I. Properties of HNA and bioelectric activity of rat brain under the chronic influence of low-intensity irradiation // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 61-70.

The properties of HNA and bioelectric activity of different areas of rat brain under the chronic influence of low-intensity irradiation in 0,25 Gy doze described.

Keywords: rats, chronic irradiation, behavioral reactions, bioelectric activity in different ares of brain.

Snegirev F.F. **The effect of the nutrition substance on some physiological and biochemical blood indices in 2 to 3 months old pigs** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 71-75.

The effect of the nutrition substance on physiological and biochemical blood indices of pigs in feedings described. Some recommendations on using the nutrition substance presented.

Keywords: nutrition substance, pigs, blood, hemological and biochemical indices.

Sobyantina G.N., Bukov J.A. **The use of the methods of mathematical modeling while assessing the schoolchildren psychosomatic state** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 76-82.

The article introduces the ways of mathematical modeling application to the research of statistical relations between the functional parameters of human body and adaptation potential of senior school teenagers studying by the innovative V.F. Bazarnov's method. The algorithm of diagnostics (executed with the multiple regression method) of the schoolchildren psychosomatic state under the influence of the vertical posture presented.

Keywords: structural equation modeling, multiple regression, psychosomatic state, innovational techniques, adjustment potential.

Chaus T.G. Lyashenko V.P., Lukashev S.N., Melnikova O.Z. **The changes of summary bioelectrical activity of hypothalamus in rat caused by application of amitriptylinum against the background of long-lasting stress** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 83-90.

The changes of summary bioelectrical activity of front and back hypothalamic areas in rats under effect of long-lasting stress and application of amitriptylinum were studied. Bioelectrical activity of hypothalamic structures was essentially modulated in the animals being in stressful situation within 21 weeks. There were allocated the periods which differed by their electrographically indices and might reflect the various stages of stress-response in an organism. The application of amitriptylinum in rats, which were under stress situation, resulted in amplification of desynchronization effect of stress within the first weeks of experiment and synchronization of bioelectrical activity of hypothalamus within later period. Important role of monoaminergic brain systems in changes of functional activity of front and back hypothalamus areas under effect of long-lasting stress hypothesized.

Keywords: stress, bioelectrical activity, hypothalamus, amitriptylinum, monoaminoergic brain systems.

Chornaja V.N., Homjakova O.V., Koval C.J. **Effect of synthetic treonine on the processes of amino acids absorption in small intestine** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3 – P. 91-96.

The properties of interaction between the free amino acids treonine, lysine, metionine and triptofane while absorbing in small intestine described.

Keywords: amino acids, interaction, absorption in small intestine.

Chuyan E.N., Dzheldubayeva E.R., Postolnicova I.V., Mitrophanova N.N. **Dependency of analgesic effect of low intensity electromagnetic irradiation of extremely high-frequency on the individual properties of animals** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3 – P. 94-107.

Dependency of analgesic effect of low intensity electromagnetic irradiation of extremely high-frequency (EMI EHF) on the individual properties of animals at the experimentally caused tonic pain studied. Maximal analgesic effect of EMI EHF in the «open field» test was observed in rats with low level of motor activity («ambidecstre»), and minimal effect – with high level of motor activity («left-handed»).

Keywords: electromagnetic irradiation of extremely high-frequency, formalin test, analgesic effect, motor activity, motor asymmetry.

Chuyan E.N., Zayachnikova T.V., Tribtat N.S. **Hypokinetic stress modifies pain sensitivity of rats while rendering experimental visceral pain** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 108-120.

The modifying effect of hypokinetic stress on pain sensitivity of rats while rendering experimental visceral pain studied. Changes in painful and non-painful behavioral responses duration in the “bit test” observed.

Keywords: hypokinetic, visceral pain, stress.

Chujan E.N., Makhonina M.M, Kostjuk I.V. **Application of the luminescent microspectral analysis for the determination of catecholamines in a blood leucocytes under the different experimental influences** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 121-130.

This work proved out application of the microspectral luminescent analysis for the determination of catecholamines concentration in leucocytes in a rats blood under the different experimental influences. It is shown, that dynamics of the catecholamines contamination in leucocytes is similar to the variation of this parameter in erythrocytes in a rats blood, that confirmed by correlation analysis ($r = 0,77$, $p < 0,001$). Application of the luminescent microspectral methodic for the determination of the catecholamines contamination in leucocytes is adequate for the symptoadrenal system activity definition.

Keywords: electromagnetic irradiation of extremely high-frequency, catecholamine, leucocytes, luminescent analysis.

CHEMICAL SCIENCES

Dovgiy I.I., Grishkovets V.I., Yakovishin L.A. **Molluscicidal activity of triterpene glycosides isolated from *Cussonia paniculata*** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3 – P. 131-134.

Molluscicidal activity of triterpene glycosides of *Cussonia paniculata* studied. Presence of molluscicidal activity of β -amyrine row triterpene glycosides and its absence in triterpenoids and glycosides of α -amyrine and lupane rows shown. The structural factors effecting the molluscicidal activity found.

Keywords: triterpene glycosides, molluscicidal activity, *Cussonia paniculata*, *Araliaceae*.

Pevzner N.S. **The copper(II), cobalt(II) and nickel(II) complexes of 3,4-dimethoxybenzoic acid hydrazides and 3,4,5-trimethoxybenzoic acid hydrazides** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3 – P. 135-139.

The complexes of 3,4-dimethoxybenzoic acid hydrazides (L^1) and 3,4,5-trimethoxybenzoic acid hydrazides (L^2): $[M(L^{1-2})_2(H_2O)_2](NO_3)_2 \cdot nH_2O$, where $M = Co^{2+}$, Ni^{2+} ; $n = 0$ (L^1); $n = 2$ (L^2), and $[Cu(L^{1-2})_2(H_2O)](NO_3)_2 \cdot nH_2O$, where $n = 0$ (L^1); $n = 1$ (L^2), have been prepared and characterised by elemental and thermogravimetric analysis, infrared and electronic spectra.

Keywords: copper(II), cobalt(II) and nickel(II) complexes, acid hydrazides.

Sheikh-Zade M.I. **Piruvic acids' intramolecular H-Bond energy estimation by IR-spectra** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3. – P. 140-143.

The infrared spectrum solutions of pyruvic acid in C_2Cl_4 were obtained in torsion and valency vibrations of OH-group in temperature interval of 25-115 °C. The identification of τOH and νOH bands has been made. From the analysis of concentration and temperature dependency of intensity of the νOH bands conclusion has been made about conformation of monomers of this acid. The potential function of the internal rotation of OH-group was calculated. The intramolecular hydrogen bond energy was estimated.

Keywords: infrared spectrum, pyruvic acid, internal rotation energy, intramolecular H-Bond.

Shul'gin V.F., Trush Yu.V., Gusev A.N., Alexandrov G.G., Eremenko I.L., Larin G.M. **Crystalline structure investigation of the copper(II) complex with isophthalic acid bis(salicylidenhydrazone)** // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo

Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2006. – V.19 (58). – № 3 – P. 144-150.

Binuclear copper(II) complex of 1,3-benzendicarboxylic acid bis(salicyledenhydrazone) (H_4L) [$Cu_2L \cdot 2Mrf \cdot MeOH$] has been synthesized and investigated by X-ray method. Crystals are three clinic, $a = 981.4(2)$, $b = 1296.6(3)$, $c = 1341.1(3)$ pm, $\alpha = 106.40(2)^\circ$, $\beta = 103.89(2)^\circ$, $\gamma = 99.08(2)^\circ$ Space group $P\bar{1}$. Copper(II) cations are disposed on 1029 pm and are nonequivalent. First copper cation coordination polyhedron are square and build by donor atoms ($2N + O$) of bis(salicyledenhydrazone) and morpholine nitrogen atom. Second copper cation are coordinated with methanol molecule and oxygen atom completed coordination polyhedron to square pyramid and disposed in axial position.

Keywords: copper(II) complexes, benzendicarboxylic acids, acyldihydrazones, crystalline structure.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Алпеева Алла Викторовна** Керченский экономико-гуманитарный институт Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, преподаватель кафедры физической реабилитации, тел. (8261) 2-00-18.
- Александров Григорий Григорьевич** Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, кандидат химических наук, старший научный сотрудник. Адрес: 119991, Москва, Ленинский просп., 31.
- Архангельская Елена Валерьяновна** Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры, тел. (0652) 225-980.
- Буков Юрий Александрович** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, заведующий кафедрой физической реабилитации, доктор биологических наук, профессор, тел. (8022) 25-33-47.
- Грабовская Елена Юрьевна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доцент, заведующий кафедрой медико-биологических основ физической культуры, кандидат биологических наук, тел. (0652) 225-980.
- Григорова Мария Александровна** Днепропетровский национальный университет, аспирант кафедры физиологии человека и животных биолого-экологического факультета, тел. (0562) 46-92-17, e-mail: muha_w@mail.ru.
- Гришковец Владимир Иванович** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой физической и аналитической химии, тел. (0652)230-210, e-mail: vladgri@ukr.net.
- Гружевская Валентина Федоровна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, факультет Физической культуры и спорта, зав. кафедрой, доцент кафедры теории и методики физической культуры, кандидат биологических наук, тел. (0652) 48-47-73.
- Гружевский Валерий Алексеевич** Крымский экономический институт Киевского национального экономического университета им. В. Гетмана, зав. кафедрой физического воспитания, тел. (0652) 48-47-73.
- Гуркович Елена Ивановна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доцент кафедры физической реабилитации, кандидат медицинских наук, тел. (0652) 255-047.
- Гусев Алексей Николаевич** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат химических наук, ассистент кафедры общей химии, тел. (0652) 230-316.

- Джелдубаева
Эльвиза Рашидовна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-365, e-mail: timur@crimea.edu.
- Довгий
Илларион Игоревич** Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, старший преподаватель кафедры химических технологий ядерно-топливного цикла, e-mail: dovgy@ukr.net.
- Евстафьева
Ирина Андреевна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, факультет физической культуры и спорта, доцент кафедры теории и методики физической культуры, кандидат биологических наук, тел. (0652) 224-526.
- Евстафьева
Елена Владимировна** Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, заведующий кафедрой, кафедрой, профессор кафедры нормальной физиологии, доктор медицинских наук, тел. (0652) 294-843.
- Еременко
Игорь Леонидович** Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, академик РАН, доктор химических наук, заведующий отделом. Адрес: 119991, Москва, Ленинский просп., 31, e-mail: ilerem@igic.ras.ru.
- Ефименко
Анатолий Михайлович** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, факультет физической культуры и спорта, зав. кафедрой, профессор кафедры медико-биологических основ физической культуры, доктор медицинских наук, тел. (0652) 222-158.
- Заикин
Алексей Валентинович** Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, кандидат медицинских наук, тел. (0652) 247-731.
- Заячникова
Татьяна Валентиновна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-365, e-mail: timur@crimea.edu.
- Иванова
Наталья Михайловна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студентка кафедры физической реабилитации, тел. (0652) 274-365.
- Касымова
Екатерина Иркеновна** Днепропетровский национальный университет, инженер 1 категории лаборатории радиобиологии и радиэкологии НИИ биологии, соискатель кафедры физиологии человека и животных, тел. (0562) 46-92-82, e-mail: kasymova_e@mail.ru.
- Коваль
Светлана Яковлевна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доцент кафедры физической реабилитации, кандидат медицинских наук, тел. (0652) 25-50-47.
- Коновальчук
Вадим Николаевич** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат медицинских наук, доцент кафедры медико-

	биологических основ физической культуры, тел. (0652) 225-494.
Костюк Игорь Владимирович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, магистр специальности «Биофизика», тел. (0652) 230-365.
Кулагина Юлия Юльевна	Крымский государственный медицинский университет им. Георгиевского, 2-й лечебный факультет, студентка, тел. (0652) 497-501.
Кулагин Юлий Иванович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, профессор кафедры физической реабилитации, доктор медицинских наук, тел. (0652) 252-046.
Ларин Геннадий Матвеевич	Институт общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова Российской академии наук, доктор химических наук, профессор, заведующий сектором, тел. (095)954-1279, e-mail: lagema@igic.ras.ru.
Лукашѐв Сергей Николаевич	Днепропетровский национальный университет, кандидат медицинских наук, заведующий кафедрой теории и практики лечебно-диагностического процесса, тел. (0562)469-217.
Ляшенко Валентина Петрівна	Дніпропетровський національний університет, завідувач кафедри фізіології людини і тварин, тел. (050)6040717.
Махонина Марина Михайловна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-365, e-mail: timur@crimea.edu.
Мельникова Екатерина Дмитриевна	Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского, ассистент кафедры общей химии, e-mail: lynx7575@mail.ru.
Мельникова Оксана Зеноновна	Запорожский государственный медицинский университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры медицинской физики, биофизики и высшей математики, тел. (0612)333-156.
Мельниченко Елена Викторовна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, факультет физической культуры и спорта, доцент кафедры медико-биологических основ физической культуры, кандидат биологических наук, тел. (0652) 250-755.
Мирная Анна Викторовна	Крымский факультет физической культуры, спорта и туризма Запорожского национального университета, преподаватель кафедры теоретических основ физической культуры, спорта и туризма, тел. (06561) 5-46-49.
Митрофанова Нина Николаевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студентка 4 курса биологического факультета

заочного отделения, тел. (0652) 230-365.

- Мишин
Николай Петрович** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, факультет физической культуры и спорта, аспирант кафедры медико-биологических основ физической культуры, e-mail: nerpa@list.ru.
- Никифорова
Олена Анатоліївна** Дніпропетровський національний університет, викладач кафедри фізіології людини і тварин, e-mail: www.dnprg-flt@mail.ru.
- Пархоменко
Александр Иванович** Крымский государственный медицинский университет им. Георгиевского, доцент кафедры физической культуры, кандидат биологических наук, тел. (0652) 294-960.
- Пасічниченко
Олег Михайлович** Київський національний університет, доцент кафедри фізіології людини і тварин, тел. (044)278-11-59.
- Певзнер
Наталья Соломоновна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат технических наук, доцент кафедры общей химии, тел. (0652)230-316.
- Постольникова
Ирина Васильевна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, студентка 4 курса биологического факультета специальности «Биофизика», тел. (0652) 230-365.
- Сафронова
Нина Степановна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, старший преподаватель кафедры физической реабилитации, тел. (0652) 482-441.
- Севериновская
Елена Викторовна** Днепропетровский национальный университет, канд. биол. наук, доц. кафедры физиологии человека и животных биолого-экологического факультета, тел. (0562) 92-86-74, e-mail: e_severinovskaya@mail.ru.
- Снегирев
Федор Федорович** Верховная Рада Автономной Республики Крым, кандидат биологических наук, советник Председателя Верховной Рады Автономной Республики Крым, тел. (0652) 25-53-22.
- Собянина
Галина Николаевна** Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, соискатель кафедры физической реабилитации, тел. (8022) 25-33-47.
- Снапков
Павел Васильевич** Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского (филиал г. Керчь), аспирант кафедры медико-биологических основ физической культуры, тел. (06561) 2-45-89.
- Решетняк
Ольга Анатольевна** Таврический Национальный Университет им. В.И. Вернадского, факультет физической культуры и спорта, аспирант кафедры теории и методики физической культуры, тел. (0652) 63-72-56.

Ровная Ольга Александровна	Харьковская государственная академия физической культуры, старший преподаватель кафедры биологических основ физического воспитания и спорта, тел. (057)705-23-03.
Трибрат Наталья Сергеевна	Таврический Национальный Университет им. В.И. Вернадского, магистр специальности «Биофизика» биологического факультета, тел. (0652) 230-365.
Труш Юлия Васильевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры общей химии, тел. (0652)230-316.
Хомякова Ольга Вячеславовна	Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, доцент кафедры физической реабилитации, кандидат биологических наук, тел. (0652) 25-50- 47.
Чаус Татьяна Григорьевна	Днепропетровский национальный университет, преподаватель кафедры физиологии человека и животных, тел. (0562)469-217.
Черная Вера Николаевна	Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, доцент кафедры физической реабилитации, кандидат биологических наук, тел. (0652) 255-047.
Чуян Елена Николаевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-365, e-mail: timur@crimea.edu.
Шейх-Заде Мамет-Исмет	Крымский инженерно-педагогический университет, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры охраны труда в машиностроении и образовательных учреждениях, e-mail cseru@gala.net, тел. (0652)249-495.
Шульгин Виктор Федорович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии, тел. (0652)230-316, e-mail: vshul@crimea.edu.
Яковишин Леонид Александрович	Севастопольский национальный технический университет, кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры физики (курс химии), тел. (0692) 235-106, e-mail: chemsevntu@rambler.ru.

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Архангельская Е.В., Грабовская Е.Ю., Коновальчук В.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ГЕЛИОГЕОМАГНИТНЫХ ФЛУКТУАЦИЙ НА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА	3
Буков Ю.А., Алпеева А.В. РЕСПИРАТОРНАЯ ТРЕНИРОВКА В АКТИВИЗАЦИИ МЕХАНИЗМОВ ГОМЕОСТАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ И АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА	9
Буков Ю.А., Маркина И.В. РЕЗЕРВЫ РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ У ДЕТЕЙ С МЫШЕЧНОЙ ГИПОТОНИЕЙ	15
Гуркович Е.И. КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФОРМ АЛЬБУМИНА У БОЛЬНЫХ ЮВЕНИЛЬНЫМ РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ.....	19
Евстафьева И.А., Решетняк О.А., Евстафьева Е.В., Гружеский В.А., Гружеская В.Ф. ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПОДРОСТКОВ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ БИОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ	25
Кулагин Ю.И., Заикин А.В., Иванова Н.М, Кулагина Ю.Ю МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМ У БОЛЬНЫХ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПАТОГЕНЕЗЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ	29
Мельниченко Е.В., Мишин Н.П., Ефименко А.М., Снапков П. В., Пархоменко А.И., Мирная А.В. ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В УСЛОВИЯХ ТРАКЦИИ МЕЗОДЕРМАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ C ₃ – TH ₈ У СПОРТСМЕНОВ С РАЗНЫМ ТИПОМ КРОВООБРАЩЕНИЯ	37
Никифорова Е.А., Ляшенко В.П, Пасичниченко О.Н. ИЗМЕНЕНИЕ СОКРАТИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРЕПАРАТОВ АОРТЫ ПРИ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ NaCl.....	43
Рівна О.О. МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ СИСТЕМИ дихання ДО ТРЕНУВАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ У КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНОК З СИНХРОННОГО ПЛАВАННЯ	48

Сафронова Н.С. ПРИМЕНЕНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК К ПИЩЕ ЧАВАНПРАШ И СТРЕССКОМ	53
Севериновская Е.В., Григорова М.А., Касымова К.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ ПСИХОСОМАТИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ШКОЛЬНИКОВ	61
Снегирев Ф.Ф. ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ НА НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У ПОРОСЯТ 2-3- МЕСЯЧНОГО ВОЗРАСТА.....	71
Собянина Г.Н., Буков Ю.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ ПСИХОСОМАТИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ШКОЛЬНИКОВ.....	76
Чаус Т. Г., Ляшенко В. П., Лукашев С. Н., Мельникова О. З. ИЗМЕНЕНИЕ ФОНОВОЙ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГИПОТАЛАМУСА КРЫС, ВЫЗВАННЫЕ ПРИМЕНЕНИЕМ АМИТРИПТИЛИНА НА ФОНЕ ДЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА.....	83
Черная В.Н., Хомякова О.В., Коваль С.Я. ВЛИЯНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ТРЕОНИНА НА ПРОЦЕССЫ ВСАСЫВАНИЯ АМИНОКИСЛОТ В КИШЕЧНИКЕ	91
Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р., Постольникова И.В., Митрофанова Н.Н. ЗАВИСИМОСТЬ АНАЛГЕТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ОТ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЖИВОТНЫХ	97
Чуян Е.Н., Заячникова Т.В., Трибрат Н.С. ГИПОКИНЕТИЧЕСКИЙ СТРЕСС МОДИФИЦИРУЕТ БОЛЕВУЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ У КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ВЫЗВАННОЙ ВИСЦЕРАЛЬНОЙ БОЛИ.....	108
Чуян Е.Н., Махонина М.М., Костюк И.В. ПРИМЕНЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО МИКРОСПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ В ЛЕЙКОЦИТАХ КРОВИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ.....	121

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Довгий И. И., Гришковец В. И., Яковишин Л. А. МОЛЛЮСКОЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ ТРИТЕРПЕНОВЫХ ГЛИКОЗИДОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КУССОНИИ МЕТЕЛЬЧАТОЙ <i>CUSSONIA PANICULATA</i>	131
---	-----

Певзнер Н.С.	
КООРДИНАЦИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ГИДРАЗИДОВ 3,4-ДИМЕТОКСИ- И 3,4,5-ТРИМЕТОКСИБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ С НИТРАТАМИ КОБАЛЬТА(II), НИКЕЛЯ(II) И МЕДИ(II).....	135
Шейх-Заде М.И.	
ОЦЕНКА ЭНЕРГИИ ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНОЙ ВОДОРОДНОЙ СВЯЗИ В ПИРОВИНОГРАДНОЙ КИСЛОТЕ ПО ИК-СПЕКТРАМ ПОГЛОЩЕНИЯ.....	140
Шульгин В.Ф., Труш Ю.В., Гусев А.Н., Александров Г.Г., Еременко И.Л., Ларин Г.М.	
ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ КОМПЛЕКСА МЕДИ(II) С БИС(САЛИЦИЛИДЕНГИДРАЗОНОМ) ИЗОФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ	144
АННОТАЦИИ	151
АНОТАЦІЇ	159
SUMMARY	166
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	173
СОДЕРЖАНИЕ	180

**ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ РУКОПИСЕЙ В «УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ
ТАВРИЧЕСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. В.И.
ВЕРНАДСКОГО», серия «Биология, химия»**

В журнале публикуются работы из всех разделов современной биологии и химии, оригинальные, нигде ранее не опубликованные, содержащие результаты собственных исследований авторов.

В связи с постановлением президиума ВАК Украины от 15.01.2003 г. № 7-05/1 «Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України» в научных статьях должны быть следующие необходимые элементы: постановка проблемы и ее связь с важнейшими научными и практическими задачами; анализ современных исследований и публикаций, в которых рассматриваются аналогичные проблемы и на которые опирается автор, выделение нерешенных раньше частей общей проблемы, которым посвящена данная статья; формулирование целей исследования (постановка задач); изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов, выводы из данного исследования и возможные перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

Статьи должны быть написаны предельно лаконично, ясно и логично. В случае представления двух и более статей автор указывает порядок их публикации. Принимаются статьи на украинском, русском и английском языках. Представление статей украинско- или русскоязычных авторов на английском языке обязательно должно сопровождаться представлением украинского или русского варианта статьи.

Объем рукописи до 35000 знаков, включая пробелы (четное количество страниц от 2 до 10, включая формулы, таблицы, рисунки, приложения).

ОФОРМЛЕНИЕ СТАТЬИ

Формат файла статьи -- Microsoft Word, расширение .doc. Все форматирование в статье и абзацный отступ делаются только средствами MS Word; не допускается форматирование пробелами и табуляцией.

Слова отделяются друг от друга **одним** пробелом. **Перед знаками препинания** (точка, запятая, двоеточие, точка с запятой, восклицательный и вопросительный знаки) **пробел не ставится**. Дефис (например, в слове “генерал-майор”) обозначается одним символом "-", тире – двумя: "--" или символом "-".

Использование переносов в рукописи **недопустимо**.

Параметры страницы: А 4 (210 × 297 мм), поля: верхнее – 50 мм, нижнее – 47 мм, левое – 39 мм, правое – 30 мм, от верхнего края до колонтитула – 0, от нижнего края до колонтитула – 0. Во всей статье используется шрифт Times New Roman или Times New Roman Cyr.

Заголовок рукописи состоит из кода УДК (размер шрифта 10, полужирный курсив, выравнивание по левому краю), названия статьи, фамилии и инициалов автора (авторов).

Название статьи: прописные (заглавные) буквы, полужирное начертание, размер шрифта 10, межстрочный интервал 1.5, выравнивание по центру. После названия статьи точка не ставится.

Фамилия и инициалы автора (вначале фамилия затем инициалы): полужирное начертание, выравнивание по центру, размер шрифта 9, полужирное начертание, курсив, межстрочный интервал 1.5, выравнивание по центру.

Заголовки разделов: размер шрифта 10, полужирный, все буквы – заглавные. Межстрочный интервал – одинарный, по интервалу перед и после заголовка. Красная строка 0,75 см, выравнивание по ширине. Заголовки разделов и подразделов в статье не должны нумероваться. Точка в конце заголовка раздела не ставится. Статья должна содержать следующие разделы, озаглавленные именно таким образом: **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ; РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ; ВЫВОДЫ; ЛИТЕРАТУРА.**

Заголовки подразделов: размер шрифта 10, полужирный, первая буква предложения заглавная. Межстрочный интервал – одинарный, один интервал перед подзаголовком. Красная строка 0,75 см, выравнивание по ширине.

Параметры **основного текста:** размер шрифта 11, межстрочный интервал – одинарный, красная строка 0,75 см, выравнивание по ширине.

Страницы рукописи **не нумеруются.**

СТРУКТУРА СТАТЬИ

Статья должна состоять из логически связанных разделов. Каждый раздел должен начинаться с заголовка (названия раздела).

Согласно требованиям ВАК Украины, в статье обязательно должны быть следующие разделы:

ВВЕДЕНИЕ (в тексте не выделяется) – приводится постановка проблемы в общем виде и ее связь с последними научными достижениями, анализ современных исследований и публикаций, в которых рассматриваются аналогичные проблемы и на которые опирается автор, выделение нерешенных частей общей проблемы, которым посвящена данная статья, формулирование целей исследования (постановка задач).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ (в тексте выделяется) – излагается организация эксперимента, приводятся основные методы исследования для достижения поставленной в работе цели. В теоретических работах раскрывают методы расчетов, рассматриваемые гипотезы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ (в тексте выделяется) – излагается основной материал собственных исследований с полным обоснованием полученных научных результатов.

ВЫВОДЫ (в тексте выделяется) – приводятся выводы из данного исследования (нумеруются) и возможные перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

Общепринятые **сокращения** отдельных слов и словосочетаний на русском, украинском и иностранных языках приводят по соответствующим ГОСТам. Все условные обозначения и аббревиатуры, используемые в статье, должны быть расшифрованы в алфавитном порядке в разделе “Материал и методы”.

Все **таблицы** нумеруют арабскими цифрами (например, “Таблица 1”, выравнивание по правому краю), снабжаются заголовком, который печатается

строчными буквами (кроме первой прописной) и помещается над таблицей, выравнивание по центру. Если таблица располагается на нескольких страницах, слово "Таблица" указывают один раз над первой ее частью. Над другими частями таблицы пишут "Продолжение таблицы" с указанием номера таблицы. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. На каждую таблицу в тексте должна быть сделана ссылка. Подзаголовки столбцов должны быть максимально краткими и информативными. Единицы измерения указываются после запятой.

В тексте статьи **иллюстрации** (чертежи, схемы, графики, диаграммы, рисунки) обозначаются сокращением "Рис." в русских и украинских и "Fig." в английских текстах и нумеруются арабскими цифрами в порядке их упоминания в тексте (нумерация сквозная). Допустимы дополнительные обозначения деталей рисунков или фотографий строчными латинскими буквами или арабскими цифрами. В случае использования микрофотографий, обязательно указывается их линейный масштаб (фотография сопровождается масштабной линейкой, а в подписи к рисункам обязательно должна быть указана длина линейки). Рисунки размещаются в тексте статьи, после ссылки на них. Подписи размещаются под рисунками (не допускается подпись на самом графике или диаграмме). Элементы рисунка, выполненного в Microsoft Word, должны быть сгруппированы. Иллюстрации не должны дублировать таблицы. Размер рисованной иллюстрации и фотографии не должен превышать 14 x 18 см. Рисунки следует компоновать, учитывая место для подрисовочных подписей. Каждый рисунок (в том числе и фотографии) должен сопровождаться масштабной линейкой, а в подписи к рисункам обязательно должна быть указана длина линейки.

Рисунки, созданные в каких-либо текстовых редакторах не принимаются.

Формулы располагают непосредственно после текста, в котором они упоминаются, **в центре строки**. Размер шрифта, используемого для символов обычной величины, равен 12 пунктам. Размер символов верхних и нижних индексов равен 7 пунктам. **Номер формулы указывают** на уровне формулы в круглых скобках **в крайнем правом положении** на строке. Формулы переносятся на следующую строку только на знаках операций, знак операции в начале следующей строки повторяется. При переносе на знаке операции умножения применяется знак "x". Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, отделяют запятой.

Оформление **списка литературы** выполняется по ГОСТу 7.1-84 "Библиографическое описание документа". Библиографические описания в перечне ссылок приводят в порядке их первого упоминания в тексте. Ссылки в тексте статьи указываются в квадратных скобках: номер позиции списка и, при необходимости, номер страницы (например: [11, с. 25]). Список озаглавливают: "Список литературы", размер шрифта 10, полужирный, выравнивание по центру. Текст списка литературы: размер шрифта 9, выравнивание по ширине. Название работ приводится на языке оригинала.

Ссылки на авторов, пользующихся кириллицей, в английском тексте должны транслитерироваться латинскими буквами. В список литературы могут быть включены только упомянутые в статье работы. В списке литературы к англоязычным статьям названия работ (статей) на языках, не использующих

латинский алфавит, должны переводиться на английский, а названия источников (журналов и т.п.) – транслитерироваться (например, Trudy Instituta Okeanologii, Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo); в конце ссылки указывается язык оригинала (например, [in Russian]). Названия источников и работ указываются полностью, без сокращений. Тома и номера журналов указываются на языке издания: Bd. (Band), H. (Heft), Fasc. (Fascicule), T. (Tome), Vol. (Volume) и т.д.

Пунктуация списка литературы:

А. Периодические и продолжающиеся издания.

Фамилия и инициалы автора (соавторов). Название статьи // Название журнала полностью. – Год. -- Том, номер или выпуск. – С. 00--00.

Б. Книги.

Фамилия и инициалы автора (соавторов). Название полностью. – Место издания: Издательство, Год. – Количество страниц. (Дополнительные сведения, например, название серии изданий).

В. Раздел в коллективной монографии.

Фамилия и инициалы автора (соавторов). Название раздела полностью / Фамилии и инициалы авторов (редакторов). Название книги полностью. – Место издания: Издательство, Год. – С. 00--00.

Г. Материалы симпозиумов, сборники статей.

Фамилия и инициалы автора (соавторов). Название статьи // Инициалы и фамилии редакторов. Название сборника полностью (Место и дата проведения симпозиума). – Место издания: Издательство, Год. – С. 00--00. (Дополнительные сведения).

Примеры:

1. Лукашев К. И., Лукашев В. К., Вадковская И. К., Человек и природа: Геохимические и экономические аспекты рационального использования. – Минск: Наука и техника, 1984. – 295 с.
2. Проблемы антропологии древнего и современного населения Европы /АН СССР. Ин-т этнографии им. Н. Н. Миклухо-Маклая / Под. ред. И. И. Гохмана. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1984. – 160 с.
3. Кобец А. А. О базисных инвариантах шестой степени групп F_4 и B_N // Ученые записки Таврического национального университета. Серия „Математика, физика”. – 1997. – № 4 (43). – С. 24-29.
4. Шмидт В. С., Никитин С. Д. О влиянии природы компонентов органической фазы на межфазное натяжение // Тез. докл. Международной конф. по химии экстракции. Москва, 12-14 нояб. 1995 г.: /РАН. – М., 1995. – С.4-5.
5. А. С. 1007970 СССР, МКИ³ В 25 J 15/0. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов /В. С. Ваулкин, В. Г. Кеймайкин (СССР).– № 3360585/25-08; Заявлено 23.11.91; Опубл. 30.03.93. Бюл. № 12. – 2 с.: ил.
6. Пат. 1007559 СССР, МКИ³ F 02 M 35/10. Выпускной трубопровод для двигателей внутреннего сгорания / М. Урбина, А. Манини (Италия).– № 2782807/25-07; Заявлено 25.06.79; Опубл. 23.03.83, Бюл. № 11, Приоритет 26.06.78. №68493 А/78 (Италия). – 5 с.

В конце рукописи помещаются: аннотации на трех языках (русском, украинском и английском) с ключевыми словами без сокращений, кроме общепринятых, а также сведения об авторах.

Аннотация на каждом языке включает в себя: фамилию и инициалы автора (авторов) (вначале фамилия за ней инициалы), название статьи, ключевые слова.

Пример:

Федоров В. К., Штогрин Д. Л. Правила подготовки рукописей в "Ученые записки ТНУ"

Аннотация: В статье описаны правила оформления рукописей для публикации в "Ученых записках ТНУ". Также приведены рекомендации по подготовке рукописей.

Ключевые слова: рукопись, Ученые записки ТНУ, оформление

Федоров В. К., Штогрин Д. Л. Правила підготовки рукописів в "Вчені записки ТНУ"

Анотація: в статті описані правила оформлення рукописів для публікації в "Вчених записках ТНУ". Також надані рекомендації по підготовці рукописів.

Ключові слова: рукопис, Вчені записки ТНУ, оформлення

Fedorov, V.K. and Shtogrin, D.L. Instructions for authors of the "Academic Notes of NTU"

Summary: In this paper the formatting requirements for manuscripts for "Scientific Notices of the NTU" are described. Also a number of suggestions on such manuscripts formatting are offered.

Keywords: manuscripts, Academic Notes of NTU, formatting requirements

Сведения об авторах включают в себя: фамилию, имя, отчество, место работы (название вуза или другого учреждения, кафедры (отдела)), учёная степень, звание, должность, служебный почтовый адрес, адрес электронной почты и телефон с кодом города. Сведения об авторах должны быть представлены на языке статьи.

Рукопись предоставляется на дискете 3.5" или CD-диске в формате Microsoft Word for Windows и в распечатанном виде. На дискете или CD-диске должны быть написаны фамилия автора и название статьи.