

Журнал основан в 1918 г.

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

Научный журнал

Серия «Биология, химия»

Том 21 (60). № 2

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского
Симферополь, 2008

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)
Коренюк 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, 2008 г.

Подписано в печать 12.05.2008. 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

„Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського”

Науковий журнал. Серія «Біологія, хімія». Том 21 (60), № 2.

Сімферополь, Таврійський національний університет ім. В.І.Вернадського, 2008

Журнал заснований у 1918 р.

Адреса редакції: Проспект Вернадского, 4, м. Симферополь, 95007

Надруковано у інформаційно-видавничьому відділі Таврійського національного університету ім. В.І.Вернадського.

Проспект Вернадського, 4, м. Симферополь, 95007

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского

Серия «Биология, химия». Том 21 (60). 2008. № 2. С. 3-8.

УДК 581.46+582.572.7(477.75)

АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА IRIS В СВЯЗИ С ЭФИРОМАСЛИЧНОСТЬЮ

Бирюлева Э.Г., Лысякова Н.Ю., Радченко О.А., Кирпичева Л.Ф.

Исследованы анатомические особенности и структура железистого аппарата 4 видов рода *Iris*. Продуктивность эфирного масла цветков определяется суммарным объемом экзогенножелезистых структур.

Ключевые слова: ирис, анатомия, локализация эфирного масла.

ВВЕДЕНИЕ

Род *Iris* L. относится к порядку Iridales, семейству Iridaceae. В него входит более 250 видов. 13 видов встречается на территории Украины и в Крыму. Сферы применения перспективных видов ириса разнообразны: медицинская косметика, парфюмерия, пищевая промышленность. В декоративном цветоводстве используют 40 тыс. сортов с 300 оттенками цвета. В коллекции ботанического сада Таврического национального университета им. В.И. Вернадского представлено 114 сортов только группы бородатых ирисов [1].

Основные сферы практического применения представителей рода *Iris* связаны с ценным по компонентному составу эфирным маслом, включающего ирон, жирные кислоты и их эфиры, кетон фурфурол; бензойный, дециловый, ионилый альдегиды; спирты – евгенол, гераниол; терпены; каприловая, пеларгоновая, ундециловая, лауриновая, бензойная органические кислоты; воск; синолы; миристиновая кислота.

В литературе представлены в основном сведения о морфологической характеристике интродуцируемых вегетативных сортов [2 – 5], морфогенезе генеративных органов некоторых видов [6, 7].

Анатомия вегетативных органов представителей рода *Iris* не освещена, не изучены механизмы накопления и транспорта эфирного масла, его локализация. Это определяет актуальность и новизну наших исследований.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основными объектами исследования являлись четыре вида ириса:

1. *Iris pallida* Lam.,
2. *I. germanica* L.,

3. *I. florentina* L.,
4. *I. pseudacorus* L.

Для морфологического и анатомического исследования отбирали в фазе технической спелости, выровненные по уровню развития растения, каждое из которых анализировали индивидуально.

Анатомические препараты листа, околоцветника, корневища готовили по общепринятой методике с контрастированием срезов флороглюцином и концентрированной соляной кислотой.

Определение количества и размеров железистых структур, устьиц на поверхности листа, венчика, а также полостей в корневище проводился на винтовом окуляр-микрометре, окулярной сеточке ($S=0,64 \text{ м}^2$).

Микрохимический состав эфирного масла по органам определяли качественными реакциями на терпеноиды (Судан Ш, реактив Шиффа (8)), кетоны, в частности – кетон-ирон, - динитрофенилгидразином; спирты – окислением хромовым ангидридом; фенолы – хлоридом меди Ш и пиридином. Флюорисцирующее свечение эфирного масла выявляли в проходящем ультрафиолетовом свете лампы ОРК-2, М ($I=400 \text{ ВТ}$, $V=50 \text{ Гц}$).

Крахмальные зерна в корневище идентифицировали КJ. Количество амилопластов и олеопластов в корневище оценивали по балльной системе.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Лист *Iris* L. имеет унифациальную пластинку, уплощенную не тангентально по отношению к оси, а перпендикулярно к ней. Эпидермис листа покрыт кутикулой и восковым налетом. Клетки эпидермы однородны, имеют утолщенные тангентальные стенки. Устьица аномоцитные, располагаются по всей поверхности листовой пластинки продольными рядами. Количество устьиц варьирует в связи с видовой принадлежностью. Под эпидермисом с обеих сторон листа располагается недифференцированный мезофилл, состоящий из одинаковых округлых клеток, плотно прилегающих друг к другу. Количество слоев фотосинтезирующей ткани различно: для *I. pallid* Lam. и *I. germanica* L. характерно три-четыре ряда клеток, *I. florentina* L. – четыре-шесть. В массе мезофилла располагаются закрытые коллатеральные пучки со склеренхимной обкладкой со стороны флоэмы. Центральная часть органа занята тонкостенной облитерированной паренхимой. Морфологическое подразделение на влагалищеобразное основание и листовую пластинку отражается на анатомическом строении органа. В срединной части листовой пластинки проводящие пучки проходят частично в виде одного ряда, частично в виде двух близко сомкнутых рядов.

Лист, являясь наиболее лабильным органом растения, своим внутренним строением отражает признаки ксерофитов: наличие толстого слоя кутикулы, многосиленные погруженные устьица, утолщение стенок эпидермальных клеток, мелкоклеточность мезофилла и отсутствие крупных межклетников, наличие склеренхимной обкладки вокруг пучка, а также механической ткани по краю листовой пластинки, характерны для всех трех видов *Iris* L.

При исследовании цветков *Iris L.* были обнаружены экзогенные железистые структуры, характерные для всех четырех объектов. По классификации Денисовой [9] они определены как булавовидные железки с многорядной ножкой и многоклеточной головкой, в апикальной части которой в субкутикулярной полости расположено хранилище секрета. Локализованы железки на обеих сторонах лепестка, плотность их последовательно возрастает от основания к средней и верхней частям, а у края резко снижается. Наибольшая плотность железок приурочена к местам размещения крупных жилок.

Гистохимический анализ лепестков посредством реактива Шиффа и Судана Ш показал, что эти структуры содержат основные компоненты эфирного масла.

Диаметр и плотность железистых структур различна у исследуемых видов. Наибольший диаметр железок характерен для *I. germanica L.*, который отличает также наименьшая степень варьирования этого показателя (табл. 1). Между тремя остальными видами достоверных различий не обнаружено.

По плотности железистых структур на лепестках наибольшими значениями выделяются *I. germanica L.* и *I. pallid Lam.* (табл. 2).

Таблица 1.

Диаметр железок на лепестках различных видов рода *Iris L.*

Виды <i>Iris L.</i>	мм	V, %	мг	p, %
<i>I. germanica L.</i>	0,095	22,7	0,024	2,5
<i>I. pallida Lam.</i>	0,080	41,0	0,038	4,7
<i>I. florentina L.</i>	0,082	29,4	0,027	3,3
<i>I. pseudacorus L.</i>	0,078	14,2	0,012	1,6

Следует отметить, что даже в местах повышенной локализации железистых структур, в которых проводилось определение плотности, количество их невелико и варьирует по видам от пяти до восьми штук на 1 мм². Это соответствует низкой продуктивности эфирного масла соцветий и определяет незначительный вклад (0,6%) в общую продуктивность растений.

Таблица 2.

Плотность железок на лепестках различных видов рода *Iris L.*

Виды <i>Iris L.</i>	кол-во/мм ²	V, %	мг	p, %
<i>I. germanica L.</i>	7,7	44,4	0,38	4,9
<i>I. pallida Lam.</i>	8,0	48,7	0,40	5,0
<i>I. florentina L.</i>	4,8	35,4	0,29	4,0
<i>I. pseudacorus L.</i>	7,9	43,6	0,38	4,8

Для селекционной оценки исследуемых форм интерес представляет обобщающий показатель маслообразовательного процесса в цветках – суммарный объем железистых структур на 1 мм² лепестка. По этому признаку из исследуемых

форм выделяется *I. germanica* L. В данном случае можно отметить удачное сочетание большего из всех исследуемых видов размера железок и среднего показателя плотности, что определяет перспективность использования его соцветий, как источника эфирного масла. Тем более, что по содержанию эфирного масла этот вид превосходит *I. pallid* Lam., цветки которого широко используются в мировом парфюмерном производстве как продуцент ценного по компонентному составу душистого сырья.

Следует отметить, что *I. florentina* L. отличается наименьшими показателями продуктивности эфирного масла корневищ и соцветий. Это определяется, по-видимому, минимальным суммарным объемом железистых структур на лепестках цветков, что связано с самой низкой плотностью железок до 5 шт./мм². Кроме того, продуктивность этого вида минимальна и по содержанию эфирного масла в корневищах, хотя ценность этого вида определяется качественным составом душистого сырья, а именно самым высоким содержанием кетона ирона (21,5%), определяющего стойкий аромат фиалок.

Наряду с этим, сопоставление суммарного объема железистых структур исследуемых форм выделяет *I. pseudacogus* L., продуктивность и динамика накопления эфирного масла которого изучены слабо. Средние показатели диаметра и количества железок на лепестках делают его более привлекательным даже по сравнению с *I. pallida* Lam. По-видимому, возможность использования этого вида в качестве сырья для получения эфирного масла требует более детального изучения компонентного состава эфирного масла цветков и корневищ.

Основными маслосинтезирующими органами ириса являются корневища. Для выявления параметров, определяющих уровень накопления эфирного масла в «фиалковом корне», исследования проводились в следующих направлениях: выявление особенностей формирования по видам закономерностей анатомического строения, принципов локализации эфирного масла.

Общий план анатомического строения корневищ всех четырех изученных видов одинаков. Корневище покрыто перидермой, наружные слои которой постепенно отслаиваются. Количество слоев покровной ткани варьирует в связи с возрастом органа и видовой принадлежностью.

Первичная кора представлена механической тканью – уголковой колленхимой, облитерированной паренхимой, эндодермой.

В корневищах отмечено наличие полостей. Их размеры варьируют в широких пределах.

Площадь воздухоносных полостей увеличивается в течение первых трех лет жизни в пределах видов *I. pallida* Lam. и *I. florentina* L. и в течение первых двух лет жизни – в пределах вида *I. germanica* L. В первичной коре корневища *I. pseudacogus* L. полости появляются на третьем году жизни, причем площадь их очень незначительна. Интерес вызывает соотношение объема полостей у исследуемых видов в третий год жизни. *I. pallida* Lam., отличающийся большим сбором и массовой долей эфирного масла (в 2-2,5 раза) характеризуется в 1,5 раза большим объемом полостей и, напротив, *I. pseudacogus* L. выделяется минимальной величиной этих показателей. Это обстоятельство дает основание полагать, что

облитерированные полости могут служить у высокопродуктивных генотипов резервуаром эфирного масла при ферментации.

Отдельные паренхимные клетки в первичной коре и сердцевине органа *I. pseudacogus* L. пигментированы, что обуславливает его малиновую окраску. В толще паренхимы как первичной коры, так и центрального цилиндра расположены амфивазальные проводящие пучки.

Гистохимический анализ с помощью красителей Судана Ш и реактива Шиффа, показал, что в тонкостенных паренхимных клетках первичной коры органа находятся многочисленные глобулы, диаметр и количество которых широко варьируют. Эти структуры соответствуют описанным А.Е. Васильевым терпеноидсодержащим образованиям, ограниченным от гиалоплазмы мембраной. Существует версия, что терпеноиды, синтезируемые эндоплазматическим ретикуломом клетки, токсичны для гиалоплазмы и потому не могут диффузно находиться в гиалоплазме, а тотчас ограничиваются мембранами. Напротив, по мнению Фолля, эфирное масло локализовано в олеопластах или элайопластах.

Микрохимический анализ посредством динитрофенилгидразина, специфичного ко всем кетонам, в том числе и кетону ирону – главному компоненту эфирного масла *Iris* L., дал положительный результат: образовались нерастворимые динитрофенилгидразоны (желтый маслянистый осадок). Его локализация совпадает с расположением олеопластов в паренхимных клетках первичной коры корневища. Следует отметить, что для *I. pallida* Lam., наиболее продуктивного из рассматриваемых видов, характерно и большее количество олеопластов в паренхиме корневища. Причем, количество их увеличивается в ходе онтогенеза.

Наряду с этим исследования показали, что первичная кора корневища и сердцевина содержат также различное количество крахмальных зерен. Последние представляют собой лейкопласты, запасующие крахмал. Количество крахмальных зерен в связи с видовой принадлежностью и возрастом корневища меняется. Отмечена определенная динамика в соотношении олеопластов и протеопластов в паренхиме первичной коры в связи с продуктивностью эфирного масла. Эта закономерность проявляется в том, что увеличение массовой доли эфирного масла совпадает с увеличением количества олеопластов и уменьшении количества крахмальных зерен в клетках.

Полученные нами данные вписываются в общую схему биосинтеза терпеноидов в растениях. С этих позиций динамику олео- и протеопластов можно объяснить «подтаиванием углеводов», то есть крахмала при использовании их в клетке как исходного сырьевого материала в цепочке синтеза терпеноидов. Ввиду того, что в корневищах *Iris* L. каких бы то ни было специализированных вместилищ эфирного масла не обнаружено, но имеется большое количество паренхимной ткани, клетки которой содержат терпеноиды, кетоны (в том числе основной кетон компонент эфирного масла – ирон), альдегиды, а также крахмальные зерна, являющиеся запасным углеводом и сырьем для синтеза, целесообразно отметить, что секрецию эфирного масла, а также его хранение в глобулах, ограниченных мембраной от гиалоплазмы, осуществляют неспециализированные клетки преимущественно паренхимы первичной коры, а также сердцевины корневища.

ВЫВОДЫ

1. Основной вклад в урожай эфирного масла всех изученных видов вносят корневища.
2. Биосинтез и накопление эфирного масла в корневищах локализованы в паренхимных клетках первичной коры.
3. Высокопродуктивные генотипы отличаются большим объемом первичной коры и облитерированных полостей в нец, лучшим развитием проводящих тканей корневища.
4. Выявлена косвенная зависимость эффективности маслообразовательного процесса в корневищах от интенсивности первичного метаболизма углеводов, в частности, - от уровня накопления крахмала в них.
5. Продуктивность эфирного масла соцветий обусловлена диаметром, плотностью и суммарными объемом железок на лепестках. Количество их возрастает от основания к верхушке и от края к середине лепестка вдоль крупных жилок.

Список литературы

1. Кирпичева Л.Ф., Леонов В.В. О коллекции ирисов ботанического сада Таврического национального университета им. В.И. Вернадского// Тезисы докл. научной конф. Будівництво та реконструкція ботанічних садів і дендропарків в Україні. – Симферополь, 23-26 травня 2006. – С. 155-158.
2. Аринштейн А.И. Селекция ириса эфиромасличного// Труды ВНИИЭМК. – Симферополь, 1979. – Т. 12. – 168 с.
3. Аринштейн А.И., Радченко Н.М., Серкова А.А. Мир душистых растений. – М.: Колос, 1983. – 175 с.
4. Бирюлева Э.Г., Бойко Е.Ф. Особенности некоторых сортов ирисов в условиях интродукции// Тезисы докладов Международной конф. Будівництво та реконструкція ботанічних садів і дендропарків в Україні. – Симферополь, 23-26 травня 2006. – С. 111-112.
5. Радионенко Г.И. Ирисы. – СПб: ООО «Диамант», 2002. – 192 с.
6. Соболева Л.Е. Морфогенез генеративных органов некоторых видов *Iris* в Ашхабаде// Ботанический журнал. – 1969. – Т. 54. - №5. – С. 743-749.
7. Лунова Л.С. Строение и биология вегетативных почек ириса (*Iridaceae*)// Труды Ботанического института им. В.Л. Кошарова. – 1976. – Т. 64. - №3. – С. 563-567.
8. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Наука, 1970. – 255 с.
9. Денисова Г.А. Терпеноидсодержащие структуры растений. – Л.: Наука, 1989. – 144 с.

Бирюлева Э.Г., Лысякова Н.Ю., Кирпичева Л.Ф., Радченко О.А. Анатомио-морфологічні особливості представників роду *Iris* у зв'язку з ефіромаслічністью // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 3-8.

Досліджені анатомічні особливості і структура залізистого апарату 4 видів роду *Iris*. Продуктивність ефірного масла квіток визначається сумарним об'ємом екзогенножелезистих структур.

Ключові слова: ірис, анатомія, локалізація ефірного масла.

Biryuleva E.G., Lysyakova N.Yu., Kirpicheva L.F., Radchenko O.A. Anatomic-morphological peculiarities of some representatives of genus *Iris* in connection with essential-oiliness // *Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry»*. – 2008. – V.21 (60). – № 1. – P. 3-8.

Anatomic peculiarities and structure of glandular apparatus of 4 species of genus *Iris* were investigated. Productivity of essential oil of flowers is determined by volume of exogenic glandular structure.

Keywords: *Iris*, anatomy, localization of essential oil.

Пост упила в редакцію 05.05.2008 г.

УДК 582.675.1.086

ПОЛУЧЕНИЕ И ЦИТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАЛЛУСНЫХ КУЛЬТУР АСТРАГАЛА ШЕРСТИСТОЦВЕТКОВОГО (*ASTRAGALUS DASYANTHUS* PALL.)

Бугара И.А., Юркова И.Н., Бугара А.М.

Исследованы особенности каллусогенеза в культуре вегетативных органов астрагала шерстистоцветкового (*Astragalus dasianthus*) *in vitro* на питательной среде Мурасиге и Скуга, содержащей 2,4-Д 2,0 мг/л, БАП 0,5 мг/л и кинетин 1,0 мг/л. Показано, что каллус, индуцированный из листовых эксплантов состоял из клеток меристематического и паренхимного типов, легко отделяющихся друг от друга, что позволяет использовать его для получения суспензионной культуры.

Ключевые слова: *Astragalus dasyanthus* Pall., каллусная культура.

ВВЕДЕНИЕ

Растения способны синтезировать и накапливать разнообразные вещества вторичного метаболизма, проявляющие биологическую активность и имеющие фармакологическое значение. Идентификация этих веществ, установление структуры и специфики биологического действия привели к тому, что в последнее десятилетие для лечения и профилактики различных заболеваний все шире начинают использоваться лекарственные средства на основе растительного сырья. Например, сегодня при лечении сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний препараты, получаемые из растений, составляют около 50%. При этом в медицине используются около 3000 видов растений, из них более 100 специально выращиваются, остальные произрастают в дикой природе [1]. Поэтому природные запасы растительных лекарственных ресурсов быстро истощаются, под угрозой исчезновения находятся ценные в фармакологическом отношении виды. В этой связи становится актуальным поиск альтернативных источников сырья для фармакологии. В последние годы в качестве такого альтернативного источника рассматривают растительную биомассу (каллусную или суспензионную культуру), выращиваемую в условиях контролируемого эксперимента *in vitro*. Замена природного лекарственного сырья на гарантированно получаемую биомассу видится сегодня как один из радикальных способов, позволяющих сохранить ресурсы исчезающих видов лекарственных растений.

Астрагал шерстистоцветковый (*Astragalus dasyanthus* Pall.) – ценное лекарственное растение, произрастающее в дикой природе. Некогда широко распространенный вид, в том числе и в Крыму, сегодня занесен в Красную книгу Украины, Европейский Красный список и Красный список Международного Союза охраны природы [2]. Все части растения содержат тритерпеновые гликозиды, флавоноиды, полисахариды,

соединения железа, кальция, алюминия, магния, стронция, молибдена, ванадия, марганца, натрия, кремния, фосфора, бария. В научной медицине настой астрагала шерстистоцветкового назначают при гипертонии, хронической сердечной недостаточности, отеках различного происхождения [3].

Поскольку природные ресурсы астрагала шерстистоцветкового довольно ограничены, актуальным является разработка приемов получения биомассы данного вида. Не менее важным представляется также цитологическое изучение каллусных культур и обоснование на этой основе возможности их использования как для получения клеточной суспензии, так и для интенсивного клонального микроразмножения в связи с решением задач восполнения природных популяций и интродукции.

Целью настоящей работы являлось получение каллусных культур астрагала шерстистоцветкового и их цитологическая характеристика на уровне световой микроскопии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования служили растения астрагала шерстистоцветкового (*A. dusyanthus*), выращенные в условиях закрытого грунта. В качестве эксплантов для введения в культуру *in vitro* были взяты молодые листья длиной 0,7-1,0 см и сегменты черешков листа длиной 1,0 см. При выполнении экспериментальной работы использовали методы, общепринятые в исследованиях по культуре изолированных тканей растений [4]. Растительный материал поверхностно стерилизовали препаратом брадофен в течение 5 минут, а затем промывали в трех сменах автоклавированной дистиллированной воды. Экспланты помещали на поверхность модифицированной агаризованной питательной среды Мурасиге и Скуга [5], дополненной 2,4-Д (дихлорфеноксисукусная кислота) 2,0 мг/л, БАП (6-бензиламинопурин) 0,5 мг/л, кинетином 1,0 мг/л и аскорбиновой кислотой 1,0 мг/л. В качестве культуральных сосудов использовали химические пробирки 2 x 20 см с 10 мл питательной среды. В каждый культуральный сосуд помещали по одному экспланту, всего было высажено по 20 эксплантов каждого типа в трехкратной повторности. Для исследования особенностей индукции каллусогенеза в культуре листовых эксплантов их помещали на среду адаксиальной и абаксиальной сторонами. Экспланты культивировали в условиях термостатированного помещения (25 – 27°C) при относительной влажности воздуха 60 – 70%, освещенности 2 – 3 тыс. люкс и 16-часовом фотопериоде. Частоту каллусообразования определяли по количеству эксплантов, давших каллус, от общего числа эксплантированных.

Для цитологического анализа каллусных культур их фиксировали по Карнуа, окрашивали ацетокармином и готовили временные препараты [6]. Цитологические исследования проводили на световом микроскопе МРІ-5.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Культивирование молодых листьев и сегментов листовых черешков в условиях *in vitro* на искусственной питательной среде позволило выявить их различную способность к каллусообразованию (табл.).

Индукция каллусогенеза обнаруживалась только при использовании в качестве эксплантов молодых листьев, в то время как сегменты листовых черешков на

питательной среде быстро темнели, подвергались некрозу и не проявляли способности к каллусообразованию. Исследования показали, что частота каллусообразования в культуре молодых листьев была достаточно высокой и достигала почти 100% независимо от того, какой стороной они контактировали с питательной средой (абаксиальной или адаксиальной).

Таблица.

Зависимость частоты каллусообразования от типа экспланта и его расположения на питательной среде, %

Тип экспланта и его расположение на среде		
молодой лист длиной 7 – 10 мм (адаксиальная сторона на среде)	молодой лист длиной 7 – 10 мм (абаксиальная сторона на среде)	сегменты листового черешка длиной 7 – 10 мм
98,7 ± 1,1	98,5 ± 1,1	0,0

Как правило, первые признаки индукции каллусогенеза обнаруживались на 15-20 сутки культивирования. Образующийся каллус имел светлую окраску, мягкую консистенцию и отличался невысокой интенсивностью роста. По мере культивирования, на 30-40 сутки, в каллусе наблюдалась дифференциация глобулярных структур (новообразований), достигающих 2 - 4 мм в диаметре и имеющих зеленую пигментацию (рис. 1).

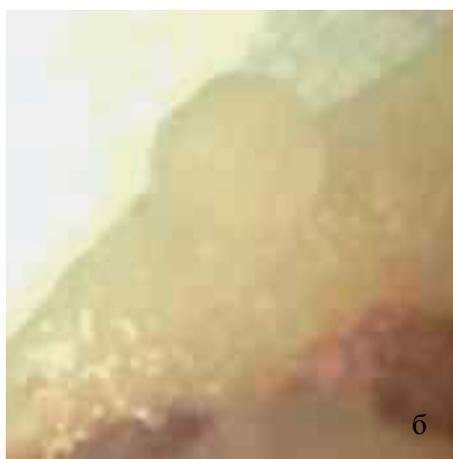
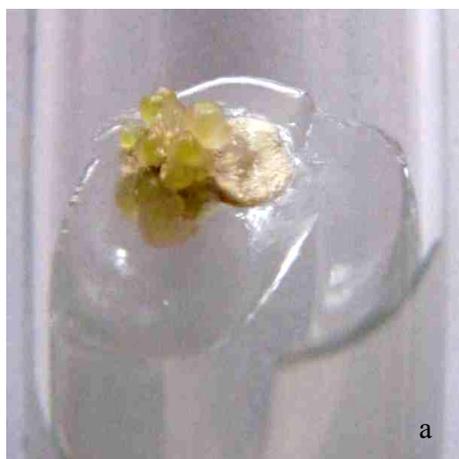


Рис. 1. Каллусная культура астрагала шерстистоцветкового, индуцированная в культуре *in vitro* молодых листьев, где а – общий вид каллусной культуры; б – глобулярные новообразования на поверхности каллуса.

Цитологические исследования позволили установить, что каллусная культура астрагала шерстистоцветкового состояла из клеток довольно легко отделяющихся друг от друга. Эти клетки можно было отнести к двум основным морфологическим типам. Первый тип – клетки меристематического типа. Они располагались

крупными локальными скоплениями, имели относительно небольшие размеры, крупные ядра, вакуолизация их была слабо выражена. Второй тип – клетки паренхимного типа, отличающиеся более крупными размерами, небольшим количеством цитоплазмы и сильной вакуолизацией. Такие клетки имели округлую, овальную и удлинненную форму, располагаясь, преимущественно, вокруг локальных скоплений клеток меристематического типа (рис. 2).

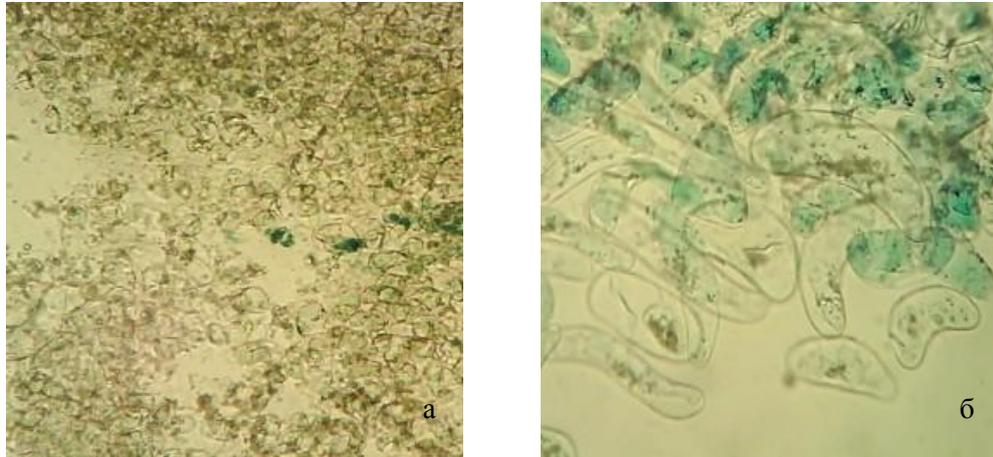


Рис. 2. Морфология клеток каллусной культуры астрагала шерстистоцветкового, где а – клетки меристематического типа (ув.х 400, окраска – метиленовый синий); б – клетки паренхимного типа (ув.х 200, окраска – метиленовый синий).

Таким образом, проведенные исследования показали возможность получения каллусных культур астрагала шерстистоцветкового на питательной среде, дополненной 2,4-Д, БАП и кинетином. При этом обнаруживалась четкая зависимость индукции каллусогенеза от типа экспланта. В наших исследованиях образование каллуса наблюдалось только при использовании в качестве экспланта молодых листьев. Полученные нами результаты согласуются с уже известными литературными данными, свидетельствующими о том, что у некоторых видов растений способность к каллусогенезу в большей степени лимитирована типом экспланта, чем составом питательной среды [7, 8].

Зависимость индукции каллусогенеза от расположения экспланта на питательной среде проанализирована пока в небольшом количестве экспериментальных работ [7, 9]. Было показано, что способность к каллусообразованию в культуре листовых эксплантов зависела от того, какой стороной (абаксиальной или адаксиальной) лист контактировал с питательной средой. Однако выявленную особенность следует рассматривать, вероятно, как частный случай, обнаруженный для отдельных видов растений. Это подтвердили и проведенные нами исследования, которые показали, что высокая способность к каллусообразованию при культивировании листовых эксплантов астрагала

шерстистоцветкового наблюдалась не зависимо от того, какая сторона листа находилась в контакте с питательной средой.

Результаты цитологического анализа каллусных культур показали, что они состояли из рыхло расположенных клеток, легко отделяющихся друг от друга в результате не прочного контакта между ними. При этом в каллусе не были обнаружены морфогенные структуры в виде зачатков почек или эмбрионидов. Установленный факт позволяет сделать заключение, что каллус астрагала шерстистоцветкового, индуцированный на питательной среде, дополненной 2,4-Д, БАП и кинетином может быть использован для получения суспензионной культуры, поскольку свойство каллуса легко распадаться на отдельные клетки и клеточные агрегаты является определяющим фактором при глубинном культивировании [4]. С другой стороны, присутствие в каллусных культурах астрагала шерстистоцветкового крупных локальных скоплений клеток меристематического типа делает их удачным объектом для индукции в них органогенеза или соматического эмбриогенеза. Именно эти клетки, сохраняющие способность к пролиферации, обычно являются своеобразными центрами индукции морфогенеза [8]. В этой связи каллусная культура астрагала шерстистоцветкового может быть использована не только для получения клеточной суспензии, но и, вероятно, для интенсивного клонального микроразмножения данного вида.

ВЫВОДЫ

1. Подобраны условия для индукции каллусогенеза в изолированной культуре листовых эксплантов астрагала шерстистоцветкового (*Astragalus dasyanthus* Pall.) на питательной среде Мурасиге и Скуга, дополненной 2,4-Д (2,0 мг/л), БАП (0,5мг/л) и кинетином (1,0 мг/л).
2. Дана цитологическая характеристика каллусных культур, показано присутствие в них клеток меристематического и паренхимного типов, различающихся по размерам и морфологии.

Список литературы

1. Кунах В. А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. – К.: Логос. – 2005. – 724с.
2. Аркушина Г. Ф. Урбанофлора Кіровограда: Автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.05 / НБС - ННЦ. - Ялта, 2007. – 20 с.
3. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / Відп. ред. А.М. Гродзинський. – К.: Українська Радянська Енциклопедія ім. М.П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр "Олімп". – 1992. – 544 с.
4. Калинин Ф. Л., Сарнацкая В. В., Полищук В. Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. – К.: Наук. думка, 1980. – 488 с.
5. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture // *Physiol. Plant.* – 1962. – V.15, № 13. – P. 473 – 497.
6. Паушева Л. А. Практикум по цитологии растений. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
7. Митрофанова И. В. Микрклональное размножение субтропических и тропических плодовых культур (обзор литературы) // Сб. науч. трудов Никит. бот. сада "Биотехнологические исследования садовых и других ценных многолетних культур". – 1997. – Т. 119. – С. 63 – 95.

8. Бугара А. М. Клеточная дифференциация и экспериментальный морфогенез у эфиромасличных растений: автореф. дис... доктора биол. наук. – Кишинев, 1992. – 38 с.
9. Митрофанова І.В. Соматичний ембріогенез та органогенез як основа біотехнології одержання і збереження багаторічних садових культур: автореф. дис... доктора біол. наук / Ялта, 2007. – 38 с.

Бугара І.О., Юркова І.М., Бугара А.М. Одержання та цитологічний аналіз калусних культур астрагалу шерстистоквіткового (*Astragalus dasyanthus* Pall.) // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 1. – С. 9-14.

Досліджено особливості калусогенезу в культурі вегетативних органів *Astragalus dasianthus* in vitro на живильному середовищі Мурасіге та Скуга, доповненому 2,4-Д 2,0 мг/л, БАП 0,5 мг/л та кинетином 1,0 мг/л. Показано, що калус, індукований з листкових експлантів складався з клітин меристематичного та паренхімного типів, що дозволяє використовувати його для одержання суспензійних культур.

Ключові слова: *Astragalus dasyanthus* Pall., калусна культура.

Bugara I.A., Yurkova I.N., Bugara A.M. Receive and cytological investigation the callus culture of *Astragalus dasyanthus* Pall. // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 1. – P. 9-14.

Especially of callusogenesis induction in vegetative organs of *Astragalus dasianthus* on the Murashige and Skoog medium (2,4-D 2,0 mg/l, BAP 0,5 mg/l, kinetin 1,0 mg/l) were investigated. It was shown that callus from leaf explants was homogenous and consisted from meristematic and parenchymatic cells.

Keywords: *Astragalus dasyanthus* Pall., callus culture.

Пост упила в редакцію 12.05.2008 г.

УДК (550.385:550.388:523.9):(616-089.168.8)

СВЯЗЬ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ СМЕРТНОСТИ С ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

Григорьев П.Е., Цыганков К.В., Павленко В.Н., Кужевский И.В., Лунга М.Н.

Проанализирована гелиогеофизическая обстановка в окрестности дат проведения плановых хирургических операций, приведших к смерти в послеоперационном периоде, и в окрестности дат смертей пациентов 4-й городской многопрофильной клинической больницы г. Днепропетровска. Рассмотрены 47663 истории болезни за 2001-2007 гг. Вероятный универсальный фактор риска послеоперационной смертности – возрастание солнечной активности в окрестности дат проведения операций и наступления смерти.

Ключевые слова: гелиогеофизические факторы, послеоперационная смертность.

ВВЕДЕНИЕ

Хирургическое вмешательство и наркоз являются серьёзными стрессовыми факторами для больного, особенно при наличии у пациента комбинированной патологии [1]. Послеоперационный период (ПП) – это промежуток времени от момента окончания операции до выписки больного из лечебного учреждения. Однако в широком значении ПП – это время, необходимое не только для заживления послеоперационной раны, ликвидации общих и местных расстройств, вызванных операционной травмой, но и для полного развития адаптационных и компенсаторных механизмов, порождённых новыми анатомо-физиологическими соотношениями, созданными операцией [2, 3]. В результате взаимодействия факторов, обусловленных, с одной стороны, течением болезни и индивидуальными особенностями организма больного, а с другой – операционной травмой, развивается фазно протекающая адаптационная реакция организма, именуемая «постоперационной болезнью», «постагрессивной реакцией» и характеризующаяся закономерными функциональными расстройствами и противодействующими им компенсаторными реакциями [4]. Поскольку в состоянии болезни или стресса организм человека особенно чувствителен к воздействию гелиогеофизических факторов (ГГФ) [5 – 7], в ПП могут сложиться условия, в которых воздействие неблагоприятных ГГФ на организм больного спровоцирует развитие тяжёлых осложнений, вплоть до летального исхода. История медицины имеет опыт эффективного применения знаний о гелиобиологических закономерностях, когда своевременное информирование врачей о возможности возникновения гелиогеомагнитных возмущений позволяло проводить профилактику развития грозных осложнений у больных [8]. В современной медицинской практике также успешно применяется защита пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями от действия геомагнитных возмущений путем экранирования [9].

Однако, несмотря на значительное число исследований влияния ГГФ на состояние здоровья человека, остается практически не изученным их возможное влияние на послеоперационную смертность.

В связи с этим целью исследования явилось анализ возможного влияния гелиогеофизических факторов на послеоперационную смертность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Согласно Международной классификации болезней и причин смерти 10-го пересмотра, большинство смертельных осложнений, развивающихся в течение 4-х недель после хирургического вмешательства, считаются его прямыми последствиями [10]. Таким образом, статистическому учёту послеоперационной смертности подлежат только случаи смерти в течение 4-х недель (28 дней) после хирургического вмешательства.

В работе использованы данные отдела медицинской статистики Днепропетровской городской многопрофильной клинической больницы №4 (ГМКБ №4) и протоколы вскрытий умерших после хирургических вмешательств, произведенных в патологоанатомическом отделении этой же больницы. Данные включают в себя описания каждого случая хирургических операций за 2001-2007 гг. и содержат информацию о поле, дате рождения, диагнозе, дате начала заболевания, дате госпитализации, типе операции (ургентная или плановая), дате операции, исходе заболевания, дате выписки, перевода в другие отделения или учреждения либо дате смерти и причине смерти (по результатам вскрытия). Всего проанализированы 47663 истории болезни. Из них в течение ПП зарегистрировано 668 смертельных исходов. Во всех случаях производились вскрытия, что позволило достоверно установить непосредственные причины смерти, среди которых преобладали сердечно-сосудистая недостаточность, сердечно-легочная недостаточность, сепсис, тромбоэмболии, а также сочетания этих факторов. Более 29% из скончавшихся пациентов перенесли операции ампутации нижних конечностей; операции на органах брюшной полости – 26,5%, из них 9,7% – радикальные операции; операции на органах мочеполовой системы – 18,6%, из них 10,8% – радикальные операции; операции вскрытия и дренирования гнойников составили 12,6%, из них 5% – вскрытие глубоких гнойников с локализацией в грудной и брюшной полостях; операции на крупных сосудах – 7,6%; радикальные операции на органах грудной полости составили 3,7%. Следует отметить, что значительная часть из этих операций не относится к тяжелым.

Для анализа из общего массива данных были сформированы две выборки – случаи с исходом послеоперационной смертности после плановых операций (394 истории болезни); и случаи с исходами выздоровления или улучшения состояния больного (23235 историй болезни). В расчет принимались только плановые операции, поскольку для ургентных операций степень риска в операциях, приведших к смерти, может значительно превышать таковую для операций, приведших к выздоровлению или улучшению состояния. Степень операционного риска, как правило, оценивают по классификации В.А.Гологорского, в которой учитывается понятие «физическое состояние больного», включающее все

нарушения, обусловленные как основным, так и сопутствующими заболеваниями, а также учитывается тяжесть оперативного вмешательства [11]. При этом даже небольшая по объему операция, выполняемая больному с недиагностированным сочетанным заболеванием, или неверно оцененными функциональными нарушениями систем и органов, имеет меньше шансов на благополучный исход, чем более тяжёлая операция, выполненная больному без органических заболеваний и системных расстройств. Поэтому все случаи послеоперационной смерти рассматривались в рамках единой выборки, не разделялись в зависимости от характера и объема оперативного вмешательства.

С помощью метода наложения эпох для каждого случая находили распределения геомагнитной активности, солнечной активности (СА), и направления радиальной компоненты межпланетного магнитного поля в диапазоне ± 10 суток относительно даты операции (нулевой день), а также относительно даты смерти или выписки.

Гелиогеофизические данные были предоставлены В.Н. Ишковым, заведующим сектором солнечной электродинамики и прогностической поддержки космических экспериментов Института земного магнетизма и распространения радиоволн Российской Академии наук. Достоверность различий в значениях гелиогеофизических индексов в разных группах оценивалась с помощью статистического критерия Вилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Было обнаружено сходство динамики ГГФ в окрестностях дат операций и смертей для случаев послеоперационной смертности среди мужчин и женщин. Поэтому ниже приводятся объединенные результаты для случаев пациентов разного пола.

Установлены универсальные воспроизводимые особенности ГГФ в окрестности дат операций и дат послеоперационных смертей. СА накануне операций, приведших к смерти, повышена начиная с -1 суток до операции ($p=5,73 \cdot 10^{-6}$ по критерию Вилкоксона) по сравнению с СА для операций, приведших к выздоровлению или улучшению состояния.

Аналогичная тенденция к повышению СА наблюдается и в окрестности дат смертей, по сравнению с СА в окрестности дат выписки пациентов (рис. 2). В диапазоне ± 1 суток относительно дат смерти СА достоверно повышена ($p=0,037$ по критерию Вилкоксона) в по сравнению с СА в окрестности ± 1 суток относительно дат выписки пациентов с выздоровлением или улучшением состояния.

Полученные в настоящем исследовании результаты согласуются с данными других исследователей. Так, в работе С.А. Зайцевой и М.И. Пудовкина [12] на популяционном материале России была обнаружена высокая положительная связь среднегодовых значений смертности с солнечной активностью. Н.И. Музалевская [13] сопоставляла смертность в 15 индустриально развитых странах мира с числами Вольфа. Независимо от региона, были получены общие результаты: смертность возрастает в годы максимальных изменений солнечной активности и минимальна в фазу минимума СА.

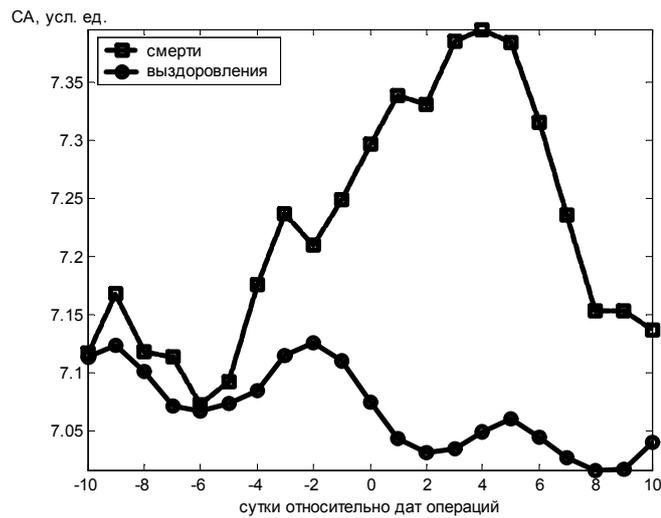


Рис. 1. Вариации солнечной активности в диапазоне ± 10 суток относительно дат хирургических операций (нулевой день): в случаях послеоперационных смертей (394 случая) и выздоровления или улучшения состояния больных (23235 случаев). По оси абсцисс – сутки. По оси ординат – средние арифметические значения «нормализованного» индекса W – «Числа Вольфа» $\sqrt{W+1}$.

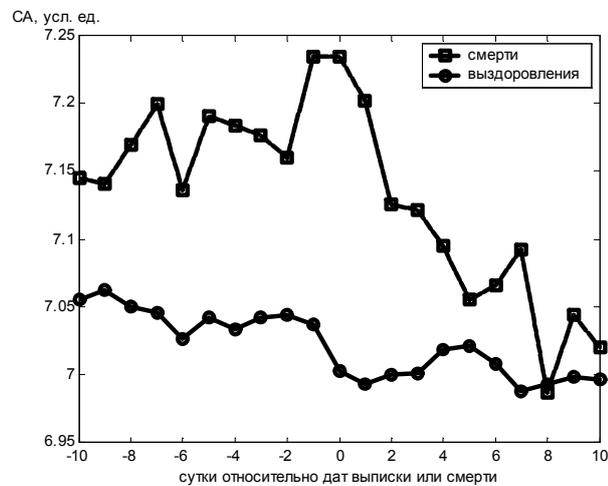


Рис. 2. Вариации солнечной активности в диапазоне ± 10 суток относительно дат послеоперационных смертей (394 случая); дат выписок пациентов с выздоровлением или улучшением состояния (23235 случаев). По оси абсцисс – сутки. По оси ординат – средние арифметические значения «нормализованного» индекса W – «Числа Вольфа» $\sqrt{W+1}$.

С учетом того, что пациенты в течение ПП находятся в состоянии стресса, установленные в настоящем исследовании ГГФ риска проявляются достаточно

рельефно. На основании профессиональных прогнозов гелиогеофизической обстановки (публикуемых, например, ИЗМИРАН <http://www.izmiran.ru>) можно осуществлять медицинские мероприятия, направленные на снижение риска послеоперационной смертности в установленные периоды риска.

ВЫВОД

Выявлен универсальный для разных лет фактор риска послеоперационной смертности – возрастание солнечной активности в окрестности дат проведения операций и наступления смерти.

Список литературы

1. Макаренко Т.П., Харитонов Л.Г., Богданов А.В. Ведение больных общехирургического профиля в послеоперационном периоде. – М.: Медицина, 1989. – 352 с.
2. Петров С.В. Общая хирургия. – СПб.: «Лань», 1999. – 672 с.
3. Стручков В.И., Стручков Ю.В. Общая хирургия. – М.: Медицина, 1988. – С. 204-212.
4. Сачек М.Г., Аничкин В.В. Послеоперационные осложнения в абдоминальной хирургии: Общ. вопр. – Мн.: Беларусь, 1986. – 192с.
5. Хаснулин В.И., Шургая А.М., Хаснулина А.В., Севостьянова Е.В. Кардиометеопатии на Севере. – Новосибирск: СО РАМН, 2000. - 221 с.
6. Бреус Т.К. «Влияние солнечной активности на биологические объекты». Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Ротапринт ИКИ РАН 117 997. – М., 2003. – 42 с.
7. Бреус Т.К. Биологические эффекты солнечной активности. – Природа. – 1998. – № 2. – С. 76.
8. Чижевский А.Л. Вся жизнь. – М.: Сов. Россия, 1974. – С. 167-168, 177-179.
9. Гурфинкель Ю.И., Любимов В.В. Применение пассивного экранирования для защиты пациентов с ишемической болезнью сердца // Биофизика. – 1998. – Т.43, Вып.5. – С. 827-832.
10. Міжнародна статистична класифікація хвороб 10-го перегляду, адаптований варіант. Центр медичної статистики МОЗ України. – К.: «Поліум», 1998. – С. 287.
11. Гологорский В.А. Оценка функционального состояния различных систем организма больного перед операцией. Справочник по анестезиологии и реаниматологии / Под ред. А.А. Бунятяна. – М.: Медицина, 1982. – 400 с.
12. Зайцева С.А., Пудовкин М.И. Влияние солнечной и геомагнитной активности на динамику численности населения России // Биофизика. – 1995. – Т. 4, № 4. – С. 861-864.
13. Музалевская Н.И. Долгопериодические колебания показателей здоровья и изменения солнечной активности / Моисеева Н.И., Любицкий Р.Е. Воздействие гелиогеофизических факторов на организм человека. – Л.: Наука, 1986. // Проблемы космической биологии. – 1986. – Т. 53. – С. 92-99.

Григор'єв П.С., Циганков К.В., Павленко В.М., Кужевський І.В., Лунга М.М. Зв'язок післяопераційної смертності з геліогеофізичними факторами // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 1. – С. 15-20.

Проаналізовано особливості геліогеофізичної ситуації напередодні дат проведення хірургічних операцій, що призвели до смерті пацієнтів протягом післяопераційного періоду, а також напередодні дат смертей пацієнтів в 4 міській багатопрофільній клінічній лікарні м. Дніпропетровську. Розглянуто 47663 історії хвороби за 2001-2007 рр. Вірогідним фактором ризику післяопераційної смертності є зростання сонячної активності під час проведення операцій та смертей.

Ключові слова: геліогеофізичні фактори, геомагнітна активність, післяопераційна смертність.

Grigoryev P.Ye. Tsygankov K.V. Pavlenko V.N., Kuzhevskiy I.V., Lunga M.N. The relations of postoperative mortality with the cosmic weather // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo

Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 1. – P. 15-20.

The features of the cosmic weather around the dates of surgery operations that caused the patients' deaths during the postoperative period and around the dates of their deaths in 4-th clinical municipal hospital of Dnepropetrovsk were analyzed. 47663 case histories for the interval 2001-2007 years were analyzed. The probable general hazard factor of the postoperative mortality is an increase of the Solar activity at the dates of the operations and deaths.

Keywords: cosmic weather, postoperative mortality.

Пост ушла в редакцию 26.03.2008 г.

УДК 615.838+615.814.1

ЗВ'ЯЗОК ТЕМПЕРАТУРИ У РЕПРЕЗЕНТАТИВНИХ ТОЧКАХ З ПОКАЗНИКАМИ ТОНУСУ ВЕГЕТАТИВНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЗА УМОВ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Гончарова Н.С., Ляшенко В.П.

Виявлено зв'язки між температурними показниками у репрезентативних точках з показниками тонусу вегетативної нервової системи у стані фізіологічного спокою та при фізичному навантаженні. Експериментально виявлені гендерні особливості формування структури міжсистемних зв'язків між дослідженими показниками за різних умов. Отримані дані можуть бути основою для розробки методів діагностики та корекції функціонального стану організму людини в умовах навколишнього середовища, що постійно змінюється.

Ключові слова: температурні показники, репрезентативні точки, вегетативний тонус, фізичне навантаження.

ВСТУП

Натепер існує великий фактичний матеріал про обмін речовин та енергії в організмі людини [1]. Відомо, що загальний рівень енергетики організму визначають шляхом термодинаміки біохімічних процесів, оскільки в них завжди присутні або виділення, або поглинання енергії, наслідком чого є зміни температури, які можуть розглядатися як інтегральні показники швидкості та якості обмінних процесів. Враховуючи те, що всі процеси в організмі людини так або інакше пов'язані з вегетативною нервовою системою, функції якої регулюються гіпоталамусом – центральним інтегратором усіх обмінних процесів в організмі, то цілком реальною є оцінка функціонального стану людини за температурними характеристиками в репрезентативних точках вегетативної нервової системи [2, 9]. Важливо підкреслити, що ВНС виконує в організмі дві глобальні функції: збереження і підтримання гомеостазу (утримання в межах фізіологічної норми температури тіла, потовиділення, артеріального тиску (АТ), частоти скорочень серця (ЧСС), біохімічних показників тощо), а також відповідає за мобілізацію функціональних систем організму для адаптації до умов навколишнього середовища, що змінюється, тобто функцію пристосування [4]. Порушення тонусу вегетативної нервової системи можуть виникати внаслідок різних причин – фізичного навантаження, стресу, інфекції, гормональних розладів, спадково-конституціональних чинників, фізичних і хімічних впливів тощо [14]. За умов сьогодення актуальною являється проблема енергозабезпечення організму при напруженій (критичній) ситуації [5]. Більшість таких ситуацій в інтересах адаптації організму до них обов'язково передбачає його досить інтенсивну м'язову діяльність [4]. Відомо, що всілякі акти поведіння, що проявляються в м'язовій діяльності, в

активних рухах, завжди супроводжуються змінами функцій внутрішніх органів, тобто органів кровообігу, дихання, травлення, виділення, внутрішньої секреції [8]. При всякій м'язовій роботі, також як і при дії стресових факторів відбувається збільшення частоти й посилення серцевих скорочень, перерозподіл крові, що протікає через різні органи (звуження судів внутрішніх органів і розширення працюючих м'язів), збільшення кількості циркулюючої крові за рахунок викиду її із кров'яного депо, посилення й поглиблення дихання, мобілізація цукру з депо, виділення адреналіну й т.д. Всі ці й багато інших пристосувальних реакцій, що сприяють м'язовій діяльності, формуються вищими відділами ЦНС, вплив якої реалізується через вегетативну нервову систему [2]. Тому дослідження вегетативного забезпечення фізичної діяльності дає важливу інформацію про стан вегетативної нервової системи. Показники вегетативного тонузу дозволяють судити про адекватне вегетативне забезпечення поведінки.

Метою даної роботи було виявлення зв'язків між показниками температури у репрезентативних точках з показниками тонузу вегетативної нервової системи у стані відносного фізіологічного спокою та при фізичному навантаженні. Виявлення взаємозалежних системних зв'язків температури репрезентативних точок і показників вегетативної нервової системи показує об'єктивні прояви системних механізмів формування таких температур в точках, що важливо для діагностики та корекції функціонального стану як окремих органів, їхніх систем, так і всього організму вцілому [3].

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Дослідження проводилось серед студентів Дніпропетровського національного університету. В обстеженні брало участь 60 студентів, серед яких 30 осіб чоловічої та 30 жіночої статі. Вік обстежуваних коливався в межах від 18 до 22 років. У кожного обстежуваного інфрачервоним термометром німецької фірми «Medisana» вимірювали температуру відповідних репрезентативних точок з похибкою $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ [6, 7]. Вимірювання температури у репрезентативних точках здійснювалось у стані відносного фізіологічного спокою, а також після дозованого фізичного навантаження (40-50 присідань). Для оцінки загального функціонального стану відділу вегетативної нервової системи (ВНС) використовували білатеральні температурні показники барабанної перетинки, що має спільний басейн кровообігу з гіпоталамусом – центральним органом нервової регуляції вегетативних функцій організму; для оцінки функціонального стану парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи (ПНС) використовували білатеральні температурні показники блукаючого нерву [8]. Для оцінки функціонального стану симпатичного відділу вегетативної нервової системи (СНС) використовували білатеральні температурні показники репрезентативних точок другої пари спинномозкових нервів грудного відділу [10].

Результати обстежень порівнювались з показниками вегетативного тонузу організму студентів у стані спокою за фізіологічних умов (висхідний вегетативний тонуз) і після виконання присідань. Показники вегетативного тонузу реєстрували за допомогою стандартних методів (визначення індексу Кердо, хвилинного об'єму

крові, коефіцієнту Хільдебранта) [4,5]. Статистичний аналіз даних проводили з використанням програми Statgrafic. Кореляційні зв'язки оцінювались як достовірні при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження показників вегетативного тонусу (табл.1) показали, що серед обстежених юнаків за фізіологічних умов було 50% осіб з переважанням симпатичного, 40% парасимпатичного тонусу і 10% мали показники вегетативної рівноваги. Але після фізичного навантаження це співвідношення змінилось: виявилось 84% осіб з переважанням симпатичних впливів, 13% мали підвищений парасимпатичний тонус і лише 3% залишилось при вегетативній рівновазі. У дівчат за фізіологічних умов було більшість осіб з переважанням парасимпатичного тонусу – 61%, 30% - з підвищеним симпатичним тонусом і 9% у стані ейтонії. Після фізичних вправ виявилось 64% осіб з переважанням симпатичного тонусу, 30% - мали підвищений парасимпатичний тонус і 6% залишилось у вегетативній рівновазі. Отже, незалежно від висхідного вегетативного тонусу при дії фізичного навантаження відбувалась компенсаторна активація симпатичної нервової системи. Такі реакції вегетативної нервової системи, на нашу думку, були цілком фізіологічно адекватними і не суперечать теоретичним відомостям [5]. Адже при виконанні фізичних вправ активується симпато-адреналова система і відбувається збільшення частоти й посилення серцевих скорочень, перерозподіл і збільшення кількості циркулюючої крові за рахунок викиду її із кров'яного депо, посилення й поглиблення дихання, мобілізація цукру з депо, виділення адреналіну й т.д [4].

Таблиця 1.

Відсоткове (%) співвідношення показників вегетативного тонусу у юнаків і дівчат в різних умовах, °С

Юнаки						Дівчата					
Фізіологічні умови			Фізичне навантаження			Фізіологічні умови			Фізичне навантаження		
пара-симпатичний	рівновага	симпатичний	пара-симпатичний	рівновага	симпатичний	пара-симпатичний	рівновага	симпатичний	пара-симпатичний	рівновага	симпатичний
40	10	50	13	3	84	61	9	30	30	6	64

Виходячи із принципів сегментарності нервової регуляції та будови тіла, подвійності інервації внутрішніх органів через нервові волокна симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи, ієрархічної будови нервових центрів регуляції, показники температури ми реєстрували у білатеральних точках. Обчислення і аналіз (табл. 2, 3) середнього відхилення температурних показників свідчить про достовірність і відносну гомогенність досліджених показників групи юнаків і дівчат. Незначні відхилення і відповідність температури

репрезентативних точок зправа і зліва свідчить про відсутність суттєвого патологічного стану вегетативної нервової системи серед обстежених, тобто в дослідженні брали участь відносно здорові студенти.

Таблиця 2.
Середнє значення температурних показників у білатеральних репрезентативних точках дівчат за різних умов ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Репрезентативні точки	Фізіологічні умови		Фізичне навантаження	
	Право	Ліво	Право	Ліво
Гіпоталамус	348,7±2,23	350,6±3,53	351,7±2,82	356,6±2,17
Блукаючий нерв	347,2±3,61	348,1±3,22	347,4±3,51	348,0±2,98
Друга пара грудних спинно-мозкових нервів	348,4±5,61	350,2±5,29	354,2±3,93	352,8±3,93

Таблиця 3.
Середнє значення температурних показників у білатеральних репрезентативних точках юнаків за різних умов ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Репрезентативні точки	Фізіологічні умови		Фізичне навантаження	
	Право	Ліво	Право	Ліво
Гіпоталамус	353,1±1,80	353,6±1,47	353,2±1,98	351,9±1,63
Блукаючий нерв	351,2±3,31	354,6±3,80	352,6±3,63	355,0±3,35
Друга пара грудних спинно-мозкових нервів	355,7±4,42	352,1±5,04	355,9±3,80	355,3±3,73

Далі порівнювали результати температурних обстежень з вегетативними показниками (ВІ – індекс Кердо, ХОК – хвилинний об'єм крові, і його індекс - QV_m) організму студентів. В результаті дослідження виявлені гендерні особливості між досліджуваними показниками за фізіологічних умов та при дії стресу (рис. 1). У юнаків в стані фізіологічного спокою виявлені негативні кореляційні зв'язки між температурою у репрезентативних точках, розташованих на барабанній перетинці лівого вуха з вегетативними показниками. У дівчат за цих умов кореляційних зв'язків взагалі не виявлено. Також встановлено, що фізичне навантаження в залежності від статі викликає різні зміни структури міжсистемних зв'язків вегетативних показників і температури у рефлексогенних точках. У дівчат виявлені достовірні позитивні зв'язки між вегетативними показниками і показниками температури у рефлексогенних точках розташованих з обох боків тіла, а у юнаків у стресовому стані кореляційних зв'язків не виявлено. На схемах представлені достовірні позитивні (суцільна лінія) і негативні (штрихова лінія) кореляційні зв'язки між дослідженими показниками:

При аналізі кореляції аналогічних показників у репрезентативних точках парасимпатичної нервової системи (рис. 2) при дії стресу отримано достовірні позитивні зв'язки у обстежуваних чоловічої статі, при чому тільки по лівій стороні, а у дівчат кореляційних зв'язків за умов стресу немає. В стані спокою у

парасимпатичній нервовій системі кореляції даних показників взагалі не виявлено у представників обох статей.

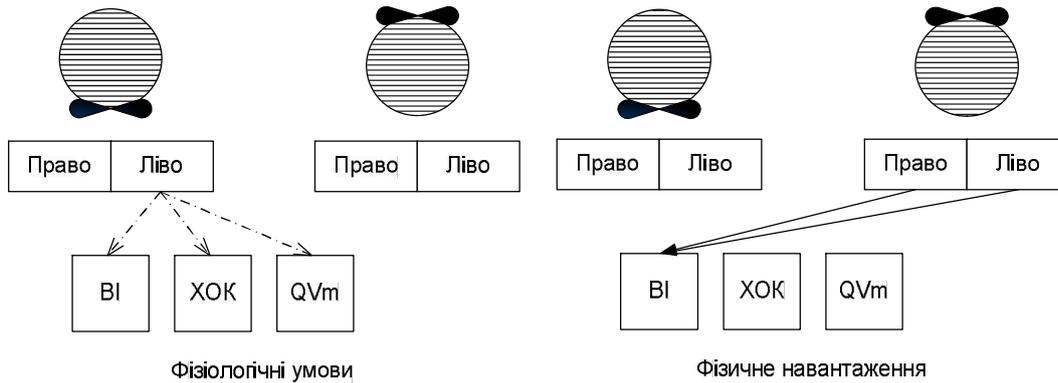


Рис. 1. Схема достовірних кореляційних зв'язків між температурою в репрезентативних точках гіпоталамусу і показниками тону вегетативної нервової системи.

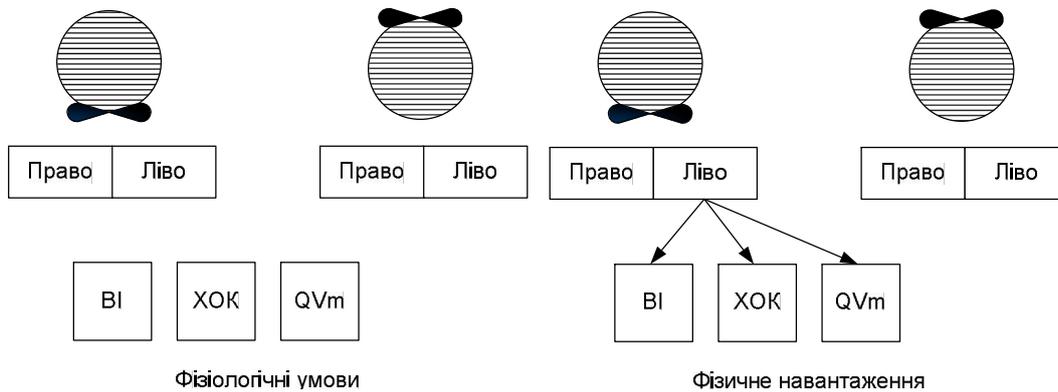


Рис. 2. Схема достовірних кореляційних зв'язків між температурою в репрезентативних точках блукаючого нерву і показниками тону вегетативної нервової системи.

При дослідженні кореляційних зв'язків між показниками температури у точках симпатичної нервової системи з вегетативними показниками встановлено: у дівчат, по лівій стороні тіла, існують негативні кореляційні зв'язки в обох досліджуваних фізіологічних станах [11]. А у стресовому стані в них виникають позитивні кореляційні зв'язки між досліджуваними показниками у білатеральних точках. У юнаків кореляційних зв'язків в даному випадку не виявлено.

На нашу думку різна структура кореляційних зв'язків між досліджуваними показниками, можливо, обумовлена особливостями гормонального обміну у юнаків і дівчат, наявністю фізіологічних циклів і формуванням системи вегетативного забезпечення діяльності [12].

Отримані дані розкривають деякі механізми і гендерні особливості вегетативного забезпечення адаптації організму до фізичного навантаження, а також

деякі аспекти об'єктивних проявів формування таких температур у репрезентативних точках, що може бути основою є вкрай важливим для розробки методів діагностики та корекції функціонального стану організму людини в умовах навколишнього середовища, що постійно змінюється.

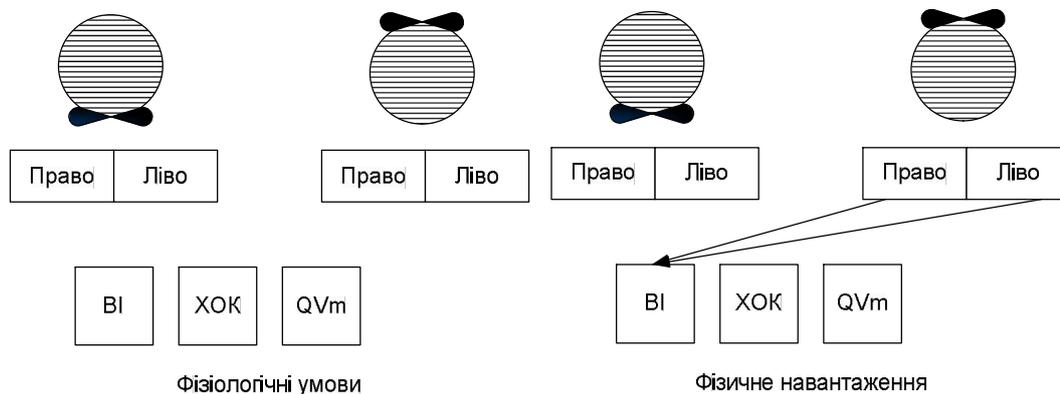


Рис. 3. Схема достовірних кореляційних зв'язків між температурою в репрезентативних точках другої пари спинномозкових нервів грудного відділу і показниками тону вегетативної нервової системи.

ВИСНОВКИ

1. Незалежно від висхідного вегетативного тону у обстежених студентів як чоловічої так і жіночої статі за умов фізичного навантаження відбувалась компенсаторна активація симпатичної нервової системи, що підтверджує наявність адаптаційних механізмів вегетативної нервової системи.
2. Дослідження середнього значення температурних показників свідчить про гендерну гомогенність досліджених показників, а також про відсутність вираженого патологічного стану вегетативної нервової системи.
3. Аналіз кореляційних зв'язків між показниками вегетативного тону і температури у репрезентативних точках показує наявність гендерних особливостей у структурі цих зв'язків як за фізіологічних умов, так і за умов фізичного навантаження.

Список літератури

1. Айвазян С.А., Бежаева З.И. Староверов О.В. Классификация многомерных наблюдений.- М, Статистика,1973. с.-239.
2. Беркович Е.М. Энергетический обмен в норме и патологии.-М.: Медицина, 1964.-334с.
3. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. - М.: Наука, 1984.- 221 с.
4. Нечушкин А.И., Гайдамакина А.М. Стандартный метод определения тону вегетативной нервной системы в норме и патологии// Журнал экспериментальной и клинической медицины АН Армянской ССР. -1981.- Т.21, №2.- С.164-172.
5. Ляшенко В.П., Дрегваль І.В. Вегетативна нервова система.-Дн-вськ: ДНУ, 2005.-129 с.

6. Морозова О.Г., Ярошевский А.А., Климович Л.В.,Цыганенко В.В.,Сыкал Л.Ю.Дифференцированный поход к применению методов рефлексотерапии при головной боли//Український вісник психоневрології.-2007.-Т15, №1.-С. 90.
7. Иваницкий Т.П. Температурные показатели тепловой “машины” человека. IX Международная школа-конференция “Биология – наука XXI века.”- Пушкино, 2005- С.9.
8. Остапенко Л.І., Макачук М.Ю., Мартинчук О.С., Криворучко Л.А. Спосіб діагностики стану організму людини. Деклараційний патент на винахід А61Н39/00.
9. Бутенко О.І. Рефлексотерапія хворих на дисциркуляторну енцефалопатію при патології легень// Український вісник психоневрології.-2007.-Т 15, №1.-С. 25.
10. Иванов К.П. Основы энергетики организма. Теоретические и практические аспекты. Общая энергетика, теплообмен и терморегуляция.-Л.: Наука, 1990.-307 с.
11. Назарчук І.А. Рефлексотерапія в корекції і профілактиці негативного впливу геомагнітних факторів у хворих з дисциркуляторною енцефалопатією//Український вісник психоневрології.-2007.-Т15, №1.-С. 9
12. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Наука, 1975.-448 с.
13. Локтева Р.К., Костенко С.С., Цибенко В.О. Зв'язок між психофізіологічними та деякими антропометричними показниками у чоловіків і жінок //Фізіологічний журнал.-2000.-Т. 46,№5 – С.24-29.

Гончарова Н.С., Ляшенко В.П. Связь температуры в репрезентативных точках с тонусом вегетативной нервной системы при физиологическом состоянии и при физической нагрузке // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2008. – Т. 21 (60). – № 1. – С. 21-27.

Установлены связи между температурными показателями в репрезентативных точках с показателями тонуса вегетативной нервной системы в состоянии физиологического покоя и при физической нагрузке. Экспериментально выявлены гендерные особенности между исследуемыми показателями в разных условиях. Показано, что физическая нагрузка, в зависимости от половой принадлежности, вызывает разные изменения структуры межсистемных связей вегетативных функций и температуры в репрезентативных точках. Полученные данные могут быть основой для разработки методов диагностики и коррекции функционального состояния организма человека в постоянно изменяющихся условиях окружающей среды.

Ключевые слова: температурные показатели, репрезентативные точки, вегетативный тонус, физическая нагрузка.

Goncharova N.S., Lyashenko V.P. Connection between the temperature in representational points with vegetative nervous system under physiological calm and physical load // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 1. – P. 21-27.

Being settled the connection between temperature measurements in representational points with thous in vegetative nervous system when in physiological calm and under physical load. In vivo were pointed out gender peculiarities of the mentioned above measurements in different conditions. It was proved that physical load, depending on sex, causes to different alterations of vegetative functions systems interral ties and temperature in representational points. The obtained data may be the base for elaboration new methods of diagnostics and correction of functions of human within constantly dianging environment.

Keywords: temperature measurements, representational points, vegetative nervous system, physical load.

Пост упила в редакцию 26.03.2008 г.

УДК 581.524.12

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОНКУРЕНТНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ РАСТЕНИЯМИ В СООБЩЕСТВАХ ОДНОЛЕТНИХ ЭУГАЛОФИТОВ СЕМЕЙСТВА CHENOPODIACEAE VENT

Жалдак С.Н.

Экспериментальное изучение конкурентных взаимоотношений между растениями в сообществах однолетних эугалофитов семейства Chenopodiaceae Vent. Аннотация: Изучена динамика конкурентных взаимодействий в сообществах однолетних эугалофитов. Интенсивность конкурентных взаимодействий в моноценозах однолетних эугалофитов носит динамический характер и связана с фазами фенологического развития растений.

Ключевые слова: внутривидовая конкуренция, *Salicornia europaea*, *Suaeda acuminata*.

ВВЕДЕНИЕ

Неотъемлемой частью любого растительного сообщества является система сложных взаимоотношений между его компонентами [1 – 3]. Изучение взаимодействия растений друг с другом имеет достаточно длинную историю, но до сих пор остаются актуальными и нерешенными многие вопросы. Очень часто исследование механизмов конкуренции проводят в лабораторных условиях, в модельно созданных сообществах. Искусственная регуляция условий среды искажает полученные данные и вносит коррективу в сделанные выводы. Поэтому, наибольший интерес представляют изучение взаимодействий компонентов растительного сообщества в природных местообитаниях. Сообщества однолетних эугалофитов как нельзя лучше подходят для анализа особенностей конкурентных взаимодействий между растениями в естественных условиях произрастания. Особенно это касается внутривидовых взаимоотношений в популяции. Среди видов природной флоры однолетние эугалофиты являются специализированной группой растений. Они способны функционировать в условиях высокой засоленности грунта и образовывать моноценозы на достаточно большой площади [4]. Таким образом, на данных природных объектах появляется возможность в переменных условиях среды проанализировать динамику внутривидовых отношений между растениями.

Благодаря взаимодействию растений друг с другом, популяцию рассматривают как саморегулируемую систему. В качестве регулятора выступают зависящие от этого взаимодействия эффект группы и эффект плотности популяции. Изменяя функциональную активность или ход индивидуального развития особи, они оказывают противоположное по характеру на растение воздействие. Увеличение показателей жизнеспособности индивидуумов при низкой плотности (эффект группирования особей) и включение механизмов авторегуляции в виде элиминации части особей при достижении её порогового значения (эффект плотности), лежат в

основе стабильного существования вида в фитоценозе [5 – 8]. Вообще, понятие эффект плотности и эффект группы, как регулятор популяционных систем, носит общий характер и больше применимо к популяции растений в целом, чем к каждому растению. Действительно, в основе регуляторной функции лежит механизм внутривидовых связей между отдельными индивидуумами, образующими популяцию, т.е. "... материальное содержание обмена между растениями, безусловно, одинаково при любых плотностях сообщества – оно определяется потребностью растительного организма в необходимых для жизни элементах питания и воды» [9, с.118]. Результат взаимодействия растений друг с другом при совместном произрастании проявляется в варьировании их основных параметров жизнеспособности.

Цель работы – проанализировать особенности конкурентных взаимодействий в ценопопуляциях однолетних эугалофитов семейства Chenopodiaceae Vent. и определить степень влияния данного ценогического фактора на морфометрические параметры растений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования были взяты *Salicornia europaea* L. и *Suaeda acuminata* (C.A.Mey.) Moq. произрастающие на берегу лимана, вдоль прибрежной зоны залива Сиваш (Северо-Восточный Крым). В моноценозах ассоциации *Salicornietum purum* было выбрано 2 ценопопуляции *S. europaea* -1.1; 1.2. (проективное покрытие вида – 65 – 70 %). На пухлом солончаке в моноценозах ассоциации *Suaedetum (acuminatae) purum* на расстоянии 50-150 м от водного зеркала залива Сиваш располагались ценопопуляции 2.1; 2.2. с доминантной ролью *S. acuminata* (проективное покрытие 40-60%). Период наблюдений включал в себя жизненный цикл данных видов с момента прорастания до обсеменения растений. Плотность популяции (особей/м²) определяли подсчитывая количество особей на постоянных площадках размером 50x50см с последующим пересчетом на 1 м². Засоленные почвы отличаются по типу, степени засоления и уровню влажности. Для фиксации степени выраженности данных показателей в каждой ценопопуляции *S. europaea* и *S. acuminata*, с периодичностью раз в четыре недели отбирали образцы почв. В лаборатории образцы были проанализированы. Почва исследуемых участков имеет хлоридный тип засоления со значительным содержанием сульфатов. Уровень засоленности и увлажненности почвы находился в пределах диапазона толерантности данных видов. Для оценки силы воздействия конкуренции на особи *S. europaea* и *S. acuminata* был проведен эксперимент искусственного исключения в ценопопуляциях ценогического фактора [1]. В качестве критерия, характеризующего состояние особи в условиях конкуренции и в условиях искусственной изоляции от соседей конкурентов, были взяты показатели, отражающие морфологическую структуру растений и процессы его роста [10]. В течении всего периода вегетации *S. europaea* и *S. acuminata* с периодичностью раз в две недели у растений фиксировались относительная скорость роста ($RGR_{\text{мсп.}}$, г/г•неделю), воздушно-сухая масса $m(\text{г})$ и высота надземной части особи (h , м⁻³) Материал обрабатывали общепринятыми методами математической статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Процесс конкурентных взаимоотношений между растениями динамичен, вариабелен и зависит от воздействия множества факторов окружающей среды. По своей природе, факторы условно делятся на три группы: абиотические (элементы неорганической природы), биотические (порождаемые жизнедеятельностью организмов) и антропогенные (связанные с влиянием человека). Биотические факторы обусловлены непосредственным контактом живых организмов друг с другом. Для растений, это конкуренция (ценотический фактор), влияние животных (паразиты, опылители), грибов (микоризные) и микроорганизмов (вирусы, азотфиксирующие бактерии). Одум [4], в качестве основных абиотических факторов, выделяет свет, тепло и воду. Все эти элементы внешней среды находятся в тесной взаимосвязи с живой системой и рассматриваются как ресурсы, за которые конкурируют растения. Каждый ресурс среды, обладает своими специфическими особенностями. Свет, определяет структурную организацию растительного организма и поступает в фитоценоз с солнечной радиацией. Не накапливаясь в среде и потребляясь растением по мере поступления, свет является ресурсом одноразового использования [11]. Режим водоснабжения растений, влияет на рост, развитие и физиологические функции растений. Поступление воды в почву происходит с атмосферными осадками, а так же с натечными водами. Доступная влага в почве, является важным компонентом среды, и её дефицит приводит к возникновению конкурентных взаимодействий между растениями. Очень часто бывает трудно провести границу между конкуренцией за воду и за элементы минерального питания у растений. Поглощение растительным организмом почвенной влаги тесно связано с потреблением элементов минерального питания. Необходимым и важным ресурсом среды среди элементов минерального питания, является азот. Проведенные ранее исследования в сообществах эугалофитов, показали наличие интенсивных конкурентных взаимодействий между растениями за элементы почвенного питания. Напряженность взаимодействий в популяциях галофитов носит динамический характер и наиболее интенсивна конкуренция за почвенные ресурсы в первую фазу жизненного цикла однолетних эугалофитов т.е. в период формирования вегетативной сферы. Потери по массе у конкурирующих особей, например в популяциях *S. еигораеа*, составляют до 55-60% от максимально возможной в данных условиях произрастания растения [1, 2, 6]. Полученные данные в ходе нашего исследования не противоречат ранее сделанным выводам. Действительно, в изучаемых ценопопуляциях *S. еигораеа* и *S. асuмiната* у растений растущих в отсутствие конкурентов (экспериментальные особи) в первые две недели после искусственного удаления ближайших соседей, отмечены самые высокие значения относительной скорости роста ($RGR_{cp}(m)$) (табл. 1, рис. 1). Средняя величина относительной скорости роста у экспериментальных растений *S. еигораеа* ценопопуляции 1.1. достигает 0,4425 г/г•неделю и снижается почти в 1,5 раза в группе у конкурирующих особей ($RGR_{cp}(m) = 0,3110$ г/г•неделю). У *S. асuмiната* зависимость аналогична: в первую фазу жизненного цикла различие в скорости роста между конкурирующими и экспериментальными растениями достигает 0,3332 г/г•неделю (ценопопуляция 2.2.) (табл. 1).

Таблица 1.
Динамика конкурентных взаимодействий в ценопопуляциях *Suaeda acuminata*
($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Параметр	Сроки отбора в ценопопуляции 2.1.					
	10.07.99	16.07.99	03.08.99	11.08.99	04.09.99	15.10.99
Плотность растений, особей/м ²	967,2±31,1	1358,3±84,3	988,3±55,0	1458,0±95,7	----	1056,2±102,4
$\frac{h_{cp.}}{X} \pm S_{\bar{x}}$ м ³	$\frac{30,41 \pm 2,18}{59,80 \pm 4,31}$	$\frac{47,83 \pm 4,56}{96,35 \pm 9,22}$	$\frac{119,01 \pm 2,90}{151,51 \pm 2,54}$	$\frac{129,2 \pm 4,4}{166,32 \pm 5,0}$	$\frac{120,7 \pm 2,5}{177,2 \pm 1,1}$	$\frac{125,7 \pm 6,2}{167,43 \pm 8,7}$
$\frac{m_{cp.}}{X} \pm S_{\bar{x}}$ г	$\frac{0,164 \pm 0,002}{0,33 \pm 0,01}$	$\frac{0,23 \pm 0,04}{0,58 \pm 0,01}$	$\frac{0,48 \pm 0,04}{1,27 \pm 0,18}$	$\frac{0,51 \pm 0,13}{1,29 \pm 0,04}$	$\frac{0,64 \pm 0,03}{1,43 \pm 0,10}$	$\frac{0,62 \pm 0,16}{1,48 \pm 0,18}$
RGR _{cp.} (м) г/г ■неделю	—	$\frac{0,3589}{0,5494}$	$\frac{0,2899}{0,3071}$	$\frac{0,0606}{0,0156}$	$\frac{0,0629}{0,0232}$	$\frac{-0,0069}{0,1292}$
Параметр	Сроки отбора в ценопопуляции 2.2.					
	10.07.99	16.07.99	03.08.99	11.08.99	04.09.99	15.10.99
Плотность растений, особей/м ²	1092,41±87,42	998±12,03	1287±47,33	1351,77±135,9	1285,60±38,00	877,11±56,2
$\frac{h_{cp.}}{X} \pm S_{\bar{x}}$ м ³	$\frac{86,21 \pm 5,22}{100,17 \pm 4,74}$	$\frac{139,25 \pm 2,7}{173,54 \pm 3,5}$	$\frac{151,94 \pm 6,0}{188,13 \pm 2,17}$	$\frac{167,30 \pm 4,5}{194,80 \pm 1,1}$	$\frac{160,44 \pm 8,3}{192,61 \pm 2,9}$	$\frac{162,09 \pm 6,4}{190,62 \pm 1,3}$
$\frac{m_{cp.}}{X} \pm S_{\bar{x}}$ г	$\frac{0,150 \pm 0,003}{0,24 \pm 0,02}$	$\frac{0,20 \pm 0,01}{0,41 \pm 0,07}$	$\frac{0,50 \pm 0,08}{0,88 \pm 0,13}$	$\frac{0,52 \pm 0,01}{0,96 \pm 0,03}$	$\frac{0,69 \pm 0,07}{1,23 \pm 0,02}$	$\frac{0,55 \pm 0,10}{1,18 \pm 0,05}$
RGR _{cp.} (м) г/г ■неделю	---	$\frac{0,3991}{0,7323}$	$\frac{0,5178}{0,7286}$	$\frac{0,0392}{0,0869}$	$\frac{0,0900}{0,0750}$	$\frac{-0,0760}{-0,0498}$

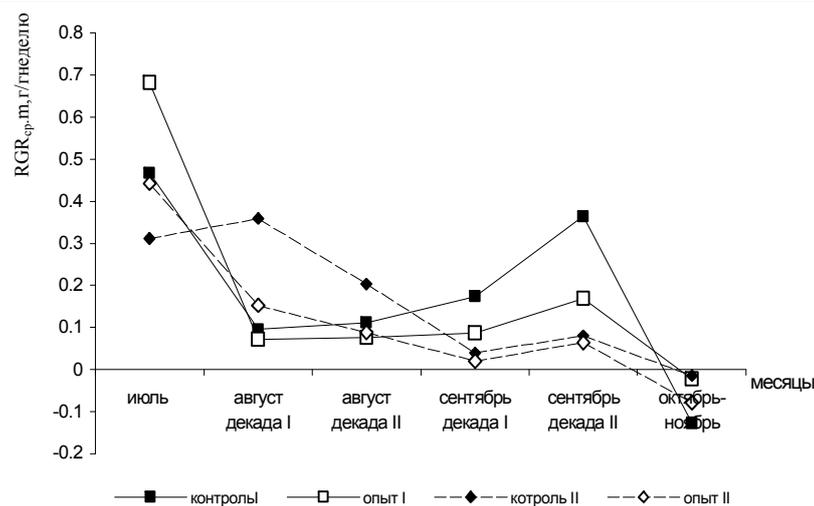


Рис. 1. Динамика RGR_{cp.m} растений за период вегетации *Salicornia europaea* в ценопопуляциях 1.1.(I); 1.2.(II).

Интенсивный рост однолетних эугалофитов в первую фазу жизненного цикла вполне закономерен и согласуется с их жизненной стратегией на засоленных экотопах. Активная аккумуляция питательных веществ в период интенсивного роста однолетника необходима для последующего формирования генеративных органов. При переходе растений к репродукции (вторая декада августа) наблюдается невысокая по значениям относительная скорость роста конкурирующих и экспериментальных растений обоих видов. Примерно равная скорость роста особей независимо от их размера является показателем относительно невысокой напряженности конкуренции. Таким образом, в ценопопуляциях *S. europaе* и *S. acuminata* конкуренция оказывает влияние на рост растений именно в первую фазу жизненного цикла однолетников, в период вегетативного роста. Дальнейший анализ динамики относительной скорости роста растений ценопопуляций *S. europaе* и *S. acuminata* обнаруживает тенденцию к снижению $RGR_{cp}(m)$ у экспериментальных особей, по сравнению с конкурирующими т.е. последние, во вторую фазу своего индивидуального развития, отличаются более высокой скоростью роста (табл. 1, рис. 1). В популяциях однолетних эугалофитов очень часто наблюдают появление второй волны всходов, что связано с более поздним прорастанием семян. Появившиеся всходы почти сразу вступают в период репродукции, при этом сокращая вегетативную фазу развития [12]. Появление второй когорты всходов в исследуемых ценопопуляциях *S. europaе* и *S. acuminata* мы не наблюдали. Поэтому, связывать высокие значения $RGR_{cp}(m)$ у контрольных особей к концу сезона за счет прорастания поздних всходов *S. europaе* и *S. acuminata* мы не можем. Значит на контрольных участках, во вторую фазу жизненного цикла данных видов происходит элиминация части особей. Оставшиеся экземпляры начинают интенсивно расти, в полной мере удовлетворяя свои потребности в элементах минерального питания, что приводит к увеличению значений $RGR_{cp}(m)$. Ранее, было установлено, что среди факторов, влияющих на интенсивность смертности в популяциях *S. europaе*, являются влажность и начальная плотность растений. Уровень засоленности экотопа при этом не должен достигать летальных значений для вида [1, 2, 6, 13]. *S. europaе* и *S. acuminata* мало толерантны к сухости экотопа. Основные морфометрические показатели у растений повышаются вдоль градиента влажности почвы [6, 13]. Данные ценопопуляции занимают участки с оптимальной для нормальной жизнедеятельности растений увлажненностью экотопа (например: $ПВ_{cp} = 16,81 \pm 1,48$ % (ценопопуляция 1.1.) и $ПВ_{cp} = 23,04 \pm 1,41$ % (ценопопуляция 2.1.). Поэтому гибель растений в связи с засушливостью местообитания возможно исключить. Причина, вызывающая отмирание отдельных особей до завершения ими жизненного цикла, может быть в плотностно-зависимой смертности (density-dependent mortality). По мере роста загущения популяции, вступает в силу отрицательный эффект взаимодействия между растениями (эффект плотности), который проявляется в резком угнетении и элиминации части особей [6]. Мнения авторов о существовании плотностно-зависимой смертности в популяциях однолетних эугалофитов расходятся. В некоторых работах подтверждается в популяциях *S. europaе* её наличие [8], в других опровергается [6]. Противоречивость сведений в литературе, можно

объяснить адаптацией *S. euoraea* к загущению. Оно осуществляется за счет изменчивости растений по размеру и высоте, т.е. проявляется эффект "аккомодации роста" особи. Такая адаптационная реакция особи на высокую плотность популяции встречается у некоторых видов растений (например, у *Taraxacum kok-saghyz* Rodin., *Suaeda prostrata* Pall., *Salicornia maritima* L. и др.) [7, 9]. В ряду увеличения плотности популяций *S. euoraea* "кустистую" (bushy) форму роста замещает "типичная" (typical), а при сверх загущении растения перестают ветвиться и принимают вид одиночного побега, без боковых ветвей [15]. В связи с этим, интенсивные процессы самоизреживания в популяциях *S. euoraea*, наблюдаются при высокой плотности, достигающей 6-7 тысяч растений на м² [6]. Расстояние между двумя ближайшими друг к другу растениями в ценопопуляциях 1.1.; 1.2. к моменту завершения вегетативного роста составляет 3-4 мм, что в три раза меньше радиуса фитогенного поля *S. euoraea*. Наложение фитогенных полей приводит к возрастанию напряженности конкурентных взаимодействий между особями. В результате, в этих ценопопуляциях на первых этапах жизненного цикла, можно ожидать гибель части растений, под влиянием плотностно-зависимой смертности. Снижение интенсивности конкуренции за счет отмирания части особей, приводит к созданию "эффекта группы", проявляющегося в устойчивости и активном функционировании оставшихся растений [5, 9]. При такой плотности популяции еще нет заметного негативного влияния растений друг на друга, а процессы стабилизации преобладают над процессами дифференциации. Увеличивающийся дополнительный приток питательных веществ вызывает активацию ростовых процессов у оставшихся растений в данных ценопопуляциях, что соответственно проявляясь в возрастающих значениях относительной скорости роста у конкурирующих особей.

ВЫВОДЫ

1. Интенсивность конкурентных взаимодействий в ценопопуляциях *Salicornia euoraea* и *Suaeda acuminata* носит динамический характер и зависит от фазы фенологического развития особей;
2. В ценопопуляциях *Salicornia euoraea* и *Suaeda acuminata* конкуренция ограничивает скорость роста растений примерно в 1,5 раза от максимально возможной в данных условиях местообитания;
3. При оптимальном для развития растений эдафическом режиме, в условиях исключаяющих обостренную конкуренцию между растениями возможно проявления «эффекта группы» в ценопопуляциях однолетних эугалофитов;

Список литературы

1. Котов С.Ф. Количественный подход к оценке конкурентных взаимодействий на уровне сообщества. 1. Моноценозы однолетников // Экологія та ноосферологія. - 1996. - Т.2, №3-4. - С.134-139
2. Котов С.Ф. Количественный подход к оценке конкурентных взаимодействий на уровне сообщества. 2. Двухвидовые сообщества однолетников //учен.зап.ТНУ.- 2000.-Т.2,№13.- С.3-8
3. Работнов Т.А. Экспериментальная фитоценология. - М.: МГУ, 1987. - 160 с.

4. Григора І.М., Соломаха В.А. Рослинність України (еколого-ценотичний, флористичний та географічний нарис).- Київ:Фітосоціоцентр, 2005.-452 с.
5. Марков М.В. Популяционная биология розеточных и полурозеточных малолетних растений. - Казань: КГУ, 1990. - 185 с.
6. Репецкая А.И. Некоторые аспекты популяционной биологии однолетних видов Chenopodiaceae в галофитных сообществах Крыма // Ботан. журн. - 1999. - Т. 84, №1. - С. 75-81.
7. Harper J.L., Gajic D. Experimental studies of the mortality and plasticity of a weed // New Phytologist. - 1961. - Vol. 61, №1. - P. 63-74.
8. Watkinson A.R., Davy A.J. Population biology of salt march and sand dune annuals// Ecology of coastal vegetation. - Dordrecht, Boston, Lancaster: Dr. W. Junk Publishers. - 1985. - P. 487-497.
9. Титов Ю.В. Эффект группы у растений. - Л.: Наука, 1978. - 151 с.
10. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений. - М.: Наука, 1976. - 223 с.
11. Одум Ю. Экология: В 2 т. / М.: Мир, 1986. - 326 с.
12. Репецкая А.И. Регуляция плотности в популяциях *Salicornia europaea* L. (Chenopodiaceae) // Укр. ботан. журн. - 2000. - Т. 57, №4. - С. 399-404.
13. Шахов А.А. Солеустойчивость растений. - М.: АН СССР, 1956. - 552 с.
14. Beeftink W.G. Population dynamics of annual *Salicornia* species in the tidal salt marshes of the Oosterschelde, The Netherlands// Vegetatio.-1985.-61, №1-3.-P.127-136
15. Wilkon-Michalska J. Structure and dynamics of the inland populations of *Salicornia patula* // Vegetatio. - 1985. - Vol. 61. - P. 145-154.

Жалдак С.Н. Експериментальне вивчення конкурентних взаємодій між рослинами в об'єднаннях однорічних зугалофітов сімейства Chenopodiaceae Vent // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 28-34.

Вивчена динаміка конкурентних взаємодій в об'єднаннях однорічних зугалофітов. Інтенсивність конкурентних взаємодій в моноценозах однорічних зугалофітов носить динамічний характер і пов'язана з фазами фенологічного розвитку рослин.

Ключові слова: внутрішньовидова конкуренція, *Salicornia europaea*, *Suaeda acuminata*.

Galdak S.N. Experimental study of competition *vzaimootnosheniy* between the plants in associations of one-year the eugalofitov families Chenopodiaceae Vent // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 28-34.

The dynamics of competition in associations of one-year eugalofitov is studied. Intensity of competition in monotsenozah one-year eugalofitov carries a dynamic character and is related to the phases of fenologicheskogo development of plants.

Keywords: competition, *Salicornia europaea*, *Suaeda asuminata*.

Пост упила в редакцію 15.05.2008 г.

УДК 612.176:612/014.4

ВПЛИВ ВИХРОВОГО ІМПУЛЬСНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА БІОЕЛЕКТРИЧНУ РИТМІЧНУ АКТИВНІСТЬ ЗАДНЬОЇ ЗОНИ ГІПОТАЛАМУСУ ЩУРІВ ЗА УМОВ ЗООКОНФЛІКТНОЇ СИТУАЦІЇ

Задорожна Г.О., Ляшенко В.П., Чаус Т.Г., Мельникова О.З.

Вивчали динаміку спектральної потужності частотних компонентів електрогіпоталамограми (ЕГтГ), котра відводилася від ерготропної зони гіпоталамусу щурів за умов довготривалого стресу (21 тиждень) при застосуванні слабого магнітного поля. В ЕГтГ тварин, підлеглих комбінованої дії, протягом усього дослідження спостерігалось явище десинхронізації.

Ключеві слова: гіпоталамус, стрес, електрогіпоталамограма, магнітне поле.

ВСТУП

Встановлено, що тривалий емоційний стрес може стати причиною структурно-функціональних порушень практично у всіх органах і системах [1, 2]. Загальновідомо, що центральною ланкою нервової системи при реагуванні організму на ушкоджувальний агент, є гіпоталамус. Гіпоталамус входить до ієрархічно організованої системи відділів головного мозку, яка реалізує вісцеральні функції, має найважливіше функціональне значення у формуванні фізіологічної відповіді на вплив зовнішніх подразників, а також бере участь у формуванні цілісних актів поведінки. З цієї точки зору у гіпоталамусі виділяють ерготропні і трофотропні зони, які при подразненні викликають симпатичні і парасимпатичні ефекти. Хоча вказані зони гіпоталамусу не мають чітких меж, більшість дослідників вважає, що гіпоталамічні механізми інтеграції ерготропних реакцій реалізуються переважно в задній його частині. При цьому, функціонування цих систем може бути виявлено у параметрах просторової та частотної організації фонові імпульсної активності при тонкому статистичному аналізі методом багатомірної статистики.

Здатність магнітного поля впливати на регулярну електричну активність мозку неодноразово привертала до себе увагу багатьох дослідників. Відомо, що нервова система є центральною ланкою в реалізації відповіді на дію електромагнітними полями на системному рівні [3 – 5]. При цьому магнітне поле володіє проникаючою дією і може впливати на мозок безпосередньо, минувши органи чуття. Наднизькочастотне змінне магнітне поле надає «пусковий» і активуючий вплив на спонтанну ритмічну активність нервових клітин, що носить «інформаційний» характер [6, 7]. Встановлений вплив даного фізичного агента на хід адаптаційних реакцій [8, 9] і загальну неспецифічну дію на організм [10]. Розглядаючи залежність адаптаційного стану організму від вказаного чинника, відзначають, що воно має характер стресового підвищення резистентності, яке формується по механізму

адаптаційного синдрому при провідній ролі системних нейрогуморальних механізмів регуляції функцій за умови дії на організм надзвичайних і ушкоджувальних агентів [10].

Зі всього різноманіття магнітних полів, природних та штучних, які мають вплив на біологічні системи [11], найбільш біологічно активними і менш вивченими залишаються імпульсні магнітні поля [12]. Тим часом, в самих різних виробничих умовах (при обслуговуванні радіорелейних ліній зв'язку, станцій радіолокації, у ряді технологічних виробництв і так далі) зустрічаються імпульсні магнітні поля. Широко використовуються поля з вказаними параметрами і в терапевтичній практиці [13 – 15]. При цьому використовують правосторонній та лівосторонній напрямок обертання магнітної голівки. Різницю ефектів, пов'язану з різним напрямком слабких дій обґрунтовують загальновідомою асиметрією живої природи [16].

Можна сподіватися, що розтин внутрішньої природи явища впливу магнітного поля на функції гіпоталамусу дасть багато нового в розумінні механізму впливу даного фізичного агента на хід адаптаційних реакцій. Тому метою нашого дослідження з'явилось вивчення функціонального стану гіпоталамусу під дією стресу при застосуванні сверзнизькочастотного імпульсного магнітного поля правого напрямку обертання магнітної голівки.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Досліди проводилися на білих безпородних щурах-самцях, яких розподілили на чотири групи. Перша, контрольна група (35 щурів) складалася з тварин, які перебували за стандартних умов віварію. Друга група (27 щурів) – тварини, які підпадали під дію вихрового імпульсного магнітного поля правого обертання. Експозиція за допомогою магнітотерапевтичного апарату «Магнітер – 01» тривала 15 хвилин щоранку в один і той же час. Параметри вихрового імпульсного магнітного поля складали: індукція магнітного поля - 5-10 мТл, частота модуляції – 80 Гц. Наступна група складалась з тварин (30 щурів), яким утворювалась стресова ситуація, шляхом обмеження життєвого простору. Це досягалось тим, що в стандартну клітину розміром 0,3x0,5 м, де повинно утримуватись 2-3 тварини, розміщували 15-18 щурів. Для тварин цього виду така ситуація служить сильним стресовим фактором [18]. Тварини четвертої групи (29 щурів) також жили в умовах зооконфліктної ситуації, але одночасно з цим вони зазнавали впливу імпульсного магнітного поля вказаних параметрів. Експеримент тривав 21 тиждень. Реєстрація показників відбувалася через 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 тиждень експерименту. Відведення біоелектричної активності задньої зони гіпоталамусу проводилося в гострому експерименті. В якості наркотичної речовини використовувався тіопентал натрію (50 мг/кг) та кетаміну гідрохлорид (15 мг/кг). Координати передньої та задньої зон гіпоталамусу визначали за атласом фронтальних перерізів мозку щура [19]. В нашому дослідженні вони складали: росто-каудальна координата – -2,3 мм, латеральна координата – 0,3 мм, вентральна координата – 8,0 мм. При появі першої рухової активності проводили відведення біопотенціалів задньої зони гіпоталамусу голчатими електродами за

допомогою поліграфу П6Ч – 01. По закінченню експерименту проводилась декапітація тварин і морфоконтроль локалізації кінчиків електродів.

Електрографічні дані реєструвались ЕОМ. Запам'ятовування, зберігання та подальша обробка результатів експериментальних досліджень проводилась за допомогою програми «Eksperiment» (Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця, м. Київ) та «Mathcad 2001». Статистичну обробку результатів у тварин всіх груп проводили за програмою «Origin 6.0 Profesional».

Відповідно до рекомендації Міжнародної федерації суспільства електроенцефалографії та клінічної нейрофізіології, ми застосовували наступну класифікацію коливань по діапазнам: дельта (δ) – 0,5 – 3,5 Гц, тета (θ) – 4 – 7 Гц, альфа (α) – 8 – 13 Гц, бета (β) – 14 – 30 Гц [20].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

У нашому досліді ми визначали зміни потужності представлених ритмів протягом експерименту у відсотковому співвідношенні, тобто відносні значення потужності хвиль різних частотних діапазонів, нормованих щодо сумарної потужності електрогіпоталамограми (ЕГтГ)

Статистична обробка всіх біоелектричних сигналів заднього гіпоталамусу щурів дозволила виявити домінування дельта – ритму (рис. 1). В контрольній групі тварин відносна потужність даних коливань ерготропної зони гіпоталамусу складала 83% – 63% від сумарної потужності ЕГтГ. Протягом 3 і 6 тижнів динаміка дельта – хвиль була досить стабільною і складала $70,01 \pm 3,73\%$ і $68,58 \pm 2,60\%$ відповідно. В подальшому показники згаданої активності помітно підвищувалися, та склали вже на 12 тижні спостереження $82,11 \pm 3,83\%$. На 15 тижні досліді відсоткова потужність електричної активності заднього гіпоталамусу досить швидко зменшувалась и складала $72,34 \pm 3,74\%$. Наприкінці досліді ми знову спостерігали зростання відсотку потужності згаданих хвиль ЕГтГ до значень $82,21 \pm 2,80\%$ (на 18 тижні) і $81,07 \pm 4,83\%$ (на 21 тижні). Звертає на себе увагу той факт, що в перебігу нашого дослідження в динаміці основного ритму гіпоталамограми щурів контрольної групи можна відмітити три фази: зростання потужності коливань до 12 тижня спостереження, різке зменшення його відсотку в середині досліді, тобто на 15 тижні, і досить стримке нове зростання показників наприкінці періоду спостереження (18 і 21 тиждень).

Відсоткові значення потужності тета–ритму (рис. 2) у контрольній групі мали максимум у началі досліді ($17,68 \pm 0,91\%$) і впродовж експерименту поступово зменшувались до значення $8,36 \pm 0,38\%$ на 21 тижні.

Крива змін альфа–подібного ритму (рис.3) біоелектричної активності заднього гіпоталамусу контрольної групи тварин мала синусоїдальний характер з максимумами на 6 ($9,06 \pm 0,90\%$) і 15 ($9,25 \pm 0,72\%$) тижнях досліді і мінімумами на 9 ($5,11 \pm 0,35\%$), 12 ($4,16 \pm 0,24\%$) та 18 ($4,07 \pm 0,28\%$) тижнях.

Крива змін бета–подібного ритму (рис.4) контрольної групи теж мала вид синусоїди. Максимальні значення відсотку бета–подібної активності спостерігались на 9 ($5,12 \pm 0,36\%$) та 15 ($5,13 \pm 0,50\%$) тижнях, мінімальні – на 12 ($2,08 \pm 0,18\%$) та 18 ($2,21 \pm 0,12\%$) тижнях.

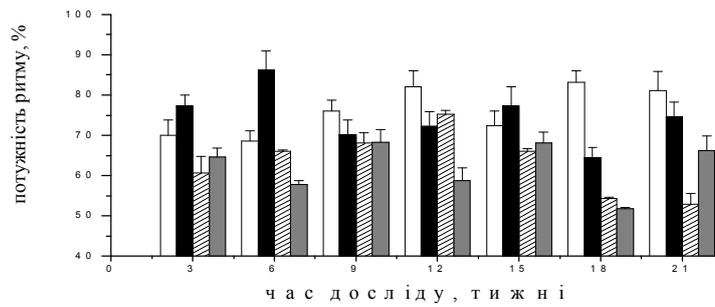


Рис. 1. Динаміка нормованої потужності (%) дельта-ритму електрогіпоталамограми, відведеної від ерготропної зони гіпоталамуса щурів.

По осі абсцис – час від початку дослідю, тижні; по осі ординат – значення потужності, %. Столпчики (зліва направо): середнє значення відсотку потужності у щурів 1 (контрольна група), 2 (група тварин, які жили за умов стресу), 3 (тварини, які підпадали під дію магнітного поля) та 4(щурі, які зазнавали впливу стресу та МП одночасно) груп (білі, чорні, посмуговані та сірі стовпчики відповідно).

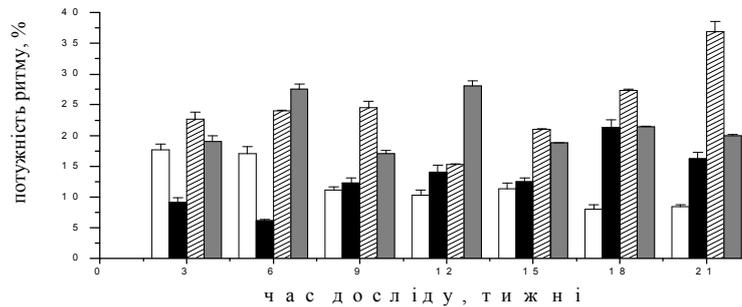


Рис. 2. Динаміка нормованої потужності (%) тета - ритму електрогіпоталамограми, відведеної від ерготропної зони гіпоталамуса щурів.

Позначення такі самі, що й на рис. 1.

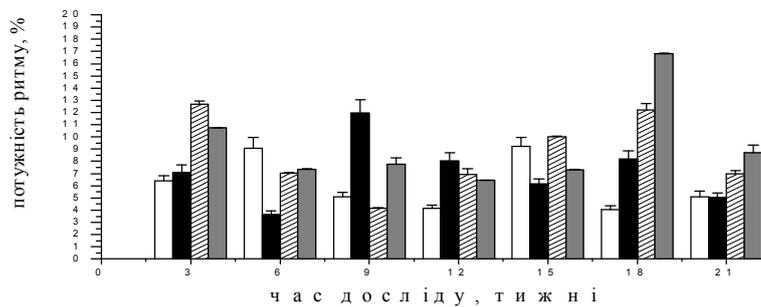


Рис. 3 Динаміка нормованої потужності (%) альфа-подібного ритму електрогіпоталамограми, відведеної від ерготропної зони гіпоталамуса щурів.

Позначення такі самі, що й на рис. 1.

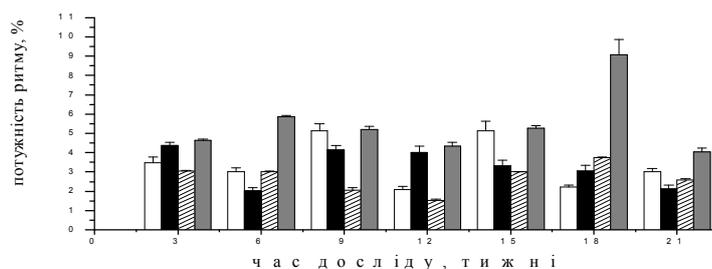


Рис. 4. Динаміка нормованої потужності бета-подібного ритму електрогіпоталамограми, відведеної від ерготропної зони гіпоталамуса щурів. Позначення такі самі, що й на рис.1.

В цілому, показники дослідження високочастотного діапазону (8 – 30 Гц) контрольної групи тварин наприкінці досліду (21 тиждень) майже не відрізнялись від значень, які були отримані на початку експерименту.

На наш погляд, зміни показників біоелектричної активності як низькочастотного (0,3 – 7 Гц), так і високочастотного (8 – 30 Гц) діапазонів обумовлено тривалістю експерименту, який становив 21 тиждень.

Аналізуючи біоелектричну активність ерготропної зони гіпоталамусу тварин, які знаходилися в умовах зооконфліктної ситуації можна побачити, що протягом експерименту найбільші значення відсотку потужності спостерігалися у дельта – діапазоні (рис. 1) і складала – $86,13 \pm 4,80\%$. На початкових етапах, тобто через 3 і 6 тижнів, дані результати суттєво перевищували результати, отримані за фізіологічних умов. Але вже з 9 тижня відсоткові значення дельта-діапазону тварин стрес-групи були майже завжди нижчі ніж значення групи контролю. Кореляційний аналіз динаміки відсоткового співвідношення дельта-ритму у тварин 1 і 2 груп показав, що збільшення відсоткових значень ритму за умов контролю корелювало зі зменшенням аналогічних значень у щурів, які підлягали дії стресу, при $r = -0,81$ ($p < 0,05$).

Аналіз динаміки нормованої потужності тета - ритму (рис. 2) показав, через 3 - 6 тижнів дослідження відсоток тета-ритму став нижчим за значення контролю майже втричі. Через 9 тижнів експерименту значення потужності стрес-ритму поступово збільшувались, досягаючи максимуму через 18 тижнів дослідження ($21,33 \pm 1,22\%$). Наприкінці досліду (21 тиждень) відсоток ритму залишився вищим за результати контролю. Поступове зменшення відсотку тета-ритму у тварин контрольної групи і на початку, і наприкінці дослідження значно корелювало з відповідним зростанням відсотку ритму у тварин, які жили в умовах зооконфліктної ситуації ($r = -0,90$, при $p < 0,01$).

Вивчення в області високочастотної складової електричної активності ерготропної зони гіпоталамусу тварин третьої групи показали, що зміни показників ритмічної активності альфа - і бета - діапазонів мали аналогічну динаміку.

В цілому відсоток альфа-подібної активності не перевищував 12%. Також слід відмітити, що через 9 тижнів досліду значення групи тварин, які підлягали дії стресу, в альфа – діапазоні в 2,5 рази перевищували показники контролю. На 6 та 21

тижнях спостереження дані показники досягали своїх найменших значень ($3,62 \pm 0,31\%$ і $5,05 \pm 0,35\%$).

Відсоток бета-подібної активності коливався в межах від 2% до 4%. Ми знов побачили зниження показників електричної активності на 6 ($2,03 \pm 0,20\%$) та 21 ($2,12 \pm 0,18\%$) тижнях дослідю. Підвищення активності ритму відбувалось через 3 ($4,36 \pm 0,19\%$), 9 ($4,12 \pm 0,25\%$) та 12 ($4,02 \pm 0,32\%$) тижнів від початку експерименту.

Спостереження за динамікою змін електричних показників гіпоталамусу в нашому дослідженні дозволяють зробити висновок, що данні характеристики зазнають істотних змін як в групі тварин, що зазнавали впливу стресу, так і в групі біологічного контролю. Модифікації масової електричної активності низькочастотного діапазону (0,5 -7 Гц) в першому наближенні можна визначити, як трифазові. Це важливо підкреслити, оскільки хвилі даного діапазону є основним компонентом електричної активності гіпоталамичних структур. Як вже згадувалось, відносна потужність коливань дельта – діапазону доходила до значень 86%, тета діапазону до 21% від сумарної електричної активності заднього гіпоталамусу 1 та 2 досліджуваних груп тварин. Відсоткова потужність дельта хвиль ЕГтГ контрольної групи тварин знижувалась к 6 тижню й підвищувалась через 12 та 18 тижнів дослідю. У групі стресованих тварин цей параметр, навпаки, вірогідно підвищувався к 6 тижню дослідю та знижувався через 12 та 18 тижнів спостереження. Тета - ритм є компонентом орієнтувальної реакції у тварин [21]. Вважають, що у щурів та деяких інших тварин посилення активності в тета – діапазоні є показником активного стану мозку. Отже, якщо врахувати вищевикладене, можна сказати, що на перших етапах дослідю (через 3-6 тижнів), ми спостерігали явище синхронізації нервових процесів у ерготропної частині гіпоталамусу щурів, що зазнавали впливу стресу, а в подальшому двуфазну десинхронізацію з піками активності через 12 та 18 тижнів спостереження. Наприкінці дослідю показники дельта – активності другої групи тварин також були нижчими, а тета - активності вищими за значення контролю. Тобто, протягом згаданого періоду спостереження, за умов довготривалого стресу, електричні показники ерготропної зони гіпоталамусу щурів зазнають істотних змін. Це підтверджується наявністю певної динаміки рівнів різних гормонів у крові лабораторних щурів протягом згаданого періоду [22]. Треба врахувати, що гіпоталамус – найвищий відділ регуляції вегетативної сфери – займає центральне положення у формуванні станів стресу. Існуючи погляди на загальну динаміку стрес – реакції, в котрій відокремлюють теж три послідовних стадії, дозволяють в рамках нашого дослідження зв'язати зміни електричної активності гіпоталамусу з участю останнього в реалізації стрес-відповіді організму тварин.

При аналізі варіацій електричних показників високочастотних складових ЕГтГ (8 – 30Гц) можна виділити достовірне пониження спектральної потужності альфа – активності тварин стрес – групи на 6 тижні дослідю, та суттєве підвищення на 9 – 12 тижнях відносно контрольних значень. Спектральна потужність бета – активності була здебільшого нижчою за таку у контрольних тварин.

Розглядаючи динаміку спектральної потужності ритмів гіпоталамограми третьої групи бачимо, що домінуючим ритмом теж був дельта – ритм (рис. 1). Максимальне значення відсотку потужності в даному випадку зафіксовано через 12 тижнів ($75,27$

$\pm 0,85\%$), мінімальні – через 3 та 18-21 тижні ($60,69 \pm 4,02\%$, $54,29 \pm 0,39\%$, $52,92 \pm 2,60\%$ відповідно). Слід відмітити, що отримані показники дельта – ритму тварин, які підпадали під дію магнітного поля протягом експерименту завжди були достовірно ($p < 0,05$) нижчими за дані контролю. Відсоток тета–ритму (рис. 2) третьої групи завжди був більшим за значення контролю, та якщо на початку досліду різниця між цими показниками складала 7%, то наприкінці значення тварин, які підлягали дії магнітного поля, перевищували значення контролю майже в чотири рази, різниця складала 30%. При цьому спектральна потужність тета – хвиль магнітної групи щурів на 21 тижні досягла значення $36,97 \pm 1,66\%$.

При узагальненні даних, бачимо, що в ЕГТГ тварин 3 групи ми спостерігали зниження потужності дельта-ритму та збільшення на цьому фоні представництва тета – ритму. Тета–ритм вважають стрес–ритмом [21], його значне та стабільне зростання у другій половині досліду може говорити на користь гіпотези, яка наголошує на тому, що магнітне поле діє на живий організм як стрес-чинник [8, 9].

Якщо узагальнити результати, отримані при вивченні низькочастотної складової гіпоталамограми всіх досліджуваних груп, видно, що на початкових етапах експерименту (3 і 6 тижнів) зміни, обумовлені впливом стресу, протилежні змінам, які вносяться впливом магнітного поля відносно контролю. Але вже через 9 - 12 тижнів ці два процеси носили односпрямований характер, що ще чіткіше виразилося наприкінці дослідження на 18 і 21 тижнях.

Вивчення в області високочастотної складової електричної активності ерготропної зони гіпоталамусу тварин третьої групи показали, що зміни показників ритмічної активності альфа - і бета - діапазонів мали аналогічну динаміку. Показники альфа – активності ЕГТГ третьої групи досліджуваних тварин коливались в межах від 4% до 12% (рис. 3), бета – активності - від 1,5% - до 3,7% (рис. 4). Крива потужності альфа–подібного ритму мала синусоїдальний вигляд з максимумами через 3 ($12,66 \pm 0,31\%$) і 18 ($12,22 \pm 0,05\%$) та з мінімумами через 9 ($4,13 \pm 0,06\%$) і 21 ($6,96 \pm 3,00\%$) тижні. Також слід відмітити, що через 9 тижнів досліду значення тварин, які підлягали дії стресу, в 2,5 рази перевищували показники контролю.

Як відомо [23], стрес супроводжується зниженням представництва альфа-подібного ритму в біоелектричній активності. При загальному справедливому ставленні питання про здатність низькоінтенсивних магнітних полів спричинити розвиток стрес-реакції в організмі, подібні зміни в організмі тварин в нашому дослідженні супроводжувались зниженням показників альфа – діапазону до своїх найменших значень через шість та двадцять один тижнів. Слід зазначити, що зміни відсотка електричної активності в діапазоні 8-13 Гц у тварин другої і третьої групи достатньо схожі, тільки формування мінімумів і максимумів в динаміці ЕГТГ тварин, що знаходились під впливом МП, відбувалось повільніше, ніж в стрес-групі. Показники бета - активності третьої групи були майже завжди нижчими за показники контролю.

Загальновідомо, що для стану стресу характерно максимальне напруження усіх життєво важливих функцій організму на певній межі фізіологічних можливостей. Це біологічно доцільно, тому що протидіє розвитку необоротних порушень. Такий

стан виникає через певний час від початку дії стрес-чинника, на стадії резистентності. Якщо подразник менш інтенсивний, але все ж таки біологічно значущий, настає субстресовий стан підвищеної резистентності, який відповідає підвищеному рівню фізіологічної норми. При досить тривалому впливі на організм латентний стан напруги фізіологічних функцій може досягати рівня стрес-реакції на стадії стійкості до ушкодження. Однак, треба відмітити, що при вказаному стані резистентності є певна вірогідність появи оборотних порушень структури та функцій організму. Це залежить від часу дії подразника в зв'язку з можливим послабленням функціональних резервів організму. На нашу думку, подібні зміни відбувалися в організмі тварин третьої групи. Підтвердженням цьому може бути значне та стабільне зростання спектральної потужності тета – ритму у другій половині дослідження, односпрямований характер змін низькочастотної складової наприкінці дослідження у стрес – групі й у тварин, що зазнавали впливу магнітного поля та зниження представництва альфа – подібного ритму в біоелектричній активності через шість та двадцять один тиждень досліду. У зв'язку з цим, зростає роль тимчасових обмежень при призначенні лікувальних методик, які використовують свержнизькочастотне імпульсне магнітне поле вказаних параметрів.

В електричній активності задньої частини гіпоталамусу тварин, які жили в умовах зооконфліктної ситуації та зазнавали впливу магнітного поля, відсоткова потужність дельта - ритму складала 51-68%. Крива даних змін мала синусоїдальний вигляд з мінімумами через 6 ($57,84 \pm 0,96\%$), 12 ($58,72 \pm 3,21\%$), 18 ($51,86 \pm 0,26\%$) тижнів. Максимуми електричної активності дельта діапазону ерготропної частини гіпоталамусу тварин четвертої досліджуваної групи спостерігались через 9 ($68,25 \pm 3,12\%$), 15 ($68,16 \pm 2,69\%$) та 21 ($66,28 \pm 3,51\%$) тижні. Значення спектральної потужності даного діапазону були завжди нижчими за значення тварин контрольної групи.

Відсоткові значення електричної активності тета – діапазону тварин 4 групи напроти завжди суттєво перевищували значення, отримані за фізіологічних умов. Максимуми такої активності спостерігались через 6 ($27,52 \pm 0,91\%$) та 12 ($28,07 \pm 0,87\%$) тижнів нашого досліду. Мінімальне значення тета – діапазону в цьому випадку було зафіксовано через 9 тижнів від початку спостереження і складало $16,99 \pm 0,60\%$, але все одно суттєво перевищувало контрольне значення. Через 15 тижнів спостереження динаміка спектральної потужності тета – хвиль задньої частини гіпоталамусу тварин, підлеглих комбінованої дії, була досить стабільною і наприкінці складала $19,99 \pm 0,20\%$ від сумарної потужності (при контрольних значеннях приблизно 8%).

Потужність електричної активності альфа – діапазону ерготропної зони гіпоталамусу тварин 4 досліджуваної групи через три тижні спостереження перевищувала контрольні значення майже вдвічі та складала $10,75 \pm 0,44\%$. Через 6 ($7,36 \pm 0,05\%$) та 15 ($7,29 \pm 0,06\%$) тижнів спектральна потужність альфа – активності була меншою за нормальні показники, а через 9 ($7,79 \pm 0,06\%$) та 12 ($6,43 \pm 0,03\%$) тижнів більшою ніж показники, отримані за фізіологічних умов. Через 18 тижнів досліду ми спостерігали дуже стрімке зростання відсоткової потужності альфа – діапазону ($16,79 \pm 0,08\%$) ЕГТГ тварин 4 групи – більш ніж в чотири рази

від контрольних значень. Наприкінці досліду відсоток даної активності теж був суттєво більшим за норму і склав $8,70 \pm 0,63\%$ від сумарної потужності.

Потужність бета – подібного ритму ЕГТГ тварин, які підлягали впливу стресу і магнітного поля одночасно, майже завжди перевищувала за такі показники усіх досліджуваних груп, за винятком 15 тижня від початку спостереження, коли вона складала $5,26 \pm 0,15\%$ і дорівнювала значенням контрольних тварин. Через 18 тижнів досліду спостерігався сплеск електричної активності бета – діапазону до значень $9,06 \pm 0,81\%$, які більш ніж в чотири рази перевищували значення тварин першої групи.

Динаміка спектральної композиції ЕГТГ тварин 4 групи істотно відрізнялась від варіацій аналогічних показників інших досліджуваних груп. Зміни низькочастотних компонентів електричної активності гіпоталамусу у тварин, підлеглих комбінованій зооконфліктній ситуації та магнітного поля, були значно складнішими та носили поліфазний характер. Формування мінімумів і максимумів кривих низькочастотних діапазонів в даному випадку відбувалося швидше, ніж у тварин інших досліджуваних груп. На цьому фоні, коли зміни нормованої потужності дельта - і тета – діапазонів були протилежними, динаміка високочастотних коливань (альфа і бета) була певною мірою схожою. Цікаве стрімке підвищення показників нормованої потужності альфа – і бета – подібних хвиль через 18 тижнів досліду, яке не мало аналогів в жодній групі тварин. Особливу увагу заслуговує той факт, що падіння відносної потужності хвиль дельта – діапазону відбувалось на фоні підвищення потужності в тета – і, особливо, бета – діапазонах. В цьому випадку можна впевнено стверджувати, що в ерготропній частині гіпоталамусу тварин 4 досліджуваної групи ми спостерігали явище десинхронізації протягом усього досліду. Але, треба враховувати, що показники нормованої потужності тета - ритму гіпоталамусу цих тварин хоча і істотно перевищували данні контролю (в 2-2,5 рази), були відносно стаціонарні вже через 15 тижнів і до кінця спостереження. Посилення тета – активності традиційно вважається корелятом напруги та стресового навантаження [21], особливо емоційного. В нашому випадку це дуже важливо мати на увазі, тому що деякі структури гіпоталамусу є найважливішими негативними емоціогенними структурами мозку. Очевидно, ерготропні зони гіпоталамусу досліджуваних тварин від початку і до кінця терміну спостереження знаходилися в стані підвищеної активації, але у другій половині досліду модифікації електричної активності даної структури мозку мали місце у високочастотній складовій ЕГТГ, яка не є основним компонентом електричної активності гіпоталамічних структур. Можливо, це пов'язано зі здатністю магнітного поля лімітувати стрес – реакцію, яка в останній час привертає до себе увагу багатьох дослідників. Вважають, що слабке магнітне поле, спричиняє розвиток так званої «реакції активації», коли організм починає працювати на новому підвищеному функціональному рівні. При цьому в ЦНС переважає помірне фізіологічне збудження: збудливість нервових структур гіпоталамусу підвищена на 20 – 35% в порівнянні з вихідною, в ЕЕГ відбувається зсув спектру в бік швидких хвиль зі зменшенням амплітуди [23]. Активність залоз внутрішньої секреції істотно підвищено, але не носить характеру гіперфункції [9]. Як стверджують, така

функціональна активація є причиною високої резистентності організму до ушкодження. Результати наших досліджень ми схильні розглядати під кутом розвитку подібного стану в організмі досліджуваних щурів.

Певна специфіка змін параметрів ЕГТГ ерготропної зони гіпоталамусу при впливі стресу і магнітного поля детермінована скоріш за все гормональними змінами. Перспективним ми вважаємо дослідження в області електричної активності трофотропних структур гіпоталамусу під вищезазначеним впливом.

ВИСНОВКИ

1. Динаміка нормованої потужності різних ритмів у складі ЕГТГ тварин груп стресу і контролю демонструвала певні протилежності.
2. В першій половині дослідження зміни нормованої потужності ЕГТГ тварин, обумовлені впливом стресу, протилежні змінам, які вносяться впливом магнітного поля, але вже через 9-12 тижнів ці два процеси мали однонаправлений характер.
3. В ЕГТГ тварин, підлеглих комбінованої дії, протягом усього дослідження спостерігалось явище десинхронізації

Список літератури

1. Пшеничкова М. Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии // Пат. физиол. и эксперим. терапия. – 2000. – № 3. – С. 20-26.
2. Селье Г. От мечты к открытию. – М., 1987. – 367 с
3. Мартынюк В.С. К вопросу о синхронизирующем действии магнитных полей инфранизких частот на биологические системы // Биофизика. – 1992. – Т.37, вып.4. – С. 669-674.
4. Холодов Ю.А. Лебедева Н.Н Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля. – Москва: «Наука», 1992. - 135 с.
5. Темуриянц Н.А., Минко В.А. Инфранизкая ритмика показателей поведения в тесте «открытого поля» у крыс с низким уровнем двигательной активности при воздействии ПЕМП СНЧ // Ученые записки Таврического национального университета. – 2005. – № 1 (57). – С. 58-64.
6. Агаджанян Н.А., Власова И.Г. Влияние инфранизкочастотного магнитного поля на ритмику нервных клеток и их устойчивость к гипоксии // Биофизика. – 1992. – Т. 37, № 4. – С 681-689.
7. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа. – М.: Наука, 1968. – 288 с.
8. Сидякин В.Г., Сташков А.М., Янова Н.П. Адаптационные реакции организма, индуцированные действием слабых магнитных полей крайне низкой частоты (КНЧ) // Ученые записки Таврического национального университета. – 1995. – № 1 (40). – С. 158-163.
9. Гаркави Л.Х., Кваки на Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. – Ростов на Дону: РГУ, 1990. – 224 с.
10. Сидякин В.Г., Сташков А.М. Магнитоиндуцированные реакции в механизмах радиорезистентности организма // Ученые записки Таврического национального университета. – 1998. – № 7 (46). – С. 39-46.
11. Манойлов В.Е. Электричество и человек. – Л., «Энергия», 1975. – 56 с.
12. Некоторые особенности действия импульсных магнитных полей на электропроводные жидкости и биологические системы / В кн. Реакции биологических систем на магнитные поля. Ю.В. Берлин, Г.М. Бувин, В.И. Белькевич, Е.З. Гак. М.: Наука, – 1978. – С. 39-48.
13. Боголюбов В.М., Зубкова С.М., Михайлик Л.В., Варакина Н.И., Парфенова И.С., Бобкова А.С., Чабаненко С.С. Трансцеребральное применение импульсного тока при алиментарной гиперхолестеринемии в эксперименте. // Вопросы курортологии, физиотерапии и физической культуры. – 1996. – №1. – С 3-6.

14. Боголюбов В.М., Зубкова С.М., Михайлик Л.В., Варакина Н.И., Бобкова А.С., Чабаненко С.С., Котляр И.А. Действие импульсных токов различной частоты на восстановительные процессы в организме крыс при моделировании гиперлипидемии. // Вопросы курортологии, физиотерапии и физической культуры. – 1996. – №3. – С 3-8.
15. Лобанов А.Ю., Гишинская Н.Ю., Черейская Н.К. Физиотерапия вращающимся импульсным магнитным полем в комплексе лечения хронической обструктивной болезни легких. // Вопросы курортологии, физиотерапии и физической культуры. – 2005. – №1. – С 19-22.
16. Дмитриевский И.М. Космофизические корреляции в живой и неживой природе как проявление слабых воздействий // Биофизика. - 1992. –Т. 37, вып. 4. –С.674-680.
17. Філіпов Ю.О., Соколовський І.І., Гриценко І.І., Путилов Ю.Г., Руденко А.І. Деклараційний патент на винахід «Магнітотерапевтичний апарат», 1999, № А 61Т2/02, Бюлетень № 8.
18. Данилов Г. Е., Брындина И. Г., Исакова Л. С. и др. Стабильные гомеостатические константы и эндокринный статус при хроническом нейрогенном стрессе и стресс-протекторных воздействиях //Арх. клиническ. экспер. медицины. –2000. –Т.9, №1. – С.71-74.
19. Zilles K. The Cortex of the Rat. A Stereotaxis Atlas. – Berlin. Germany: Springer. –1985.
20. Гальченко А.А., Воробьев В.В. // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 1998. – Т.84, – № 3. –С.263-266.
21. Гусельников В.И. Электрофизиология головного мозга. М.: Высшая школа, –1976. - 424 с.
22. Ляшенко В.П., Никифорова О.А. Особливості співвідношення кортизолу та тестостерону в сироватці крові щурів за умов специфічного навантаження // Мед. хімія, –2004. – Т 6, № 3. – С. 141-142
23. Котлярская Е.С. Исследование функционального состояния гипоталамической области головного мозга при противоопухолевом действии магнитных полей: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ростов н/Д, 1974. – 24 с.

Задорожная Г.А., Ляшенко В.П., Чаус Т.Г., Мельникова О.З. Влияние вихревого импульсного магнитного поля на биоэлектрическую ритмическую активность задней зоны гипоталамуса крыс в условиях зооконфликтной ситуации // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2008. – Т. 21 (60). – № 1. – С. 35-45.

Изучали динамику спектральной мощности частотных компонентов электрогипоталамограммы (ЭГТГ), которая отводилась от эрготропной зоны гипоталамуса крыс в условиях длительного стресса (21 неделя) при использовании сверхнизкочастотного импульсного магнитного поля правого направления оборота магнитной головки. В первой половине исследования изменения нормированной мощности ЭГТГ, обусловленные влиянием стресса, были противоположны изменениям, которые вносятся влиянием магнитного поля, но уже через 9-12 недель эти два процесса носили однонаправленный характер. В ЭГТГ животных, при комбинированном воздействии стресса и магнитного поля, наблюдалось явление десинхронизации.

Ключевые слова: гипоталамус, стресс, электрогипоталамограмма, магнитное поле.

Zadorognaya G.A., Lyahenko V.P., Chaus T.G., Melnikova O.Z. Influence of a vortical pulse magnetic field on bioelectric rhythmic activity of a back zone gipotalamus rats in conditions zooconflict situations // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 1. – P. 35-45.

Studied the dynamics of spectral power of frequency components of elektrogipotalamogram (EGtG), which was taken from an ergotropic area gipotalamus of rats at the terms of long duration stress (21 weeks) at application of the weak magnetic field. In EGtG of animals, inferiors of the combined action, during all of research there was the phenomenon of desinkhronization.

Keywords: gipotalamus, stress, elektrohpotalamogram, magnetic field.

Пост упила в редакцию 26.03.2008 г.

УДК 517.121:547.963

СОСТОЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭРИТРОЦИТОВ В НОРМЕ И ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОМ ОСТЕОМИЕЛИТЕ

Ивашов В.А., Коношенко С.В.

Изучены некоторые показатели биохимического статуса эритроцитов в норме и при хроническом посттравматическом остеомиелите. Показано, что в эритроцитах больных возрастает интенсивность гликолиза и энергообмен, снижается содержание гликозилированного гемоглобина, наблюдается усиление деструктивных процессов.

Ключевые слова: эритроциты, гликозилированный гемоглобин, гликолиз, среднемолекулярные олигопептиды, посттравматический остеомиелит.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы становится все более актуальным изучение молекулярных основ различных заболеваний и патологических состояний организма. Особое значение приобретает поиск доступных биохимических критериев в целях диагностики и оценки степени тяжести патологии. Достаточно перспективным, в связи с этим, является выяснение биохимического статуса эритроцитов, которые наряду с другими компонентами крови могут вовлекаться в патологические процессы [1 – 3].

Как известно, эритроциты млекопитающих лишены митохондрий, поэтому в качестве энергетического материала они могут использовать глюкозу, окисляя ее в гликолитическом пути. В эритроцитах катаболизм глюкозы обеспечивает целостность плазматической мембраны, образование энергии для работы ионных насосов и поддержание на оптимальном уровне кислородо-транспортной функции гемоглобина. Около 90% поступающей в эритроцит глюкозы используется в гликолитических реакциях, остальные 10% — в пентозофосфатном пути [4].

Остеомиелит — гнойное воспаление костного мозга и всех элементов кости, вызванное заносом в кость инфекции гематогенным путем из какого-нибудь очага или в результате открытого ее повреждения [5].

Учитывая это, целью настоящей работы являлось изучение отдельных показателей обмена глюкозы наряду с другими биохимическими показателями эритроцитов больных хроническим посттравматическим остеомиелитом (ХПО).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования служили эритроциты больных хроническим посттравматическим остеомиелитом, осложненным анемическим состоянием (25 человек).

Контрольную группу составили 25 доноров станции переливания крови.

Гемолиз эритроцитов осуществляли по Д. Драбкину [6].

Для оценки состояния гликолитических реакций в эритроцитах в гемолизатах определяли содержание глюкозы [7], макроэргического метаболита гликолиза– фосфоенолпирувата (ФЕП) и АТФ [8], а также активность гексокиназы [9], катализирующую первую «пусковую» реакцию гликолиза.

Наряду с этим определяли содержание общего гемоглобина и среднемолекулярных олигопептидов (СМО). Поскольку внимание биохимиков, физиологов и клиницистов неизменно привлекает неферментативное гликозилирование белков, по уровню которых можно также получить определенное представление об особенностях углеводного обмена при различных физиологических состояниях организма, представляло интерес определить содержание гликозилированного гемоглобина. Определение количественного содержания гемоглобина проводили унифицированным гемиглобинцианидным методом [10]. Для количественного определения гликозилированного гемоглобина использовали колориметрический тиобарбитуровый метод [11]. Содержание СМО определяли спектрофотометрически [12].

Статистическую обработку данных эксперимента проводили с использованием стандартных методов статистики [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты исследований (табл. 1, 2), в эритроцитах больных остеомиелитом содержание АТФ было на 25% выше по сравнению с контрольной группой доноров. Содержание ФЕП в эритроцитах больных было также выше, чем в контроле (в 1,9 раза).

Таблица 1.

Содержание ФЕП (мг% Фн) и АТФ (мг% Фн) в эритроцитах здоровых людей и больных хроническим посттравматическим остеомиелитом ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Объект исследования	АТФ	ФЕП
Контрольная группа	0,8 ± 0,024	3,0 ± 0,18
Больные ХПО	1,0 ± 0,055*	5,7 ± 0,3*

* - достоверность различий по сравнению с контролем (p<0,05)

Таблица 2.

Содержание глюкозы (ммоль/л) и активность гексокиназы (нмоль/мл·мин) в эритроцитах здоровых людей и больных хроническим посттравматическим остеомиелитом ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Объект исследования	Глюкоза	Активность гексокиназы
Контрольная группа	4,66 ± 0,09	0,76 ± 0,03
Больные ХПО	3,56 ± 0,067*	1,06 ± 0,063*

* - достоверность различий по сравнению с контролем (p<0,05)

По сравнению с ФЕП и АТФ содержание глюкозы в эритроцитах больных было ниже на 30% по сравнению с контрольной группой. Что касается активности

эритроцитарной гексокиназы, то её уровень в эритроцитах больных был на 40% выше, по сравнению с контрольной группой доноров.

В целом, отмеченные изменения в содержании ФЕП и АТФ в эритроцитах больных остеомиелитом и повышение активности пускового фермента гликолиза – гексокиназы свидетельствуют об интенсификации гликолитических реакций в эритроцитах при данной патологии.

Заслуживает внимания тот факт, что увеличение уровня АТФ в эритроцитах больных было менее выраженным по сравнению с фосфоенолпируватом. По всей вероятности, это связано с большим расходом атф в эритроцитах, изменением энергообмена в направлении стабилизации структурного и функционального состояния эритроцитов в условиях патологии. Снижение уровня глюкозы в эритроцитах больных может указывать на ее усиленный расход в процессе гликолиза для обеспечения возрастающих энергетических потребностей.

Поскольку хронический остеомиелит был осложнён анемическим состоянием больных, представляло интерес установить уровень содержания в гемолизате эритроцитов гемоглобина и его гликозилированной формы.

При изучении данных показателей было установлено (табл. 3), что содержание общего гемоглобина в эритроцитах больных на 40% ниже, по сравнению с контрольной группой, содержание гликозилированного гемоглобина также было достоверно ниже: на 17% по сравнению с контролем. Этот факт заслуживает внимания, поскольку гликозилированная форма гемоглобина характеризуется более высоким сродством к кислороду.

Таблица 3.

Количественное содержание гемоглобина (г/л) и гликозилированного гемоглобина (мкмоль фруктозы / г.гемоглобина) в эритроцитах здоровых людей и больных хроническим посттравматическим остеомиелитом ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Объект исследования	Гемоглобин	Гликозилированный гемоглобин
Контрольная группа	143,4 ± 3,3	4,8 ± 0,22
Больные ХПО	101,7 ± 2,5*	4,07 ± 0,15*

* - достоверность различий по сравнению с контролем (p<0,05)

При определении количественного содержания среднемолекулярных олигопептидов, которые по данным литературы [12] представляют собой продукты распада клеточных белков, было установлено, что у больных этот показатель выше в среднем на 66% по сравнению с контрольной группой доноров. Полученные данные свидетельствуют об усилении деструктивных процессов в эритроцитах больных хпо, протекающих на основе белковых молекул, что может приводить к изменению их структурных свойств и функциональной активности.

ВЫВОДЫ

1. При хроническом посттравматическом остеомиелите, осложненном анемическим состоянием больных, в эритроцитах возрастает интенсивность

гликолиза и энергообмен, что сопровождается снижением содержания глюкозы и гликозилированного гемоглобина.

2. В эритроцитах больных ХПО наблюдается усиление деструктивных процессов, ведущих к образованию повышенного уровня среднемолекулярных олигопептидов.

Список литературы

1. Коношенко С.В., Йолкіна Н.М. Характеристика деяких показників еритроцитарного метаболізму в нормі та за жовточнок'яної хвороби// Експерим. та клінічна фізіологія і біохімія. – 2004, N1. – С. 65–68.
2. Новицкий В.В., Гольдберг В.Е., Колосова М.В., Булавина Я.В.. Белковый спектр мембран эритроцитов у больных раком легких и опухолями головы и шеи// Бюлл.эксперим. биологии и медицины. – 1999. -Прилож.1. – С. 18–20.
3. Титов В.Н. Внутриклеточный дефицит полиеновых жирных кислот в патогенезе атеросклероза // Кардиология. – 1998. – Т.38, N 1. – С. 43–49.
4. ак-Мюррей У. Обмен веществ у человека. — М.: 1980. — 366 с.
5. Трубников В.Ф. Травматология и ортопедия. – К.: Вища школа,1986. – С. 550–555
6. Drabkin D. A simplified technique for large scale crystallization of myoglobin and haemoglobin in the cristline// Arch. Biochem.– 1949- V.21. – P. 224–226.
7. Колб В.Г., Камышников В.С. Клиническая биохимия. – Минск: Беларусь. – 1976. – 311 с.
8. Алейникова Т.А., Рубцова Г.В. Руководство к практическим занятиям по биологической химии. – М.: Высшая школа. – 1988. – 223 с.
9. Кочетов Г.А. Практическое руководство по энзимологии. – М.: ВШ. – 1980. – 271 с.
10. Кушаковский М. С. Метгемоглобинемии // Справочник по функциональной диагностике. – М.: Медицина. – 1970. – с.423–427.
11. Данилова Л.А., Лопатина Н. И. Колориметрический метод определения гликозилированных гемоглобинов // Лабораторное дело. – 1986. – №5 – С. 281–283.
12. Габриэлян Н.И., Липатова В. И.// Лаб. дело. –1984. – С. 133–140
13. Ойвин Н. А. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований // Материалы по патологии белков крови и нарушению сосудистой проницаемости.– Душанбе, 1959. – Вып.4. – С. 149–161.

Івашов В.А., Коношенко С.В. Стан деяких біохімічних показників еритроцитів в нормі та при хронічному посттравматичному остеомієліті // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 46-49.

Вивчено деякі показники біохімічного статусу еритроцитів у нормі та при хронічному посттравматичному остеомієліті. Показано, що в еритроцитах хворих зростає інтенсивність гліколізу та енергообміну, знижується вміст глікозильованої форми гемоглобіну, спостерігається посилення деструктивних процесів.

Ключові слова: еритроцити, гликозильований гемоглобін, гліколіз, середньомолекулярні олігопептиди, посттравматичний остеомієліт.

Ivashov V.A., Konoshenko S.V. Definite biochemical indices' condition of normality erythrocytes and those of chronic posttraumatic osteomyelitis // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 46-49.

The results of research of biochemical status's certain indices for normality erythrocytes and those of chronic posttraumatic osteomyelitis are given. Differences in obtained findings comparing to the control group of donors has been found. Patients suffer from intensification of energy exchange and destructive processes in erythrocytes.

Keywords: erythrocytes, haemoglobin, glycosylated haemoglobin, glycolysis, average molecular oligopeptides, posttraumatic osteomyelitis.

Пост упила в редакцію 26.03.2008 г.

УДК 612.821; 159.9:615.1

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ЙОДСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА «ЙОДДАР» НА ОБЪЕМ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ ЧЕЛОВЕКА

Конарева И.Н.

В работе рассмотрена динамика показателя объема кратковременной памяти под воздействием курса приема йодсодержащего препарата «Йоддар». В результате увеличился показатель объема кратковременной слуховой памяти на числа и на слова, зрительной памяти на числа. Практически не изменился объем кратковременной зрительной памяти на образы. Таким образом, установлено дифференцированное влияние курса приема препарата «Йоддар» на показатель объема рассмотренных видов кратковременной памяти.

Ключевые слова: «Йоддар», йоддефицит, объем кратковременной памяти.

ВВЕДЕНИЕ

Йод входит в состав гормонов щитовидной железы, регулирующих важнейшие биохимические процессы в организме. В настоящее время доказано, что дефицит йода и тиреоидных гормонов неблагоприятно влияет на ЦНС и интеллект во всех возрастных периодах развития человека. Степень нарушений интеллектуальной сферы зависит от выраженности йодной недостаточности, от ее продолжительности и от возраста, в котором организм недополучает йод [1]. В йоддефицитных регионах у населения в два раза чаще встречается умственная отсталость, величина коэффициента интеллекта на 10–15 % ниже, отмечаются психические расстройства, нарушения репродуктивной системы, координации глаз и движений, снижены антропометрические показатели, дети на 24–45 % более подвержены хроническим заболеваниям [1 – 4].

Для нашей страны изучение йодной недостаточности актуально, т. к. во многих регионах Украины (и в Крыму) установлен дефицит йода в питании, а также после экологической катастрофы на Чернобыльской АЭС увеличилось количество людей с симптомами йоддефицита. Одним из способов индивидуальной профилактики йодной недостаточности является применение биологически активной добавки (БАД) «Йоддар», в которой йод ковалентно связан с аминокислотными остатками белков коровьего молока, т. е. йодированы тирозин и гистидин [5, 6]. БАД «Йоддар» создан и для восполнения недостатка йода и оптимизации йодного обмена в организме, однако вопрос о ее влиянии на объем разных видов кратковременной памяти оставался открытым. Вследствие этого мы посчитали целесообразным провести изучение динамики объема кратковременной памяти до и после приема БАД «Йоддар» у клинически здоровых испытуемых – жителей АР Крым.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняло участие 50 человек в возрасте 19–20 лет, разделенных на экспериментальную и контрольную группы (по 25 чел.). Эксперимент проводился по следующей схеме:

1) Психологическое тестирование – определение объема кратковременной памяти (КП) с помощью методик «Оперативная память», «Память на слова», «Память на числа», «Память на образы» [7].

2) Испытуемые экспериментальной группы принимали в течение 6 недель БАД «Йоддар» (2 таблетки в день), содержащую 50 мкг йода. Испытуемые контрольной группы не подвергались воздействию БАД в период между двумя тестированиями, но также 2 раза в день принимали таблетки плацебо, не содержащие активных веществ.

3) Проведение повторного тестирования объема КП через 6 недель в обеих группах.

Методика «Оперативная память» применяется для изучения оперативной (кратковременной) слуховой памяти на числа. Испытуемому зачитывается ряд из 5 однозначных чисел, которые надо запомнить, а затем сложить в уме первое число со вторым, второе число с третьим, третье с четвертым, четвертое с пятым, и записать четыре суммы чисел (10 серий). Методика «Память на слова» предназначена для оценки кратковременной слуховой памяти на слова. Испытуемому зачитывается 10 двусложных слов, и он должен сразу повторить запомненные слова. Методика «Память на числа» направлена на оценку кратковременной зрительной памяти на числа. Испытуемому демонстрируется в течение 20 сек. таблица с 12 двузачными числами, которые нужно запомнить и после того, как таблица убрана, записать на бланке. Методика «Память на образы» предназначена для изучения кратковременной зрительной памяти. Испытуемому показывают таблицу с 16 объектами в течение 20 сек. Образы необходимо запомнить и воспроизвести на бланке. Во всех методиках подсчитывалось количество правильно воспроизведенных объектов.

Математический аппарат исследования представлен U-критерием Манна-Уитни и T-критерием Вилкоксона. Статистически значимыми при статистических сравнениях считали различия при $p < 0,05$; случаи достоверных изменений отмечены звездочкой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Среднегрупповые значения психологических показателей в ряде случаев проявляли межгрупповые различия, поэтому мы все показатели нормировали относительно их исходных значений, принятых за 100 %. Средний объем КП первого (исходного) тестирования по всей выборке испытуемых равнялся норме согласно использованным методикам. Для кратковременной слуховой памяти на слова он составил в среднем 7, кратковременной зрительной памяти на числа – 6, кратковременной зрительной памяти на образы – 12 элементов. Следует отметить большие возможности хранения зрительной информации на образы по сравнению со зрительной информацией на числа и слуховой информацией на слова.

Курс приема БАД «Йоддар» улучшил продуктивность разных видов КП в экспериментальной группе. Так, возрос объем оперативной слуховой памяти на числа на 10.7 % ($Z=2.96$ при $p=0.003$), кратковременной слуховой памяти на слова на 29.0 % ($Z=3.64$ при $p=0.0003$), кратковременной зрительной памяти на числа на 22.0 % ($Z=2.17$ при $p=0.030$) и на образы на 4.4 %. В контрольной группе также возрос объем рассмотренных видов памяти на 2.0 %, 14.7 % ($Z=4.03$ при $p=0.000$), 6.4 % и 3.5 % соответственно (см. таблицу).

Таблица.

Динамика показателей объема кратковременной памяти между двумя тестирования ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Виды КП	Группы	Первое тестирование	Второе тестирование
		$M \pm m$	$M \pm m$
Слуховая память на числа (оперативная)	Э	34.09 ± 1.30	$37.74^* \pm 0.47$
	К	36.89 ± 0.47	37.63 ± 0.53
Слуховая память на слова	Э	5.96 ± 2.56	$7.68^* \pm 0.27$
	К	7.55 ± 0.17	$8.66^* \pm 0.18$
Зрительная память на числа	Э	5.13 ± 0.33	$6.26^* \pm 0.38$
	К	7.52 ± 0.34	8.00 ± 0.32
Зрительная память на образы	Э	11.00 ± 0.47	11.48 ± 0.47
	К	13.24 ± 0.36	13.70 ± 0.24

Примечания: э – экспериментальная группа, к – контрольная группа.

Учитывая динамику показателей при сравнении результатов двух тестирований в обеих группах, можно полагать, что специфический эффект приема БАД «Йоддар» в отношении показателя «объем» оперативной слуховой памяти на числа составил около 9 %, кратковременной слуховой памяти на слова – 14 %, кратковременной зрительной памяти на числа – 15 % и на образы – 1 %. Таким образом, курс приема БАД «Йоддар» оказал наибольшее влияние на показатели объема таких видов КП, как слуховая память на слова и зрительная память на числа, и почти не повлиял на зрительную память на образы.

Память – сложный психический феномен, объединяющий ряд таких процессов как запоминание, сохранение, воспроизведение и забывание. Изучение феномена памяти сводится в основном к тому, что испытуемый тем или иным способом усваивает материал, а затем, спустя определенное время, так или иначе воспроизводит или узнает усвоенное. Объем КП измеряется числом единиц, которое может быть правильно воспроизведено в заданном порядке после одного предъявления. Проблема объема КП является одной из традиционных проблем психологии памяти. Дж. Миллер (1956) пришел к утверждению, что объем КП не зависит от количества информации в отдельном символе, а определяется длиной ряда предъявленных символов, предел которого составляет 7 ± 2 элемента [8].

Полагают, что в основе механизмов памяти лежат структурно-химические изменения на клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях, происходящие в нейронах под воздействием внешних раздражителей. Возбуждение, приходящее в

мозг от органов чувств, в течение некоторого времени циркулирует по замкнутым цепям нейронов. Затем начальная цепь ферментативных процессов приводит к изменению кодов на молекуле РНК и к фиксации новой констелляции в белковой молекуле [9].

Забывание материала объясняет несколько теорий. Теория затухания следов являлась доминирующей еще со времен Г. Эббингауза и разделяется рядом современных авторов. Дж. Браун (1980) полагает, что след начинает разрушаться уже в момент подачи раздражителей. Следы, соответствующие началу ряда, разрушаются в то время, когда предъявляются последующие стимулы, а когда испытуемый воспроизводит первые элементы ряда, разрушаются следы, созданные в конце ряда. Если количество предъявленных стимулов превышает объем КП, воспроизведение становится невозможным вследствие разрушения следов. Предполагается, что возможность повторения в интервалах между предъявлением последовательности стимулов и воспроизведением устраняется быстрым предъявлением ряда стимулов, на которые испытуемый должен сразу отвечать [8].

А.Р. Лурия (1974) пришел к выводу, что нарушения памяти являются результатом не столько спонтанного, самопроизвольного угасания, сколько влияния побочной интерферирующей деятельности. Основными физиологическими механизмами нарушения памяти он считал повышенную тормозимость памятных следов интерферирующими воздействиями и явление уравнивания возбудимости различных следов. Эти два фактора приводят к невозможности сделать правильный выбор при воспроизведении (припоминании) [8].

Исследования других авторов показали, что интерференция проявляется либо в потере информации под влиянием последующего поступления нового материала, либо в ошибках, вызванных конкуренцией мнемических следов. В КП деятельность, вклинивающаяся между предъявлением материала и проверкой его сохранения, увеличивает скорость потери информации в зависимости от характера интерференции. В долговременной памяти (ДП) новая поступающая информация интерферирует с уже хранящимся там материалом. По Р. Аткинсону (1980), процесс поиска нужной информации в ДП, главными компонентами которого являются локализация мнемического следа и восстановление найденного следа, сам может носить разрушительный характер по отношению к искомому следу, поскольку образование следов в ходе поиска также может приводить к интерференции [8].

В результате проведенного нами исследования можно предположить, что прием БАД «Йоддар» достаточно эффективно корректирует йоддефицитное состояние; при этом аминокислотные компоненты, входящие в ее состав (йодированные тирозин и гистидин) способствуют оптимизации синтеза гормонов щитовидной железы. Происходящие сдвиги благоприятно воздействуют на механизмы синтеза в важнейших нейротрансмиттерных и нейромодуляторных системах, в частности катехоламинергических, что позитивно влияет на показатели психофизиологического статуса человека, в том числе и показатели КП. По-видимому, йод может принимать участие в формировании и закреплении энграммы (консолидации мнемического следа) памяти, что облегчает сохранение и воспроизведение материала.

ВЫВОДЫ

1. Выявлено дифференцированное влияние курса приема йодсодержащей БАД «Йоддар» на показатель объема рассмотренных видов кратковременной памяти.
2. В результате приема БАД «Йоддар» возрос показатель объема кратковременной слуховой памяти на числа и на слова, зрительной памяти на числа. Практически не изменился объем кратковременной зрительной памяти на образы.

Список литературы

1. Андрейчук Е. П. Йоддефицит – проблема общая // По рецепту «2x2», 2004. – № 6. – С. 3.
2. Андрейчук Е.В. Ода органическому йоду или как победить йоддефицит // Аптечное дело, 2004. – № 7 (31). – С. 26-27.
3. Шидловский В. О., Дейкало И. М. Йодный дефицит и йоддефицитные заболевания. Пособие для врачей. – Киев, 2004.
4. Щеплягина Л. А., Макулова Н. Д., Маслова О. И. Йод и интеллектуальное развитие ребенка // Русский медицинский журнал, 2002. – № 10. – С. 358–363.
5. Дударь Л. В., Селиванова К. Ф., Глушкова О. Б., Бухарова О. Б. Применение йодированных белков «Йоддар» для профилактики йодной недостаточности в Крыму. Информационное сообщение. – Симферополь, 2005.
6. Метод йодорганической коррекции питания (профилактика и лечение заболеваний, связанных с недостатком йода). Методические рекомендации. – Симферополь, 2005.
7. Бурлачук Л. Ф., Морозов С. М. Словарь-справочник по психодиагностике. – К., 1989.
8. Зинченко Т. П. Память в экспериментальной и когнитивной психологии. – СПб., 2002.
9. Николаева Е. И. Психофизиология. Психофизиологическая физиология с основами физиологической психологии. – М., 2003.

Конарева І. М. Вплив прийому йодвмісного препарату «Йоддар» на обсяг короткочасної пам'яті людини // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 50-54.

У роботі розглянуто динаміку показника обсягу короткочасної пам'яті під впливом курсу прийому йодвмісного препарату «Йоддар». У результаті збільшився показник обсягу короткочасної слухової пам'яті на числа і на слова, зорової пам'яті на числа. Практично не змінився обсяг короткочасної зорової пам'яті на образи. Таким чином, встановлено диференційований вплив курсу прийому препарату «Йоддар» на показник обсягу розглянутих видів короткочасної пам'яті.

Ключові слова: «Йоддар», йоддефіцит, обсяг короткочасної пам'яті.

Konareva I.N. Influence of reception which contains iodine of preparation «Joddar» upon person's volume of short-term memory // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 50-54.

The paper deals with the dynamics of a parameter of volume of short-term memory under influence of a rate of reception the preparation of «Joddar» which contains iodine. As the result, the parameter of volume of short-term acoustical memory for numbers and on words has increased, a short-term visual memory on numbers has increased. The volume of a short-term visual memory for the images practically has not changed. Thus, the differentiated influence of a rate of reception of preparation «Joddar» on a parameter of volume of the considered kinds of short-term memory has been established.

Keywords: «Joddar», deficit of iodine, volume of short-term memory.

Пост упила в редакцію 18.04.2008 г.

УДК 612.825.263:612.822.3:577.25

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ИНТЕГРАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕМЕННОЙ АССОЦИАТИВНОЙ КОРЫ

Коренюк И.И., Колотилова О.И.

Настоящая работа представляет собой обзор данных литературы и результатов собственных исследований, посвященных структурно-функциональной организации интегративной деятельности теменной ассоциативной коры (поля 5 и 7).

Ключевые слова: теменная ассоциативная кора, нейроны входа, выхода и интернейроны внутрикорковых нейронных цепей, конвергенция.

ТОПОГРАФИЯ И ЦИТОАРХИТЕКТОНИКА ТЕМЕННОЙ АССОЦИАТИВНОЙ ОБЛАСТИ НЕОКОРТЕКСА

Ассоциативные (полисенсорные) области неокортекса, к которым относятся теменная, перикруциатная и орбитофронтальная зоны, являются высшими интегративными центрами больших полушарий головного мозга. Степень развития этих областей коррелирует с филогенетическим статусом вида [1, 2] и в ряду млекопитающих они претерпевают наиболее интенсивное развитие [2]. В филогенетическом ряду ассоциативная система впервые появляется у насекомых [3]. У крыс ассоциативная кора еще слабо дифференцирована [2]. Некоторые авторы считают, что далее у кроликов в неокортексе ассоциативная зона отсутствует и ассоциативную функцию выполняют полисенсорные нейроны первой соматической зоны [4].

У кошек к ассоциативной коре относят передний, средний и задний отделы средней части супрасильвиевой извилины, латеральную извилину (поля 5 и 7) и перекруциатную (моторную) кору – поля 4 и 6 [5 – 9]. Кроме того, к ассоциативной коре относят прореальную извилину – поле 8 [10] и орбитальную кору – поле 12 [11]. Однако, собственно теменная ассоциативная область (ТАО) включает в себя цитоархитектонические поля 5 и 7 [12 – 14].

Наибольшего развития и дифференцировки ТАО достигает у приматов и в целом занимает значительную площадь – 8,4% всей коры. В верхней теменной области существенно увеличивается площадь поля 7, более высоко организованного, чем поле 5 [15, 16].

В процессе филогенетического развития неокортекса дифференцируется нейронная организация ассоциативных полей, изменяется тип синаптических связей их нейронов, развивается шипиковый аппарат дендритов [2, 17, 18].

У кошек поле 5 в основном занимает переднюю и ростральную треть средней супрасильвиевой извилины, а поле 7 лежит каудальнее, вплоть до задней части

супрасильвиевой извилины [12]. Граница, разделяющая корковые поля, проходит в плоскости фронтального плана А8 [14]. Следует, однако, отметить, что границы ТАО у кошек, установленные разными исследователями по цитоархитектоническим характеристикам области [12, 13], несколько не совпадают, как не совпадают в деталях и представления о топографии ТАО, сформулированные на основании регистрации ассоциативных ответов (АО) [19–22].

В общих чертах цитоархитектоника ТАО может быть охарактеризована следующим образом. Слой I состоит в основном из волокнистых структур. Ширина его колеблется от 180 до 280 мкм [23]. Нервные элементы здесь встречаются крайне редко и по форме близки к горизонтальным клеткам [24–26]. В этом слое хорошо прослеживаются тангециальные волокна, образованные разветвлениями апикальных дендритов более глубоких слоев [27].

Слой II – густоклеточный, его нижняя граница выражена плохо. В связи с этим данные разных авторов, касающиеся оценки ширины II слоя колеблются от 75 [28, 29] до 280 мкм [23]. В верхней части слоя располагаются самые мелкие пирамидные нейроны размером 8-10 мкм, а в нижней – средних размеров – 17-11 мкм [24, 27]. Апикальные дендриты большого диаметра, а аксоны немиелинизированы и ориентированы горизонтально [26].

Толщина слоя III составляет 400-460 мкм [27]. В этом слое, наряду с нейронами средних размеров, встречаются и более крупные пирамидные клетки размерами 20*40 – 30*50 мкм [18, 27]. Апикальные дендриты этих нейронов ветвятся в пределах слоев III и II, а терминальные ветвления достигают слоя I [24]. Имеется тенденция объединения нейронов III и II слоев в группы из 3-8 крупных и средних пирамидных клеток, апикальные дендриты которых также сближены. Аксоны клеток такой группы идут в нижележащие слои одним пучком, отдавая возвратные коллатерали. На апикальных дендритах таких клеток имеются окончания аксонов звездчатых нейронов слоев II и III [24]. В этом слое, наряду с большим числом немиелинизированных параллельных аксонов, часто обнаруживаются миелинизированные волокна [26].

Во II и I слоях ТАО обнаружено много короткоаксонных нейронов: звездчатые нервные клетки с радиально расходящимися дендритами, веретенообразные и паукообразные звездчатые клетки, которые часто расположены между группами пирамидных нейронов [24, 27]. Считают, что по крайней мере часть таких клеток является тормозящими нейронами неокортекса [30]. Соотношение пирамидных клеток составляет приблизительно 2:1. Особенно много пирамидных нейронов обнаруживается во II и III слоях [31].

В слое IV, ширина которого по данным разных авторов колеблется от 140 до 300 мкм [23], обнаруживаются беспорядочно расположенные правильно ориентированные и перевернутые пирамидные клетки мелких и средних размеров. Различные звездчатые нейроны в этом слое более многочисленны, чем в других слоях [24]. В данном слое возрастает число миелинизированных аксонов, которые здесь разветвляются [26].

Ширина слоя V, по данным измерений разных авторов, составляет 312-489 мкм [23]. В слое V располагаются средние и крупные (40*25 мкм), а также гигантские

(23-36 * 70 мкм) пирамидные клетки, собранные в упорядоченные группы из трех-шести клеток [18, 25, 27], апикальные дендриты этих нейронов пересекают все вышележащие слои, где с ними контактируют аксоны, принадлежащие разным нейронам. Кроме пирамидных нейронов, в состав групп входят также паукообразные, звездчатые клетки, локализующиеся как в этом же слое вблизи тел пирамидных клеток, так и по ходу апикальных дендритов [24]. Аксоны пирамидных клеток уходят в белое вещество (БВ) отдавая вблизи тел длинные горизонтальные коллатерали, оканчивающиеся на других пирамидных клетках. Количество крупных миелинизированных аксонов в данном слое увеличивается [26]. Полагают, что группы нейронов V слоя вместе с группами нейронов III и II слоев формируют в ТАО кошек образования, которые можно рассматривать как аналоги вертикальных колонок в ТАО обезьян [32], эти колонки образуют пространственные модули [30, 33 – 36].

Ширина VI слоя колеблется в пределах 460-832 мкм [23]. В этом слое наблюдается беспорядочное залегание пирамидных и веретенообразных нейронов, отдающих свои аксоны в БВ, а также короткоаксонные нервные клетки [27], которые, как и обычные пирамидные нейроны, являются эфферентными элементами коры. Обращает на себя внимание большое число миелинизированных волокон в этом слое [26].

Расхождения, касающиеся данных о ширине коры в целом и каждого слоя в отдельности, обусловлены, по-видимому, различными способами обработки нервной ткани. Так, общая ширина коры поля 5 при различных методах фиксации по данным разных авторов, составляет от 1440-1550 [18, 27] до 2070-2126 мкм [23]. Вычисления, проведенные с учетом степени уплотнения нервной ткани, свидетельствуют, что ширина нативной коры поля 5 составляет 2325 мкм [23].

Электронномикроскопические исследования показывают, что терминали афферентов во всех слоях ТАО формируют, главным образом, аксонодендритные синапсы; выявлено большое количество касательных контактов, а аксосоматические межнейронные связи встречаются реже [17, 26]. Несмотря на сравнительно малое число аксосоматических контактов, поскольку они локализованы на теле нейрона или даже на аксонном холмике [37], могут оказывать на нейрон быстрое и мощное возбуждающее или тормозящее действие [38]. В 1 мм² коры поля 5 находится около 50000 нейронов и на каждом в среднем приходится 6500 синапсов. Среди которых 900 (13,5 %) являются тормозными. Причем, значительная часть тормозящих синапсов расположены на соме нейрона, аксоном холмике и крупных дендритах [39]. На основании того, что в изолированном участке ТАО сохраняется около 70% синапсов сделан вывод, что в данной области неокортекса преобладают связи, образованные внутрикорковыми нейронами [40].

Таким образом, для ТАО неокортекса характерно наличие большого числа разнообразных по размеру пирамидных и непиримидных нервных клеток. Кроме того, характерной чертой ТАО является также преобладание аксонодендритных контактов, расположенных на мелких и средних дендритах [27], что обеспечивает возможность эффективной интеграции афферентных сигналов, поступающих в эту зону коры из различных образований головного мозга. Особенностью поля 5 является также наличие в слоях V, III и II четко выраженных групп нейронов. Такие

микрогруппы содержат от трех до девяти нейронов разных размеров и типов. Связи между нейронами, входящими в состав таких групп, осуществляются отростками этих же нервных клеток и обеспечивают во II и III слоях замыкание корково-корковых, а в слое V слое – подкорково-корковых связей [24]. Упомянутые группы нервных клеток отождествляют с колонками, описанными в других областях коры. Такая популяция корковых нейронов рассматривается как «локальная корковая микросистема» способная выполнять функции вход-выход значительной сложности [32].

Однако интегративные функции ТАО обеспечиваются не только сложностью и разнообразием цитоархитектонического строения этой области неокортекса, но и внутренними и внешними связями ее нейронов. Объединение нейронов внутри ТАО достигается за счет разветвления аксонов звездчатых клеток, возвратных коллатералей аксонов эфферентных нейронов и формирования многочисленных дендро-дендритных контактов [9]. Рассмотрению внешних связей ТАО, которые необходимы для ее нормального функционирования, посвящен следующий раздел настоящего обзора.

Афферентные связи теменной коры. Источником афферентных входов ТАО служат многие образования головного мозга. На основании изучения закономерностей распределения нейронов, меченных пероксидазой хрена после инъекции фермента в поля 5 и 7, сделан вывод, что нейроны – источники таламических проекций в ТАО локализуются главным образом в латеральных заднем (LP) и дорсальном (LD) ядрах таламуса и подушке. Эти ядра получают входы от восходящих специфических афферентных систем и, в свою очередь? образуют мощные двусторонние связи между собой [5, 39, 41, 42]. Эти ассоциативные ядра и их корковые проекции в ТАО, как уже указывалось, составляют таламопариетальную ассоциативную систему [3].

По мнению ряда авторов, проекции ассоциативных таламических ядер в ТАО имеют каудоростральную организацию: поле 5 получает волокна от ростральной части LP и в меньшей мере от LD; поле 7 – преимущественно от LD и ростральной части подушечного ядра [43]. Наиболее мощные проекции от LP направляются в каудальную часть поля 7. С ростральным участком поля 7 и задней половиной поля 5 связи LP выражены меньше [6]. Проекция от LD к ТАО берет свое начало от наружной половины этого ядра. Проекция к ТАО от подушечного ядра обнаруживаются преимущественно в пограничной зоне полей 5 и 7. Причем в поле 7 наблюдается перекрытие проекций от подушечного и LP ядер. Окончания аксонов нейронов ассоциативных ядер LP и LD в основном сосредоточены в III и IV слоях ТАО [5, 41], а от подушечного – распределены диффузно по всему поперечнику коры, но наиболее плотно представлены в III и V слоях [6].

Данные морфологических исследований о наличии прямых проекций из ассоциативных ядер таламуса в ТАО подтверждаются результатами анализа скрытых периодов (СП), вызванных потенциалов (ВП) и импульсных ответов отдельных нейронов ТАО в ответ на электрическую стимуляцию этих таламических структур [44, 45, 46]. При этом показано, что наиболее коротколатентные (0,7-2,7 мс) и высокоамплитудные ВП в случае стимуляции LD регистрируются в поле 7, а связи

этого ядра с полем 5 выражены гораздо слабее, чем у LP [44]. Более того, при микроэлектродных исследованиях выявлено, что моносинаптические влияния от LP испытывают не только интернейроны корковых цепей ТАО, но и нейроны выхода [46].

При послышной регистрации суммарного ответа обнаружена реверсия компонентов таких ВП на глубине 1000-1600 мкм от пиальной поверхности. Таким образом, его происхождение связано с возбуждением нервных элементов средних и нижних слоев ТАО. Тот факт, что некоторые компоненты ВП воспроизводятся даже при частоте стимуляции ассоциативных ядер 180 с^{-1} , также рассматривается как свидетельство наличия прямых проекций этих ядер в ТАО [45, 46].

Морфологические исследования показали, что в ТАО поступают таламокортикальные волокна не только ассоциативных, но и неспецифических и специфических ядер таламуса. Так, в этой области неокортекса обнаружены дегенеративные терминалы после разрушения центрального латерального и вентромедиального ядер. Есть указания, что к ТАО посылает афференты и срединный центр [33, 47]. Однако, у других исследователей, наличие таких связей вызывает сомнение [48]. Прямые проекции неспецифических ядер интраламинарной группы, обнаруженные в последнее время с помощью метода мечения нейронов пероксидазой хрена [49] подтверждаются регистрацией коротколатентных ВП (СП первичной позитивности 1,2 мс) [50] и антидромных разрядов отдельных нейронов этих ядер в ответ на стимуляцию ТАО [46].

Помимо вышеуказанных прямых таламических проекций к ТАО в данной области установлены окончания и от несенсорных релейных ядер. В частности, такие связи от передней группы ядер таламуса показаны в морфологических [18, 49, 51] и подтверждены в электрофизиологических исследованиях [46, 52]. После инъекции пероксидазы хрена в ТАО выявлены меченые нейроны в моторных релейных ядрах таламуса – вентральных латеральном и переднем, которые входят в состав cerebello-thalamo-cortical пути, участвующего в координации двигательной активности [42].

Данные о прямых проекциях в ТАО специфических ядер таламуса неоднозначны. В ранних работах было обнаружено некоторое количество дегенерированных терминалей после разрушения релейных ядер лишь в участках ТАО, пограничных с соответствующими сенсорными зонами [43], а в остальной части ТАО дегенерирующие волокна отсутствовали. В более детальных работах путем изучения прямой аксонной дегенерации и регистрации антидромных и коротколатентных ортодромных разрядов нейронов соответственно в таламусе и ТАО, в данной области коры показаны проекции дорсального ядра наружного коленчатого тела [6, 53 – 55], внутреннего коленчатого тела [49, 56] и вентропостеролатерального ядра [6, 51, 57, 58]. При электрической стимуляции последнего в ТАО зарегистрированы коротколатентные ВП [59] и моносинаптические импульсные ответы нейронов [60].

Установлено также, что проекции наружного коленчатого тела имеют каудоростральную организацию и перекрываются проекциями от подушечного ядра [5]. Слуховые входы в ТАО, в частности в поле 5, представлены, по сравнению со зрительными входами в эту зону, значительно менее интенсивно [61].

Внутрикорковое распределение афферентов специфических ядер таламуса в ТАО по ряду характерных черт отличаются от тех особенностей, которые характерны для проекционных зон коры. В то время как в проекционных зонах афференты из специфических ядер топически организованы и поступают в III-IV слою коры, в ТАО поступает значительно меньшее количество таких волокон и распределяются они диффузно по всему поперечнику коры [29].

При стимуляции таламического вентробазального комплекса наиболее выраженный по амплитуде коротколатентный компонент ассоциативного ответа регистрируется в участке ТАО, прилегающем к соматической зоне. В этих опытах показано, что при раздражении разных точек данного комплекса распределение ответов в ТАО по латентности и амплитуде носит такой же характер, как и при периферической соматической стимуляции разных рецептивных полей. Результаты этих экспериментов позволили прийти к выводу о наличии в ТАО определенной топической организации проекций афферентов соответствующих модальностей [28].

Кроме ядер таламуса в ТАО проецируются и другие подкорковые структуры. В частности, описаны связи с ТАО хвостатого ядра, скорлупы бледного шара и ограда [49, 62 – 64].

Кроме того, в ТАО проецируются передние бугры четверохолмия [65, 66] гипоталамус [2, 67], гиппокамп [4], миндалевидный комплекс [49] вентральная и дорсолатеральная тегментальная область (особенно выражены билатеральные проекции голубого пятна) [49] и ретикулярная формация ствола [68, 69], а также ядра моста [70].

Хотя около 70% афферентов ТАО являются входами из подкорки [23], наряду с подкорковыми структурами прямые связи с ТАО образуют различные ипси- и контралатеральные корковые области. Наиболее выраженными источниками ипсилатеральных корковых входов в ТАО, в первую очередь являются первые проекционные зоны (соматосенсорная – С-I, зрительная – V-I и слуховая – А-I), после локальных и обширных разрушений С-I антероградная дегенерация полностью соответствует топографическому представительству в поле 5. Оказалось, что в поле 5 наблюдается перекрытие проекций с разных участков С-I. Кроме того, в поле 5 оказались удивительно большими размеры топографического представительства передней конечности, которое сосредоточено в виде трех полосок, ориентированных медиолатерально. Из С-I наиболее выраженные проекции в поле 5 посылает поле 2, а менее выраженные – поле 3 б. в картине топографического представительства зоны С-I в поле 5 наблюдается инверсия в rostrocaudальном направлении: самые задние части С-I проецируются в передние части поля 5, и наоборот. Терминалы аксонов нервных клеток С-I оканчиваются в III и IV слоях поля 5 [47]. Афферентные входы в поле 5 из С-II и С-IV кошек не имеют топографической организации [71]. В поле 7 преимущественно оканчиваются волокна, из С-I [53, 65, 72, 73] и менее выражены проекции из слуховой и соматосенсорной областей [3, 9, 57]. От слуховых полей волокна в ТАО проникают в виде радиальных пучков и оканчиваются в VI-IV и даже III слоях [74, 75]. Волокна, по которым в ТАО поступает информация из специфических зон, весьма тонки [76]. Большая часть из них входит в ТАО со стороны подкоркового БВ и

после подрезки коры число нейронов реагирующих на стимуляцию проекционных областей значительно уменьшается [23]. Афферентные влияния из проекционных зон обеспечивают не только поступление в ТАО модально-специфических сигналов, но и создают предпосылки для их интеграции [77].

При помощи метода ретроградного аксонного транспорта пероксидазы хрена установлены количественные отношения входов в поле 5. Оказалось, что наибольшее количество проекций в это поле направляет поле 7 (31,0%), меньшее – соматосенсорная (29,0%), затем зрительная (22,0%) и слуховая (18,0%) области коры [36].

Афферентные входы в ТАО из других специфических областей неокортекса менее развиты, чем из первичных зон [33, 35, 47, 78, 79]. Однако другие исследователи отмечают, что после введения пероксидазы хрена в поле 7 большее количество ферментосодержащих нейронов наблюдается во второй зрительной области (поля 18, 19), а не в – первой (поле 17) [72].

Имеются также свидетельства об окончании в ТАО аксонов нейронов полей 4 и 6. Причем, передняя часть поля 4 связана с ростральной частью поля 5, поле 6 проецируется в более каудальную часть поля 5. Удаление всей орбитофронтальной коры, включая поле 6, приводит к значительной дегенерации волокон в ТАО [43, 80, 81]. Следует отметить, что большие размеры удаленного региона не дают возможности определить вклад отдельных зон в образование связей с ТАО. При локальных разрушениях, например, перикруциатной коры было показано, что незначительная часть волокон из ее латеральной части достигает лишь переднего края поля 5 [78]. Морфологическими и электрофизиологическими [82] методами получены данные о наличии проекций в ТАО из лимбической коры (поля 23 и 24).

Для ТАО характерно перекрытие зон, где оканчиваются входящие в нее вертикальные (из подкорки) и горизонтально (ассоциативные) волокна [6]. В свою очередь, связи между полями 5 и 7 обеспечивают перекрытие афферентных проекций по всей площади ТАО [43].

ТАО, как и другие корковые области, получает волокна контралатерального полушария. При экстрипации симметричного участка, дегенерировавшие волокна и их терминалы выявлены преимущественно в нижних слоях полей 5 и 7 [18]. Результаты регистрации постсинаптических потенциалов также свидетельствуют, что максимальная плотность реагирующих моносинаптически нейронов локализуется в нижних слоях. Регистрация в ТАО транскаллозальных ВП, возникающих в ответ на стимуляцию слуховой коры противоположного полушария, позволяет предполагать наличие прямых связей данной области коры с проекционными зонами другого полушария [83].

В литературе имеются указания на то, что после односторонней перерезки зрительного нерва позади глазного яблока у кролика, кошки, собаки и обезьяны в ТАО, как и в зрительной коре, наблюдается дегенерация нервных волокон [84, 85]. Эти данные указывают на существование прямых связей периферических отделов анализаторов не только с первичными сенсорными, но и с ассоциативными зонами коры.

Таким образом, ТАО получает афферентные входы от разнообразных подкорковых структур, ипси- и контралатеральных корковых зон, что и являются

структурной предпосылкой конвергенции полисенсорной информации и ее интеграции на нейронах ТАО.

Эфферентные связи теменной коры. Нейроны ТАО дают начало достаточно многочисленным эфферентным путям. Они включают ассоциативные и комиссуральные волокна, связывающие эту область с ипси- и контралатеральными корковыми полями, а также проекционные волокна к подкорковым структурам и спинному мозгу.

При изучении внутрикорковых связей между полями 5 и 7 оказалось, что нейроны поля 5 направляют значительно меньше аксонов в поле 7, чем поле 7 в поле 5 [43]. После введения пероксидазы хрена в поле 7 количество маркированных нейронов в поле 5 составляет 17,0 % в то время как после введения фермента в поле 5 число меченых клеток в поле 7 достигало 31,0% [36]. О наличии прямых связей между этими полями свидетельствуют также данные, полученные методом стрихнинной нейрографии в опытах на кошках [86].

С помощью различных морфологических методов показано, что нейроны ТАО направляют свои аксоны к СМК. Источниками этих связей у субприматов и приматов являются в основном пирамидные клетки III слоя и единичные нейроны II и VI слоев ТАО [43, 78, 87]. По некоторым данным поле 5 проецируется преимущественно в постеролатеральную часть крестовидной борозды (поля 4_{sfu} , 4_b) и менее выражены проекции в поля 4γ , 4_{sfu} и 6. Поле 7 направляет волокна, главным образом, к медиальной части нижней губы крестовидной борозды (поле 6) [78, 87], которая, как известно, связана с управлением глаз. Результаты электронномикроскопических исследований показали, что волокна из ТАО оканчиваются в I-III слоях СМК, а в нижележащих слоях такие окончания не обнаруживаются [88]. В исследованиях на обезьянах установлено, что поле 5 посылает в СМК примерно такое же количество волокон, как и первичная соматосенсорная область. Волокна, берущие начало в этом поле оканчиваются в СМК в зоне представительства руки. Причем, нейроны СМК, контролирующие движения дистальных мышц передней конечности, получают входы из одних участков поля 5, а проксимальных – из других [89].

Электрофизиологические исследования лишь в общем подтверждают существование связей, идущих из ТАО к СМК, морфологическим субстратом которых являются волокна эфферентных нейронов ТАО [3, 11, 90]. Полученные данные позволяют полагать, что в поле 5 имеются две популяции нейронов, образующие ассоциативные связи с полем 4γ . Те из них, которые находятся в слое III поля 5 образуют синапсы в основном на проксимальных дендритах нейронов поля 4γ , в то время как аксоны нейронов слоя V оканчиваются на дистальных дендритах быстрых нейронов ПТ СМК [91].

Аксоны нервных клеток ТАО оканчиваются также в проекционных областях коры. По данным одних авторов ТАО имеет хорошо выраженные связи с С1 [23, 74, 78]. Другие авторы считают, что ТАО не направляют свои афференты в С1, а только получает проекции из нее [81]. По некоторым сведениям, с С1 поле 5 связано единичными эфферентными волокнами, в СII они вовсе не обнаруживаются, а

проекции поля 7 в СI и СII также не выявлены [87]. Зрительная и слуховая сенсорные зоны коры имеют входы из ТАО [48, 78].

Что касается выходов ТАО в противоположное полушарие, то исходя из результатов морфологических исследований по выявлению транскаллозальных связей этой области коры, а также данных электрофизиологических работ с применением прямого электрического раздражения коры или со стрихнизации [3, 69] считают, что такие связи устанавливаются кратчайшим путем. Причем, посредством разных каллозальных волокон, которые начинаются от одной определенной точки ТАО, могут функционально объединяться как симметричные, так и несимметричные области коры [92]. Показано, что приходящие трансколлозальные аксоны нервных клеток поверхностных слоев ТАО одной гемисферы, заканчиваются в верхних слоях другой, а нервные клетки глубоких слоев, устанавливают связи с нейронами глубоких слоев противоположного полушария. Однако опубликованы данные, свидетельствующие, что окончания аксонов каллозальных нейронов преимущественно выявляются в III, IV слоях противоположного полушария и существенно реже в V и VI слоях [93]. Наряду с этим показано, что каллозальные нейроны ТАО располагаются от II до VI слоев с преобладанием в IV, V слоях [83, 94]. Получены данные о колончатой организации тел и отростков нейронов ТАО, осуществляющих транскаллозальные и ипсилатеральные корково-корковые связи [81, 93].

Эфферентные корково-корковые связи ТАО установлены и с нейронами лимбической коры. Причем, наиболее выраженными проекциями ТАО к лимбической коре являются эфференты от поля 7 [54, 95].

Наряду с ассоциативными и комиссуральными связями, ТАО обладает хорошо выраженным кортифугальным выходом. Наличие прямых кортикокаудатных связей ТАО выявлено у разных видов млекопитающих [90, 96 – 99]. Авторы указывают, что кортикокаудатные связи имеют четкую топическую организацию. Кортикофугальные волокна составляют один из основных входов в неостриатум кошек [100]. После введения маркеров в хвостатое ядро, меченные пирамидные нейроны обнаруживаются в V слое ТАО [97]. Показано, что ассоциативная кора млекопитающих имеет прямые связи с бледным шаром и скорлупой [96, 100].

Наряду с кортикостриатными связями ТАО обладает широкими нисходящими кортикоталамическими проекциями. Различными методами выявлены нервные волокна, направляющиеся от ТАО к ассоциативным, неспецифическим, специфическим и моторным релейным ядрам таламуса [1, 33, 48, 57, 58, 101, 102]. От поля 5 волокна направляются в средние отделы LP, а от поля 7 – в каудальные отделы этого ядра, то есть, проекции ТАО в таламус подчиняются каудоростральному принципу распределения [81]. Следует отметить, что проекции ТАО подчиняются и принципу соответствия восходящих и нисходящих входов в ядра таламуса [6]. Результаты электрофизиологических экспериментов также свидетельствуют о существовании прямых связей ТАО с нейронами разных ядер таламуса [39, 46, 103]. Существенно то, что многие нейроны ТАО, проецирующиеся к одному ядру таламуса, например, к срединному центру, получают прямые входы из другого – LP, получающих входы от ТАО, обнаружены клетки выхода из ядра, проецирующиеся обратно в ту же

зону коры. Это может служить доказательством наличия механизма обратной связи, который регулирует собственный афферентный приток [60].

Методом дегенерации установлены прямые связи ТАО с различными ядерными образованиями гипоталамуса [3, 96]. У приматов хорошо развиты анатомические связи ТАО с гиппокампом и амигдалой [54].

Имеется много сведений об эфферентных путях ТАО к стволу мозга. Особого внимания заслуживают ее проекции к стволовым структурам, участвующим в моторном контроле: красному ядру (КЯ) [42, 104, 105]; черной субстанции и бледному шару [49]; ядрам моста (ЯМ) [42, 78, 106, 107]; переднему двуххолмию [108]; вестибулярным ядрам [109] и ретикулярной формации [48, 105]. Примечательно то, что аксоны нейронов ТАО в красном ядре оканчиваются на руброспинальных клетках [104]. На основании данных электрофизиологических опытов предполагают, что синапсы, образованные аксонами клеток ТАО, локализованы на соматодендритной мембране руброспинальных нейронов дистальнее синапсов мозжечково-рубральных аксонов и проксимальнее входов из СМК [110]. Установлено, что основным источником проекций к данным структурам являются средние и большие пирамиды V слоя ТАО [42, 108, 107]. Подчеркнем, что ТАО и ряд перечисленных структур принимают участие в образовании парието-рубро-оливо-церебеллярных и парието-пonto-церебеллярных путей, которые входят в состав церебро-церебелло-церебральной системы, берущей начало в ТАО и, включающей в себя кроме нее ядра моста, мозжечка и моторные ядра таламуса [46, 105, 106]. Причем, проекции ТАО к ЯМ выражены в большей степени, чем из других зон коры. Особенно значительное количество волокон к ЯМ исходит от поля 5, реже из поля 7. Для проекций этих полей в ЯМ характерно выраженное перекрытие на нейронах, проецирующихся к мозжечку.

Необходимо указать, что среди проекций ТАО в наименьшей степени изучены кортикоспинальные. В морфологических работах показано, что в ТАО, как и в СМК, локализуются нейроны, аксоны которых участвуют в формировании ПТ [100]. В ТАО при стимуляции ПТ на уровне медуллярных пирамид или ножек мозга зарегистрированы антидромно фокальные реакции [111]. Установлено также, что аксоны нейронов ТАО, идущие в составе ПТ, отдают ветви к моторным и сенсорным ядрам значительного числа подкорковых структур и в спинном мозге их отростки отходят к нейронам, образующим восходящие сенсорные тракты.

В последнее время получены данные о том, что часть аксонов ТАО без предварительного переключения входит в состав лицевого нерва. Этот вывод сделан на основании анализа СП ответов регистрируемых от поверхности ТАО. Такие ответы состоят из трех колебаний, из которых два первых (СП 1-3 мс) сохраняются, а третье (СП 8-10 мс) исчезает, после перерезки нерва дистальнее места раздражения. Полагают, что первое и второе колебания отражают антидромное проведение импульсов по аксонам нейронов ТАО [112].

Итак, существование эфферентных связей ТАО с моторными структурами центральной нервной системы предполагает возможность участия этой области неокортекса в регуляции движений. Однако, до настоящего времени в электрофизиологических исследованиях не нашли должного отражения вопросы.

Касающиеся нейронной организации и функциональных свойств эфферентных связей ТАО с СМК, ЯМ и спинным мозгом, которые, в конечном счете, и обеспечивают участие ТАО в координации движений.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕМЕННОЙ АССОЦИАТИВНОЙ
ОБЛАСТИ НЕОКОРТЕКСА

Реакция нейронов теменной коры на стимуляцию различных афферентных систем. Применение в опытах ненаркотизированных животных и, в особенности наркотизированных хлоралозой, позволило установить, что в ТАО регистрируются фокальные реакции на соматические, зрительные и слуховые стимулы. При отведении от поверхности коры они независимо от модальности периферического раздражения представляют собой двухфазное позитивно-негативное колебание. СП таких реакций составляет 15-40 мс, что значительно продолжительнее, латентности ответов (5-15 мм), вызванных стимуляцией рецепторных образований соответствующих сенсорных модальностей и зарегистрированных в С1, VI и А1 зонах коры. Такие фокальные реакции в ТАО и других полисенсорных областях коры получили название ассоциативных ответов (АО) [3, 7, 11, 21, 22, 35, 113 – 116]. Наиболее отчетливо и устойчиво АО проявляются в ТАО при глубоком (60-80 мг/кг) хлоралозовом наркозе [9].

Большинство авторов, изучавших топографическое распределение АО на поверхности ТАО при разномодальных периферических раздражениях, сходятся в том, что локализация фокусов максимальной амплитуды (ФМА) АО не зависит от модальности раздражения и, что один из таких ФМА выявляется в поле 5 супрасильвиевой извилины [8, 21, 22, 116, 117]. АО в определенном участке ТАО, вызванные стимулами разной модальности, идентичны по конфигурации и амплитуде, но отличаются по СП [19].

Имеются данные, что латентность АО, возникающих в ТАО в ответ на периферические раздражения может быть равной или на 1-2 мс превышать СП ВП в соответствующих проекционных областях [29]. Некоторые авторы при акустической стимуляции в ТАО регистрировали АО с СП даже на 1-2 мс короче латентности первичного ответа в слуховой коре [114, 118]. Кроме того. Установлено, что и другие параметры АО, отводимых в ТАО, существенно не отличаются от таковых в ответах, регистрируемых в первичных сенсорных зонах. Особенно четко это проявляется при стимуляции соответствующих специфических путей и ядер. Так, при электрическом раздражении наружного коленчатого тела в поле 7 зарегистрированы фокальные потенциалы, амплитуда которых была равна или даже превышала амплитуду ВП в поле 17 [65]. Автор полагает, что это связано или с большей возбудимостью ТАО, или с включением в ответную реакцию (при одной и той же силе стимуляции релейного ядра) большего числа элементов ТАО, чем зрительной коры. На основании данных о СП и амплитуде АО, вызванных периферическим раздражением или стимуляцией соответствующих специфических путей и ядер центральной нервной системы, а также, учитывая тот факт, что АО в ТАО исчезает после удаления специфических ядер таламуса, сделан вывод о

возможности поступления специфической информации в ТАО одновременно или даже раньше, чем в проекционные зоны коры [114].

Детальный анализ АО, регистрируемых в ТАО при раздражении соматических нервов, позволили прийти к выводу о наличии в данной области неокортекса определенной соматотопической организации [32, 119]. При этом максимальные по амплитуде с минимальным СП АО на раздражение соматических нервов зарегистрированы в поле 5. Раздражение задних столбов спинного мозга, по которым проводится соматосенсорная информация, также вызывает АО с ФИА в поле 5 супрасильвиевой извилины [120]. Данные микроэлектрофизиологических опытов свидетельствуют о преобладании соматического входа к нейронам поля 5. Полагают, что в поле 5 имеется «добавочное» соматическое представительство, а в поле 7 явной соматотопии не отмечается [72, 121]. Размеры топографического представительства руки в поле 5 макаки-резуса оказались удивительно большими, а лица – относительно меньше, чем в зоне С1, а топографическое представительство туловища и ноги такие же, как в С1 [47].

В отношении топографического представительства зрительной системы в ТАО имеются противоречивые результаты. Одни авторы считают, что зрительный вход к нейронам ТАО является малоспецифическим и топографическое представительство рецепторов в этой области коры отсутствует [61]. Другие исследователи приводят факты, указывающие на наличие у нейронов ТАО дирекциональной чувствительности при перемещении по вертикальному и горизонтальному зрительными меридианам [3]. По данным ряда авторов большинство нейронов поля 5 и особенно пограничной зоны между полями 5 и 7 имеют зрительные входы [8, 36, 122 – 124]. Однако одни исследователи указывают, что реакции на свет лучше выражены в поле 7 [103, 123], а другие считают, что преимущественное представительство зрительной афферентации характерно для поля 5 [124].

Относительно акустического входа в ТАО было высказано мнение о его меньшей специфичности по сравнению со зрительным [125, 126]. Предъявление в качестве стимулов различных звуковых тонов, показало, что нейроны ТАО чувствительны к звукам широкого частотного диапазона и, что при продолжительной ритмической звуковой стимуляции наблюдается значительная габитуация нейронов ТАО. Полагают, что такие свойства нервных клеток ТАО являются признаками, отличающими эту область от специфической слуховой коры [100]. Однако результаты недавних исследований свидетельствуют о более выраженной способности нейронов ТАО осуществлять дискриминацию звуковых сигналов [117, 127, 128].

Следует подчеркнуть, что в ранних работах, где для изучения проекций в ТАО разных сенсорных систем использовался анализ активности отдельных нейронов, была высказана точка зрения об эквивалентности представительства соматического, зрительного и слухового входов в данную область неокортекса [22]. На самом же деле оказалось, что поля 5 и 7 функционально различны. В экспериментах на кошках получены электрофизиологические данные, позволившие считать, что как в поле 5, так и в поле 7 происходит интеграция соматосенсорных импульсов с импульсами из других сенсорных систем. В то же время, поле 7 является местом

преимущественной проекции слуховых импульсов и зоной интеграции этих импульсов с сигналами остальных афферентных систем [8]. Поле 5 приматов, тесно связанное в своей деятельности с соматосенсорной корой, как и у кошек, получает преимущественно соматическую информацию, а поле 7 связано не только с соматической рецепцией, но и получает широкие входы от зрительных рецепторов [129]. Отмечают, что поле 7 отличаются особой гетерогенностью в отношении представительства различных сенсорных функций. Нейроны, отвечающие на зрительную стимуляцию преобладают в медиальной и ростральной частях поля 7, на стимуляцию кожи – несколько латеральнее, а клетки с ответами на пассивное вращение суставов и пальпацию мышц – в каудальной части этого поля. При этом указывается, что между соматическими и зрительными представительствами находится зона комбинированной чувствительности соматической и зрительной функции [121, 130]. Для нейронов этой зоны характерно то, что значительное их большинство обладает дирекциональной чувствительностью [131]. Кроме того, у таких нейронов размер рецептивного поля и интенсивность ответа на периферическую стимуляцию сильно зависят от уровня бодрствования и внимания животного [130].

Поскольку значительная часть экспериментальных данных такого плана была получена в острых опытах с применением различных видов наркоза или на обездвиженных животных, то, естественно, это не позволяет делать окончательные заключения о функциональной организации афферентных входов в разных полях ТАО.

Следует указать, что для вызова ответа нейронов поля 5 бодрствующих животных оптимальным стимулом являются координированные активные движения конечностей, а в поле 7 – движения стимулов через зрительные, соматические или вестибулярные рецептивные поля [111]. Среди нейронов поля 7 бодрствующих животных описаны три группы функционально отличных клеток: 1 – нейроны зрительного слежения, активируются при слежении за движущимся световым стимулом и избирательны к его направлению; 2 – нейроны зрительной фиксации, активируются во время фиксации взгляда на стационарном стимуле и избирательны к направлению взгляда; 3 – пассивные зрительные нейроны, активность которых подавлялась при движении глаз [32, 72, 131]. Показано также, что нейроны, которые повышают частоту генерации импульсов при зрительном слежении, активируются и вестибулярным входом. Предполагают, что такие нейроны интегрируют зрительную и вестибулярную информацию, играя важную роль в координации движений головы и глаз во время длительного слежения [131]. Часть нейронов полей 5 и 7, не отвечая на сенсорную стимуляцию, разряжаются преимущественно в связи с активным движением [121, 129]. На бодрствующих животных также показано, что реакции нейронов ТАО на акустические раздражения проявляются, как правило, если слуховая стимуляция является условной и если за ней выявляется моторная реакция [111].

Что касается зависимости между модальностью раздражения и величиной СП ответных реакций нейронов ТАО, то результаты исследований разных авторов противоречивы. Даже на стимулы одной модальности, например, зрительной, СП реакций нейронов ТАО по данным С.П. Нарикашвили с сотрудниками [1970] имеют значения 30-32 мс, а по данным других авторов превышают 50 мс [72]. Различия СП реакций нейронов ТАО при разномодальной стимуляции недостоверны [35, 124].

При внутриклеточном отведении, регистрируемые в нейронах ТАО возбуждающие постсинаптические потенциалы (ВПСП) на периферическую стимуляцию возникают с СП 20-40 мс [122, 124].

Реакции нейронов ТАО на периферические раздражения являются сложными и состоят из нескольких возбудительных и тормозных фаз. Фазы возбуждения нейронов объясняют развитием в нейронах ВПСП, достигающим критического уровня деполяризации с последующей генерацией потенциалов действия (ПД). Такие ВПСП имеют продолжительность от 20 до 200 мс. Угнетение импульсной активности нейронов объясняют развитием в них тормозных постсинаптических потенциалов (ТПСП), которые могут продолжаться 800-1000 мс [36, 69, 124]. Это подтверждается и экспериментами, в которых активность одного и того же нейрона зарегистрирована вне- и внутриклеточно. Однако, продолжительное отсутствие фоновой импульсной активности (ФИА), наблюдаемое после того или иного раздражения может быть обусловлено и развитием торможения в цепи поступления афферентации к исследуемому нейрону [68].

Способность нейронов ТАО проявлять фазные возбудительно-тормозные или тормозно-возбудительные реакции четко проявляется и при раздражении ядер таламуса [58, 60, 124]. При стимуляции релейных ядер таламуса у нейронов ТАО ответы чаще начинаются возбуждением, а при раздражении ассоциативных преобладают реакции с длительным торможением ФИА [58]. Отмечают, что ответы нейронов ТАО на раздражение ядер таламуса являются более простыми, чем вызванные периферической стимуляцией [69].

На стимуляцию корковых проекционных областей 92-93% нейронов ТАО отвечают реакциями с начальным возбуждением или торможением. При подрезке ТАО значительно уменьшается количество возбудительных ответов, а число клеток, отвечающих начальным торможением, почти не меняется. Причем, после подрезки БВ в поле 5 ответы наблюдаются у 63% нейронов, а в поле 7 – у 76 % клеток. В таких условиях ответы на стимуляцию зрительной коры подвержены изменению меньше, чем на стимуляцию слуховой и соматосенсорной [23]. Автор указывает, что после подрезки ТАО СП импульсных ответов на стимуляцию первичных зон коры резко увеличивается (до 10 мс) и это происходит за счет снижения числа коротколатентных ответов. Исходя из этого, сделан вывод, что наиболее мощными связями у интактных животных являются корково-подкорково-корковые через олигосинаптические цепи. Некоторые авторы считают, что внутрикорковые связи служат скорее для поддержания определенного уровня возбудимости корковых нейронов, а основным источником поступления афферентаций в ТАО являются прямые таламокортикальные пути [9, 19]. Однако существует диаметрально противоположное мнение, что влияния кортикальных отделов сенсорных систем на нейроны этой области являются более выраженными, чем влияния периферических отделов [35]. На основании результатов исследования пространственных и временных параметров развития процессов возбуждения и торможения при внутрикорковом раздражении интактной, остро и хронически изолированной ТАО сделан вывод, что афферентные сигналы из подкорковых структур и других кортикальных областей являются необходимым условием поддержания

определенного уровня возбудимости данной области коры. Причем, афферентные входы ТАО играют важную роль в обеспечении работы внутрикорковых тормозящих систем, которые представлены в основном тормозящими нейронами IV слоя. Судя по данным внутриклеточной регистрации потенциалов, возникающих в нейронах изолированной полоски коры при внутрикорковом раздражении, тормозящая система данной области контролирует $\frac{2}{3}$ нервных клеток [132]. Исходя из того, что СП ответов нейронов на внутрикорковую стимуляцию в хронически изолированной ТАО достигают 21 мс (в интактной 35 мс), полагают. Что за это время в этой области неокортекса заканчивается первичный анализ поступающей информации [38, 132]. При этом важную роль играют процессы торможения, которые развиваются и на нейронах выхода из коры, испытывающих тормозящее влияние от окружающих их тормозных нейронов [3, 23, 133]. Эти вставочные нейроны запускаются афферентными входами и через систему возвратных коллатералей [46, 133, 134].

В отношении влияний на ТАО с противоположного полушария высказано мнение, что они выражены хуже, чем от различных сенсорных полей ипсилатеральной гемисферы [76]. Полагают, что эти влияния передаются, прежде всего, по каллозальным волокнам [92]. При электрическом раздражении симметричных и других зон коры противоположного полушария в ТАО зарегистрированы коротколатентные (1,7-2,0 мс) фокальные потенциалы, представленные позитивно-негативным комплексом [68, 83, 135], и моносинаптические реакции отдельных нервных клеток [68, 94]. В ФИА на транскаллозальное раздражение симметричного участка наблюдается возбудительные и тормозные реакции отдельных нейронов. При этом тормозные реакции преобладают. Судя по внеклеточным отведениям, торможение ФИА продолжается от 20 до 500 мс, а при внутриклеточном отведении зарегистрированы ТПСП, продолжительность которых достигала 150-400 мс [68, 69]. Продолжительность и амплитуда ТПСП, а также период угнетения ФИА зависит от интенсивности раздражения. С усилением стимуляции торможение углубляется до определенной для данной клетки величины. Некоторые исследователи полагают, что наблюдаемые при транскаллозальном раздражении ТПСП обусловлены активацией тормозящих нейронов, тела которых находятся в одном полушарии, а их аксоны заканчиваются в другом [69].

Приведенные выше данные о реакциях нейронов ТАО на сенсорную стимуляцию и раздражение структур мозга свидетельствуют о том, что такие реакции могут начинаться как возбуждением, так и торможением. Тип начальной реакции нейрона, наряду с другими причинами, определяется временем прихода возбуждающих и тормозных импульсов к исследуемой клетке [39], а также морфологическими типами корковых нейронов, их таламо-корковыми и внутрикорковыми связями [136]. В связи с этим считают. Что при изучении процессов, происходящих в коре мозга при поступлении в нее афферентных импульсов, одним из важнейших являются вопрос о взаимоотношении процессов возбуждения и торможения [38].

Изучение типов нейронных реакций в ТАО проводилось методами вне- и внутриклеточной регистрации активности ее нервных клеток, а также методом парных раздражений. Данные разных авторов о соотношении таких реакций, полученные при внеклеточном отведении, неоднозначны. Одни исследователи указывают, что количественное соотношение реакций с начальным возбуждением и торможением на периферическую стимуляцию составляет при среднем уровне наркоза 3:1, а у ненаркотизированных животных – 10:1 [35]. По данным других авторов, количество реакций с начальным возбуждением и торможений у ненаркотизированных животных соотносится как 1,4:1,0 в поле 5 и 1,2:1,0 в поле 7 [123]. Причем, в поле 7 – зоне с преимущественной проекцией зрительной проекции, тормозные ответы на свет даже преобладают над реакциями с начальным возбуждением [60].

При раздражении таламических ассоциативных ядер соотношение реакций нейронов ТАО, начинающихся возбуждением и торможением, составляло, по данным внеклеточного отведения примерно 1,5 %. При стимуляции специфических ядер таламуса количественное преобладание реакций, начинающихся возбуждением, было выражено в большей степени [60]. В ответ на одиночное раздражение волокон таламической радиации большая часть нейронов ТАО (65 % от числа реагирующих клеток) бодрствующих кошек отвечала возбуждательными реакциями, меньшая часть (17,7 %) – тормозными, то есть соотношение этих реакций составляло 3,7:1,0 [137].

Необходимо отметить, что выяснение соотношения реакций с начальным возбуждением и торможением методом внеклеточного отведения с последующим построением постстимульных гистограмм (ПСТГ) затрудняется низкой ФИА многих клеток ТАО. Этим методом достоверно могут быть обнаружены лишь возбуждательные реакции, поскольку начальное торможение обнаруживается только при высоком уровне ФИА. Тормозные реакции нефоновоактивных клеток («молчащих»), таким способом не могут быть учтены [102].

Использование методов внутриклеточного отведения, удалось установить, что соотношение реакций на периферическую стимуляцию, начинающихся ВПСП и ТПСП составило примерно 3,0:1,0 [124]. В то же время, в ТАО ненаркотизированных животных ТПСП обнаруживали крайне редко [122]. Необходимо, однако, учитывать, что при внутриклеточном отведении непреднамеренно анализируются процессы, протекающие в наиболее крупных и устойчивых к внутриклеточному отведению нейронах [136]. Это затрудняет выявление реальной картины функционального состояния всей совокупности нейронов.

Конвергенция и взаимодействие разномодальных афферентных сигналов на нейронах теменной ассоциативной коры. Вопрос о конвергенции на нервных клетках ТАО афферентных импульсов соматической, зрительной, слуховой, висцеральной и других сенсорных модальностей рассматривался во многих физиологических исследованиях. Установлено, что значительная часть нейронов ТАО является би- и полисенсорными. В опытах с применением хлоралозового наркоза

полисенсорные нейроны составляли 50-93% от числа реагирующих [1, 8, 35, 36, 102, 124]. Правда, большой удельный вес полисенсорных нейронов связывают с действием хлоралозы. У ненаркотизированных животных количество таких нейронов в ТАО, по данным разных авторов, также неодинаково и составляет от 12 до 87% от общего числа клеток, реагирующих на периферические стимулы [122, 128].

В разных участках ТАО количество полисенсорных нейронов значительно отличается. Так, в поле 7 на стимуляцию трех сенсорных модальностей (электрокожное – ЭКР, светового – СР и звукового – ЗР) отвечает 60% нейронов [103], а в поле 5 нейронов с такими свойствами, выявлено всего 3,5 % [122]. Особенности бимодальной конвергенции к нейронам ТАО также существенно отличаются в зависимости от расположения этих нервных клеток. Приводятся данные, что в поле 5 большинство бисенсорных клеток отвечает на ЭКР и СР, а также на ЭКР и ЗР. В то время как на СР и ЗР отвечает незначительное число клеток. В связи с этим сделано заключение, что к нейронам поля 5 поступают соматические сигналы, которые и конвергируют со зрительными и слуховыми афферентными посылками [35]. В то же время В.М.Шабан [1972] указывает, что в поле 5 на ЭКР и СР отвечает 97% реагирующих клеток.

Более подробный анализ соматического представительства в поле 5, проведенный у обезьян показал наличие у нейронов этого региона ТАО выраженной конвергенции входов от разных частей тела. При этом большинство нейронов отвечали на определенные комбинации в изменении положения нескольких суставов или сочетание раздражений определенных кожных рецептивных полей [121, 131]. Причем, к нейронам ТАО поступают афферентации не только от контра-, но и от ипсилатеральных участков тела [32].

В последнее время получены данные, свидетельствующие, что все части поля 7 в той или иной мере также связаны с мультисенсорным синтезом: к нейронам субполя 7а конвергируют зрительные и глазодвигательные сигналы, кзади от него лежит зона, к которой имеется кинестетический вход, нейроны субполя 7б реагируют на соматические и зрительные раздражения, а в зоне, пограничной с височной корой определяются ответы на звук. Конвергенция к нейронам ТАО разномодальных сигналов в значительной степени формируется в раннем онтогенезе. Отмечено, что у обезьян со зрительной депривацией от рождения, представительство зрения в поле 7 резко уменьшается, в то время как представительство соматической модальности возрастает [130].

Наряду с полисенсорными нейронами в ТАО имеются и моносенсорные клетки, которые на афферентные посылки определенной модальности реагируют коротколатентными ответами специфического типа [35, 127]. Получены доказательства, что моносенсорные клетки ТАО, отвечающие коротколатентными разрядами на афферентную посылку той или иной модальности, находятся на выходе нейронных цепей ТАО [34].

Анализ ответных реакций нейронов ТАО на разные виды периферических раздражений позволили заключить, что для нервных клеток этой области характерен особый ассоциативный тип конвергенции, который заключается в том, что отдельные нервные клетки реагируют на раздражение нескольких

периферических модальностей коротколатентными реакциями специфического типа. Считают, что такие свойства нейронов ТАО отличают их от нервных клеток проекционных зон, которые отвечают четким ответом с малым СП только на специфический для данной области вид стимуляции, а неспецифические раздражения если и вызывают изменения их активности, то они, как правило, представлены длинолатентными ответами тонического характера [39, 138].

Одним из доводов в пользу высокого уровня аналитико-синтетической деятельности ТАО является наличие в ней нейронов, реагирующих только на комплексные периферические стимулы. Количество таких клеток, именуемых детекторами комплекса, при хлоралозо-нембуталовом наркозе составляет около 9 %, а у ненаркотизированных животных – 4,5 %. Полагают, что наличие нейронов «детекторов комплекса» указывает на существование в ТАО собственных интегративных механизмов [3, 35].

Наличие широкой конвергенции входов к нервным клеткам ТАО выявлено и при исследовании реакций ее нейронов на стимуляцию релейных, ассоциативных и неспецифических ядер таламуса [57, 60, 124]. На определенной части нейронов ТАО происходит также конвергенция таламических, ретикулярных и транскаллозальных импульсных потоков [68].

При исследовании реакций нейронов ТАО на стимуляцию разных ядер мозжечка было установлено, что более 50% реагирующих нейронов отвечает на стимуляцию двух и даже трех его ядер. Среди нейронов с широкой конвергенцией входов от мозжечка многие нервные клетки были идентифицированы как нейроны выхода ТАО, направляющие свои аксоны к ядрам моста.

Значительная часть афферентов, конвергирующая к нейронам ТАО берет свое начало от соматосенсорной, зрительной и слуховой областей неокортекса [76]. На нейронах поля 5 преобладают входы из соматосенсорной коры [139], а на нейронах поля 7 – от зрительной [34]. Установлено, что около 60-70 % реагирующих нейронов ТАО отвечает на раздражение нескольких проекционных областей коры и более 70% - не только на стимуляцию первичных сенсорных зон, но и периферических рецептивных полей [34]. Поскольку полимодальные нейроны ТАО легче отвечают на стимуляцию зон коры, чем на периферические посылки соответствующих модальностей, ряд авторов полагает, что для осуществления интегративных функций в ТАО кортикальные входы являются более эффективными [34, 72]. Нейроны ТАО получают афферентные входы и от разных зон неокортекса противоположной гемисферы, на что указывалось выше.

Специального внимания заслуживает то, что нейроны ТАО, имеющие различные количества входов объединены в колонки, которые в свою очередь, связаны между собой [32, 34, 35].

В настоящее время исследованы некоторые особенности взаимодействия сигналов конвергирующих к нейронам ТАО. Первые сведения относительно взаимодействия разномодальных посылок были получены при анализе АО, вызванных парными периферическими раздражениями. Показано, что при определенном временном интервале между кондиционирующим и тестирующим стимулами наблюдается угнетающее действие кондиционирующего раздражения на

развитие реакции, вызванной тестирующей стимуляцией. Восстановление ответа на тестирующее раздражение начиналось, когда интервалы между стимулами увеличивались до 400-1600 мс [7, 11, 21, 22]. При малых (10-20 мс) интервалах между разномодальными периферическими раздражениями описано облегчение АО [19], было установлено, что СР угнетают АО на тестирующую стимуляцию при больших интервалах между раздражениями, чем соматические и звуковые. Кроме того, было показано, что разрушение ретикулярной формации и неспецифических ядер таламуса, уменьшая амплитуду АО, не влияют на величину интервала между стимулами, при котором наступает восстановление ответа на тестирующее раздражение [8, 9]. Все это позволило сформулировать положение, согласно которому разномодальные сенсорные проекции к ТАО имеют значительную степень независимости и процессы взаимодействия многих афферентных потоков происходят не только на подкорковом [22, 70], но и на корковом уровнях [1, 3, 8, 11, 34 – 36, 117].

Особенности взаимодействия в ТАО разномодальных афферентных посылок были исследованы и на отдельных нервных клетках. Результаты исследований показывают. Что при парных периферических раздражениях в нейронах этой области можно выделить несколько типов взаимодействия ответных реакций. Согласно одной классификации, при одновременном предъявлении пары разномодальных стимулов или небольшом (до 50 мс) временном интервале между ними наиболее распространенным является взаимодействие по типу облегчения тест-реакции, что выражалось в уменьшении СП ответа на тестирующее раздражение, повышении вероятности разряда на пороговые стимулы и увеличении числа импульсов в возбудительном ответе. При больших (50-250 мс) интервалах между стимулами наблюдается угнетение тест-реакции. Причем интервал, при котором развивалось такое угнетение, зависит от модальности кондиционирующего и тестирующего раздражений. Наиболее устойчивой к угнетающему действию кондиционирующего раздражения незрительной модальности являлась реакция на световую стимуляцию. Вторым типом взаимодействия считают такое, при котором наблюдается увеличение СП и уменьшение числа импульсов в ответе на тестирующий стимул. Оно наблюдается в тех случаях, когда вероятность ответа нейрона на одну из модальностей раздражения была выше, чем на другую. Для третьего типа взаимодействия характерно возникновение реакции нейрона на тестирующее раздражение при его предъявлении вслед за конвергирующим. В то время как на отдельно взятый тестирующий стимул он не отвечает или отвечает лишь при резком увеличении интенсивности раздражения [3, 19, 124].

Существует и другая классификация типов взаимодействия сигналов от разных рецепторных образований на нейронах ТАО, которая основана на учете реального времени прихода к нейрону афферентных посылок, вызванных периферическими раздражениями, и на анализе процессов, развивающихся в нервной клетке после поступления к ней сигналов от кондиционирующего раздражителя. Исходя из этих критериев оценки, наиболее распространенным типом взаимодействия является угнетение тест-реакции кондиционирующим раздражением. При взаимодействии между кондиционирующим и тестирующим сигналами по второму типу наблюдали облегчение или облегчение с последующим торможением [34].

Методом парных раздражений получены убедительные данные о неодинаковой эффективности тормозных входов к отдельным нейронам ТАО из периферических отделов разных сенсорных систем [124]. Некоторые авторы приходят к выводу, что продолжительность торможения в разных отделах ТАО зависит от степени представительства той или иной сенсорной системы, то есть кондиционирующие раздражения доминирующей модальности вызывают торможение наибольшей продолжительности [39].

Угнетение тест-реакции после кондиционирующего той или иной модальности афферентного раздражения объясняют развитием торможения в корковых нейронах, или в клетках, находящихся в подкорковых цепях переключения афферентного залпа на его пути в кору. Если угнетение тест-реакции происходит в самом исследуемом нейроне, то при внутриклеточном отведении наблюдаются ТПСП, на фоне которого видны асинхронные ВПСП. Во втором случае ТПСП в клетке не развивается, но на его фоне нет остаточного асинхронного ВПСП на тестирующий стимул [39, 124].

Развитие начального облегчения тест-реакции объясняют суммацией влияний от нескольких восходящих афферентных систем на отдельных нервных клетках. Такая суммация обеспечивает уменьшение мембранного потенциала до уровня критической деполяризации для генерации ПД, в то время как изолировано предъявленные стимулы могут и не вызывать импульсного ответа [1, 138]. Начальное облегчение при взаимодействии характерно для сигналов, обладающих слабым возбуждающим синаптическим влиянием и тех посылок, которые вызывают в нейроне только подпороговые ВПСП.

При использовании парных периферических раздражений трудно установить, отражает ли изменение тест-реакции динамику возбудимости данной корковой клетки. С этой целью в качестве тестирующей стимуляции в некоторых исследованиях было исследовано раздражение структур, имеющих прямой вход в ТАО, в частности, LP [124]. При этом были получены прямые доказательства того, что в клетках ТАО в ответ на LP развивается торможение. В то же время, авторы не ставили своей целью оценку количественного взаимоотношения возбуждательных и тормозных реакций методом парной стимуляции. Отметим, что до настоящего времени в литературе отсутствуют сведения такого рода относительно нейронов ТАО, находящихся на входе ее корковых цепей, клеток, промежуточных в этих цепях и нейронов выхода.

Изложенные данные свидетельствуют, что нейроны ТАО получают входы из различных сенсорных систем и структур головного мозга. Такая организация афферентных входов в ТАО создает предпосылки для детального дискриминационного анализа сенсорных сигналов и аналитико-синтетического процесса различения отдельных признаков предмета или явления из общего фона и объединяет их в единый образ. Поскольку в ТАО происходит интеграция разномодальной информации и распознается ее сигнальное значение, то лежащие на выходе ее нейронных цепей клетки формируют импульсные потоки, регулирующие активность других мозговых структур, среди которых особое значение, видимо, принадлежит таким образованиям как СМК, спинной мозг, ядрам ствола мозга.

имеющим непосредственное отношение к регуляции моторных функций. Можно предположить, что способность интегрировать разномодальную информацию у различных нейронов ТАО выражена не в одинаковой степени и в значительной мере зависит от расположения нервной клетки в корковых цепях переработки информации. Однако вопрос этот до настоящего времени не исследован. Нет полной ясности и в отношении взаимодействия процессов возбуждения и торможения в нейронах таких функциональных групп ТАО как нейроны входа в кору, промежуточные в корковых цепях переработки информации нейроны и клетки выхода из коры.

Эффекты выключения, стимуляции теменной коры и электрофизиологические показатели причастности ее к регуляции движений. Экстирпация ТАО у грызунов не вызывает существенных нарушений поведенческих двигательных актов [3]. Однако показано, что при двустороннем удалении ТАО у крыс нарушаются целостность соматосенсорной и пространственной функций и у таких животных невозможно выработать зрительной и оборонительной дифференцировок [22]. У хищных (кошек и собак) повреждение ТАО сопровождается понижением мышечного тонуса и нарушением ощущения положения в пространстве. Такие животные в покое придают своим конечностям самые разнообразные и неловкие позы, не замечая этого, что указывает на расстройство у них процессов анализа глубокого мышечно-суставного чувства [140]. Опорно-двигательная функция и нормальное поведение после одностороннего удаления ТАО восстанавливается почти в два раза медленнее, чем после экстирпации СМК [141].

Эксперименты с холодовым выключением ТАО позволили сделать вывод, что эта область коры играет важную роль в компенсации дискенезий, развивающихся после удаления СМК [142].

Билатеральные повреждения ТАО у обезьян приводят к расстройству почти всех поведенческих актов, в основе которых лежит синдром, характеризующийся нарушением соматестетической, сомато-моторной, сомато-вегетативной, зрительной и окуломоторной функции [130].

Следует отметить, что существуют различия в эффектах отдельного удаления полей 5 и 7 ТАО. У кошек удаление поля 5 ведет к уменьшению скорости решения задач, в которых необходима точность оценки пространственного расположения стимулов и зрительно-моторной координации [1, 3]. При разрушении поля 5 у обезьян наблюдается значительное ухудшение тактильной дифференцировки гладкого – шероховатого. Известно также, что разрушение полей 5 и 7 у обезьян (макак), не влияет на тактильное различение палочек и дисков по размеру или форме без помощи зрения. Такие животные способны лучше интактных распознавать положительные стимулы после изменения их размера и ориентации. На основании этих данных высказано мнение, что в полях 5 и 7 обезьян локализован механизм, осуществляющий конкретное описание изображения. Такого же рода данные, полученные на собаках, позволили заключить, что в ТАО локализован механизм оценки пространственных отношений. Причем, указывается, что

механизм оценки и местоположения изображений локализованы в разных подобластях ТАО [143].

Поражение полей 5 и 7 у человека также приводит к нарушению активного осязания (астереогнозис), при котором больные не могут узнавать на ощупь предметы. Полагают, что эти поля коры мозга человека имеют наиболее тесное отношение к восприятию кожной и проприоцептивной чувствительности и причастны к осуществлению наиболее тонкой соматосенсорной дискриминации и формированию таких сложных видов ощущения как чувство локализации, веса, шероховатости, направления движения в сегментах конечностей, двумерно-пространственного чувства [140].

Установлено также, что двустороннее удаление ТАО у кошек приводит к нарушению выработанного стереотипа инструментальных пищевых условных рефлексов с модально обусловленным выбором орудия подкрепления и дифференцировки на зрительные и звуковые сигналы. Причем, нарушения после экстирпации ТАО больше выражены, чем после удаления лобной коры.

Эти нарушения связывают с дефектом тормозного контроля механизмов, реализующих двигательную программу инструментального условного рефлекса.

Учитывая такого рода данные, полученные в аналогичных условиях эксперимента с удалением СМК у обезьян, полагают, что в процессе эволюции млекопитающих наиболее существенные функции тормозного контроля переходят от теменной коры к лобной [144]. Предполагается, что нарушение двигательных условных рефлексов на комплексные раздражители, состоящие из компонентов различных модальностей, указывает на участие ТАО в межанализаторном синтезе. А расстройство отсроченных реакций, хотя и менее выраженное, чем после удаления лобной коры, свидетельствует об участии ТАО в механизмах краткосрочной памяти [3, 142, 145]. К вышеизложенному следует добавить, что при удалении ТАО у обезьян [146] и при повреждении ее у человека [140] страдают наиболее сложные аналитико-синтетические процессы высшей нервной деятельности.

Данные о важной интегративной функции ТАО были получены не только в опытах с удалением этой зоны коры, но и в экспериментах с ее стимуляцией. Так, в поле 5 коры кошек обнаружены точки, внутрикорковая микроstimуляция которых токами малой силы (4-30 мкА) вызывала изолированные движения мышц. У 33 % эффективных точек порог раздражения был менее 10 мкА, а у 45% - 10-20 мкА. Удаление СМК и поля 2 (соматосенсорная кора) не устраняет исследуемых эффектов [119]. Появились сведения о том, что возникающие при раздражении ТАО движения имеют программный характер. Программа движения, запускаемого локальным раздражением ТАО, состоит из первичного набора мышц, которые, как полагают, активируются через систему топографически организованных эфферентных связей ТАО с нейронными представительствами соответствующих мышц в СМК [147, 148].

При стимуляции поля 5 коры мозга обезьян также наблюдали сокращения мышц (в основном проксимальных) конечностей, движение глаз и мышц лица. Причем движения конечностей имеют сложный целенаправленный характер. Однако в сравнении с эффектами стимуляции поля 4 для поля 5 отмечены более высокие

пороги и более грубые движения. Стимуляция поля 7 вызывает движения конечностей, туловища, шеи головы и глаз. Характерно, что у обезьян, как и у кошек, движения эти наблюдаются и после удаления СМК. Это позволило предположить наличие независимого выхода ТАО на исполнительные двигательные аппараты, т.е. к «общему конечному пути». В настоящее время описаны как простые, так и сложные двигательные реакции, вызванные стимуляцией этих полей. Для ТАО, как и для СМК, составлены карты представительства различных движений, вызываемых ее стимуляцией [130]. При раздражении полей 5 и 7 у человека возникают характерные моторные припадки [140].

Раздражение ТАО существенно не отражается на величине безусловных и упроченных условных рефлексах. Однако выявляются различия низко- и высокочастотной стимуляцией этой области коры на эффекты торможения секреции слюны и незначительные изменения в осуществлении программы целенаправленного поведения [64].

Согласно существующим представлениям ТАО, являясь сенсорной ассоциативной зоной коры, участвует, во-первых, в полисенсорной интеграции, во-вторых, в регуляции позы и ориентационных движениях глаз и конечностей [1, 6]. Некоторые исследователи склонны считать, что ТАО скорее участвует в контроле соматосенсорной передачи, чем оказывает прямое моторное влияние на общий конечный путь [120].

На основании клинических данных о проявлениях поражения ТАО и экспериментальных сведений о последствиях разрушения этой области некоторые авторы считают, что функции ТАО не ограничиваются процессами сенсорной интеграции. Они значительно сложнее. В частности, полагают, что ТАО принимает участие как в общем моторном контроле, так и в организации механизмов внимания, мотивации и эмоций [121]. Однако некоторые авторы полагают, что ТАО не осуществляет функцию связи между внешним сигналом и внутренним состоянием, то есть не имеет отношения к мотивационному поведению.

Исходя из того, что в париетальной коре осуществляются процессы ассоциации разнообразной, но специфической информации и формируются более сложные, чем в проекционных, элементы сознания, ТАО человека считают зоной, где возникают субъективные знания об окружающем пространстве и нашем собственном теле. Учитывая важную роль ТАО в осуществлении высших психических функций, ее в совокупности с другими ассоциативными кортикальными полями рассматривают как субстрат высшей интегративной деятельности головного мозга человека, регулирующей процессы биологической и социальной адаптации [149]. В связи с этим следует отметить, что пока не известно в чем суть интеграции «высшего порядка» [34].

Итак, во многих работах, посвященных изучению функций ТАО, выполненных с применением методов ее включения и стимуляции установлены наиболее общие «видимые» эффекты и доказательства участия ТАО разных видов животных и человека в регуляции двигательного поведения. Касаясь вопросов регуляции движений у субприматов и приматов, некоторые исследователи полагают, что у них существует явное соответствие центральных командных механизмов [150].

В отношении механизмов широкого спектра нарушений двигательного поведения или модификации его, наблюдаемых при выключении или стимуляции ТАО, в литературе имеется три основных точки зрения: ТАО играет существенную роль в регуляции движений через мозжечок и далее через СМК; связь ТАО с СМК осуществляется через неостриатный «фильтр» и, наконец, прямая связь ТАО с СМК [13, 106]. Однако во всех этих схемах вне поля зрения оставались прямые связи ТАО со стволовыми и спинальными центрами и, лишь в последние годы было начато всестороннее их изучение.

Наряду с вышеизложенными данными по вопросу регуляции движений париетальной корой в его решение внесен существенный вклад благодаря широкому использованию электрофизиологических показателей. По поводу причастности ТАО к регуляции и запуску движений на основании данных электрофизиологии высказаны как утвердительные. Так и отрицательные суждения. Так как при регистрации ЭЭГ максимум позитивного отклонения в момент предшествующий движению наблюдается в проекции на ТАО, а не на СМК, считают, что инициация движений осуществляется теменной корой, а СМК является исполнительной, но не иницирующей структурой [151]. Показано, что такие, так называемые, потенциалы «готовности» регистрируются билатерально по всей теменной коре. Они возникают за одну секунду до начала движения и совпадают во времени с разрядами нейронов ТАО, на стороне контралатеральной по отношению к приходящей в движение конечности [32]. Резюмируя свои и литературные данные о нейронной активности ТАО и СМК, Е.М.Шмидт с сотрудниками [152] полагают, что информация из ТАО участвует в преобразовании решения выполнить движение в определенный тип активности нейронов СМК, которая непосредственно опережает двигательную реакцию на 100 мс. Однако получены данные, что связанные с движением потенциалы имеют наибольшую амплитуду в СМК и опережают изменения в электромиограмме на 30-400 мс. В ТАО, связанные с движением потенциалы значительно меньшей амплитуды, чем в СМК, но максимум их развития во времени совпадают [98]. Оказалось, что в обоих полушариях различные участки ТАО активируются в зависимости от того, выполняется движение в интра- или экстраперсанальном пространстве. Предполагается, что билатеральная активация ТАО связана с билатеральным хранением моторных программ в памяти [153].

Развитие новейших методов, позволивших одновременно наблюдать поведенческие двигательные акты и активность отдельных нейронов, способствовало прямому изучению вопроса о причастности ТАО к регуляции двигательных реакций. При исследовании биоэлектрической активности ТАО бодрствующих животных получены результаты, которые согласуются с гипотезой об иницирующей и программирующей функции ТАО в отношении движений конечностей. Так, в ТАО показано наличие значительного числа нейронов, реагирующих при активном или пассивном движении передней конечности, движениях головы, лица, глаза [32, 121]. У нейронов ТАО при осуществлении целенаправленного поведенческого акта выявлены временные соотношения между

перестройками их импульсной активности и различными фрагментами произвольного движения животного [148].

В поле 5 коры мозга кошек обнаружены нейроны, активность которых увеличивалась или подавлялась при фиксации взора на световом или звуковом стимуле. Среди нейронов этого поля, активность которых связана с саккадическими движениями глаз, 25% таких клеток активируются перед, а 75% после начала движения глаз [151]. Особенно четкая корреляция между движением глаз и изменением активности нейронов установлена для клеток поля 7 [102, 131, 149]. Анализ активности нейронов поля 5 обезьян в процессе выполнения целенаправленных движений конечностей. Запускаемых звуковым сигналом показал, что около 30 % их изменяют свою активность до начала движения. Среди этих реакций выявлены такие, которые связаны со стимулом и те, которые связаны с движением [152]. Показано также, что активность 61 % нейронов поля 5 коррелирует с движением руки, причем у 23 % клеток частота разрядов коррелирует с максимальной скоростью движения [153]. Изменения активности нейронов ТАО наблюдаются за 40-280 мс до начала движения, а ранние изменения электромиограммы (ЭМГ) мышц руки наступают за 87-100 мс до их сокращения [153]. Авторы считают, что модуляция разрядов нейронов ТАО за 100-280 мс до ранних изменений ЭМГ не может объясняться сенсорной обратной связью, а обусловлены нейронными процессами, происходящими внутри ТАО.

На основании результатов исследования нейронной активности бодрствующих животных была сформулирована гипотеза о существовании в ТАО командного аппарата для запуска и управления движения конечности в непосредственном экстраперсональном пространстве [32]. Эта гипотеза вызвала большую дискуссию. Оппоненты гипотезы считают, что нейроны ТАО. Хотя и активируются в связи с движением, но не вызывают и не определяют его [102]. Они полагают, что функциональные свойства нейронов ТАО определяются сугубо спецификой их афферентных входов. Одним из аргументов в пользу такого мнения считают то. Что после выключения ТАО инициация произвольного движения все-таки происходит, а возникающие при этом нарушения касаются пространственного контроля над выполнением двигательного акта [154]. Некоторые авторы пришли к выводу, что ТАО принимает участие в инициации движений и это происходит на основе текущей и извлеченной из памяти информации только в том случае. Когда движение конечностью выполняется в экстраперсональном пространстве [153]. Этот довод согласуется с данными о том, что в ТАО содержатся так называемые нейроны памяти и, в целом эта область неокортекса участвует в механизмах краткосрочной памяти [121]. Нам хотелось бы отметить, что некоторые исследователи, хотя и не согласны с идеей о командной функции ТАО, указывают на важную ее роль в организации внимания животного в пределах экстраперсонального пространства и в обеспечении координации движения конечностей в этом пространстве на основе обратной сенсорной связи, позволяющей осуществлять коррекцию ошибочных движений.

В пользу гипотезы о командной функции ТАО свидетельствуют данные, полученные на обезьянах с интактными и перерезанными дорсальными корешками

на уровне от C_1 до T_7 . Сопоставление активности нейронов ТАО и ЭМГ мышц интактной и деафферентированной конечности позволило выявить в ТАО две функционально различных популяции клеток. Нейроны одной из них (34 %) не имели определенных рецептивных полей и изменяли ФИА за 200-300 мс до начала движения. Относительное число таких нейронов одинаково до и после деафферентации. Нейроны другой популяции (66 %) имели определенные рецептивные поля, изменяли свою активность после начала движения, и их количество значительно уменьшалось после деафферентации [111, 155]. Опираясь на эти наблюдения, авторы полагают, что на части нейронов ТАО, активность которых изменяется в интервале 100-300 мс и более до движения, осуществляются внутрикорковые процессы высшего порядка, результатом которых является формирование импульсных двигательных команд. Уместно отметить, что согласно данным некоторых исследователей нейроны поля 5 активируются в процессе выполнения выученного движения в среднем за 60 мс позже, чем клетки СМК.

Исходя из этих результатов, было высказано предположение, о возникновении упреждающего разряда в СМК, благодаря которому ТАО не посылает импульсной «инструкции» для движения, а, наоборот, получает копию, сформированной в СМК, программы движения [156].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой части обзора хотим обратить внимание на то, что на кафедре физиологии человека и животных и биофизики Таврического национального университета им. В.И.Вернадского в последние два десятилетия проведены систематические и разноплановые исследования, касающиеся организации нейронных механизмов афферентной и эфферентной функций ТАО (см. список работ сот рудников лаборат ории). В результате этих исследований в дополнение к вышеизложенным литературным сведениям выяснено следующее.

В ответ на стимуляцию подкоркового белого вещества в реакцию вовлекаются 86,6 % исследованных нейронов ТАО. Анализ гистограмм скрытых периодов возбудительных реакций, вызванных этим раздражением, показывает, что вовлечение в реакцию новых нервных клеток, а, следовательно, первичный процесс переработки информации в ТАО не превышает 10 мс. 10,0 % реагирующих нейронов отвечают на раздражение подкоркового белого вещества моносинаптическим возбуждением и, следовательно, представляют собой нейроны входа в кору. Такие клетки локализованы во всех слоях коры кроме первого, однако, максимальное их количество расположено во II–IV слоях. У части нейронов входа (4,7 %) ортодромной реакции предшествует антидромный ответ, то есть они являются и нейронами выхода. Это позволяет им передавать поступающие к ним сигналы в другие структуры мозга без задержки во внутрикорковых цепях. Отсутствие моносинаптических и антидромных реакций в ответ на раздражение белого вещества у 61,3 % исследованных нейронов ТАО позволяет заключить, что большинство нервных клеток этой области, вероятно, представляют собой интернейроны внутрикорковых систем переработки поступающей информации.

Показано, что у четверти исследованных нейронов ТАО первичная реакция, вызванная стимуляцией волокон подкоркового белого вещества, представлена торможением. Анализ скрытых периодов тормозных ответов у нейронов входа и предполагаемых интернейронов, зарегистрированных вне- и внутриклеточно, свидетельствует, что такое торможение является поступательным синаптическим, реализующимся преимущественно за счет возбуждения внутрикорковых тормозящих нейронов, роль которых заключается в ограничении распространения возбуждения в коре мозга. При раздражении подкоркового белого вещества соотношение возбуждающихся и тормозящихся клеток среди нейронов входа и интернейронов ТАО составляет 2,6:1,0.

В ТАО на раздражение подкоркового белого вещества 28,7 % нервных клеток активируются антидромно, то есть являются нейронами выхода, аксоны и коллатерали которых образуют длинные ассоциативные связи с сенсомоторной областью, транскаллозальные связи с гомотопическим участком противоположного полушария, а также проекционные пути в ядра моста, пирамидный и кортикоспинальный тракты. Нейроны выхода распределены в теменной коре неравномерно, группами, в которых на поперечном срезе коры они обнаруживаются во всех слоях кроме первого. В поле 5 такие клетки преимущественно залегают в III и V слоях, а в поле 7 - во II и III слоях. Нейроны ТАО, являющиеся источниками проекций в сенсомоторную кору, преимущественно локализованы в поле 5 и передне-средней части поля 7.

Проекции ТАО в СМК имеют определенную организацию и наиболее выражены в моторном представительстве передней конечности, что позволяет рассматривать их как весьма существенные для организации тонких движений. При поступлении афферентного залпа из ТАО в сенсомоторной активируются преимущественно нейроны в III и V слоев, которые как известно, дают начало пирамидному тракту.

Анализ плотности стоков синаптического тока и временных параметров ВПСП, возникающих в нейронах СМК в ответ на раздражение теменной, показал, что мощные возбуждающие влияния ТАО передаются в указанные слои моносинаптически, что приводит к возбуждению нейронов выхода СМК, аксоны которых формируют пирамидный, кортикоспинальный и кортикорубральный пути передачи двигательных команд. Установлено, что к быстропроводящим нейронам выхода СМК поступают, как правило, коротколатентные влияния. Такая организация обеспечивает быструю реализацию поступающей из ТАО информации.

В ответ на одиночное раздражение ТАО, благодаря активации механизма мощного афферентного торможения, вовлечение в импульсные реакции нейронов СМК заканчивается практически в первые 10 мс, что обусловлено включением в реакцию внутрикорковых тормозящих нейронов. Отношение возбуждающихся нервных клеток к тормозящимся составляет 1,2:1,0.

Связи между ТАО и СМК являются двусторонними однако эфферентные влияния ТАО коры на нейроны СМК являются значительно более мощными, чем идущие в обратном направлении. Импульсация из ТАО играет определяющую роль в

интеграции сигналов, поступающих из разных источников в СМК, в том числе и на нейронах выхода с проекцией аксона в пирамидный и кортикосубральный тракты.

В ответ на одиночную стимуляцию ТАО более чем у 70,0 % исследованных интернейронов шейного отдела спинного мозга выявлены фазные начально-возбудительные или начально-тормозные реакции. Анализ скрытых периодов возбудительных реакций показывает, что значительная часть влияний из ТАО передается на интернейроны шейного отдела спинного мозга по моно- и олигосинаптическим путям. Полученные данные свидетельствуют, что активация ТАО оказывает выраженные модулирующие влияния на интегративные процессы в нейронах спинного мозга, которые по своей эффективности сопоставимы с влиянием СМК. Влияния из ТАО и СМК на каждый отдельный интернейрон носят выраженный дифференцированный характер.

В дополнение к известным данным о широкой конвергенции к нейронам ТАО разномодальных афферентных влияний показано, что такая конвергенция выражена различно у разных в функциональном отношении нейронов этой области и зависит от места нейрона во внутрикорковой цепи передачи информации. Так, среди нейронов входа и интернейронов внутрикорковых цепей, клетки реагирующие на разномодальные периферические раздражения, составляют 46,0 %, а среди нейронов выхода их доля достигает 73,0 % у нейронов с проекцией аксонов в сенсомоторную кору и 90,0 % - у нейронов-источников проекций в пирамидный тракт. Таким образом, нейроны выхода из ТАО в структуры, связанные с реализацией моторных команд, получают информацию из различных сенсорных систем. Адекватная интеграция этих влияний обеспечивает поступление по строго определенным каналам в СМК и сегментарный аппарат спинного мозга команд, необходимых для реализации и коррекции сложных движений. В пользу избирательного включения нисходящих влияний ТАО свидетельствует и тот факт, что относительное количество первично тормозящихся нейронов, проецирующихся в белое вещество, сенсомоторную кору и пирамидный тракт, достаточно высоко и находится в зависимости от модальности раздражения.

Нами установлено, что 97,5 % нейронов ТАО бодрствующих кошек изменяют импульсную активность в период подготовки к произвольному движению или на разных стадиях его выполнения. При этом 82,0 % нейронов ТАО, проецирующихся в СМК, изменяют (как правило учащают) частоту импульсации за 360-880 мс до появления электромиографического ответа в мышцах рабочей конечности. У таких идентифицированных нейронов, импульсная активность и реакции, связанные с движением, более значительно изменяются под влиянием периферических сенсорных посылок, чем у нейронов с неустановленной проекцией аксона.

На основании полученных данных можно заключить, что ТАО мозга кошки является важнейшим источником проекций в СМК и вместе они образует единый функциональный комплекс. Благодаря наличию афферентных входов из различных сенсорных систем и множественным проекциям в моторные центры, включая общие конечные пути, ТАО играет важнейшую роль в реализации и коррекции моторных команд. Наличие в ТАО нейронов, которые активируются при раздражении одной моторной структуры ортодромно, а на стимуляцию другой –

антидромно, позволяет считать, что определенная часть нервных клеток этой области выполняет релейную функцию при взаимодействии внутримозговых структур, связанных с управлением движениями. Исследование активности нейронов ТАО при выполнении инструментальных условных рефлексов показывает, что эта область неокортекса участвует в афферентном синтезе, организации, инициации и реализации произвольных движений.

Результаты сотрудников лаборатории исследования нейронной активности детально представлены в следующих публикациях.

Список работ сотрудников лаборатории исследования нейронной активности кафедры физиологии человека и животных и биофизики Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, касающиеся изучения структурно-функциональной организации теменной ассоциативной области неокортекса

1. Коренюк И.И., Павленко В.Б. Реакции нейронов ассоциативной коры на раздражение подкоркового белого вещества //Физиол. журн., - 1982. – 28, № 2. - С. 139-144.
2. Коренюк И.И., Павленко В.Б. Взаимоотношение процессов возбуждения и торможения в нейронах теменной ассоциативной коры кошки при разномодальной стимуляции //Физиол. журн. - 1983. – 29, № 6. – С. 651-657.
3. Коренюк И.И., Павленко В. Б. «Реакции нейронов ассоциативной коры на раздражение подкоркового белого вещества» //Физиол. журн., - 1982. - 28, № 2. - С. 139-144.
4. Коренюк И.И., Усаченко Н.М. «Реакции нейронов теменной ассоциативной коры мозга кошки, посылающих аксоны в пирамидный тракт, на периферические раздражения» //Нейрофизиология, - 1988. - 20, №3. - С. 447-456.
5. Коренюк И.И., Хитрова Т.В.«Электрофизиологическое изучение проекций теменной ассоциативной области в двигательную зону коры головного мозга» //Физиол. журн.- 1985. - 31, № 2. - С.126-133.
6. Коренюк И.И., Хитрова Т.В.«Электрофизиологическая характеристика корково-корковых связей теменной ассоциативной области коры головного мозга кошки (поле 5) с моторной корковой зоной. //Физиол. Ж. СССР. – 1985. – 71, № 3. – С. 366-372.
7. Коренюк И.И., Павленко В.Б. «Особенности свойств нейронов разных структурно-функциональных групп теменной ассоциативной коры» //Физиол. ж. - 1985. - 71, №10. - С. 1185-1191.
8. Павленко В.Б. О взаимодействии процессов возбуждения и торможения в нейронах теменной ассоциативной коры– Автореф. дис ... док. биол. наук. – Киев, 1983. – 25 с.
9. Коренюк И.И., Хитрова Т.В. «Нейронная организация корково-корковых связей между теменной ассоциативной и моторной областями коры головного мозга кошки» //Физиол. ж., - 1986. - 32, №2.- С. 137-144.
10. Коренюк И.И., Усаченко Н.М., Павленко В.Б. «Реакции нейронов ассоциативной теменной коры мозга кошки на стимуляцию те пирамидного тракта» //Физиол. ж., - 1986. - 32, №3. - С. 272-278.
11. Коренюк И.И. «Реакции нейронов моторной коры на раздражение теменной ассоциативной области»//Физиол. ж., - 1987. - 33, №1. - С.19-26.
12. Коренюк И.И., Усаченко Н.М. «Реакции нейронов теменной ассоциативной коры мозга кошки, посылающих аксоны в пирамидный тракт, на периферические раздражения» //Нейрофизиология, - 1988. - 20, №3.- С.310-318.
13. Коренюк И.И., Ильичева Т.В. «Реакции нейронов теменной ассоциативной области коры головного мозга бодрствующей кошки на световую и звуковую стимуляцию», Физиол. ж., - 1988. - 34, №2, С.15-20.
14. Коренюк И.И. «Реакции интернейронов шейного утолщения спинного мозга кошки на раздражение теменной ассоциативной зоны коры» //Физиол. журн.- 1989. - 75, N4. - С.447-456.
15. Korenyuk I.I., Usatcenko N.M. Responses of the pyramidal tract parietal association cortex neurons to periferal stimulation //J. Neurofisiol. – 1989. – 52, №2. – P. 340-348.

16. Коренюк И.И. Нейронные механизмы афферентной и эфферентной функций теменной ассоциативной области коры мозга. – Автореф. дис ... док. биол. наук. – Л., 1990. – 44 с.
17. Орлова Т.В. Электрофизиологическое исследование связей между теменной ассоциативной и моторной зонами коры головного мозга кошки. – Автореф. дис ... канд. биол. наук. – М., 1990. – 24 с.
18. Коренюк О.І. Електрофізіологічне дослідження функціональних зв'язків між тім'яною асоціативною і первинними сенсорними ділянками кори мозку. – Автореф. дис ... канд. биол. наук. – Симферополь, 1990. – 22 с.
19. Ильичева Т.В., Хитрова-Орлова Т.В., Коренюк И.И., Павленко В.Б. Активность париетофронтальных нейронов кошки при выполнении произвольного движения // Физиол. журн. – 1991. - 77, №2. - С. 9-16.
20. Korenyuk I.I., Hytrova-Orlova T.V., Illicova T.V., Pavlenko V.B. The cat parieto-frontal unit activity during voluntary movement” //Neurosci a. Behav. Physiol. – 1992. - 12, №2. - P. 217-225.
21. Ильичева Т.В. Активность отдельных нейронов теменной области коры головного мозга кошки при выполнении произвольных движений. – Автореф. дис ... канд. биол. наук. – Симферополь, 1992. – 22 с.
22. Коренюк И.И., Бруннер Е.Ю. «Характеристика реакций нейронов теменной ассоциативной коры кошки на электростимуляцию нижнечелюстной ветви тройничного нерва» //Ученые записки СГУ – 1997. - 43, № 4. - С.167-181.
23. Коренюк И.И., Бруннер Е.Ю. «Особенности динамики параметров реакций нейронов поля 5 в условиях многократной ритмической стимуляции нижнечелюстной ветви тройничного нерва» //Ученые записки СГУ. – 1997. - 43, № 4. - С.182-192.
24. Бруннер Е.Ю. Реакции нейронов теменной коры на электростимуляцию тройничного нерва //Вестник проблем биол. и мед.— 1997.— №19.— С.65-81.
25. Бруннер Е.Ю. Динамика параметров реакции нейронов теменной коры при многократной ритмической стимуляции тройничного нерва //Вестник проблем биол. и мед.— 1997.— № 22.— С.55-71.
26. Бруннер Є. Ю. Мікроелектрофізіологічне дослідження функціональної організації зв'язків тім'яної асоціативної кори з трійчастим нервом. – Автореф. дис ... канд. биол. наук. – Симферополь, 1997. – 22 с.
27. Коренюк И.И. “Функціональні зв'язки тім'яної асоціативної і первинних ділянок неокортексу” //Фізіол. журн. – 1998. - 44, № 3. - С. 36-37.
28. Коренюк І.І., Бруннер Є.Ю. «Характеристика реакцій нейронів тім'яної асоціативної ділянки (поле 5) на електростимуляцію трійчастого нерву» //Фізіол. журн. – 1998. - 44, № 3. - С. 94.
29. Коренюк И.И. Организация связей теменной ассоциативной коры с первичными сенсорными зонами неокортекса //Нейрофизиология.- 2000. - 32, №6. - С. 429-436.

Список литературы

1. Батуев А.С. Высшие интегративные системы мозга.- М.:Наука, 1981.- 255 с.
2. Казаков В.Н., Шевченко Н.И., Крахоткина Е.Д. Ассоциативные связи теменной коры головного мозга кошки //Нейрофизиология.- 1981.- 13, №1.- С. 3-6.
3. Батуев А.С., Куликов Г.А. Введение в физиологию сенсорных систем.- М. Высшая школа, 1983.- 247 с.
4. Валюх Т.П., Соллертинская Т.Н. Электрофизиологическое исследование гиппокампо-неокортикальных связей у кроликов //Физиол. журн. СССР.- 1985.- 71, №4.- С. 428-438.
5. Адрианов О.С. О принципах организации интегративной деятельности мозга.- М.: Медицина, 1976.- 273 с.
6. Адрианов О.С., Бабминдра В.П., Кукуев Л.А., Толченнова Г.А. Структурная характеристика таламо-париетальных взаимоотношений //Эволюция теменных долей мозга.- Л., 1973. - С. 7-43.
7. Мосидзе В.М. Межполушарная интеграция //Частная физиология нервной системы. Руководство по физиологии.- Л., 1983.- С. 690-718.

8. Нарикашвили С.П. Ассоциативная область коры больших полушарий головного мозга и ее взаимодействие с сенсорными зонами //Ж. высш. нервн. деят. – 1969. – 19, №1. – С. 110-123
9. Buser P. Higher functions of the nervous system //Ann. Rev. Physiol.- 1976.- 88.- P. 217-245.
10. Беритов И.С. Структура и функции коры большого мозга.- М.:Наука, 1969.- 532 с.
11. Bental E., Bihari B. Evoked activity of single neurons in sensory association cortex of the cat //J. Neurophysiol.- 1963.- 26, №2.- P. 207-214.
12. Горбачевская А.И. Кортиконигральные проекции у кошки //Арх.анат. гистол. и эмбриол. – 1985. – 86, №5. – С.5-11.
13. Hanson D.G. Honrubia V. Evoked responses from peripheral stimulation of the facial nerve //Amer. J. Otolaryngol. – 1985. – 6, №2. P. 98-102
14. Powell T.P.S. The somatic sensory cortex //Brit. Med. Bull.- 1977.- 33, №2.- P. 129-135
15. Микеладзе А.Л., Кикнадзе Г.И. К изучению эфферентных связей теменной области головного мозга кошки //Сообщ. АН Груз. ССР. - 1965.- 38, №1.- С. 441-444.
16. Фанарджян В.В., Папоян Е.В., Мадатян О.А. Коллатеральное ветвление аксонов эфферентных нейронов теменной коры кошки //Физиол. ж.- 1989. – 75, №8. – С. 1025-1031.
17. Толкунов Б.Ф., Артемова В.В. Электрические корреляты произвольного движения наблюдаемые в сенсомоторной коре и подкорковых ядрах мозга обезьяны //Глубин. Структуры мозга и поведение. – Ереван, 1985. – С. 198-209.
18. Толченова Г.А. Нейронная организация теменной ассоциативной коры кошки //Нервная система.- Л.: Из-во ЛГУ, 1978.- Вып. 18.- С. 16-30.
19. Суворов Н.Ф., Данилова Н.К. Сравнительное изучение роли активации ассоциативных и проекционных зон коры больших полушарий в условнорефлекторной деятельности // Ассоциатив. системы мозга. Л., 1985. – С. 153-159.
20. Burton H., Kopf E.M. Ipsilateral cortical connections from the second and fourth somatic sensory areas in the cat //J. Comp. Neurol. – 1984. – 225, №4. - P.527-553.
21. Szentagothai J. The neuron network of the cerebral cortex: a functional interpretation action //Proc. Ras. Soc. London.- 1978.- 201.- P. 219-248.
22. Thompson R., Jonson R., Hoopers J. Organization of auditory somatic sensory and visual projection to association fields of cerebral cortex in the cat //J. Neurophysiol.- 1963, a.- 26, N3.- P. 343-364.
23. Шандра А.А., Макулькин Р.Ф. Афферентные кортико-кортикальные связи орбитофронтальной коры //Физиол. ж. – 1979. – 65, №3. – С. 321-329.
24. Бурчинская Л.Ф. Нейронный состав и межнейронные связи поля 5 теменной ассоциативной области коры мозга кошки //Физиол. журн.- 1979,а.- 11, №1.- С. 35-42.
25. Бурчинская Л.Ф. О группах пирамидных нейронов поля 5 теменной ассоциативной области коры мозга кошки //Физиол. журн.- 1979,б.- 25, №5.- С. 518-528.
26. Ипекчян Н.Н., Баклаваджян О.Г. Проекция полей 5 и 7 в подразделения сенсомоторной области коры мозга кошки //Нейрофизиология.- 1988.- 20, №3.- С. 319-326.
27. Гуревич М., Хачатурян А., Хачатурова А.А. Методика составления цитоархитектонических карт и измерения полей. К цитоархитектонике коры большого мозга фелидов.//Труды ин-та высш. нервн. дят-ти. №1. М.; Медгиз 1929. С. 159-187.
28. Петржек И. Коротколатентные корковые акустические реакции у кошек //Ассоциативные системы мозга.- Л., 1985.- С. 108-113.
29. Полякова А.Г. Функциональная организация ассоциативной коры головного мозга.- М.: Наука, 1977. - 168 с.
30. Strick P.L., Kim C.C. Input to primate motor cortex from posterior parietal ocrtex (area 5). Demonstration by retrograde transport //Brain Res.- 1978.- 157.- N2.- P. 325-330.
31. Garman J.B., Cowan W.M., Powell T.P.S. The organization of cortico striate connections in the rabbit //Brain. 1963. – 86, №3. – P. 525-562.
32. Mizuno N. , Konish F., Sato M. Thalamic afferents to the rostral portions of the middle suprasylvian gyrus of the cat //Exp. Neurol. – 1975. – 48, №1. – P. 79–87.
33. Бабминдра В.П., Толченова Г.А., Шевченко Н.Н. Ассоциативные связи теменной области коры головного мозга //Нейрофизиология.- 1980.- 12, №1.- С. 13-17.

34. Кавамура К., Макаров Ф.Н. Ультраструктурная организация окончаний внутри- и межполушарных волокон ассоциативной коры мозга кошки //Арх. анат. гистол. эмбриол.- 1973.- 64.- №1.- С. 49-56.
35. Казаков В.Н., Евтушенко С.Я., Казеннова Л.М. О путях изучения механизмов интегративных процессов в ассоциативных системах мозга //Физиол. журн.- 1984.- 30, №5.- С. 603-610.
36. Казаков В.Н., Измestьев В.А., Прокофьева Н.В., Шевченко Н.И. Возможные механизмы распространения торможения в коре головного мозга //Физиол. ж. 1985. – 31, №5. – С.545-554
37. Seal J., Commenges D. A quantitative analysis of stimulus - and movement-related responses in the posterior parietal cortex of the monkey //Exp. Brain Res. .- 1985.- 58, №1.- P. 144-153.
38. Сенаторов В.В. Организация афферентных входов парietальной ассоциативной области (поле 7) и зоны Клер-Бишоп неокортекса кошки //Нейрофизиология.- 1981.- 13, №6.- С. 612-620.
39. Серков Ф.Н. Электрофизиология высших отделов слуховой системы.- Киев: Наук. думка, 1977.- 216с
40. Брейгенберг В. Кора головного мозга – интегратор информации сенсорных входов //Вестн. ЛГУ.- 1982.- №21.- С. 48-55.
41. Gatter K.C., Winfield D.A., Powell T.P.S. The neurons of the cortex of areas 4 and 17 in the cat and rat. In preparation.- 1977. (цитировано по Mountcastle et al. 1981).
42. Niimi K., Matsuoka H., Yamazaki Y., Katayama T. Thalamic afferents to the anterior and middle suprasylvian gyri in the cat traced with horseradish peroxidase //J.Hirnforsch.- 1983.- 24, N2.- P. 173-187.
43. Hassler R., Muhs-Clement K. Architektonischer Aufbau des sensomotorischen und parietalen Cortex der Katze //J. fur Hirnforschung.- 1964.- 6.- №6.- P. 373-420.
44. Василевский Н.Н. Нейронные механизмы коры больших полушарий.- Л.: Медицина, 1961.- 191 с.
45. Kelly J.S. Polysensory cortical lesions and auditory temporal pattern discriminations in the cat //Brain Res. – 1974. – 80, №2. – P. 317-327.
46. Squadrito S., Galetti C., Battaglini P., Riva S. Bilateral cortical projections from cat visual areas 17 and 18. An autoradiographic study //Arch. Ital. boil. – 1981. – 119, №1. – P. 1-20.
47. Ока Н. Jinnai K., Yamamoto T. The parieto-rubro-olivary pathway in the cat //Exp. Brain Res. – 1979. 37, №2. – P. 115-125.
48. Kitsikis A., Steriade M. Thalamic, callosal and reticular converging inputs to parietal association cortex in cat //Brain Res.- 1975.- 93.- №3.- P. 516-524.
49. Лагутина Н.П., Джалагония Ш.Л. О роли теменной области коры больших полушарий в двигательных пищевых условных рефлексах обезьяны //Ж.выш.нервн.деят.- 1964. – 14. – С. 789-794.
50. Rojik I., Toldi J., Feher O. Afferent fibers to the anterior suprasylvian gyrus from the medial geniculate body of cat //Neurosci. Lett.- 1984.- 51, №1.- P. 43-46.
51. Amassian V.E. Studies on organization of a somesthetic association area, including a single unit analysis //J. Neurophysiol.- 1954.- 17, №1.- P. 39-58.
52. Samejima A., Yamamoto T., Ito J., Oka H. Two groups of corticofugal neurons identified with the pontine stimulation in the cat parietal association cortex: an intracellular HRP study //Brain Res.-1985.- 347.- №1.- P. 117-120.
53. Олешко Н.Н. Эфферентные связи хвостатого ядра кошки, исследованные с помощью ретроградного аксонного транспорта пероксидазы хрена //Нейрофизиология.- 1985.- 17, N4.- С. 509 - 517.
54. Mountcastle V.A., Linch J.C., Georgopoulos A., Sakata H., Acuna C. Posterior parietal association cortex of the monkey: command functions for the operations within extrapersonal space //J. Neurophysiol.- 1975.- 35.- P. 871-908.
55. Niemer W.T., Jimenes-Castellanos J. Cortico-thalamic connections with cat revealed by physiological neuronography //J. Comp. Neurol. – 1950.- 93. - P. 101-123.
56. Roland P.E. Organization of motor control by normal human brain //Hum. Neurobiol. – 1984. 2, №4. – P.205-216.
57. Васильева Л.А. Кортикальные проекции дорсомедиального и заднее-латерального ядер таламуса //Журн. высш. нервн. деятельности.- 1971.- 21, №2.- С. 535-594.

58. Волошин М.Я., Гончар Ю.А., Прокопенко В.Ю. Взаимоотношение возбуждения и торможения в реакциях нейронов поля 5b ассоциативной коры головного мозга кошки на стимуляцию релейных ядер таламуса //Физиол. журн.- 1985.- 31, №5.- С. 604-611.
59. Robertson R.T., Mayers K.S., Teylor T.J. et al. Unit activity in posterior association cortex of cat //J. Neurophysiol.- 1975.- 38, N4.- P. 780-794.
60. Артемнко Д.П., Мамонец Т.М. Реакции нейронов задней супрасильвиевой извилины кошки на разные раздражители //Нейрофизиология.- 1972.- 4, №4.- С. 375-383.
61. Diamond J.T., Jones E.S., Powell T.P.S. The association connections of the auditory cortex of the cat// Brein. Res.- 1968.- 11.- N4.- P. 560-579.
62. Ермолаева Ю.Ю. Морфология и топология афферентных связей соматосенсорных зон 1 и 2 коры кошки //Журн. высш. нервн. деятельности.- 1971.- 21, №3.- С. 603-611.
63. Оганисян А.А. Проводящие пути спинного мозга и их взаимозаменяемость. Сенсорные тракты.: Наука, 1978.- 184 с.
64. Советов А.Н. Роль ассоциативных (теменных) зон коры большого мозга собаки в условнорефлекторной деятельности //Ж.высш.нервн.деят. – 1967. – 17, №1. – 57-68 с.
65. Ермоленко С.Ф., ХасабовГ.А., Павлидиас Т.П., Лебедева Н.Е. Эфферентные проекции хвостатого ядра на кору головного мозга обезьяны //Арх. Анат. гист. и эмбриол. – 1978. – 71, №8. – С. 9-14.
66. Филимонов И.Н. Сравнительная анатомия большого мозга млекопитающих //Памокортекс, архикортекс и межучочная кора. – М.:Наука 1949. – 158 с.
67. Баклаваджян О.Г. Центральные механизмы гомеостаза //Частная физиология нервной системы-Л.:Наука, 1983.- С 218- 312.
68. Майский В.А., Серков Ф.Н. Ретроградно меченые пероксидазой хрена и флюорохромами таламические источники афферентных проекций в теменную ассоциативную кору головного мозга кошки //Физиол. журн.- 1986.- 32, №6.- С. 722-732.
69. Мамонец Т.М. Влияние раздражения ретикулярной формации среднего мозга на активность ассоциативной коры кошки, вызванную транскаллозальной стимуляцией //Физиол. журн.- 1984.- 30, №5.- С. 617-624.
70. Эзрохи В.Л., Тарасова Л.Ю., Деревянин В.И., Макаров Ф.Н. Модульная организация каллозальных нейронов в сенсомоторной области коры мозга кролика //Нейрофизиология. – 1984. – 16, №4. – С. 451-457.
71. Burband P., Gross Ch., Bioulac B. Periferal inputs and early unit activity in area 5 of the monkey during a trained forelimb movement //Brain Res.- 1985.- 337, №2.- P. 341-346.
72. Сторожук В.М. Функциональная организация нейронов соматической коры.- Киев: Наук. думка, 1974.- 270с.
73. Leinonen L. Integration of somatosensory events in the posterior parietal cortexof the monkey //Somatosensory Mech.Proc. Int. Symp., Stockholm, June 8-10, 1983.- New York; London, 1984.- P.113-124.
74. Дзугаева С.Б. Проводящие пути головного мозга человека). М. Медицина, 1975, - 255 с.
75. Buser P., Bignall K. Nonprimary sensory projections on the cat neucortex //Int. Rev. Neurobiol.- 1967.- 10, №2.- P. 111-124.
76. Жвания М.Г. Распределения внутрикорковых волокон в теменной ассоциативной области большого мозга кошки //Арх. анат. гист. и эмбриология.- 1981.- 80, № 6.- С. 11-17.
77. Агнаев А.К Заркешев Э.Г. Влияние обратимого холодового выключения сенсомоторной коры на активность нейронов корковой области //Журн. высш. нервн. деятельности.- 1979.- 29, №5.- С. 1090-1092.
78. Kawano K., Saaki M., Yamashita M. Discharge modulation of visual tracking neurons in the monkey posterior parietal association cortex by natural vestibular stimulation //J. Physiol. Soc. Jap. – 1980. – 42, №8-9. – P.283-290.
79. Somogyi P.A. Freund T.F., Cowey A. The axo-axonic interneuron in the cerebral cortex of the rat, cat and monkey //Neuroscience. – 1982. – 7, №11. – P. 2577-2608.
80. Jeneskog T., Padel Y. Cerebral cortical areas of origin of excitation and inhibition of rubrospinal cells in the cat //Exp. Brain Res.- 1983.- 50.- №2-3.- 309-320.
81. Jones E.G., Burton H., Porter R. Commisural and corticocortical “columns” in the somatic sensory cortex of primate //Science. – 1975. – 190, №4214. – P. 572-574.

82. Демьяненко Г.П. Нейронный состав поля 5 теменной коры кошки. // *Нейрофизиология.*- 1983.- 15. №2.- С. 135-137
83. Школьник-Ярос В.Г. Нейроны и межнейронные связи: зрительный анализатор.- Л.: Медицина, 1965.- 234 с.
84. Дзаидзишвили Н.Н., Унгадзе А.А. Взаимодействие задней цингулярной коры супрасильвиевой извилины // *Изв.АН СССР. Сер биол.* - 1985.- 11, №1.- С. 12-18.
85. Шевко Г.Н., Афонский А.С. Реакции нейронов теменной ассоциативной коры (поле 5) головного мозга кошки при осуществлении условнорефлекторного движения // *Нейрофизиология.* – 1987. – 19, №2. – С. 223-232.
86. Шабан В.М. Реакции нейронов переднего отдела супрасильвиевой извилины на периферические раздражения различных модальностей // *Нейрофизиология.*- 1972.- 4, №4.- С. 368-374.
87. Измествев В.А. Нейронная организация афферентных входов теменной ассоциативной области коры головного мозга кошки: Автореф. дис... канд. мед. наук.- Донецк, 1975.- 22с.
88. Ревищин А.В. Ретроградное прослеживание источников корковых проекций на полосатое тело и ограду у кроликов с помощью голубого Эванса // *Нейрофизиология.* . 1983, - 15, №1. – С. 99-101.
89. Steriade M., Kitsikis A., Oakson G. Thalamic inputs and subcortical targets of cortical neurons in areas 5 and 7 of cat // *Exp. neurol.*- 1978.- 60.- №3.- P. 420-442.
90. Webster K.E., Irvin D.R.F., Thompson R.F. Acoustic tuning of single cells in middle suprasylvian cortex of cat // *Brain Res.*- 1974.- 76, №3.- P. 493-502.
91. Joseph O.P. Girond P. Visuomotor properties of neurons of the anterior suprasylvian gyrus in the awake cat // *Exp. Brain Res.* – 1986. – 62, №2. P. 355-362.
92. Минаева В.М. Верхняя теменная и постцентральной области // *Архитектоника волокон коры большого мозга человека.* М.:1972. – С. 49-58.
93. Шумихина С.И. Вызванные потенциалы в зрительной и ассоциативной коре бодрствующих кошек при парной однородной стимуляции наружного коленчатого тела и подушки // *Нейрофизиология.* – 1985, - 16, №4. – С. 497-505.
94. Аставацатрян Э.Г. Транскаллозальные импульсные реакции нейронов теменной ассоциативной коры кошки // *Биол. Ж. Армении.* – 1988. – 41, №3. – С. 221-226.
95. Серков Ф.Н. Корковое торможение.- Киев: Наук. думка.- 1986.- 248 с.
96. Мамонец Т.М. О конвергенции транскаллозальных и других афферентных импульсов на нейронах ассоциативной коры кошки // *Физиол. журн.*- 1983.- 29, №6.- С. 666-672.
97. Пронькин В.Т. Электрофизиологический анализ функциональной организации теменной ассоциативной коры: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.- Ростов-на-Дону, 1983.- 20 с.
98. Тараненко В.Д., Кашаева К. Реакции нейронов изолированной полоски ассоциативной коры (поля 5) мозга кошки на внутрикорковое раздражение // *Физиол. журн.*- 1983.- 29, №2.- С. 168-175.
99. Eidelberg E. Locomotor control in macaque monkeys // *Regul. Funct. CNS princ. Motion and Organ Proc.* 28th Int. Congr. Physiol. Sci. Budapest, 13-19 July, 1980. Budapest, Oxford, 1981. – 1/ - P.187-188.
100. Бабаян С.А. Эффлекторные пути теменной области мозга собаки // *Изв. АН Арм.* – 1957. – 10, № 6. – С. 75-79.
101. Nauta W.J.H. Neural associations of the frontal cortex // *Acta neurobiol., exp.*- 1972.- 32, N2.- P. 125-140.
102. Renaud L.P., Kelly J.S. Simultaneous recordings from pericruciate pyramidal tract neurons response to stimulation of inhibitory pathways // *Brain. Res.*- 1974.- 79, №1.- P. 29-44.
103. Артеменко Д.П., Мамонец Т.М. Реакции нейронов поля 5 супрасильвиевой извилины на раздражение вентро-постеро-латерального таламуса // *Нейрофизиология.*- 1974. - 6, N5.-С. 458-464.
104. Irvine D.R.F., Huebner H. Acoustic response characteristics of neurons in nonspecific areas of cat cerebral cortex // *J. Neurophysiol.*- 1979.- 42, №1.- P. 107-122.
105. Maciewicz R.J. Afferents to the lateral suprasylvian gyrus of the cat traced with horseradish peroxidase // *Brain Res.*- 1974.- 78, №1.- P. 1139-1145.
106. Albe-Fessard D., Fessard F. Thalamic integrations and their consequences at the telencephalic level// *Progress in brain res.* Am Amsterdam; London; New-York. – 1963. P.114-154.
107. Samejima A., Yamamoto T., Ito J., Oka H. Two groups of corticofugal neurons identified with the pontine stimulation in the cat parietal association cortex: an intracellular HRP study // *Brain Res.*-1985.- 347.- №1.- P. 117-120.

108. Нарикашвили С.П., Тимченко А.С., Каджая Д.В. Ответная активность разных участков ассоциативной области коры полушарий головного мозга кошки //Нейрофизиология, 1970, б.- 2, №2.- С. 126-139.
109. Котляр Б.И., Майоров В.И., Иващенко Д.И. Роль передних отделов ассоциативной коры в программировании условнорефлекторных движений у кошек //Ассоциативные системы мозга.- Л.: Наука, 1985.- С. 196-202.
110. Урганджян Т.Г., Аветисян З.А., Цакаян К.В. Электрофизиологическое исследование роли коры больших полушарий в компенсаторном восстановлении функций //Физиол.ж.- 1985. – 71, № 1. – с, 42-49.
111. Schmidt E.M., Jost R. G., Davis ЛюЛю Cortical cell discharge pattern in anticipation of a trained movement //Brain Res. – 1974. – 75, №2. – P. 309-311.
112. Rydenhag B., Olausson B., Shyn B., Anderson S. Localized responses in the midsuprasylvian gyrus of the cat following stimulation of the central lateral nucleus in thalamus //Exp. Brain Res.- 1986.- 62.- №1.- P. 4-24.
113. Куликов Г.А., Клименко В.Ю., Васильева Л.А., Петржек И.М. Вызванные потенциалы сенсомоторной и теменной областей коры мозга кошки на тональные стимулы //Журн. высш. нервн. деят.- 1984.- 34, №1.- С. 89-97.
114. Орлова Т.В. Об афферентных источниках теменной коры головного мозга //Структурно-функциональные механизмы корковой интеграции. Горький, 1976.- С. 43-46.
115. Allen G., Tssukahara N. Cerebro-cerebellar communication system //Physiol.Rev. – 1974. 54, №4. – P. 957-1006.
116. Pearson R.C.A., Powel T.P.C. The proections of the primary somatic sensory cortex upon area 5 in the monkey // Brain Res. Rev.- 1985.- 9.- №1.- P. 89-107.
117. Thompson R., Smith H., Bliss D. Auditory somatic sensory and visual response interactions and interrelations in association and primary cortical fields of the cat //Ibid.- 1963,b.- 26, №3.- P. 365-378.
118. Крагин Ю.Г. Анализ сигналов мозгом.- Л.: Наука, 1977.- 240 с.
119. Toldi J., Feher O., Reher L. Dynamic interactions of evoked potentials in a polysensory cortex of the cat //Neuroscience. – 1984. – 13, №3. – P.645-652.
120. Обухова Г.П., Лосева И.В. Кортиковые афферентные входы переднего двухолмия кошки //Анатом. гистол. и эмбриол.- 1984.- 86, №6.- С. 11-15.
121. Рыбаков В.Л. Организация афферентных связей двигательной коры головного мозга кошки // (Электронно-микроскопическое исследование) ДАН СССР – 1975. – 220, №4. – С. 990-992.
122. Чигринов И.А. Динамика нейронной организации теменной коры мозга кошки при развитии сна : Автореф. дис. ... канд. биол. наук – Ростов-на-Дону, 1983. – 23 с.
123. Avendano C., Raussele E., Reinoso-Suarez F. Thalamic projections to area 5a and 5b of the parietal cortex in the cat: A retrograde horseradish peroxidase study //J. Neurosci.- 1985.- 5, №6.- P. 1446-1470.
124. Dow B.M., Dubner R. Single unit responses to moving visual stimuli in middle suprasylvian gyrus of the cat //J. Neurophysiol.- 1971.- 34, №1.- P. 47-55.
125. Нувариен J. Sensory guidance of motor acts by the parietal associative area 7 in alert monkey. Механизмы организации движений. – Л.: Наука. – 1976. – С. 196-199.
126. Kawamura K. Cortico-cortical fiber connections of the cat cerebrum. II The parietal region // Brain res.- 1973.- 51, №1.- P. 23-40.
127. Толченова Г.А., Шихгасанова И.Ш., Батуев А.С. Созревание таламических входов в ассоциативные области неокортекса в постнатальном онтогенезе у кошек //Нейрофизиология.- 1984.- 16, №1.- С. 11-18.
128. Туркин В.В. Реакции супрасильвиевой извилины коры мозга кошки на тональные раздражения //Физиол. журн.- 1985.- 31, №4.- С. 392-397.
129. Bignall K.E., Singar P., Herman C. Interaction of cortical and peripheral inputs to polysensory areas of the cat neocortex //Exp. Neurol.- 1967.- 18, N2.- P. 194-209.
130. Heath C., Jones E. The anatomical organization of supra- sylvian gyrus of the cat //Ergbnisse der anatomic und Entwicklungsgeschichte.- 1971.- 45.- №3.- P. 3-64.
131. Kand Y., Endo K., Araki T., Mitani A. Dual model of projections from the parietal to the motor cortex in the cat. //Exp. Brain Res.- 1986.- 62.- №2.- P. 281-292.

132. Таиров О.П. Топография ассоциативных ответов в теменной коре кошки //Вест. ЛГУ. – 1970. – 15, №3. – С. 80-86.
133. Reinoso-Suarez F. Topographisher Hirnatlas der Katze fur experimental-physiologische Untersuchungen.- Darmstadt, 1961.- 48 s.
134. Антонова Т.М. Структурные основы надежности функционирования корковых нейронов// Успехи современной биологии.- 1982.- 94.- №2.- С. 253-268.
135. Бианки В.Л., Божко Г.Т., Шрамм В.А. Сравнительная характеристика межполушарной асимметрии транскортикальных ответов проекционных и ассоциативных зон коры //Физиол. журн. СССР.- 1986.- 72, №3.- С. 280-289.
136. Стафехина В.Е. Влияние электрической стимуляции гиппокампа и неокортекса на нейроны лимбической коры кролика //Нейрофизиология.- 1982.- 14, №3.- С. 270-277.
137. Хасабов Г.А., Хасабова В.А. Нарушения инструментальных пищевых условных рефлексов после удаления лобной и теменной ассоциативной коры у кошек //Ж.высш.нервн.деят. – 1984. – 34, №2. С. 243-250.
138. Волошин М.Я., Прокопенко В.Ф., Гончар Ю.А. Электрофизиологические исследования нисходящих влияний поля 5 ассоциативной коры головного мозга кошки на нейроны вентропостеролатерального ядра таламуса //Нейрофизиология.- 1986.- 18, №2.- С. 269-273.
139. Полякова А.Г., Базиян Б.Ч. Характер распределения специфических посылок разной модальности по ассоциативной теменной области коры кошки //Бюл.эксперим.биол. и мед. – 1985. – 100, №11. – С. – 522-536.
140. Карамян А.И. Эволюция конечного мозга позвоночных. – Л.: Изд-во Наука, 1976. – 256 с.
141. Туркин В.В. Реакции нейронов теменной ассоциативной коры на звуковое раздражение до и после аппликации нембутала на слуховую кору //Физиол. ж. – 1986. – 32, №2. – 235 с.
142. Беленков Н.Ю., Горева О.А., Сосенков В.А., Щербаков В.И. Значение ассоциативных теменных областей коры больших полушарий в компенсации нарушенных мозговых функций //Ж. высш. нервн. деят. – 1973. – 23, №6, - С. 1149-1157.
143. Воронин Л.Л., Эзрохи В.Л. Мультисенсорная конвергенция на нейронах моторной коры ненаркотизированной кошки //Нейрофизиология.- 1971.- 3.- №6.- С.563-573.
144. Ханаева З.С. О проекции передних бугров четверохолмия на кору больших полушарий головного мозга у кошки //Сообщ. АН Груз.ССР. – 1977. – 85, №2. – С. 429-432.
145. Силаков В.Л., Обухова Г.П., Сенаторов В.В. Пластичность структурной и функциональной организации зрительно-ассоциативных центров мозга //Ассоциативные системы мозга.- Л., 1985.- С. 165-171.
146. Кулланда К.М. Вторичные биоэлектрические реакции коры больших полушарий //Основные вопросы электрофизиол. центр. нервн. системы. Изд-во АН СССР, Киев.- 1962.- С. 110-139.
147. Корст Л.О. Опухоли теменных долей мозга (клиника и диагностика).- М.: Медицина. – 1964. – 287 с.
148. Шевченко Н.И. Морфо-функциональная характеристика ассоциативных связей теменной ассоциативной коры головного мозга кошки.- Автореф. дис. ... канд. биол. наук.- Донецк, 1980.- С. 3-27.
149. Бусель Б.И., Молдаван М.Г. Активность нейронов моторной коры кошки при условном рефлексе изменения позы //Нейрофизиология. – 1983. – 15, №6. – С. 580-588.
150. Глезер В.Д., Праздникова Н.В., Фирсов А.А., Яковлев В.В. Роль теменной и нижневисочной области коры больших полушарий в зрительном восприятии //Ассоциатив. Системы мозга. – Л.: 1985. – С. 159-165.
151. Jones E.S. Coulter J. D., Hendry S. H. Intracortical connectivity of architectonic fields in the somatic sensory, motor and parietal cortex of monkeys //J.Comp.Neurol. – 1978. – 181, №3. – P. 291-348.
152. Sasaki K., Oka H., Matsuda Y., et al. Electrophysiological studies of the projections from the parietal association area to the cerebellar cortex //Exp. Brain Res. – 1975. – 23, №1. - P/91-102/
153. Blum B. Posterior parietal manipulation reach neurons with and without visual responsiveness, modifications of their unitary responses by LP pulvinar free-conditioning stimulation // Behav. Brain Res.- 1985.- 16.- №2-3.- P. 187.

154. Petrek J., Kulikov G.A. Interection of shortlatency cortical responses to somatosensory and acoustic stimuli in anterior part of middle suprasylvian gyrus of cat's brain // *Activ. nerv. Super.*- 1983.- 25, №4.- P. 247-255.
155. Waters R.S., Favorov O., Asanuma H. Physiological properties and pattern of projection from the anterior bank of ansate sulcus to the motor cortecs area 4, in the cat // *Exp. Brain Res.*- 1982.- 46.- P.403-412.
156. Zarzecki P., Strick P.L., Asanuma H. Input to primate motor cortex from posterior parietal cortex (area 5). II identification by antidromic activation // *Brain Res.*- 1978.- 157.- №2.- P. 331-335.

Коренюк І.І., Колотилова О.І. Морфофункціональна організація інтегративної діяльності тім'яної асоціативної кори (поля 5 і 7) // *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”*. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 55-91.

Здійснено комплексний аналіз літературних і особистих даних про структурно-функціональну організацію тім'яної асоціативної ділянки (поля 5 та 7).

Ключові слова: тім'яна асоціативна кора, нейрони входу, виходу, інтернейрони внутрішньокіркових нейронних ланцюгів, конвергенція.

Koreniuk I.I., Kolotilova O.I. The morphofunctional organization of integrative action of the parietal associative cortex (5 and 7 fields) // *Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry»*. – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 55-91.

The complex analysis of literary and own facts about the structurally-functional organization one of associative zones neokortex, namely parietal associative area (5 and 7 fields) is lead.

Keywords: parietal associative cortex, input neurons, output neurons, interneurons of intracortical neuron circuits, convergence.

Пост упила в редакцію 20.05.2008 г.

УДК 577.112.4:598/599+591.1

ВЛИЯНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА IN VITRO НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭРИТРОЦИТОВ И СЫВОРОТКИ КРОВИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КЛАССА ПТИЦ И КЛАССА МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Никольская В.А., Черет аев И.В.

Проведены исследования эритроцитов и сыворотки крови представителей класса птиц и класса млекопитающих в условиях окислительного стресса. Установлены различия в содержании продуктов окислительной модификации белков в сыворотке крови данных представителей, имеющие разнонаправленный характер и усиливающиеся под влиянием среды Фентона. Отмечено повышение содержания молекул средней массы в гемолизате эритроцитов и сыворотке крови в условиях инициации окислительных реакций *in vitro*.

Ключевые слова: окислительный стресс, эритроциты, сыворотка, млекопитающие, птицы, среда Фентона.

ВВЕДЕНИЕ

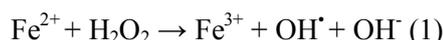
В настоящее время большое внимание уделяется проблеме влияния окислительного стресса [1], характеризующемся повышенным содержанием свободных радикалов кислорода [1 – 4]. Однако, комплексного исследования показателей, отражающих изменения в организме различных представителей позвоночных при данном процессе, не проводилось. Общеизвестно, что зрелые эритроциты млекопитающих, являющиеся постклеточными структурами, не содержат ядро [5]. Эволюционные изменения, обусловленные потерей ядра, могли привести к изменению реакции на различные стрессы, в том числе окислительный.

Таким образом, целью исследования явилось изучение воздействия модели окислительного стресса (среды Фентона) на отдельные биохимические показатели эритроцитов и сыворотки крови представителей *Galus galus* и *Sus scrofa*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования служили сыворотка крови и гемолизат эритроцитов курицы (*Galus galus*) и свиньи (*Sus scrofa*). Гемолизат эритроцитов получали по методу Д. Драбкина [5]. Содержание продуктов окислительной модификации белков в сыворотке крови и гемолизате эритроцитов определяли по методу Е. Е. Дубининой и др. [7]. Содержание молекул средней массы в сыворотке крови определяли по методу Н. И. Габриэлян и др. [8, 9] В качестве модели воздействия окислительного стресса использовали среду Фентона, содержащую раствор 10 мМ сернокислого железа и 3 мМ перекиси водорода. Инкубацию осуществляли в течение 15 минут при 37 °С.

Среда Фентона является источником свободных радикалов кислорода по реакции:



РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В исходном состоянии (до воздействия окислительного стресса) в сыворотке крови показаны достоверные различия ($p < 0,01$) в содержании продуктов окислительной модификации белков крови (табл. 1) у *Sus scrofa* и *Galus galus*: уровень продуктов окислительной модификации, регистрируемых при длинах волн 356 и 370 нм, ниже, а при 430 и 530 нм – выше.

Таблица 1.

Содержание продуктов окислительной модификации белков в сыворотке крови (ед. опт. плотности) *Sus scrofa* и *Galus galus* ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Исследуемый материал	Длина волны, нм	<i>Sus scrofa</i> n=9	<i>Galus galus</i> n=9
сыворотка до инкубации	356	0,131 ± 0,002	0,149 ± 0,003
	370	0,154 ± 0,003	0,181 ± 0,006
сыворотка после инкубации	356	0,103 ± 0,003*	0,151 ± 0,004
	370	0,126 ± 0,005*	0,189 ± 0,005
сыворотка до инкубации	430	0,138 ± 0,002	0,091 ± 0,002
	530	0,033 ± 0,002	0,027 ± 0,002
сыворотка после инкубации	430	0,162 ± 0,005*	0,072 ± 0,001*
	530	0,034 ± 0,002	0,030 ± 0,002*

Примечание: * – достоверное изменение продуктов окислительной модификации в сыворотке при воздействии среды Фентона по сравнению с исходным состоянием ($p < 0,01$)

После инициации окислительных реакций *in vitro* в сыворотке *Sus scrofa* (λ регистрации 356 и 370 нм) содержание продуктов окислительной модификации снижается по сравнению с исходным состоянием, при 430 нм – повышается. При длине волны 530 нм наблюдается тенденция к увеличению данного показателя. У *Galus galus* в сыворотке крови после инкубации показана тенденция к увеличению содержания продуктов окислительной модификации белков, определяемых при длинах волн 356 и 370 нм. При длинах волн регистрации 430 и 530 нм наблюдаются достоверные изменения – уменьшение и увеличение, соответственно. Таким образом, существующие различия данного показателя в сыворотке крови *Sus scrofa* и *Galus galus* усиливаются после инкубации. Отличия в изменении продуктов окислительной модификации белков при длине 430 нм у *Sus scrofa* и *Galus galus*, могут быть связаны с взаимным переходом основных альдегидных форм динитрофенилгидразонов в кетонные, и наоборот. Исходно высокий показатель у *Galus galus* продуктов окислительной модификации, определяемых при других длинах волн, возможно, обусловлен более интенсивным метаболизмом, как

результатирующей процесса адаптации. Одним из механизмов приспособления к условиям среды обитания является усиление обновления пула белков. Различные уровни окисления в среде Фентона белков сыворотки крови у двух представителей разных классов могут являться подтверждением данного предположения. Так у *Sus scrofa* при длинах волн 356 и 370 нм уровень продуктов окислительной модификации после инкубации повышается на 31,3 и 18,2%, соответственно, в то время как у *Galus galus* изменения данного показателя не превышают 5%.

После инкубации в среде Фентона наблюдается увеличение содержания молекул средней массы (МСМ) в сыворотке и гемолизате эритроцитов *Sus scrofa* и *Galus galus* при всех длинах волн на разных уровнях значимости (табл. 2), за исключением данного показателя в сыворотке крови *Sus scrofa* при 280 нм. С учётом биохимического состава плазмы основной вклад в оптическое поглощение при 280 нм вносят только ароматические аминокислоты, находящиеся в свободном виде и в составе пептидов.

Таблица 2.

Содержание молекул средней массы в сыворотке крови и гемолизате эритроцитов (ед. опт. плотности) *Sus scrofa* и *Galus galus* до и после инкубации в среде Фентона ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Исследуемый материал	Длина волны, нм	До инкубации в среде Фентона	После инкубации в среде Фентона
сыворотка <i>Sus scrofa</i> n=9	254	0,790 ± 0,002	0,920 ± 0,003*
	272	0,195 ± 0,004	0,251 ± 0,002**
	280	0,167 ± 0,004	0,153 ± 0,008
сыворотка <i>Galus galus</i> n=9	254	0,384 ± 0,007	0,851 ± 0,005**
	272	0,415 ± 0,004	0,881 ± 0,002**
	280	0,458 ± 0,003	0,885 ± 0,003**
гемолизат эритроцитов <i>Sus scrofa</i> n=11	254	0,604 ± 0,002	0,703 ± 0,001**
	272	0,171 ± 0,001	0,203 ± 0,001**
	280	0,078 ± 0,001	0,092 ± 0,002**
гемолизат эритроцитов <i>Galus galus</i> n=11	254	0,743 ± 0,005	0,905 ± 0,002**
	272	0,690 ± 0,004	0,811 ± 0,001**
	280	0,185 ± 0,003	0,189 ± 0,002

Примечание: * – достоверные изменения показателя после воздействия среды Фентона по сравнению с исходным состоянием ($p < 0,05$), ** – достоверные изменения показателя после воздействия среды Фентона по сравнению с исходным состоянием ($p < 0,01$)

Кроме того, интенсивность поглощения при 280 нм падает в ряду триптофан – тирозин – фенилаланин соответственно в 4 и 28 раз. Таким образом, показатель поглощения при 280 нм в основном определяется суммарным содержанием только двух хромофоров – триптофана и тирозина. Из крови наблюдается быстрая элиминация свободного тирозина, высвобождающегося при протеолизе пептидов, что, очевидно, объясняется жёстким контролем над его концентрацией, которая обеспечивается активной работой тирозинаминотрансферазы [10]. В литературе

показано антиоксидантное действие среднемолекулярных олигопептидов [11]. Следует предположить, что тенденция к снижению молекул средней массы при 280 нм обусловлена уменьшением свободного триптофана и триптофансодержащих среднемолекулярных олигопептидов. При окислении олигопептидов и белков гидроксильным радикалом и синглетным кислородом происходит фрагментация белков. Одновременно происходит разрушение триптофана. Триптофан и тирозин подвергаются окислительным превращениям, которые сопровождаются модификацией аминокислотных остатков, образованием внутри- или межмолекулярных сшивок между полипептидными цепями, снижением уровня триптофана и значительной продукцией битирозинфенола [11].

В исходном состоянии отмечено более высокое содержание аденозинтрифосфата (АТФ) в гемолизате эритроцитов *Galus galus* (на 36,5%) по сравнению с *Sus scrofa*. После инкубации наблюдается достоверное снижение данного показателя в гемолизате эритроцитов обоих представителей (табл. 3).

Таблица 3.

Содержание АТФ в гемолизате эритроцитов (мг%) *Sus scrofa* и *Galus galus* ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Исследуемый материал	До инкубации в среде Фентона	После инкубации в среде Фентона
гемолизат эритроцитов <i>Sus scrofa</i> n=20	0,74 ± 0,04	0,61 ± 0,05*
гемолизат эритроцитов <i>Galus galus</i> n=14	1,01 ± 0,05	0,79 ± 0,07*

Примечание: * – достоверные изменения содержания АТФ в гемолизате эритроцитов при воздействии среды Фентона по сравнению с исходным состоянием ($p < 0,05$)

ВЫВОДЫ

1. Выявлены различия в реакции белков сыворотки крови на окислительный стресс у представителей млекопитающих и птиц. У *Sus scrofa* в сыворотке крови после инициации окислительных реакций *in vitro* достоверно увеличивается содержание продуктов окислительной модификации белков, регистрируемых при длине волны 430 нм, а у *Galus galus*, наоборот, – достоверно уменьшается. Отмечено снижение продуктов окислительной модификации окисления белков, определяемых при длине волны 370 нм, в сыворотке крови *Sus scrofa*.
2. Наблюдается однонаправленный характер воздействия окислительного стресса на уровень молекул средней массы в сыворотке крови и эритроцитах *Sus scrofa* и *Galus galus*, выражающийся их достоверным увеличением. Более значительные изменения данного показателя (в 2–2,5 раза) выявлены в сыворотке крови *Galus galus*.
3. Отмечено более высокое содержание АТФ в гемолизате эритроцитов у *Galus galus* в исходном состоянии и под влиянием окислительного стресса по сравнению с *Sus scrofa*, что может быть обусловлено интенсивно протекающими в эритроцитах процессами окислительного фосфорилирования.

Список литературы

1. Дубинина Е.Е., Шугалей И.В. Окислительная модификация белков // Успехи соврем. биологии. – 1993. – Т.113. – Вып.1. – С. 71-81.
2. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы в биологических системах // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Вып.12. – С. 13-19.
3. Болдырев А.А. Окислительный стресс и мозг // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Вып.4. – С. 21-28.
4. Кулинский В.И. Активные формы кислорода и оксидативная модификация макромолекул: польза, вред и защита // Успехи соврем. биологии. – 1993. – Т. 113. – Вып.1. – С. 107-122.
5. Биологический энциклопедический словарь // Под ред. Гилярова М.С. – М.: Советская энциклопедия, 1981. – 831 с.
6. Drabkin D. A simplified technique for large crystallisation of haemoglobin in the enistalline // Fnn N. S. Acad. Sci. – 1964 – Vol. 121. – № 11 – P. 404-407
7. Дубинина Е.Е., Бурмистров С.О., Ходов Д.А., Порогов И.Г. Окислительная модификация белков сыворотки крови человека, метод её определения // Вопр. мед. химии. – 1995. – Т. 41. – Вып.1. – С. 24-25.
8. Габриэлян Н.И., Левицкий Э.Р., Дмитриев А.А. и др. Скрининговый метод определения средних молекул в биологических жидкостях // Метод. рекоменд. – М., 1985. – 18 с.
9. Габриэлян Н.И., Левицкий Э.Р., Щербанева О.И. и др. // Тер. арх. – 1983. – Вып.6. – С. 76-78.
10. Гаврилов В.Б., Лобко Н.Ф., Конев С.В. Определение тирозин- и триптофансодержащих пептидов в плазме крови по поглощению в УФ-области спектра // Клин. лаб. диагн. – 2004. – Вып.3. – С. 12-16.
11. Аксёнова В.М., Старкова А.В. Диагностическая ценность определения уровня веществ средней молекулярной массы в плазме новорождённых детей, перенёсших внутриутробную гипоксию // Перм. мед. журнал. – 1998. Т.15. – С. 25-28.
12. Дубинина Е.Е., Шугалей И.В. Окислительная модификация белков // Успехи соврем. биологии. – 1993. – Т.113. – Вып.1. – С. 71-81.

Никольська В.О., Черет аев І.В. Вплив окислювального стресу *in vitro* на біохімічні показники еритроцитів і сироватки крові представників класу птахів та класу ссавців // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 92-96.

Проведено дослідження змін показників еритроцитів і сироватки крові представників класу птахів (*Galus galus*) та класу ссавців (*Sus scrofa*) в умовах окислювального стресу. Установлено розходження в змісті продуктів окисної модифікації білків у сироватці крові даних представників, які мають різносторонній характер і підсилюються під впливом середовища Фентона. Відзначене підвищення молекул середньої маси в гемолізаті еритроцитів і сироватці крові, а також аденозинтрифосфата у гемолізаті еритроцитів в умовах інкубації окислювальних процесів *in vitro*.

Ключові слова: окислювальний стрес, аденозинтрифосфат, еритроцити, сироватка, ссавці, птахи, середовище Фентона.

Nikolskaya V.A., Cheretayev I.V. Influence of oxidizing stress *in vitro* on biochemical parameters of erythrocytes and whey of blood of representatives of classes of birds and mammals // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 92-96.

The investigations erythrocytes and whey indexes of blood by the influence oxidizing stress of representatives birds (*Galus galus*) and mammals (*Sus scrofa*) have been carried out. Distinctions in contents of oxidizing modification of proteins in the blood's whey of these representatives are determined. They have different directed character increasing under the influence of Fenton solution. The increase middle mass molecules is found out in gemolizate erythrocytes and the whey after the incubation period in the Fenton's solution.

Keywords: oxidizing stress, erythrocytes, whey, birds, mammals.

Пост упила в редакцію 26.03.2008 г.

УДК 578.52

ОБНАРУЖЕНИЕ МЕТОДОМ RAPD-PCR ДНК ВИРУСА ЯДЕРНОГО ПОЛИЭДРОЗА НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА В ГУСЕНИЦАХ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА I-ГО ЛИЧИНОЧНОГО ВОЗРАСТА

Оберемок В.В.

При помощи метода RAPD-PCR и праймера ОРА-08 обнаружена ДНК вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда в гусеницах непарного шелкопряда I-го личиночного возраста. Наличие вирусной ДНК в гусеницах непарного шелкопряда I-го личиночного возраста свидетельствует о возможности трансвариальной передачи вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда.

Ключевые слова: вирус ядерного полиэдроза непарного шелкопряда, трансвариальная передача вируса, RAPD-маркеры.

ВВЕДЕНИЕ

Повреждение лесных насаждений гусеницами непарного шелкопряда (*Lymantria dispar*) на Украине известны со второй половины XIX ст. [1]. Периодические вспышки массового размножения наблюдаются ежегодно в тех или иных частях ареала насекомого [2].

Широкому распространению непарного шелкопряда способствует легкость, с которой он адаптируется к различным экологическим условиям, большая биологическая пластичность, высокая плодовитость, возможность быстрого расселения гусениц I-го личиночного возраста и др. эколого-физиологические особенности [1] (рис. 1). Общеизвестно, что непарный шелкопряд – одно из важнейших звеньев в общей цепи причин массового усыхания дубрав [2].

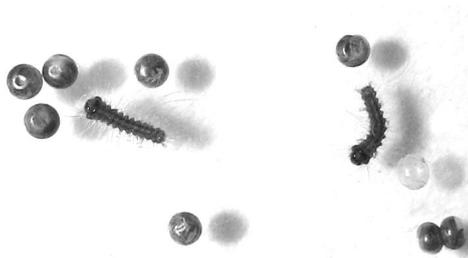


Рис. 1. Яйца непарного шелкопряда и гусеницы I-го личиночного возраста.

Вспышки численности непарного шелкопряда сопровождаются эпизоотиями вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* Nucleopolyhedrovirus), которые снижают численность личинок в популяциях до низких уровней [3]. Вирус ядерного полиэдроза непарного шелкопряда относится к

сем. *Vaculoviridae*. К этому семейству относится группа вирусов, паразитирующих на артроподах. Они распространены широко во всем мире. Вирусы паразитируют на 600 видах преимущественно из отр. *Lepidoptera* [4] (рис. 2).

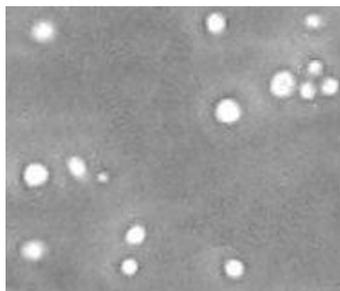


Рис. 2. Полиэдры вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда (рисунок получен при помощи техники фазового контраста).

Согласно большинству накопленных в настоящее время данных, развитие эпизоотий среди насекомых стимулируется ростом плотности популяции, при котором инфект быстро распространяется. При переходе популяции филофага в фазу депрессии его чувствительность к патогенам снижается, достигая минимума в период нового роста численности [5]. Скрытая инфекция неопределенно долго сохраняется в латентной форме в популяциях хозяина, трансвариально передается из поколения в поколение, не проявляя симптомов болезни. Однако под воздействием стрессоров различной природы латентный вирус может перейти в активную форму и вызвать острый инфекционный процесс. В роли стрессоров могут выступать пессимальные условия температуры и влажности, голод, неблагоприятный корм, скученность, хронические болезни вирусного происхождения [6].

Трансвариальная передача вирусов в природе является одним из основных процессов распространения вирусной инфекции. Тем не менее, наличие трансвариальной передачи вирусов у многих видов насекомых (в том числе вируса ядерного полиэдроза у непарного шелкопряда) является спорным вопросом [7]. Обнаружение и изучение процесса трансвариальной передачи вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда является актуальной проблемой, так как позволяет находить способы управления этим процессом для повышения эффективности борьбы с насекомым.

Исходя из сказанного выше, целью нашего исследования стало обнаружение возможности трансвариальной передачи вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для изучения трансвариальной передачи вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда использовали яйца непарного шелкопряда, собранные в Челябинской обл. (Россия) в 2006 г. Вылупившихся из яиц гусениц сразу заморозили. Для установления наличия ДНК вируса в гусеницах I-го личиночного

возраста применили метод RAPD-PCR с использованием праймера ОРА-08.

В качестве маркеров вирусной ДНК использовали продукты амплификации ДНК методом RAPD-PCR с использованием праймера ОРА-08 вирусных полиэдров препаратов из Киргизии, Китая, России и Украины (рис. 2).

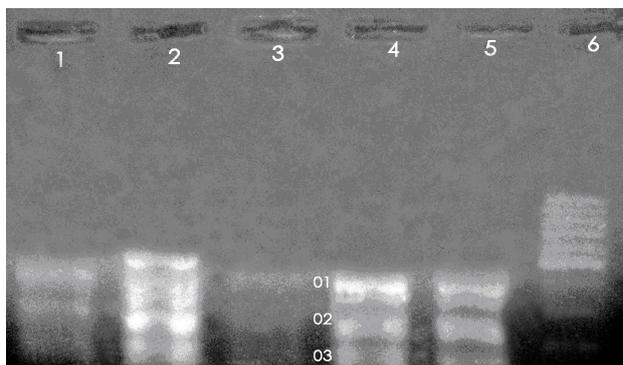


Рис.3. Электрофореграмма продуктов амплификации ДНК вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда из разных вирусных препаратов: 1 – из Украины, 2 – из Китая (I); 3 –из России; 4 –из Китая (II), 5 – из Киргизии, 6 – маркер молекулярных весов ДНК от 200 до 1000 пар нуклеотидов с шагом в 100 пар нуклеотидов (снизу вверх); 01, 02, 03 – условные зоны продуктов амплификации ДНК вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда.

RAPD-PCR проводили по следующей методике. Образцы ДНК вируса выделяли из гусениц непарного шелкопряда I-го личиночного возраста. Экстракцию тотальной ДНК проводили согласно стандартной методике [8]. Для RAPD-PCR использовали праймер ОРА-08 – GTGACGTAGG (Operon Technologies, USA).

Амплификацию ДНК проводили в реакционной смеси объемом 29 мкл на термоциклере «Терцик» (ДНК-Технология, Россия) с использованием реактивов для полимеразной цепной реакции «АмплиСенс-200-1» (АмплиСенс, Москва). Реакционная смесь объемом 29 мкл содержала: 5-х PCR-буфер – 5 мкл; MgSO₄, 50 Мм – 1.5 мкл; H₂O MilliQ – 3 мкл; dNTP-mix – 2.5 мкл, 2 Мм; T_{aq}-полимераза, 5 ед/мкл – 0.5 мкл; минеральное масло - 10.5 мкл; праймер, A₂₆₀ 10 ОЕ/мл - 1 мкл; ТЕ-буфер с исследуемой ДНК – 5 мкл. Амплификацию ДНК проводили в течение 45 циклов. Первые 5 циклов шли по схеме: 93 °С – 1 мин, 35 °С – 1 мин, 72 °С – 1 мин. Последующие 40 циклов шли по схеме: 93 °С – 0.5 мин, 35 °С – 0.5 мин, 72 °С – 0.5 мин. Терминальную стадию синтеза проводили при 72 °С – 3 мин.

Продукты амплификации разделяли методом электрофореза в 1,8 %-ном агарозном геле [8] и после окрашивания бромистым этидием анализировали под ультрафиолетом. В качестве маркера использовали DNA-markers М 100 (ИзоГен, Москва) с длиной фрагментов 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 и 1000 пар нуклеотидов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Методом RAPD-PCR и праймера ОРА-08 было обнаружено, что вирус встречается в гусеницах I-го личиночного возраста с частотой 0.43 (три из семи)

(рис. 4). Из рис. 4 видно, что условные зоны продуктов амплификации ДНК вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда встречаются у особей № 3, 5 и 7. Полученные результаты свидетельствуют о возможности трансвариальной передачи вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда.

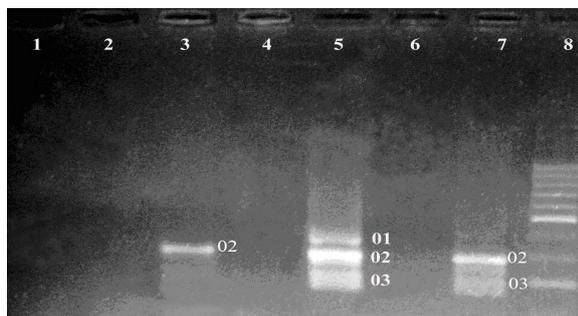


Рис. 4. Электрофореграмма продуктов амплификации ДНК вируса с использованием праймера ОРА-08, где 3, 5, 7 – продукты амплификации ДНК вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда; 1, 2, 4, 6 – отсутствие продуктов амплификации ДНК; 8-маркер молекулярных весов ДНК от 100 до 1000 п. н. с шагом в 100 п. н. (снизу вверх); 01, 02, 03 – условные зоны продуктов амплификации ДНК вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда

Попадание вируса к гусеницам могло быть обусловлено также присутствием вируса на поверхности яиц, так как для гусениц непарного шелкопряда характерно питание хорионом яйца во время вылупления и после него. Следует отметить, что вероятность такого попадания вируса на поверхность яйца из материнского организма существенно выше, чем из окружающей среды. Такой способ передачи вируса от матери к потомству (через внешнюю поверхность яйца) также следует отнести к трансвариальному пути.

ВЫВОД

У гусениц I-го личиночного возраста методом RAPD-PCR с использованием праймера ОРА-08 была обнаружена вирусная ДНК. Полученные результаты свидетельствуют о возможности трансвариальной передачи вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда.

Список литературы

1. Киреева Н.М. Экология и физиология непарного шелкопряда. – К: «Наукова думка», 1983. – 128 с.
2. Воронцов А.И. Лесная энтомология. – М.: Высшая школа, 1982. – 384 с.
3. Doane C.C. Primary Pathogens and their Role in the Development of an Epizootic in the Gypsy Moth // J. Invertebr. Pathol. – 1970. – Vol. 15. – P. 21–33.
4. Herniou E.A., Olszewski J.A., O'Reilly D.R., Cory J.S. Ancient Coevolution of Baculoviruses and Their Insect Hosts // Journal of Virology. – 2004. – Vol. 7. – P. 3244–3251.
5. Бахвалов С.А., Башев А.Н., Кнор Н.Б. Динамика популяций шелкопряда монашенки *Lymantria monacha* L. (Lymantriidae: Lepidoptera) и поражающего его бакуловируса в Западной Сибири // Лесоведение. – 1998. – № 4. – С. 26–33.

6. Гулий В.В., Рыбина С.Ю. Вирусные болезни насекомых и их диагностика. – Кишинев, 1988. – 187 с.
7. Ильиных А.В., Ульянова В. Г. Латентность бакуловирусов // Известия РАН. Серия биологическая – 2005. – № 5. – С. 599–606.
8. Sambrook J., Fritisch E.F., Maniatis T. Molecular Cloning: Laboratory Manual. – New York: Cold Spring Harbour Univ. Press. – 1989. – 1626 p.

Оберемок В.В. Виявлення методом RAPD-PCR ДНК вірусу ядерного поліедрозу непарного шовкопряда у гусеницях непарного шовкопряда I-го личиночного віку // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 97-101.

Методом RAPD-PCR за допомогою праймеру ОРА-08 було виявлено ДНК вірусу ядерного поліедрозу непарного шовкопряда у гусінь непарного шовкопряда I-го личиночного віку. Наявність ДНК вірусу у гусінь непарного шовкопряда I-го личиночного віку свідчить про можливість трансваріальної передачі вірусу ядерного поліедрозу непарного шовкопряда.

Ключові слова: вірус ядерного поліедрозу непарного шовкопряда, трансваріальна передача вірусу, RAPD-маркери.

Oberemok V.V. Detection of DNA of *Lymantria dispar* Nucleopolyhedrovirus at 1st instar gypsy moth caterpillars with RAPD-PCR method // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 97-101.

With the help of RAPD-PCR method and primer ОРА-08 DNA of *Lymantria dispar* Nucleopolyhedrovirus was detected. Presence of virus DNA at 1st instar gypsy moth caterpillars testifies the possibility of transovarial transmission of *Lymantria dispar* Nucleopolyhedrovirus.

Keywords: *Lymantria dispar* Nucleopolyhedrovirus, transovarial transmission of virus, RAPD-markers.

Пост упила в редакцію 20.03.2008 г.

УДК 612.66:612.7/8

ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВКИ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

Панова С.А., Кириллова А.В., Нагаева Е.И., Туманянц К.Н.

Выявлено, что уровень моторики сельских младших школьников не соответствует возрастным нормам, а ее тренировка улучшает показатели кратковременной памяти и вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы,

Ключевые слова: младшие школьники, мелкая моторика, кратковременная память, внимание, сердечно-сосудистая система.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, оптимальный уровень двигательной активности у учащихся определяет наиболее высокие показатели умственной работоспособности, ее устойчивости в течение дня, более высокой адаптации к физическим нагрузкам и простудным заболеваниям [1]. Двигательная активность является физиологической потребностью организма, ее уровень генетически детерминирован [2]. Кроме того, образование метаболитов при двигательной активности стимулирует работу мозга. Наибольшее влияние на развитие показателей высшей нервной деятельности у дошкольников и младших школьников оказывает развитие мелкой моторики [3].

Цель нашего исследования – проанализировать изменения показателей сердечно-сосудистой систем, психофизиологических показателей (память, внимание) после тренировки мелкой моторики (выполнение упражнений кистями рук).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было обследовано 34 учащихся младшего школьного возраста, (6-9 лет), обучающихся в сельской школе (с. Верхнекурганное, Симферопольский район).

До начала исследования у детей определялись в процентах к метрической шкале следующие показатели моторики: удержание равновесия, точность движений, мелкая моторика, скорость движений, мимика [4], показатели кратковременной памяти и внимания, а также вегетативные показатели: артериальное давление (АД), пульс (ЧСС), вегетативный индекс Кердо (ВИК), коэффициент экономичности кровообращения (КЭК), индекс Робинсона (ДП) [5]. Затем в течение 10 дней тренировочные занятия по совершенствованию мелкой моторики. Результаты исследований статистически обработаны (программа Statistica-5), использовался монофакторный дисперсионный анализ [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение динамики показателей моторики в процентах к метрической шкале детей от 6 до 9 лет показало, что норма достигается к 9 годам по 4 показателям из 5. Это удержание равновесия, точность движений, скорость движений, мимики, а показатель мелкой моторики достигает только 78% и он с 6-7 лет не растет, а понижается (табл. 1). Полученные результаты говорят о необходимости тренировки мелкой моторики в младших классах.

В целом установлено, что уровень развития моторики в изучаемой группе сельских младших школьников не соответствует возрастным нормам.

Возможно, причина этого отставания заключается в отсутствии дополнительных занятий в спортивных секциях и кружках, что связано со спецификой села, а именно резким ухудшением социальных условий за последние 10-15 лет. Недостаточное психомоторное развитие может отрицательно сказываться на формирование умственных способностей [7]. Выходом из сложившейся проблемы может быть организация тренировки мелкой моторики в классе. Данные исследования подтвердили, что тренировка мелкой моторики улучшает показатели кратковременной памяти и вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы.

Таблица 1.
Динамика показателей моторики в % к метрической шкале у младших школьников (6-9 лет)

Возраст	Показатели (%)				
	удержание равновесия	точность движений	мелкая моторика рук	скорость движений	мимика
6 лет	78	33	89	44	22
7 лет	75	50	90	75	75
8 лет	100	70	80	90	80
9 лет	100	100	78	100	100

Сравнение показателей кратковременной памяти после тренировки мелкой моторики выявило статистически достоверное увеличение изучаемых показателей памяти, а показатели внимания не поменялись (табл.2).

Это не расходится с имеющимися в литературе данными [7, 8] об улучшении умственной производительности при тренировке мелкой моторики.

Напротив, тренировка мелкой моторики не оказала столь заметного влияния на показатели концентрации внимания (см. табл.2). Этот факт соответствует имеющемуся в литературе данным, что способность к длительной концентрации внимания у младших школьников еще недостаточно сформирована [9, 10].

Изучение показателей сердечно-сосудистой системы после тренировки мелкой моторики выявило статистически достоверное уменьшение систолического с $92,84 \pm 2,86$ до $85,87 \pm 5,15$, что можно связать с усилением парасимпатического влияния (табл. 3). Подтверждается этот факт изменением вегетативного индекса Кердо в сторону усиления парасимпатического влияния – $18,92 \pm 3,96$ и $23,00 \pm 3,10$

(см. табл. 2). Для нетренированных детей характерно превалирование симпатической регуляции [1].

Таблица 2.

Изменение показателей наглядно-образной памяти и внимания после тренировки мелкой моторики рук у младших школьников ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Показатель	До тренировки	После тренировки	F	P
память				
Объем памяти (кол-во фигур)	4,25±0,26	4,68±0,94	10,5	<0,05
Кол-во ошибок	2,40±0,79	1,53±0,27	10,5	<0,05
Общий балл	12,68±0,35	14,28±2,65	5,0	<0,05
внимание				
Объем внимания	112,45±7,08	116,36±7,18	1,1	>0,05
Устойчивость внимания	235,59±18,96	268,39±16,55	1,3	>0,05

Таблица 3.

Изменение показателей сердечно-сосудистой системы после тренировки мелкой моторики рук ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)

Показатель	До тренировки	После тренировки	F	P
СД	92,84±2,86	85,87±5,16	3,2	<0,05
ДД	59,38±4,06	56,00±3,99	1,1	>0,05
ЧСС	70,63±2,97	70,40±1,59	0,5	>0,05
КЭК	2329,15±238,86	1983,19±139,92	3,2	<0,05
ДП	67,34±2,18	45,68±1,86	1,4	>0,05
«-» ВИК	-18,92±3,96	-23,00±3,10	4,2	<0,05
«+» ВИК	20,12±2,17	16,56±1,84	1,2	>0,05

Тренировка мелкой моторики у сельских младших школьников вызвала статистически достоверное улучшение таких вегетативных характеристик как коэффициент экономичности кровообращения КЭК, что свидетельствует об улучшении потенциала кровообращения (см. табл. 3).

ВЫВОДЫ

1. Уровень развития моторики у сельских школьников младшего возраста не соответствует возрастным нормам.
2. Тренировка мелкой моторики улучшает показатели кратковременной памяти, о чем свидетельствуют полученные результаты, но не показатели внимания.
3. Тренировка мелкой моторики оптимизирует деятельность сердечно-сосудистой системы.

Список литературы

1. Вильчковский Э.С. Развитие двигательной функции у детей. - Киев: Здоров'я, 1983. - 208с.
2. Сухарев а.Г. Здоровье и физическое воспитание детей и подростков. - М.: Медицина, 1991. - 200 с.

3. Лановская А.М. Функциональные особенности двигательной системы детей и подростков. –М., 2003.-302с.
4. Головей Л.А., Рыбалко Е.Ф. Практикум по возрастной физиологии. –С.-Пб.: Речь, 2005. – 27 с.
5. Романенко В.А. Диагностика двигательных способностей. Учебное пособие.- Донецк: Изд-во ДОННУ, 2005.-290с.
6. Гмурман В.Е. Теория вероятности и математическая статистика. Учебное пособие для вузов. – М.:Высшая школа, 2003.-479с.
7. Сиротюк Л.А. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью у детей. –М.: ТЦ СФЕРА, 2002.-128с.
8. Голубева Г.Н. Взаимосвязь уровня двигательной активности, типа подвижности и адаптации детей дошкольного возраста //Научно-методический журнал. Физическая культура, 2006. -№2.-С.51-53.
9. Дубровинская Н.В., Фарбер Д.А., Безруких М.М. Психофизиология ребенка: Психофизиологические основы детской валеологии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. –М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. -144с.
10. Смирнов В.М. Нейрофизиология и высшая нервная деятельность детей и подростков. -М.: «Academia», 2000.- 390с.

Панова С.О., Кириллова А.В., Нагаева О.И., Туманянц К.М. Вплив тренування дрібної моторики на психофізіологічні показники молодших школярів // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 102-105.

Виявлено, що рівень моторики сільських молодших школярів не відповідає віковим нормам, а її тренування покращує показники короткочасної пам'яті і вегетативної регуляції серцево-судинної системи.

Ключові слова: молодші школярі, дрібна моторика, короткочасна пам'ять, увага, серцево-судинна система.

Panova S.A., Kyrylova A.V., Nagaeva E.I., Tumanyants K.N. Influence of training of shallow motoriki on the psikhofiziologicheskie indexes of junior schoolboys // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 102-105.

It is exposed, that the level of motoriki of rural junior schoolboys falls short of age norms, and its training improves the indexes of brief memory and vegetative adjusting of the serdechno-sosudistoy system,

Keywords: junior schoolboys, shallow motorika, brief memory, attention, serdechno-sosudistaya system.

Пост упила в редакцію 26.03.2008 г.

УДК 619.615.775.1

АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЕ И ПРОТИВОГРИБКОВОЕ ДЕЙСТВИЕ ВОДОРАСТВОРИМОЙ НАНОБИОКОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ СЕРЕБРА И МОРСКИХ БИОПОЛИМЕРОВ

Пархоменко Н.А., Юркова И.Н., Рябушко В.И.

Исследовано антибактериальное и противогрибковое действие водорастворимой нанобиокомпозиции на основе серебра и морских биополимеров. Показано, что наиболее эффективная концентрация наночастиц серебра для большинства тест-культур составляла 0,05-0,1 г/л. Максимальный олигодинамический эффект наблюдался для молодых (1, 2 – часовых) культур *Candida albicans* и *Pseudomonas aeruginosa* (0,025 г/л и 0,0125 г/л).

Ключевые слова: наночастицы серебра, морские биополимеры, тест-культуры.

ВВЕДЕНИЕ

Серебро оказывает сильное олигодинамическое действие на многие виды микроорганизмов. В последнее время интерес к препаратам серебра повысился в связи с токсическим действием антибиотиков на внутренние органы, подавлением иммунитета, дисбактериозом после длительной антибактериальной терапии, а также появлением штаммов возбудителей, устойчивых к антибиотикам [1, 2].

Наиболее эффективными формами серебра являются препараты, содержащие коллоидные (наноразмерные) частицы металла. Они обладают более выраженным биоцидным эффектом, нежели ионное серебро [3]. Значительная доля ионного серебра при попадании его в желудочно-кишечный тракт образует нерастворимые соли, выпадает в осадок и теряет свою биоцидную активность. Переход от ионной формы серебра (+) к металлическим нанокластерам позволяет снизить его токсичность к клеткам высших организмов, не подавляя антимикробной активности в отношении патогенной микрофлоры [4]. Наночастицы серебра, особенно в тех случаях, когда они стабилизированы, обладают большей устойчивостью и может оказывать действие длительное время.

Коллоидные системы, содержащие наночастицы серебра, эффективно убивают бактерии различных видов (кишечную палочку, сальмонеллу, стафилококк, энтерококк, синегнойную палочку) [5]. Большой интерес вызывает фунгицидное действие структурированного серебра, т.к. кандидомикозы, вызываемые чаще всего видами рода *Candida*, являются наиболее распространенными патологиями у человека и животных [6].

Хотя различные препараты на основе коллоидного серебра широко применяются в медицине («Колларгол», «Протаргол», «Повиаргол» и др.), разработка новых методов синтеза высокостабильных нанокластеров серебра с

узким распределением по размерам с целью создания на их основе новых препаратов антимикробного, фунгицидного, противовоспалительного, иммуномодулирующего действия является актуальной.

Разработанный способ получения нанобиокомпозитов серебра, в котором в качестве восстановителя и стабилизатора наночастиц применяется биополимер морского происхождения альгинат натрия, является простым и технологичным методом получения уникальных наноразмерных материалов широкого спектра действия [7]. Нанобиокомпозиты на основе альгинатов обладают синергизмом свойств стабилизирующей природной полисахаридной матрицы и наночастиц серебра, что может найти применение в качестве наноразмерных универсальных антимикробных препаратов. Использование в качестве биоактивной полисахаридной оболочки макромолекулы альгината натрия, участвующей в процессах рецепторного эндоцитоза, позволяет реализовать новые подходы в терапии металлодефицитных состояний и открывает перспективы в создании новых эффективных медицинских и ветеринарных препаратов пролонгированного действия.

Целью данной работы является изучение антибактериальной и фунгицидной активности нанобиокомпозитов на основе серебра и полисахарида альгината натрия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве материала для синтеза наночастиц серебра использовали AgNO_3 («х.ч»), альгинат натрия производства Норвегии, а также тест-культуры микроорганизмов – возбудителей заболеваний человека и животных: *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, *Candida albicans*, *Streptococcus bovis*, *Serratia marcescens*, *Corynebacterium xerosis*.

Фотохимическое восстановление наночастиц серебра проводили при 20°C в колбах объемом 100 см^3 , изготовленных из стекла марки Пирекс. В процессе фотовосстановления реакционную смесь облучали ртутной лампой высокого давления ДРШ-250 в течение 30 минут. Концентрацию наночастиц серебра определяли на КФК-2 по калибровочной кривой, построенной по результатам атомно-адсорбционного анализа.

Культуры аэробных бактерий, выросшие на скошенном МПА в возрасте 18-20 час, а дрожжеподобный гриб *Candida albicans* – на МПА или агаризованной среде Сабуро [8] в возрасте 24-48 час смывали стерильным изотоническим раствором. Живые микробные клетки высевали в количестве 100 млн. на питательную среду (по 0,1 мл на поверхность МПА в чашках Петри или 1 мл в пробирки с 9 мл МПБ) с содержанием наночастиц серебра от 0,1 до 0,0125 г на литр среды. Контролем служила среда без серебра. Посевы выдерживали в среде с серебром при температуре 37°C на протяжении 1, 2, 4, 6 и 24 часов с последующим пересевом культур на те же среды.

Для уточнения влияния возраста культуры на ее чувствительность к серебру перед посевом на 24 часа суточные культуры выдерживали в МПБ 1, 2, 4 или 6 часах. Начальная концентрация раствора наночастиц серебра была 3 г/л. Раствор наносеребра разводили МПБ (или расплавленным и охлажденным МПА) в тридцать раз до 0,1 г/л. Затем к 20 мл смеси добавляли 20 мл МПБ и получали концентрацию

0,05 г/л и так далее, разводя каждый раз вдвое, получали концентрацию соответственно 0,025 и 0,0125 г/л. Питательные среды готовили согласно методикам [8-10].

Схема опыта включала варианты четырех концентраций серебра (С): 0,1 г/л, 0,05 г/л, 0,025 г/л, 0,0125 г/л при экспозиции 1, 2, 4, 6 и 24 час в трехкратной повторности для каждой среды. Контролем служила среда без наночастиц серебра.

Признаки роста тест-культур определяли через 24 часа экспозиции в средах с серебром без пересева или жизнеспособность на протяжении суток у культур, которые были экспонированы 1, 4 и 6 часов в средах с серебром, после пересева в чистую среду МПБ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полная схема эксперимента и его результаты представлены в таблице 1. В таблице 2 приведены выборочные данные из табл. 1, которые иллюстрируют бактерицидное и фунгицидное действие наночастиц серебра водорастворимой нанобиокомпозиции.

Таблица 1.
Действие наночастиц серебра водорастворимой нанобиокомпозиции на тест-культуры

Тест-культура	Концентрация серебра (С), г/л	Экспозиция, час	+ - наличие роста, - отсутствие роста тест культуры (в скобках - возраст культуры, час)	Питательные среды
1	2	3	4	5
Streptococcus bovis	0,1	24	- (1, 2, 4, 6)	МПА
	0,05	24	+ (1, 2, 4, 6)	
	0,025	24	+ (1, 2, 4, 6)	
	0,0125	24	+ (1, 2, 4, 6)	
	0	24	+	
	0,1	24	- (1, 2, 4, 6)	МПБ
	0,05	24	- (1, 2, 4, 6)	
	0,025	24	+ (1, 2, 4, 6)	
	0,0125	24	+ (1, 2, 4, 6)	
	0	24	+	
Candida albicans	0,1	1	-, -	МПА, Сабуро
	0,05	1	-, -	
	0,025	1	+, +	
	0,0125	1	+, +	
	0	1	+, +	
C.albicans	0,1	1	+, +	МПБ, Сабуро
	0,05	1	+, +	
	0,025	1	+, +	
	0,0125	1	+, +	
	0	1	+, +	

АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЕ И ПРОТИВОГРИБКОВОЕ ДЕЙСТВИЕ

Продолжение таблицы 1.

C.albicans	0,1	2	-,-	МПА, Сабуро
	0,05	2	+,+	
	0,025	2	+,+	
	0,0125	2	+,+	
	0	2	+,+	
C. albicans	0,1	2	+,+	МПБ, Сабуро
	0,05	2	+,+	
	0,025	2	+,+	
	0,0125	2	+,+	
	0	2	+,+	
C. albicans	0,1	4 и 6	+,+,+	МПА, МПБ, Сабуро
	0,05	4 и 6	+,+,+	
	0,025	4 и 6	+,+,+	
	0,0125	4 и 6	+,+,+	
	0	4 и 6	+,+,+	
C.albicans	0,1	24	-- (1, 2, 4, 6)	МПА, Сабуро
	0,05	24	--(1, 2) ++(4 и 6)	
	0,025	24	--(1, 2) ++(4 и 6)	
	0,0125	24	++(1, 2, 4 и 6)	
	0	24	++(1, 2, 4 и 6)	
C.albicans	0,1	24	-- (1, 2, 4, 6)	МПБ, Сабуро
	0,05	24	-- (1, 2) ++(4 и 6)	
	0,025	24	-- (1, 2) ++(4 и 6)	
	0,0125	24	-- (1, 2) ++(4 и 6)	
	0	24	++	
Pseudomonas aeruginosa	0,1	1	-	МПА
	0,05	1	+	
	0,025	1	+	
	0,0125	1	+	
	0	1	+	
P. aeruginosa	0,1	1	+	МПБ
	0,05	1	+	
	0,025	1	+	
	0,0125	1	+	
	0	1	+	
P. aeruginosa	0,1	2	-	МПА
	0,05	2	+	
	0,025	2	+	
	0,0125	2	+	
	0	2	+	
P. aeruginosa	0,1	2, 4 и 6	+,+	МПА, МПБ
	0,05	2, 4 и 6	+,+	
	0,025	2, 4 и 6	+,+	
	0,0125	2, 4 и 6	+,+	
	0	2, 4 и 6	+,+	

Продолжение таблицы 1.

P. aeruginosa	0,1	24	- (1, 2, 4 и 6)	МПБ
	0,05	24	- (1), + (2, 4 и 6)	
	0,025	24	- (1), + (2, 4 и 6)	
	0,0125	24	+ (1, 2, 4, 6)	
	0	24	+(1, 2, 4 и 6)	
Staphylococcus epidermidis	0,1	24	- (1, 2, 4 и 6)	МПА, МПБ
	0,05	24	+ (1, 2, 4, 6)	
	0,025	24	+ (1, 2, 4, 6)	
	0,0125	24	+ (1, 2, 4, 6)	
	0	24	+(1, 2, 4 и 6)	

Таблица 2.

Бактерицидное и фунгицидное действие наночастиц серебра водорастворимой нанобиокомпозиции

Тест-культура	C Ag ⁰ , г/л	Экспозиция, час	+ - наличие роста, - отсутствие роста тест культуры (в скобках-возраст культуры в среде с серебром, час)	Питательные среды
Streptococcus bovis	0,1	24	- (1, 2, 4 и 6)	МПА
St. bovis	0,1	24	- (1, 2, 4 и 6)	МПБ
St. bovis	0,05	24	- (1, 2, 4 и 6)	МПБ
Candida albicans	0,1	1	-	МПА
C. albicans	0,05	1	-	МПА
C. albicans	0,1	2	-	МПА
C. albicans	0,1	24	- (1, 2, 4) + (6)	МПА
C. albicans	0,05	24	- (1, 2) + (4 и 6)	МПА
C. albicans	0,025	24	- (1, 2) + (4 и 6)	МПА
C. albicans	0,1	24	- (1, 2, 4, 6)	МПБ
C. albicans	0,05	24	- (1, 2) + (4 и 6)	МПБ
C. albicans	0,025	24	- (1, 2) + (4 и 6)	МПБ
C. albicans	0,0125	24	- (1, 2) + (4 и 6)	МПБ
Pseudomonas aeruginosa	0,1	1	-	МПА
P. aeruginosa	0,1	2	-	МПА
P. aeruginosa	0,1	24	- (1, 2, 4 и 6)	МПБ
P. aeruginosa	0,05	24	- (1), + (2, 4 и 6)	МПБ
P. aeruginosa	0,025	24	- (1), + (2, 4 и 6)	МПБ
Staphylococcus epidermidis	0,1	24	- (1, 2, 4 и 6)	МПА

Примечание: полужирным курсивом выделены результаты, отражающие минимальные ингибирующие концентрации и экспозиции на двух средах с учетом возраста культуры.

Как видно из приведенных результатов, для всех тест-культур наиболее выраженный биоцидный эффект наблюдался при концентрации наночастиц серебра 0,05-0,1 г/л. Для *Streptococcus bovis* после 24-часовой экспозиции минимальная ингибирующая концентрация (МИК) наночастиц серебра составляла на среде МПА 0,1 г/л, на среде МПА – 0,05 г/л для тест-культур всех возрастов.

Значения МИК для *Candida albicans* были ниже: 0,025 г/л (МПА) и 0,0125 г/л (МПБ). Эти результаты хорошо согласуются с данными исследования [11].

На жидких питательных средах (МПБ и Сабура) бактерицидное действие наночастиц серебра проявлялось при более низких концентрациях, чем у соответствующих вариантов тест-культур, выращенных на МПА. Во всех вариантах наибольший эффект наблюдался для молодых 1,2-часовых культур. Особенно это отмечалось для *Candida albicans* и *Pseudomonas aeruginosa*.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что наиболее эффективная концентрация наночастиц серебра водорастворимой нанобиокомпозиции для большинства тест-культур составляла 0,05-0,1 г/л.
2. Наиболее выраженное бактерицидное и фунгицидное действие наблюдалось для молодых (1, 2 – часовых) культур *Candida albicans* и *Pseudomonas aeruginosa* (0,025 г/л и 0,0125 г/л).

Список литературы

1. Обухов А.В. Влияние колларгола на иммунные реакции *in vitro*/ Коллоидное серебро. Физико-химические свойства. Применение в медицине. – Новосибирск, 1992. – 153 с.
2. Савадян Э.Ш., Мельникова В.М., Беликова Г.П. Современные тенденции использования серебросодержащих антисептиков // Антибиотики и химиотерапия. – 1989. – №11. – С.874-878.
3. Баранова Е.К., Ревина А.А., Войно Л.И., Горбатюк В.И. Сравнение действия ионов и наночастиц серебра на клетки дрожжей и кишечной палочки (*E. coli*) // Наночастицы в природе. Нанотехнологии их создания в приложении к биологическим системам. Материалы 1-го Российского научно-методологического семинара (4 июня 2003 года). Москва. 2003. – С.53-60.
4. Нежинская Г.И., Копейкин В.В., Гмиро В.Е. Иммунотропные свойства высокодисперсного металлического серебра / Серебро в медицине, биологии и технике. – Новосибирск, 1995. – 184 с.
5. Егорова Е.М., Ревина А.А., Ростовщикова Т.Н., Киселева О.И. Бактерицидные и каталитические свойства стабильных металлических наночастиц в обратных мицеллах // Вестник МГУ. Сер. 2. Химия. – 2001. – Т. 42. – С.332-338.
6. Корневский А.А., Сорокин В.В., Каравайко Г.И. Взаимодействие ионов серебра с клетками *Candida utilis* // Микробиология. – 1993. – Т.62, вып. 6. – С.1085-1092.
7. Патент на полезную модель 10539 Украины, МКИ⁷ А 61 К 33/38, А 61 К 31/715. Способ получения водорастворимой бактерицидной композиции, содержащей наночастицы серебра / Юркова И.Н., Эстрела-Льопис В.Р., Рябушко В.И., Рябушко Л.И. - Заявлено 13.05.05; Опубл. 15.11.05. Бюл. №11.
8. Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines / Office International desepisootic (OIE), Ch. 1.1.4 Tests for sterility and freedom from contamination of biological materials. – 2000. – P. 24-31.
9. European Pharmacopoeia // Ch. 2.6.1 Biological tests. – 2001. - P. 73-79.
10. Скрипник В.Г., Пархоменко Н.А., Ординська Д.О., Кисельова Т.Ф., Поборська З.І. Біологічний контроль якості живильних середовищ, що застосовуються для виявлення сторонніх мікроорганізмів у біопрепаратах / Матеріали II Міжнародного конгресу спеціалістів ветеринарної медицини. Київ, 3-4 серпня 2004 р. – 2004. – С. 92-93.

11. Егорова Е.М., Ревина А.А., Ростовщикова Т.Н., Киселева О.И. Бактерицидные и каталитические свойства стабильных металлических наночастиц в обратных мицеллах // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. Химия. – 2001. – Т. 42, №5. – С. 332-338.

Пархоменко Н.А., Юркова И.Н., Рябушко В.И. Антибактеріальна і протимікробна дія водорозчинної нанобіокомпозиції на основі срібла і морських біополімерів // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 106-112.

Досліджено антибактеріальну і протигрибкову дію водорозчинної нанобіокомпозиції на основі срібла і морських біополімерів. Показано, що найбільш ефективна концентрація наночастинок срібла для більшості тіста-культур складала 0,05-0,1 г/л. Максимальний олігодинамічний ефект спостерігався для молодих (1, 2 – годинних) культур *Candida albicans* і *Pseudomonas aeruginosa* (0,025 г/л і 0,0125 г/л).

Ключові слова: наночастинки срібла, морські біополімери, тест-культури.

Parkhomenko N.A., Yurkova I.N., Ryabushko V.I. Antibacterial action of water-soluble nanocomposition on the basis of silver and marine biopolymers // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 106-112.

Antibacterial action of water-soluble nanocomposition on the base of silver and marine biopolymers was investigated. It is found that the biggest effective concentration of silver nanoparticles for most test-cultures was 0,05-0,1 g/l. A maximal oligodynamic effect was observed for the young (1, 2 – hours old) cultures of *Candida albicans* and *Pseudomonas aeruginosa* (0,025 g/l and 0,0125 g/l).

Keywords: nanoparticles of silver, marine biopolymers, test-cultures.

Пост упила в редакцію 26.04.2008 г.

УДК 581.524.13:581.526.52

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ *ARTEMISIA SANTONICA* L., *HALOCNEMUM STROBILACEUM* (PALL.) M.VIEB., ПРОЯВЛЯЮЩИЕ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ

Симагина Н.О., Глумова Н.В.

Аллелопатическая активность выделений галофитов обусловлена наличием полифенольных соединений, фенолкарбоновых кислот, дубильных веществ, флавоноидов. Общее содержание фенольных соединений в растениях *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Vieb. составляет 1260 мг/100 г, *Artemisia santonica* L. - 5410 мг/100 г. Концентрация фенольных соединений в тканях растений-доноров аллелопатических веществ коррелирует с аллелопатической активностью данных видов в исследуемых фитоценозах.

Ключевые слова: аллелопатическая активность, галофиты, фенольные соединения.

ВВЕДЕНИЕ

Выявление химической природы выделяемых растительными организмами соединений является необходимым этапом аллелопатических исследований [1, 2]. Химический состав растений определяется их систематическим филогенетическим статусом. Установлено, что повышение организации растения сопровождается усложнением его химического состава. Высокоорганизованным в филогенетическом отношении является семейство сложноцветных и особенно ряд представителей рода *Artemisia* L. [3].

Наиболее распространенными вторичными метаболитами высших растений являются соединения фенольной природы, зачастую оказывающие токсический эффект в сообществах растений [1, 4]. Они играют значительную роль в осуществлении аллелопатических эффектов в естественных и искусственных фитоценозах. Это вызвано широким распространением фенольных веществ в растительном мире, их высокой биологической активностью и относительной стойкостью к действию почвенной микрофлоры [5, 6].

Функции фенольных соединений в растениях, выступающих донорами аллелопатических ингибиторов, весьма разнообразны и еще далеко не до конца изучены [7]. Фенольные соединения принадлежат к компонентам электрон-транспортных цепей дыхания и фотосинтеза, выполняют роль регуляторов в процессах роста и развития, участвуют в разнообразных окислительно-восстановительных процессах растительной клетки, используются в качестве запасного энергетического материала. Характер действия этих соединений на растения-акцепторы определяется расположением гидроксильных групп в бензольном кольце [8, 9].

Фенольные соединения находятся в неактивной форме до тех пор, пока не подвергаются окислению. Началом аллелопатического воздействия можно считать момент вовлечения веществ растения-донора в метаболическую систему растения-акцептора, в данном случае ферментативное окисление фенолов. Необходимо учитывать, что в растениях-донорах образование активной формы фенолов – хинонов, происходит под действием аллелопатически активных соединений не только фенольной, но и любой иной природы. Выявлено избирательное действие фенолов в растениях-донорах и растениях-акцепторах [10].

Основной причиной, препятствующей проявлению токсического действия фенолов в растениях-акцепторах, является пространственное разделение ферментов, участвующих в окислении, и самих фенолов [11].

Подавляющая масса фенолов при нормальных физиологических условиях сосредоточена в вакуолярном соке, а фенолоксидазная активность проявляется в цитоплазме [12]. При нарушении избирательной проницаемости тонопласта изменяется внутриклеточная локализация веществ, фермент и субстрат вступают в контакт. В этом случае фенолы, полифенолы и продукты их окисления действуют как метаболические «яды». Блокирование сульфгидрильных групп является механизмом изменения функционального состояния мембран и нарушения обмена веществ [10].

Основной мишенью действия фенольных соединений в составе фитоэкскретов являются мембраны клеток. Фенолы изменяют проницаемость мембран для ионов и активность мембраносвязанных ферментов. Как следствие этих событий наступают изменения в энергетических и метаболических процессах. При продолжительном воздействии происходит ингибирование роста растения-акцептора, обусловленное влиянием на деление и элонгацию клеток, а также деструктивные изменения [9].

Цель исследования состояла в изучении аллелопатически активных веществ *Artemisia santonica* L., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. фенольной природы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования – наиболее аллелопатически активные виды галофитных сообществ *Artemisia santonica* L., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. Для химического анализа отбирались растения в районе соленого озера Сасык (С-3 Крым).

Количественное содержание отдельных фракций фенольного комплекса определяли с использованием метода Г.М.Федосеевой [13]. Экстракцию фенольного комплекса из сырья осуществляли 50% этанолом на кипящей водяной бане с обратным холодильником. Извлечение проводили многократно, до истощения сырья (проба с хлорным железом). Объединенные спиртовые экстракты упаривали, неполярные, липофильные вещества извлекали хлороформом и петролейным эфиром. Остаток перерастворяли в 50% этаноле и определяли суммарное содержание фенольных соединений перманганатным методом [14].

Дубильные вещества осаждали 5% раствором желатина (на холоде). После удаления осадка дубильных веществ в фильтрате определяли суммарное содержание флавоноидов и фенолкарбоновых кислот перманганатным методом. Количество дубильных веществ рассчитывали по разнице между суммарным

содержанием полифенолов и суммарным содержанием флавоноидов и фенолкарбоновых кислот.

Количественное содержание флавоноидов устанавливали спектрофотометрически. Для этого к 2 мл исходного спиртового раствора добавляли 2 мл 2% раствора хлорида алюминия и 6 мл 5% раствора ацетата натрия. В контроль вместо 2 мл 2% раствора хлорида алюминия добавляли 2 мл воды. В случае помутнения растворов их центрифугировали при 120000 об/мин, в течение 30 минут. Через 2,5 часа после начала реакции измеряли оптическую плотность на спектрофотометре СФ-46 ("Ломо", Россия) при 440 нм, в кювете с толщиной слоя 10 мм.

Содержание суммы флавоноидов (мг/100 г) в пересчете на рутин ($C_{27}H_{30}O_{16}$) находили по формуле [15]:

$$x = \frac{k \cdot (D - D_1) \cdot V_p \cdot 100}{m}$$

где k – коэффициент пересчета по калибровочной кривой, построенной по рутину (коммерческий препарат Rutin фирмы "Fluka", Швейцария), $k = 0,655$; D – оптическая плотность опытного раствора;

D_1 – оптическая плотность контрольного раствора;

V – объем спиртовой вытяжки, см³;

p – степень разведения;

m – масса навески растительного материала, г.

Определение содержания эфирного масла в растении проводили способом гидродистилляции методом Гинзберга [16]. Компонентный состав эфирного масла устанавливали с помощью хроматомасс-спектрометрии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследований было установлено общее содержание фенольных соединений у наиболее аллелопатически активных видов галофитных сообществ. В растениях *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. этот показатель составляет 1260 мг/100 г, тогда как у *Artemisia santonica* L. 5410 мг/100 г.

Поскольку фенольные соединения являются одними из наиболее агрессивных аллелопатических агентов и их суммарный уровень в растении-доноре может быть одним из интегральных критериев оценки аллелопатического потенциала вида, нами был проведен сравнительный анализ литературных и собственных данных количественного содержания этих веществ. В растениях *Artemisia santonica* L. содержится в 5 раз больше фенольных соединений, по сравнению с другими аллелопатически активными видами [17, 18]. Это обуславливает значительный аллелопатический потенциал *Artemisia santonica* L.

Обнаружено, что концентрация фенольных соединений в тканях растений-доноров аллелопатических веществ коррелирует с аллелопатической активностью данных видов в исследуемых фитоценозах. Так, ингибирующее действие *Artemisia santonica* L. на морфометрические параметры *Salicornia europaea* L. в зоне фитогенного поля существенно выше, чем в фитогенном поле *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb.

Интерес представляет локализация фенольных соединений по органам *Artemisia santonica* L., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. Сравнительный анализ содержания фенольных соединений в подземных и надземных органах *Artemisia santonica* L. составляет 2510 мг/100 г и 2900 мг/100 г, что свидетельствует о неспецифичности действия выделений надземных и подземных вегетативных органов. Принципиально возможно передвижения фенольных соединений из листьев. Однако растению энергетически более выгодно транспортировать из листьев стандартные ассимиляты и уже на месте синтезировать из них разнообразные более сложные структуры [6].

Распределение фенольных соединений в органах *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. происходит неравномерно. Так в надземных органах *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb., которые представляют собой сросшиеся со стеблем метаморфизированные листья, фенольных соединений в 2 раза больше, чем в подземных – соответственно 840 мг/100 г и 420 мг/100 г.

Разные фракции фенольных соединений проявляются специфично в растениях-донорах и растениях-акцепторах аллелопатически активных веществ. При выделении фракций фенольного комплекса *Artemisia santonica* L. было установлено, что значительную долю составляют полифенольные соединения (рис. 1). Было установлено, что количественное содержание данных веществ в подземной и надземной частях *Artemisia santonica* L. составляет 1260 мг/100 г и 1450 мг/100 г соответственно. Фракция полифенольных соединений в 4,5 раза больше по объему у *Artemisia santonica* L., чем у *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb.

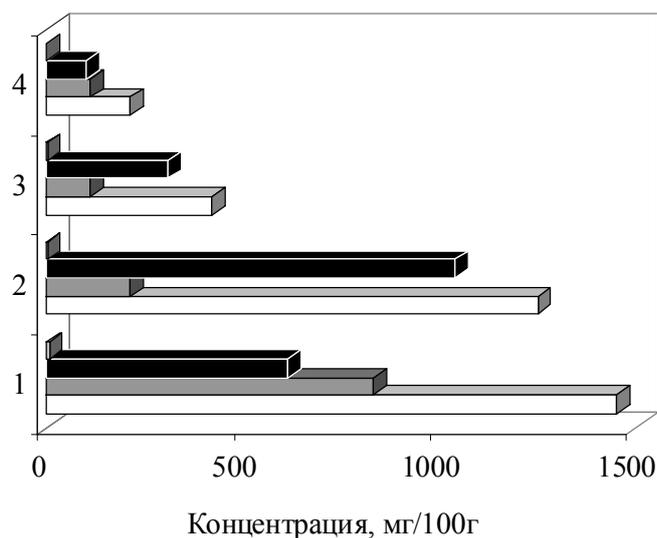
Распространение и роль некоторых полифенолов в растениях рассматривал Э.Унгер [6]. В.И.Кефели, Р.Х.Турецкая [19] в своих исследованиях показали участие полифенолов в ростовых процессах путем взаимодействия с нативными ауксинами. Ряд авторов считает, что некоторые полифенолы изменяют активность комплексного фермента – ауксиноксидазы, в состав которого входит полифенолоксидаза, а также могут быть предшественниками гетероауксина [20].

Следующей была выделена фракция дубильных веществ, которая составляла в подземных органах *Artemisia santonica* L. 210 мг/100 г, а в надземных 830 мг/100 г. В литературе отмечается, что дубильные вещества полыней недостаточно изучены [3]. Для некоторых видов выявлены дубильные вещества, относящиеся к пирогалловому типу [9]. В *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. содержание дубильных веществ в подземной и надземной частях растения было одинаковым – 110 мг/100 г, однако значительно меньшим, чем в соответствующих органах *Artemisia santonica* L.

В акцепторных растениях дубильные вещества могут изменять проницаемость протоплазмы, денатурировать белки, взаимодействовать с металлами [21]. А.М.Гродзинский отмечал, что поглощение дубильных веществ растениями происходит медленно, так как они имеют крупные молекулы и снижают проницаемость плазмы [1].

В состав фенольного комплекса *Artemisia santonica* L. и *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. также входят фенолкарбоновые кислоты. Количественное содержание в подземных и надземных органах *Artemisia santonica* L. составляет 1038 мг/100 г и 614 мг/100 г соответственно. Представленность фенолкарбоновых

кислот в *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. отличается от таковой в *Artemisia santonica* L. и составляет в подземных органах 99,8 мг/100 г и надземных органах 310 мг/100 г. Такое соотношение веществ этой фракции в различных органах *Artemisia santonica* L. согласуется с литературными данными о распределении аллелопатически активных веществ в растениях [22]. Это определяет органы, ответственные за создание аллелопатического потенциала вида. Активное вегетативное размножение способствует насыщению ризосферного грунта большим количеством придаточных корней. Поэтому важная роль в выполнении аллелопатической функции, направленной на завоевание позиции вида в ценозе, принадлежит корневой системе.



- 1 – *Artemisia santonica* L., надземные органы
- 2 – *Artemisia santonica* L., подземные органы
- 3 – *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb., надземные органы
- 4 – *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb., подземные органы

Рис. 1 Содержание фенольных соединений в *Artemisia santonica* L., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb.

Фенолкарбоновые кислоты – самые активные ингибиторы фенольной природы, легкодоступные для растений и стойкие в грунте [1]. Фенолкарбоновые кислоты влияют на проницаемость мембран, синтез белков, липидов, хлорофилла, интенсивность дыхания, фотосинтез, энергетический обмен, водный потенциал, повышают иммунитет растений. Под влиянием полифенолоксидазы и пероксидазы фенолкарбоновые кислоты образуют хиноны, которые обладают фитотоксичностью и летучестью. Суммарный уровень свободных фенолкарбоновых кислот может быть также одним из важных критериев оценки аллелопатического потенциала вида [9, 17].

В фенольном комплексе исследуемых галофитов наименьшую долю составляла фракция флавоноидов. В молекулах флавоноидов имеется два бензольных ядра, соединенных трехуглеродным фрагментом, следовательно, флавоноиды являются производными дифенилпропана. Большинство из них могут также являться производными хромона или флавона. В группе флавоноидов найдены регуляторы электронного переноса и фосфорилирования дыхательной и фотосинтетической электрон-транспортных цепей [23, 9]. D.E.Moreland, V.P.Novitzky обнаружили, что мишенью действия флавоноидов является аденозотрифосфатаза хлоропластов [24].

Согласно калибровочному графику количественное содержание фракции флавоноидов в подземных и надземных органах *Artemisia santonica* L., составляет 1,6 мг/100 г и 6,3 мг/100 г соответственно.

Л.К.Клыщев, Л.С.Алюкина, Т.В.Ряховская отмечают, что у видов рода *Artemisia* недостаточно изучено количественное содержание флавоноидов из-за отсутствия систематических исследований в данном направлении [3]. Известно, что представители данного рода по этому показателю отличаются довольно резко. Наибольшее количество флавоноидов имеют виды рода *Dracunculus*, наименьшее – представители *Artemisia*. Для некоторых видов выявлены отдельные соединения этого сложного комплекса [3, 6].

В подземных органах *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. содержалось 0,2 мг/100 г флавонолов, надземных – 0,4 мг/100 г. Эти показатели в 8-15 раз превышают таковые у *Artemisia santonica* L. Такая тенденция распределения соединений данной фракции возможно обусловлена тем, что они могут являться промежуточными компонентами в биосинтезе ароматических соединений, входящих в состав эфирных масел *Artemisia santonica* L.

Виды рода *Artemisia* содержат главным образом соединения терпеноидной и фенольной природы. Оба класса соединений возникают в процессе биосинтеза и имеют общих предшественников [6].

В физиологически активных тканях высших растений фенольные соединения находятся в вакуолях в виде гликозидов [9]. Тритерпеновые гликозиды принадлежат к классу физиологически активных веществ, которые имеют широкий спектр действия [6]. Методами тонкослойной хроматографии в спиртовых экстрактах надземной части *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. (концентрация 1:10; 1:50) были обнаружены тритерпеновые гликозиды, связанные с сахарами. В разделительной смеси хлороформ – этиловый спирт (15:1) при детектировании ультрафиолетовым светом с длиной волны 366 нм обнаружили агликонные части гликозидов в надземной и подземной частях *Artemisia santonica* L.

Высокая аллелопатическая активность летучих выделений обусловила необходимость изучения содержания и состава эфирного масла *Artemisia santonica* L. Было установлено, что большая часть эфирного масла содержится в стеблях и листьях – 61%, в корнях – 1%, в цветках – 28%, в плодах – 10%. Некоторыми авторами отмечается, что качественный состав эфирного масла представителей рода *Artemisia* L. относительно постоянен, изменениям подвержено количественное соотношение фракций. В теплых и аридных условиях главную фракцию составляют монотерпены [25, 26]. Более сложный состав соответствует

большой вариабельности условий произрастания. В ходе исследований выявили, что основными компонентами эфирного масла *Artemisia santonica* L. являются цинеол - 13%, мирцен - 10,9%, п-цимол, пинен (1,99%), гераниол.

Таким образом, накопление фенольных соединений в пределах зоны влияния растения-донора аллелопатических веществ (*Artemisia santonica* L., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb.) затрудняет заселение участков другими растениями, что вносит вклад в формирование структуры галофитных сообществ.

ВЫВОДЫ

1. В ходе исследований было установлено общее содержание фенольных соединений у наиболее аллелопатически активных видов галофитных сообществ *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. - 1260 мг/100 г, *Artemisia santonica* L. - 5410 мг/100 г.
2. Сравнительный анализ содержания фенольных соединений в подземных и надземных органах *Artemisia santonica* L. составляет 2510 мг/100 г и 2900 мг/100г, что свидетельствует о неспецифичности действия выделений надземных и подземных вегетативных органов.
3. Распределение фенольных соединений в органах *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. происходит неравномерно: в надземных органах фенольных соединений в 2 раза больше, чем в подземных – соответственно 840 мг/100 г и 420 мг/100 г.
4. Установлено, что концентрация фенольных соединений в тканях растений-доноров аллелопатических веществ коррелирует с аллелопатической активностью данных видов в исследуемых фитоценозах.

Список литературы

1. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоугнетение. – К.: Наукова думка, 1991. – 294 с.
2. Кондратьев М.Н. Биохимические взаимодействия между растениями в агрофитоценозах: Учебное пособие для студентов агр. специальностей. – М.: МСХА, 2001. – 61 с.
3. Клышев Л.К., Алюкина Л.С., Ряховская Т.В. Фенольные соединения полыней Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 159 с.
4. Мороз П.А., Комиссарченко Н.Ф. Аллелопатическая активность некоторых фенольных соединений // Роль токсинов растительного и микробного происхождения в аллелопатии. – К.: Наукова думка, 1983. – С.188- 122.
5. Гродзинский А.М., Мороз П.А., Комиссарченко Н.Ф., Осипова И.Ю., Аллелопатическая роль фенольных веществ // Тезисы докладов всесоюзного симпозиума по фенольным соединениям. Секция биохимии и физиологии. – Таллин, 1987. – С. 31-33.
6. Запрометов М.Н. О функциональной роли фенольных соединений в растениях // Физиология растений. – 1992. – Т. 39, № 6. – С. 1197- 1207
7. Blum U., Shafer S.R., Lehman M.E. Evidence for inhibitory allelopathic interactions involving phenolic acids in field soils: Concepts vs. experimental model // Crit. Rev. Plant. – 1999. – Vol. 18. – P. 637–693.
8. Месхи А.Б., Джохадзе Д.И. Некоторые особенности действия простых фенолов на жизнедеятельность различных систем // Физиология растений. – 1973. –Т.20, №6. – С. 1253- 1256
9. Рощина В.Д., Рощина В.В. Выделительная функция высших растений. – М.: Наука, 1989. – 173 с.
10. Стом Д.И. Аллелопатия и гипотеза о хинонах как активной форме полифенолов // Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. – К.: Наукова думка, 1975. – Вып. 6. – С. 8-11.

11. Redolfi P.A., Cantisani S.P. Unusual phenolic compounds in the hypersensitive reaction of *Gomphrena globosa* to tomato bushy stunt Virus // *Phytopathology*. – 1978. – Vol. 93, № 4. – P. 325-335.
12. Кретович В.Л. Основы биохимии растений. – М.: Высшая школа, 1971. – 464с.
13. Способы определения полифенольных соединений: А. с. № 1215708 / Федосеева Г.М. - Новосибирск, 1986
14. Петров К.П. Методы биохимии растительных продуктов. – К.: Вища школа, 1978. – 224 с.
15. Методы биохимического исследования растений / Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П.: 3 е издание перераб. и допол. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430с.
16. Методы биохимического анализа эфиромасличных растений / под редакцией А.Н. Карпачевой.- Симферополь: ВНИИ эфиромасличных культур, 1972. –100 с.
17. Машковська С.П. Алелопатичні та біохімічні особливості роду Чорнобривці (*Tagetes* L.): Дис. ... канд. біол. наук: 03.00.12. / Национальний ботанічний сад ім. М.М. Гришка. – К., 2002. – 165 с.
18. Павлюченко Н.А. Алелопатические особенности *Syringa vulgaris* L.: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12 / Институт физиологии растений и генетики НАН Украины. – К., 2003. – 20 с.
19. Кефели В.И., Турецкая Р.Х. О механизме действия природных ингибиторов на рост растений // *Успехи современной биологии*. – 1964. – Т.57, № 1. – С. 99-114.
20. Угрехелидзе Д.Ш. Влияние одноядерных фенолов на ауксиновый обмен в корнях кукурузы // *Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах*, – К.: Наукова думка, 1974.– Вып.5. – С. 44-46.
21. Гродзинский А.М., Головки Э.А., Горобец С.А. Экспериментальная аллелопатия. – К.: Наукова думка, 1987. – 233 с.
22. Дзюба О.І. Фізіологічні та біохімічні особливості рододендрона жовтого (*Rhododendron luteum* Sweet): алелопатичний аналіз: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.12 / Інститут фізіології рослин і генетики. – К., 2001. – 20 с.
23. Stenlid G. Flavonoids as inhibitors of the formation of adenosine triphosphate in plant mitochondria // *Phytochemistry*. – 1970. – Vol. 9, № 11. – P. 2251-2256.
24. Moreland D.E., Novitzky W.P. Interference by luteolin, quercetin and taxifolin with chloroplast – mediated electron transport // *Plant and Soil*. – 1987. – Vol. 98, № 1. – P. 145-159
25. Самойлова Г.В. К изучению содержания флавоноидов у полыней Омской области // *Ученые записки биологического факультета ОмГПУ*. – 1997. – № 2, ч. 1. – С. 9-12.
26. Vajs V., Zivković T., Djoković D., Glišić O., Stevanović B. Variation in composition and content of essential oils of *Artemisia* species in relation to environmental conditions// *Bulg. J. Plant Physiol*. – 1998. – Spec. issue. – P. 325.

Симагина Н.О., Глумова Н.В. Фенольні сполуки *Artemisia santonica* L., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb., що проявляють алелопатичну активність // *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”*. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 113-120.

Алелопатична активність виділень зумовлена наявністю поліфенольних сполук, фенолкарбонових кислот, дубильних речовин, флавоноїдів. Загальний вміст фенольних сполук у рослинах *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. становив 1260 мг/100 г, *Artemisia santonica* L. - 5410 мг/100 г. Це корелює з їх алелопатичною активністю в фітоценозах.

Ключові слова: алелопатична активність, галофіти, фенольні сполуки.

Simagina N.O., Glumova N.V. Phenol substances of *Artemisia santonica* L., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. with allelopathic activity // *Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry»*. – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 113-120

Allelopathic activity of excretion of halophytes is caused by the presence of polyphenolic substances, phenolcarboxylic acids, tannins, flavanoids. Total content of phenol substances of *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. is 1260 мг/100 г, *Artemisia santonica* L. - 5410 мг/100 г. It correlates with their allelopathic activity in phytocoenosis.

Keywords: allelopathic activity, halophytes, phenol substances.

Пост упила в редакцію 28.04.2008 г.

УДК 371.389.4:371.39:616.073

ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ШКОЛЬНИКОВ В ИННОВАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ ОБУЧЕНИЯ

Собянина Г.Н.

Работа посвящена оценке уровня физического здоровья школьников, обучающихся по инновационной технологии. В ходе исследования было выявлено, что использование здоровьесберегающей методики в образовательном процессе способствует гармонизации физического развития школьников.

Ключевые слова: школьники, инновационная образовательная технология В.Ф. Базарнова, физическое развитие.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях экологического и социального неблагополучия в большинстве регионов Украины чрезвычайно остро стоит проблема сохранения и укрепления здоровья подрастающего поколения. Анализ литературных источников показывает, что рост хронических заболеваний и функциональных расстройств среди подростков чаще всего связывается с процессом обучения [1 – 4]. При всём многообразии причин ослабляющих здоровье школьников, главной, всё же, следует назвать снижение психомоторной активности за счёт традиционных принципов организации учебного процесса. Успешность обучения в школе достигается у ребенка ценой постоянного психоэмоционального напряжения, большой зрительной работой и преобладанием в учебной деятельности статического компонента [5]. Следствием этого является нарушение оптимального баланса между учебной нагрузкой и возрастными адаптивными возможностями, со временем приводящими к функциональным расстройствам организма, к прогрессированию заболеваний на фоне кумуляции утомления [6 – 9]. Эпидемия школьных форм патологий, приходящихся на период созревания организма, может рассматриваться как база ухудшения здоровья последующих поколений [10, 11].

Поиск путей совершенствования организации учебного процесса привел к появлению новых оздоровительных технологий, направленных на компенсацию повышенных психоэмоциональных нагрузок, снятия синдрома гиподинамии в условиях традиционного обучения. В этой связи может быть полезен опыт использования здоровьесберегающей методики, предложенной проф. В.Ф. Базарным [12].

О влиянии новых форм образовательных технологий на формирование и сохранение стабильного уровня здоровья можно судить только при помощи динамического мониторинга организма школьников. В свою очередь, оценка эффективности воздействия инновационного обучения возможна при изучении физического развития подростков.

Целью работы явилось изучение влияния инновационной технологии на физическое развитие детей среднего и старшего школьного возраста.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Мониторинг физического состояния учащихся проводился на базе СОШ № 7 г. Ялта, активно использующей в учебном процессе методику В.Ф. Базарнова. Под наблюдением находилось 150 школьников в возраст от 12 до 16 лет. До включения в исследование подростки методом случайной выборки были разделены на основную и контрольную группы, которые были сопоставимы по возрасту и полу. Школьники контрольной группы занимались по традиционной образовательной программе при обычном двигательном режиме. Подростки основной группы обучались по инновационной технологии проф. В.Ф. Базарнова. Учебные занятия проводились в режиме смены динамических поз, для чего использовалась ростомерная мебель с наклонной поверхностью – конторки и парты. Часть урока ученик сидел за партой, другую часть стоял за конторкой. Режим продолжительности стояния дети отрабатывали сами.

Исследование физического развития школьников осуществлялось с помощью антропометрических методов. В качестве исследуемых показателей использовали длину и массу тела. На основе полученных показателей рассчитывали ряд индексов, позволяющих проводить сравнительную оценку уровня физического здоровья подростков. Качественную оценку физического развития производили с помощью центильных таблиц, используя двухмерный квадрат гармоничности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При сравнении показателей физического развития школьников основной и контрольной группы на начальном этапе исследования, можно отметить статистически незначимое различие ($p > 0,05$) морфофункциональных параметров во всех возрастно-половых группах. Обнаружено, что линейный рост и масса тела подростков практически не отличался от возрастных норм.

Известно, что сравнивать физическое развитие подростков лучше не по среднеарифметическим показателям, а по качественному уровню развития детей. Поэтому, качественную оценку физического развития производили с помощью центильных таблиц, используя двухмерный квадрат гармоничности.

Анализ показателей физического развития мальчиков свидетельствует о том, что около половины детей (в среднем 42 % – в 12-тилетнем возрасте и 38 % в 14 лет) гармонично физически развиты. У остальных подростков констатировалось повышенное (около 18 % у младших школьников и 45 % у старших) и пониженное (25 % и 13 % соответственно) физическое развитие за счет снижения или повышения массы тела.

Оценка уровня физического развития девочек показала, что в среднем у 54 % девочек 12 лет и 44 % 14 лет отмечалось хорошее физическое развитие. У старших школьниц выявлено большее число (40 %) девушек с чрезмерным развитием, в младшей возрастной группе этот показатель был зарегистрирован на уровне 24 %.

Отставание в физическом развитии было зарегистрировано у 21 % девочек 12 лет и 15 % у 14-тилетних школьников.

При сравнении средних величин антропометрических измерений на заключительном этапе исследования было зарегистрировано достоверное увеличение показателей роста тела мальчиков основной группы младшего на 5,83 % ($p < 0,01$) и старшего школьного возраста на 4,11 % ($p < 0,01$). Значимое увеличение этого показателя было зарегистрировано в контрольной группе младших школьников на 6,41 % ($p < 0,001$). Происходит так называемый второй перекрест кривых роста в физическом развитии мальчиков 14-15 лет. Обращает на себя внимание, то, что заметно увеличился показатель роста у младших школьников. Вероятнее всего, значительное влияние на подростков 12-13 лет оказали процессы акселерации, характеризовавшиеся выраженной астенизацией (преимущественным увеличением роста тела при незначительном увеличении массы тела).

Необходимо отметить, что при качественной оценке физического развития по мере взросления процент мальчиков с удовлетворительным развитием увеличивался, при чем в основной группе эта тенденция более выражена (рис. 1). Наибольший удельный вес учащихся с гармоничным развитием (75 %) отмечался в возрасте 15 лет, в 13 лет этот показатель был зарегистрирован на уровне 70 %. В контрольных группах процент мальчиков с удовлетворительным физическим развитием составил 42 % и 45 % соответственно.

Снижение показателей чрезмерного развития у подростков основных групп было зафиксировано до 15 % у младших и до 20 % у старших школьников. В контрольной группе также отмечено снижение числа детей с чрезмерным развитием - до 34 % у десятиклассников, у младших школьников регистрировалось увеличение до 20 %.

Для подростков основной группы характерным явилось существенное уменьшение удельного веса подростков со сниженным физическим развитием по сравнению с исходным уровнем – до 5 % у старшеклассников и 15% – у младших школьников.

Иная картина наблюдалась в контрольной группе, в которой регистрировалось незначительное снижение процента ретардации до 35 % в 13-летнем возрасте и значительное его возрастание (до 24 %) у подростков 15 лет. Такую реакцию следует расценивать, на наш взгляд, проявлением функциональной задержки физического развития, вероятнее всего, связанного с нейроэндокринной дискоординацией организма.

Заметные сдвиги в сторону увеличения в показателях роста тела произошли у младших ($p < 0,01$) и старших девочек ($p < 0,05$) основной группы. Прогрессивный характер изменения ростового показателя ($p < 0,01$) наблюдался и у девочек контрольной группы 12-13 лет. Выраженное доминирование увеличения ростовых характеристик во всех возрастных группах девочек может быть объяснено возрастанием темпов акселерации школьниц. Динамика изменений показателя массы тела у девочек во всех группах была выражена в меньшей степени - прирост массы тела обнаружен у девочек в возрастном диапазоне 12-13 лет; в других

группах регистрировалось его незначительное увеличение и даже снижение. Вероятно, и на девочек, таким образом, накладывался отпечаток процесса астенизации, присущий нынешнему поколению подростков.

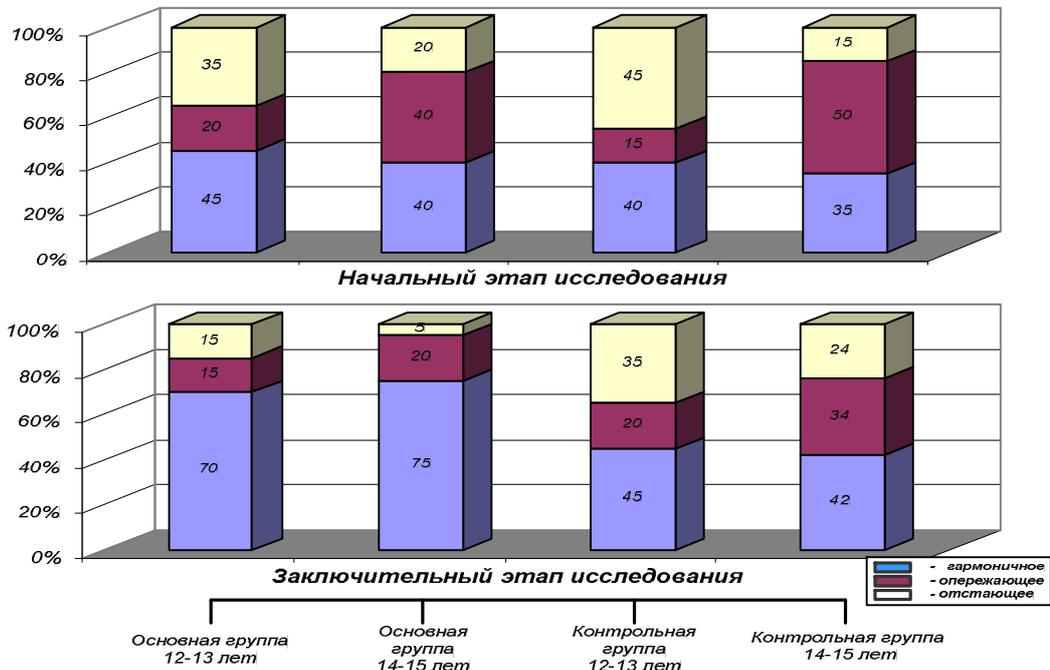


Рис.1. Качественная оценка физического развития мальчиков основной и контрольной группы на начальном и заключительном этапах исследования (в % относительно исходного уровня)

Качественная оценка показателей физического развития девочек основной группы свидетельствовала о том, что преобладающее их большинство (85 % в 13 лет и 62 % в 15 лет) гармонично физически развиты (рис.2).

У 15 % и 38 % подростков констатировалось чрезмерное физическое развитие. Отставание от возрастных норм на заключительном этапе исследования у девочек основной группы зарегистрировано не было.

У девушек контрольной группы качественный эквивалент физического развития во всех возрастных группах был зарегистрирован значительно ниже сверстниц (64 % у старшекласниц и 56 % у младших школьниц). Снижение параметра чрезмерного физического развития до 37 % констатировалось у девочек в старшем возрасте, тогда как у девочек младшего возраста этот показатель незначительно возрастал (до 22 %). Тенденция к ретардации была зарегистрирована в 14 % и 7 % случаев.

Качественная оценка уровня физического развития школьников в возрастнополовом аспекте свидетельствует о том, что с возрастом процент мальчиков и девочек с гармоничным развитием увеличивается. При этом интенсивность

возрастания этих параметров характерна для мальчиков в возрасте 15 лет, тогда как ускорение развития девочек проявлялось в 13 лет. Таким образом, внедрение специфического фактора в процесс обучения совпало с возрастным периодом наиболее интенсивных процессов роста и развития подростков – пубертатом. Однако следует заметить, что наибольший удельный вес учащихся с хорошим физическим развитием регистрировался в группах, обучающихся по инновационной методике. Это указывает на то, что использование инноваций в образовательном процессе в этот период, не только не внесло десинхронизации в процессы роста подростков, но и способствовало гармонизации физического развития.

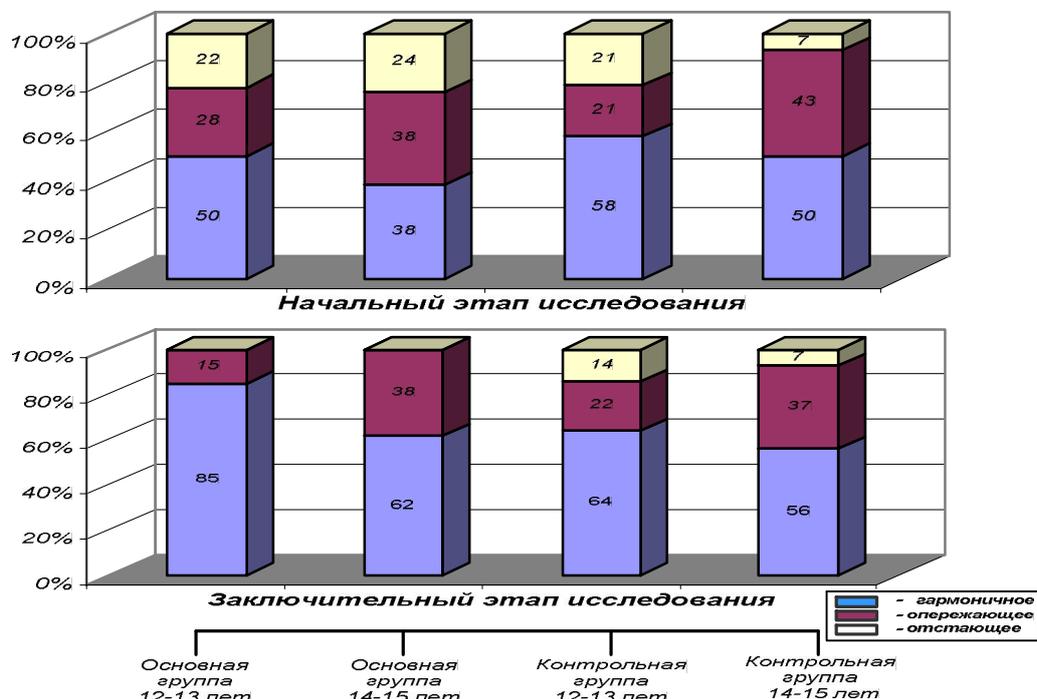


Рис. 2. Качественная оценка физического развития девочек основной и контрольной группы на начальном и заключительном этапах исследования (в % относительно исходного уровня)

ВЫВОДЫ

1. Анализ статистических параметров основных антропометрических признаков позволяет судить об особенностях физического развития подростков в условиях вариативных образовательных технологий.
2. Использование инновационной образовательной методики по В.Ф. Базарному в образовательном процессе в пубертатный период, не только не вносит дисбаланса в процессы роста подростков, но и способствует гармонизации физического развития школьников.

Список литературы

1. Быков Е.В., Исаев А.П., Харитонов В.И. Онтогенетические аспекты взаимосвязи физического развития, состояния кардиореспираторной системы и стресс - напряжения учащихся школ //Физическая культура: воспитание, образование, тренировка, 2000. - №3.- С.46-49.
2. Ильин А.Г., Агапова Л.А. Функциональные возможности организма и их значение в оценке состояния здоровья подростков // Гигиена и санитария.- 2000.- №5.- С.43-45.
3. Иванов В. Методичний підхід в організації і підвищенні ефективності початкових занять фізкультурою //Фізвиховання в школі.- 2000.- №3.- С.18-20.
4. Копосова Т.С., Барашков В.А., Звягина Н.В. и др. Морфофункциональное развитие ребенка и адаптация к режиму обучения в школе // Экология человека.- 2000. -№1.- С.55-57.
5. Алифанова Л.А. Влияние двигательной активности в процессе академического урока на физическое развитие школьников // Педиатрия.- 2002. - №6.- С.12-13.
6. Заенчик В.М., Сергеева О.В. Эколого - валологический компонент в образовательной области «Технология» // Школа и производство.- 2001.- №3.- С.10-13.
7. Лебедева Н.Т. Школа и здоровье учащихся. - Мн., 1998.- 221с.
8. Школа здоровья реализация здоровьесберегающих технологий в образовательных учреждениях для детей – сирот и детей, оставшихся без попечения родителей В 2-х т./Под общ. ред. И.В. Кузнецовой. - М.: ЗАО «МТО ХОЛДИНГ», 2003.-С.32-35.
9. Попов С.В. Валеология в школе и дома. СПб.: Союз, 1997-256с.
10. Heller J., Bartunkova S., Havliikovi L. Determinants of anaerobic performance in prepubertal boys // Physiol .Res.- 1997.- V. 46,№ 2.- P.P29.
11. Pöls Margareet A., Peetens Petra H.M. Methodological aspects of physical activity assessment in epidemiological studies // Eur. J. Epidemiol.- 1998.- 14,№ 1.- P.63-70.
12. Базарный В.Ф. Методология оздоровления детей и подростков.- Сборник научно-методических и информационных материалов для медицинских работников службы формирования здорового образа жизни.- М., 1994.- С.46-55.

Собянина Г.М. Оцінка фізичного розвитку школярів в інноваційних умовах навчання // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 121-126.

Робота присвячена оцінці рівня фізичного здоров'я школярів, що навчаються за інноваційною методикою. В ході дослідження було виявлено, що використання інноваційної технології в освітньому процесі сприяє гармонізації фізичного розвитку школярів.

Ключові слова: школярі, інноваційна освітня технологія, фізичний розвиток

Sobyayina G.N. The appraisal of scholar's physical development under innovation conditions of study // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 121-126.

The work is dedicated to the appraisal of the physical health level of scholar's studied by innovation technologies. In the course of research it had been showed up that the use of the health saving methods in educational process favors the organization of the scholar's physical development.

Keywords: scholars, innovative educations technologies, the physical health

Пост упила в редакцію 26.03.2008 г.

УДК 581.9

КЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ РЕДКИХ ВИДОВ ФЛОРЫ КРЫМА IN VITRO: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Теплицкая Л.М., Бугара А.М., Скляренко Д.А., Сидякин А.И.

Показана перспективность использования различных приемов микроклонального размножения для сохранения генофонда редких и исчезающих видов флоры Крыма. Для ряда видов разработаны эффективные способы размножения в культуре *in vitro* и создана коллекция пересадочных культур.

Ключевые слова: культура тканей *in vitro*, микроклональное размножение, каллусная культура

Длительное время приоритетными объектами биотехнологических исследований были различные виды, сорта и гибриды культурных растений [1 – 3]. Виды дикорастущей флоры в меньшей степени привлекались для подобных исследований. В последнее десятилетие в мире наметилась тенденция к использованию для охраны растительных ресурсов биотехнологических методов, основанных на культивировании клеток, тканей и органов растений в контролируемых условиях *in vitro*. Эти методы становятся составляющей общей стратегии сохранения генофонда растений. Клонирование и размножение наиболее редких и ценных в хозяйственном отношении дикорастущих видов, создание генетических банков на основе пересадочных культур и криобанков, получение биомассы, как источника ценных биологически активных веществ – все это различные направления биотехнологии, позволяющие сохранить генофонд растительных ресурсов [1, 4, 5]. Однако, эти методы пока не нашли применение для сохранения биоразнообразия растительных ресурсов крымского полуострова. Главная причина такого положения заключается в недостаточной изученности биологических особенностей дикорастущих видов, их жизненных репродуктивных стратегий, а также ряда теоретических и методических аспектов, связанных с моделированием и регуляцией морфогенетических процессов в культуре тканей и органов *in vitro*. При этом главной проблемой является подбор оптимального типа экспланта и создание условий для реализации его морфогенетического потенциала в условиях *in vitro*, экспериментальное моделирование процесса регенерации и получения жизнеспособных растений.

Другой аспект использования биотехнологии для сохранения растительных ресурсов связан с проблемой замены дикорастущих растений (лекарственного сырья) на биомассу культивируемых *in vitro* клеток. Преимуществами использования культивируемых клеток являются: возможность получения биологически активных веществ исчезающих и эндемичных видов, получение высокопродуктивных клеточных штаммов, экологически чистых с заданными параметрами роста и метаболизма. Клеточные технологии внедрены во многих

странах мира, а также в Украине. В настоящее время на уровне лабораторных и промышленных регламентов получают гликозиды, алкалоиды, нафтохиноновые и другие соединения, представляющие ценность для медицины, пищевой и парфюмерно-косметической промышленности [9].

Разработка биотехнологических методов в целях сохранения и рационального использования дикорастущих видов флоры Крыма проводится в ТНУ им. В.И. Вернадского, на базе биотехнологического центра и кафедры физиологии растений и биотехнологии.

При выборе объектов исследований мы ограничились видами первой и второй категории редкости, внесенными в Красную книгу Украины и в списки международной Конвенции по торговле представителями дикой флоры и фауны [6 – 8].

Среди существующих биотехнологических подходов наиболее важное значение имеют методы размножения растений, основанные на использовании техники *in vitro*.

В связи с этим целью работы была разработка методов клонирования (размножения) некоторых редких и исчезающих видов флоры Крыма и создание банка клеточных культур для сохранения генофонда и как потенциального источника ценных биологически активных соединений..

Объектами исследования служили редкие, исчезающие и лекарственные виды растений флоры Крыма, относящиеся к различным семействам: Fabaceae (*Onobrychis pallasii* M. Bieb. и *Anthyllis taurica* Juss.), Asteraceae (*Artemisia dracunculus* L.), Orchidaceae, Rosaceae (*Crataegus pojarkovae* Kossyeh.), а также Ranunculaceae (*Clematis vitalba* L.).

В результате проведенных исследований 2003-2007 гг. разработан биотехнологический способ микроклонального размножения редкого вида крымской флоры *Artemisia dracunculus* L. на основе культуры изолированных меристем. Установлено, что оптимальной питательной средой для индукции множественного побегообразования являлась питательная среда Мурасиге и Скуга, дополненная 1,0 мг/л БАП и 0,2 мг/л ИУК. Через три недели культивирования наблюдалось побегообразование, при этом растения имели 3-4 пары настоящих листьев. Для индукции корнеобразования на втором этапе размножения была использована модифицированная питательная среда Мурасиге и Скуга, содержащая 0,5 мг/л БАП и 1,0 мг/л ИУК. Укорененные растения пересаживали в субстрат (торф 1:песок 2) и адаптировали к условиям *in vivo*. Коэффициент размножения составлял 1:7.

При разработке способа микроклонального размножения эндемичного вида флоры Крыма *Onobrychis pallasii* на основе изолированных меристем было показано, что индукция множественного побегообразования происходит на модифицированной среде Мурасиге и Скуга, дополненной 2,0 мг/л БАП и 0,5 мг/л ИМК (рис. 1).



Рис.1. Множественное побегообразование в культуре изолированных почек *Onobrychis pallasii*.

Коэффициент размножения при этом составил 1:24. Для укоренения микропобегов использована модифицированная питательная среда Мурасиге и Скуга, содержащая 1,0 мг/л ИМК. Подобраны условия для адаптации растений, полученных *in vitro* к обычному режиму выращивания. Показано, что оптимальным субстратом при адаптации растений являлась смесь песка, садовой земли и мела (1:2:1), при этом приживаемость растений составляла 75-80 %. Растения *Onobrychis pallasii*, адаптированные к условиям *in vivo*, были высажены на экспериментальном участке Ботанического сада ТНУ им. В.И. Вернадского, с целью создания искусственной популяции данного вида.

Для микроклонального размножения эндемичных видов *Anthyllis taurica* и *Crataegus rojarkovae* оптимальными эксплантами являются изолированные зародыши, выделенные из зрелых семян. Установлено, что для культивирования зародышей *Anthyllis taurica* лучшей средой является среда Уайта, дополненная 0,5 мг/л ИУК и 2,0 мг/л кинетина. При культивировании изолированных зародышей на данной питательной среде в течение 24 дней формировались жизнеспособные сеянцы, имеющие 3-4 пары настоящих листьев. Полученные сеянцы были адаптированы к условиям *in vivo*, при этом, в качестве субстрата использовалась смесь садовой земли и торфа (1:1).

На основе культуры изолированных зародышей из зрелых семян разработан способ размножения эндемичного редкого вида *Crataegus rojarkovae*. В культуре *in vitro* изолированных зародышей на питательной среде Кнудсона через 5-7 суток наблюдалось позеленение семядолей и начало морфогенеза (рис.2). Решающую роль в этом играло использование предварительной холодной стратификации семян при +4⁰ С в течение 3-5 суток. Развитие проростков в условиях *in vitro* составляло 40-45 суток. По сравнению с естественным развитием в открытом грунте питомника, где первые проростки были получены через 16 месяцев развитие сеянцев боярышника Поярковой в условиях *in vitro* ускорялось в 7-8 раз.

На основе культуры *in vitro* вегетативных и генеративных почек, семядолей витрорастений получены каллусные ткани. Экспериментально было показано, что длительно пассируемая каллусная культура боярышника Поярковой сохраняет

высокий морфогенетический потенциал и может быть использована в качестве резерва для микроразмножения этого вида [10].

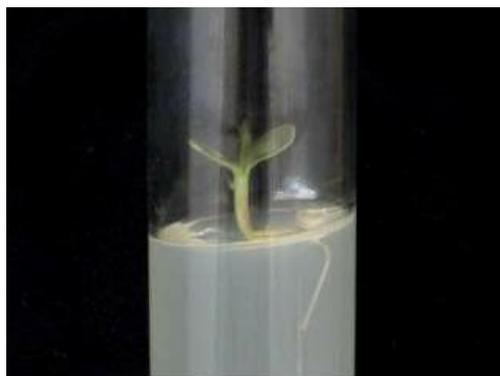


Рис. 2. Сеянцы *Crataegus rojarkovae* на 5-7 сутки культивирования.

Биотехнологический способ размножения редких и исчезающих видов семейства Orchidaceae основан на использовании приемов семенного асимбиотического, а также симбиотического размножения *in vitro*. Материалом исследования были виды: *Neottia nidus-avis*, *Cephalanthera domasonium*, *C. longifolia*, *C. rubra*, *Platanthera bifolia*, *Himantoglossum caprinum*, *Anacamptis pyramidalis*, *Orchis simis*, *Orchis militaris*, *O. purpurea*, *O. tridentata*, *Dactylorhiza romana*, *D. incarnata*, *Steveniella satyrioides*, *Ophris taurica*. В результате проведенных исследований были выявлены для каждого вида оптимальные стадии развития семян для введения в культуру *in vitro*, разработаны способы предварительной обработки семян биологически активными веществами (гумат калия, янтарная кислота) позитивно влияющими на скорость и энергию их прорастания. Подобраны составы оптимальных питательных сред и специфические условия культивирования сеянцев *in vitro*. На примере *Cephalanthera domasonium* разработана модель симбиотического размножения видов Orchidaceae в культуре *in vitro*. Выделена чистая монокультура симбиотического гриба, даны ее основные биотехнологические характеристики и разработаны способы инфицирования *in vitro* [11]. Разработанные экспериментальные подходы позволили получить сеянцы, адаптированные к естественной среде обитания и почвенной микрофлоре (рис.3).

Для получения пересадочных клеточных культур *Clematis vitalba* L в качестве эксплантов использовали вегетативные апексы, ювенильные растения, а также сегменты листовых пластинок. Максимальная частота каллусогенеза (40-90%) наблюдалась на модифицированной среде Гамборга и Эвелега, дополненной 0,4 мг/л БАП, 2,5 мг/л 2,4-Д и 1,0 мг/л ИУК. Получены штаммы каллусных культур с различной способностью к морфогенезу и отличающиеся по количеству фракций тритерпеновых гликозидов. При химическом анализе морфогенных штаммов выявлена фракция гликозидов, не обнаруженная ранее в интактных растениях.

В неморфогенных штаммах, полученных из листовых эксплантов, обнаружены основные фракции гликозидов, характерных для интактных растений.

Получены первичные и пассируемые каллусные культуры *Fatsia japonica* Decne et Planch. и *Hedera helix* L., отобраны наиболее перспективные штаммы клеточных культур, содержащие тритерпеновые гликозиды.



Рис.3. Адаптация семян *Anthyllis taurica*(а) и *Cephalanthera domasonium* (б) к почвенной культуре.

Таким образом, в результате проведенных исследований по клонированию редких и исчезающих видов флоры Крыма были разработаны этапы клонального микроразмножения *Onobrychis pallasii* и *Arthemisia dracunculoides* на основе культуры изолированных меристем. Разработаны биотехнологические способы размножения видов семейства *Orchidaceae*, трудно размножающихся в естественных условиях на основе семенного асимбиотического и симбиотического размножения *in vitro*. Создана искусственная популяция *Onobrychis pallasii* и *Cephalanthera domasonium* в Ботаническом саду ТНУ. На основе культуры изолированных зародышей *in vitro* получены жизнеспособные семена эндемичных видов флоры Крыма *Anthyllis taurica* и *Crataegus rojarkovae*, которые адаптированы к условиям выращивания *in vivo*. Для ряда видов (*Crataegus rojarkovae*, *Clematis vitalba*), получены каллусные культуры, которые проявляют высокий морфогенетический потенциал и могут быть резервным материалом для микроклонального размножения изученных видов. Проведенные исследования показывают перспективность использования биотехнологических приемов для размножения редких исчезающих и ценных дикорастущих видов флоры Крыма с целью их сохранения, а также как потенциальных продуцентов ценных биологически активных веществ.

Список литературы

1. Бутенко Р.Г., Гусев М.В., Кидкин А.Ф. и др. Биотехнология. Клеточная инженерия.- М.: Высшая Школа, 1987. – 127 с.
2. Мельничук М.Д., Новак Т.В., Кунах В.А. Біотехнологія рослин: підручник.-К.: Поліграф-консалтинг, 2003.- 520с.
3. Калинин Ф.Л., Кушнир Г.П., Сарнацкая В.В. Технологии микроклонального размножения растений. – К.: Наукова думка. 1992. – 232 с.

4. Mitrofanova J.V., Lesnikova N.P., Shishkin V.A. Conservation in vitro of plant genetic resources in Nikitskiy botanical garden // *Biotechnology app. for explanation and preservation of plant resources* 26-31 May 2002. Yalta, Ukraine abstracts.- P. 60-61.
5. Калинин Ф.Л., Сарнацкая В.В., Полищук В.Е. Методы культуры тканей в физиологии и биотехнологии растений. – К.: Наукова думка.- 1980.- 488с.
6. Червона книга України. Рослинний світ/ Ред. Шеляг-Сосонко / К.: Українська енциклопедія,- 1996. – 680 с.
7. Голубев В.Н., Биологическая флора Крыма. – Ялта, 1996.- 86с.
8. Материалы к Красной книге Крыма. Вопросы развития Крыма, научно-практический сборник. Симферополь, Таврия плюс. – 1999.- 164с.
9. Кунах В.А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. – К.: Логос, 2005.- 750с.
10. Попкова Л.Л., Теплицкая Л.М. Сохранения уникального генотипа боярышника Поярковой (*Crataegus rojarkovae* Kossyuh.) методом каллусных культур // *Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана.*-Симферополь,-2005ю-№15. с.41-46.
11. Теплицкая Л.М. Моделирование симбиоза в культуре семян *Sephalanthera domasonium* (Mill.) Druce in vitro // *Ученые записки ТНУ им.В.И. Вернадского*, т.19 (59). 2006., №1.- с.93-100.

Теплицкая Л.М., Бугара О.М., Складенко Д.О., Сидякин А.И. Клональне розмноження рідкісних видів флори Криму in vitro: проблеми та перспективи // *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”.* – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 127-132.

Показано перспективність різних прийомів мікроклонального розмноження для збереження генофонду рідкісних та зникаючих видів флори Криму. Для деяких видів розроблено ефективні способи розмноження в культурі in vitro та створено колекцію пересадочних культур.

Ключові слова: культура тканин in vitro, мікроклональне розмноження, калусна культура

Teplitskaya L.M., Bugara A.M., Skyarenko D.A., Sidiyakin A.I. Clonal propagation of rare species of Crimean plants in vitro: problems and perspectives // *Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry».* – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 127-132.

The perspective of different methods of microclonal propagation for preserving genofond of rare and extincting crimean species was shown. Effective propagation methods for in vitro culture for some species were elaborated and long term of grow collection was made.

Keywords: in vitro culture, microclonal propagation, callus culture.

Пост упила в редакцію 20.05.2008 г.

УДК:581.574

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗАПОРОЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Федоненко Е.В. Филиппова Е.В.

На основе изучения накопления тяжелых металлов макрофитами Запорожского водохранилища установлены закономерности и степень загрязнения водоема на различных участках. Рекомендованы индикаторные виды водных растений для использования в биомониторинге.

Ключевые слова: Запорожское водохранилище, тяжелые металлы, макрофиты, биомониторинг.

ВВЕДЕНИЕ

В результате производственной деятельности людей в окружающую среду попадают техногенные продукты, в том числе тяжелые металлы (ТМ). Проникая в различные биохимические циклы и накапливаясь, они представляют наиболее опасный вид загрязнения. Наблюдается патогенное исчезновение природных компонентов и замена их природно-антропогенными. Особенно изменяется природная пресная вода, поскольку индустриально развитые регионы, как правило, расположены на берегах водохранилищ и рек.

В таких условиях находится Запорожское водохранилище – внутрикаскадный водоем комплексного использования с большой антропогенной нагрузкой. Ландшафтно-геохимические преобразования, которые происходят на его водосборной площади, определяют возникновение в нем зон токсического риска. Среди приоритетных токсикантов, устойчивых в окружающей среде и обладающих кумулятивным эффектом, наиболее опасны металлы [1]. Они требуют первоочередного аналитического контроля. В связи с этим Водным кодексом Украины введено понятие экологического норматива чистой воды [2]. Для обоснования данного норматива необходимо знание содержания токсикантов в воде. Однако, в связи с осаждением ТМ при высоких значениях рН водных объектов прямой контроль их содержания в воде не отражает истинной картины загрязнения. Поэтому в последнее время крайней необходимостью стал мониторинг –интегрированная оценка загрязнения среды по реакции организмов. В качестве последних предлагается использовать многолетние виды, которые широко распространены, ведут прикрепленный образ жизни, легко добываются и реагируют на изменение качества воды изменением минерального состава [3]. С этой целью в качестве индикаторов испытывался большой набор водных организмов. Однако, среди них высшие водные растения имеют ряд преимуществ, представляя собой удобный объект для наблюдения: не мигрируют, концентрируют ТМ в 10^3 - 10^4 раз, обитают на мелководьях, имеют большой период их полувыведения [4, 5]. Однако, анализ имеющихся в литературе сведений показывает, что исследования,

формирующие базу мониторинга с использованием макрофитов, находятся в стадии накопления информации. Тем не менее на них уже обращено внимание как на наиболее адекватные индикаторы состояния среды обитания, не имеющие, в отличие от моллюсков, приспособлений, позволяющих переживать неблагоприятные ситуации. К тому же, обитая, главным образом, в прибрежной зоне – территории наибольшего антропогенного воздействия и токсического риска, они первыми сталкиваются с внешним воздействием.

Натурные исследования макрофитов с индикационных позиций на Запорожском водохранилище были выполнены в вегетационный период 2003-2005 гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Из числа представителей высшей водной растительности наиболее распространенные виды: тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trinex steud.), рогоз узколистный (*Thypha angustifolia* L.), камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.), рогоз широколистный (*Thypha latifolia* L.), рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.), рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus* L.), рдест курчавый (*Potamogeton crispus* L.), роголистник (*Ceratophyllum demersus* L.), элодея (*Elodea Canadensis* L.), уруть мутовчатая (*Myriophyllum spicatum* L.), а также плавающие ряска многокоренная (*Spirodela polyrrisa* (L.) Schleid), ряска трехдольная (*Jemna trisulca* L.), сальвиния (*Salvinia natans* L. All) и др.

Водные растения отбирались на больших прибрежных массивах и в заливах. Перед отбором осредненных проб их тщательно промывали водой от частичек грунта, измельчали на фрагменты 1-2 см и доводили до воздушно-сухого веса. Для анализа воздушно-водных растений отбирали надводные их части. Определение элементарного состава выполнялось методом атомно-адсорбционной спектrophотометрии на приборе ААС-115-1М.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные нами исследования содержания ТМ в абиотических компонентах водохранилища показали, что оно изменялось в широком диапазоне концентраций: в воде – 0,3–184 мкг/дм³, в донных отложениях – 0,2–7960 мг/кг, причем минимальные концентрации свойственны кобальту и кадмию, максимальные – железу и марганцу [6]. Содержание металлов в донных осадках определялось характером и антропогенным фактором. Средние концентрации ТМ в воде и донных отложениях залива Большая Осокоровка, расположенного вдали от промышленных источников, лежат в интервале значений для незагрязненных водоемов и являются «условно фоновыми» для водохранилища (табл. 1).

Таблица 1.

Средние концентрации общих форм тяжелых металлов в воде и донных отложениях залива Большая Осокоровка

Объект исследований	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Co	Cd
Вода, мкг/дм ³	37,8	20,7	6,6	3,4	2,2	3,8	1,1	0,40
Донные отложения (ил глинистый) мг/кг	1850	1580	110	6,0	5,4	2,1	3,9	0,16

Следует отметить, что в соответствии с морфологией ложа и характером мелководий в водохранилище выделены 3 участка: верхний – до г. Днепропетровска, где имеет место мощное антропогенное воздействие; средний – до с. Лоц-Каменка, включая и обширный Самарский залив, также подвержен мощному антропогенному воздействию; нижний – до плотины ДнепроГЭС [7]. Водная растительность распределена неравномерно. По интенсивности зарастания верхний участок находится на первом месте, тип зарастания – бордюрный. Для обширных мелководий среднего участка (Самарский залив) характерно почти сплошное рассеяно-пятнистое зарастание, прибрежная полоса здесь более широкая. Нижний глубоководный участок не имеет больших площадей мелководий, прибрежная полоса растительности (20–50 м) прерывистая, состав водных растений обеднен. Здесь же находится залив Большая Осокоровка, удаленный от промышленных источников (условный геохимический фон).

Исследовалось накопление макрофитами 8 элементов (Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Ni, Co, Cd). Согласно результатам анализа, среднее их содержание в различных группах макрофитов было неодинаковым (табл. 2). Независимо от места их произрастания, содержание ТМ повышалось от группы воздушно-водных растений к группе свободноплавающих. Порядок накопления металлов был следующим $Fe > Mn > Zn > Cu > Ni > Pb > Co > Cd$, который иногда нарушался вначале (для погруженных и свободноплавающих) или в середине ряда. Высокие концентрации ТМ в плавающих растениях, вероятно, обусловлены широко разветвленной поверхностью их соприкосновения с водой, в которой распространены поглощаемые микроэлементы, часть из которых находится в ионном состоянии.

В погруженных растениях также прослеживалось высокое содержание ТМ, иногда даже больше, чем в плавающих, что вероятно, обусловлено большими размерами поверхности их контакта с водой, что отмечалось ранее в некоторых работах [8, 9]. Воздушно-водные растения потребляют металлы в основном корнями, то есть из донных осадков, в которых ТМ находятся в виде комплексов [8]. Вне зоны загрязнения (залив Большая Осокоровка, природный региональный фон) среднее содержание Fe и Mn в полупогруженных растениях было близко по своим значениям и варьировало в пределах 290–530 мг/кг, цинка – было в два раза ниже, Cu, Ni и Pb не превышало 3,1 мг/кг, а Co и Cd – до 0,03 мг/кг (табл. 2). В погруженных и плавающих растениях, отобранных на водохранилище, содержание Fe и Mn составляло сотни и тысячи мг/кг, причем в большинстве проб количество Mn превалировало над количеством Fe.

Содержание цинка в сухой массе макрофитов водохранилища очень разнообразно было максимальным в ряске трехдольной (204 мг/кг, Самарский залив) и рдесте пронзеннолистном (186 мг/кг, Сурской залив). Максимальные его концентрации в других видах погруженных растений также прослеживаются на верхнем и среднем участке водоема (рдест гребенчатый, Диевские плавни – 114 мг/кг, уруть, Самарский залив – 122 мг/кг, элодея канадская у г. Днепропетровска – 131 мг/кг). Но наиболее информативным было накопление цинка рдестом пронзеннолистным, у которого даже на большом удалении от источников загрязнения (нижний участок водоема вблизи залива Вильный) его содержание превышало фоновые концентрации в 1,8 раза.

Таблица 2.

Содержание тяжелых металлов в высшей водной растительности
Запорожского водохранилища, в мг/кг сухого вещества

Вид растения	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Co	Cd
Диевские плавни								
Тростник	86,9	68,6	40	6,1	1,3	3,2	0,25	0,08
Рогоз узколистный	106	81,9	51	7,0	1,8	4,0	0,45	0,12
Рдест пронзеннолистный	1850	990	125	18	6,1	10	2,7	1,50
Рдест гребенчатый	380	940	114	11	3,0	12,0	1,0	1,0
Ряска многокоренная	970	1200	160	15	7,3	13	3,8	1,3
Обуховские плавни								
Тростник обыкновенный	66,0	39,3	28	3,4	0,9	3,0	0,2	0,02
Рогоз узколистный	78,0	57,7	34	2,7	1,2	3,3	0,2	0,05
Рдест пронзеннолистный	1290	1830	89	9,0	3,7	6,2	1,9	0,87
Рдест гребенчатый	812	510	47	5,3	0,6	7,4	0,8	0,19
Валлиснерия спиральная	1480	870	44	6,1	2,3	11	2,2	0,24
Роголистник	280	860	80	10	2,0	14	3,0	0,47
Сальвиния	292	184	75	5,3	3,0	10	3,7	0,26
Ряска трехдольная	690	1250	97	6,4	5,7	16	5,0	0,50
Самарский залив								
Тростник обыкновенный	109	112	46	6,2	0,7	4,6	1,0	0,14
Рогоз узколистный	97	80	59	8,6	1,8	6,0	0,8	0,12
Камыш озерный	112	94	24	4,8	1,1	2,4	0,6	0,08
Уруть	1060	840	122	8,3	2,0	7,0	2,6	0,2
Роголистник	220	1310	67	20	1,7	27	5,0	1,4
Рдест пронзеннолистный	1870	1010	139	18	3,8	9,3	5,0	1,3
Рдест гребенчатый	520	460	58	9,2	1,7	10	2,3	0,8
Рдест курчавый	500	390	47	6,8	1,3	6,7	2,9	0,3
Ряска многокоренная	1270	1840	204	15	4,9	22	4,1	1,0
Монастырский остров								
Рогоз узколистный	91	117	66	2,7	2,9	3,1	0,7	0,18
Элодея канадская	890	1140	131	9,3	1,2	9,8	3,1	1,0
Рдест пронзеннолистный	1350	1070	113	6,0	4,0	11	2,8	1,3
Рдест гребенчатый	812	169	86	5,8	2,3	8	1,7	0,25
Сальвинии	440	370	57	10	1,1	10	3,0	0,3
Ряска трехдольная	790	912	132	8,4	5,8	18	6,1	0,7
Сурской залив								
Роголистник	1810	1340	110	18	3,9	11	3,8	1,9
Рдест пронзеннолистный	1300	2020	186	13	5,6	19	2,6	1,3
Мелководья вблизи залива Вильный								
Рогоз узколистный	54	81	40	3,2	1,9	2,8	1,0	0,16
Рдест пронзеннолистный	810	960	82	8,0	3,8	8,7	3,2	0,9
Залив Большая Осокоровка (условный «фон»)								
Рогоз узколистный	53	40	20	2,2	0,6	2,6	0,3	0,04
Тростник обыкновенный	38	29	28	3,1	1,0	1,7	0,5	0,03
Рдест гребенчатый	336	484	36	5,5	2,5	5,0	1,8	0,22
Рдест пронзеннолистный	870	1210	45	6,0	3,0	6,4	2,6	0,31
Роголистник	390	780	40	7,1	1,7	5,8	3,0	0,28
Ряска многокоренная	910	860	58	7,5	3,5	8,0	4,3	0,5

В растительных тканях верхнего и среднего участков водохранилища и его заливов также определены высокие концентрации меди и никеля, но они на порядок ниже содержания цинка. Особенно высокая поглотительная способность была у макрофитов, подверженных антропогенному воздействию, мелководных, хорошо прогреваемых участков Самарского залива. Так, в отобранном здесь роголистнике медь составила 20, никель – 27, кадмий – 1,4 мг/кг сухого вещества. Высокие их концентрации определены в растениях верхнего участка водоема, подверженных влиянию сточных вод больших городов (Диевские плавни, остров Монастырский). Содержание цинка в отобранном здесь рдесте гребенчатом варьировало в пределах 86–114; кадмия 0,7–1,8; никеля – достигало 12 мг/кг.

Однако для сравнительной характеристики лучше использовать один и тот же вид растения. Таковыми могут быть рдест пронзеннолистный и ряски, встречающиеся почти во всех местах отбора проб, и обладающие высокой способностью к концентрированию металлов, что отмечалось и другими авторами [9,10]. Высокой поглотительной способностью, особенно к цинку, обладает рдест гребенчатый, однако у него замечены признаки угнетения в местах высокого содержания металлов, в то время как у рясок и рдеста пронзеннолистного подобные изменения не обнаружены.

По мере удаления от верхнего и среднего участков водохранилища содержание металлов в растительных сообществах уменьшается. Здесь нет больших площадей мелководий, а зарастание – бордюрного типа. В прибрежной зоне преобладают лессовые мелководья – отмели, содержание металлов в донных отложениях которых сходно с таковым в почво-грунтах водосборной площади. Однако и здесь по анализу тканей погруженных растений прослеживается загрязнение водной среды цинком и кадмием, полного самоочищения от которых не происходит (табл. 2).

Характеризуя в целом экологическое состояние Запорожского водохранилища по содержанию ТМ в водных растениях, можно отметить, что весь водоем испытывает по отношению к ним антропогенную нагрузку, степень которой различна на разных участках. Существует общая тенденция снижения содержания металлов в растениях по мере удаления их от источников загрязнения, но загрязнение цинком и кадмием прослеживается на всем водохранилище.

ВЫВОДЫ

1. Получены базовые результаты по накоплению тяжелых металлов макрофитами Запорожского водохранилища, которые позволили установить уровни их содержания в разных видах и на различных участках водоема. Установлены сильно загрязненные зоны. Отмечено также загрязнение всего водохранилища цинком и кадмием.
2. В качестве индикаторных видов рекомендованы ряски и рдест пронзеннолистный, которые могут быть использованы в биомониторинге. Важным преимуществом их является высокая концентрационная способность по отношению к железу, цинку, никелю и кадмию, устойчивость к поллютантам, а также распространенность на различных участках водоема.

Список литературы

1. Мур Дж.В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. М.: Мир, 1987. – 286 с.
2. Водний кодекс України. – Київ, 1995. – 15 с.
3. Никаноров А.М., Жулидов А.Д. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 312 с.
4. Христофорова Н.К. Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. – Л.: Наука, 1989. – 192 с.
5. Микрякова Т.Ф. Тяжелые металлы в макрофитах Рыбинского водохранилища //Водные ресурсы. – 1996ю – Т. 23, № 2. – С. 234–240.
6. Федоненко Е.В., Филиппова Е.В. Оценка загрязнения Днепровского водохранилища тяжелыми металлами по их содержанию в абиогенных компонентах //Матер. 2-й Междунар. конф. «Екологічна безпека. Проблеми і шляхи вирішення». – Алушта, 2006. – С. 216–219.
7. Барановский Б.А. Растительность мелководий Запорожского водохранилища //Современные проблемы экспериментальной биологии и биотехнологии. Сб. науч. трудов. – Днепропетровск, 1985. – С.100–105.
8. Золотухина Е.Ю., Гавриленко Е.Е Тяжелые металлы в водных растениях. Аккумуляция и токсичность //Биол. Наука. – 1989. – №9. – С. 93–106.
9. Аккумуляция железа, марганца, цинка, меди и хрома у некоторых водных растений /Кадукин А.И., Красинцева В.В., Романова Г.И., Тарасенко Л.В. //Гидробиол. Журнал. – 1982. – Т. 18, №1. – С.79–82.
10. Якубовский К.Б., Рубан И.С., Мережко А.И. Эколого-физиологические особенности рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus* L.) //Тез. докл 5 Всес. лимн. совещания на Байкале. – Иркутск, 1981. – С. 147–149.

Федоненко О.В., Філіппова Є.В. Оцінка рівня забруднення Запорізького водосховища важкими металами // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 133-138.

На підставі вивчення накопичення важких металів макрофітами Запорізького водосховища встановлені закономірності й ступінь забруднення водойми на різних ділянках. Рекомендовано індикаторні види водяних рослин для використання в біомоніторингу.

Ключові слова: Запорізьке водосховище, важкі метали, макрофіти, біомоніторинг.

Fedonenko E.V., Filippova E.V. Contamination level estimation in the Zaporozhian reservoir // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 133-138.

The study of heavy metal accumulation in macrophytes of the Zaporozhian reservoirs resulted in elucidation of regularities and levels of reservoir contamination in its various areas. The indicator types of water plants had been recommended for the use in biomonitoring.

Keywords: the Zaporozhian reservoir, heavy metals, macrophytes, biomonitoring.

Пост упила в редакцію 20.05.2008 г.

УДК 612.82:615. 21

ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГІПОКАМПУ ЩУРІВ ЗА УМОВ СТРЕСУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ КАРБАМАЗЕПІНУ

Чаус Г.Г.

Досліджувалась біоелектрична активність гіпокампу за умов стресу і активації ГАМК-ергічних механізмів карбамазепіном. Встановлено, що дія стресової програми призводила до змін показників електрогіпокампограми, пов'язаних зі стадіями стресу. Застосування даного фармпрепарату призводило до протилежних змін показників електрогіпокампограми щурів у порівнянні з тими, що жили за умов дії стресового чинника.

Ключові слова: біоелектрична активність, гіпокамп, стрес, карбамазепін.

ВСТУП

Стрес – комплексний феномен, що супроводжується полівалентними зсувами поведінки, ендокринного та вегетативного статусу, до яких приєднується перебудова біологічних ритмів, змін амплітудно-частотних параметрів біоелектричної активності [1]. Особливе значення у розвитку стрес-синдрому належить лімбічній системі мозку, зокрема одному з її центральних відділів – гіпокампу [2], відображенням функціональної діяльності якого є біоелектрична активність. Як показали численні дослідження, утворення лімбічної системи є важливою ланкою в центральній нервовій регуляції нейродинамічних та вегетативних реакцій [3]. Будучи за своєю природою відділом мозку, який полегшує розгортання стресорної відповіді, гіпокамп здійснює регулюючий вплив на баланс гальмівних і збуджуючих систем мозку [4]. Як відомо, розвиток стресу відбувається в три стадії, які закономірно протікають і поступово переходять одна в одну [5]. Нейротрансмітери гіпокампі, до складу яких входять катехоламіни – біогенні аміни і серотонін, в певні стадії стресу залучаються по різному. Стресорні стани викликають якісно новий рівень функціональної активності, тобто призводять до напруження й перенапруження нейрофізіологічних систем організму [6]. Тому, з метою вивчення ролі рівня активності нейрохімічних механізмів гіпокампі за умов стресу ми використовували карбамазепін, який сприяє підвищенню концентрації в центральній нервовій системі ГАМК, за рахунок пригнічення її метаболізму, інгібує токи кальцію, потенціалзалежні натрієві канали і вихід із клітини калію, тобто модулює баланс гальмівних та збуджуючих процесів в ЦНС [7]. Тому, в умовах експерименту, даний фармпрепарат допоможе розкрити механізми залучення нейромедіаторів гіпокампі на різних стадіях стресу, що можна зробити аналізуючи зміни біоелектричної активності гіпокампі.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Усі дослідження проведені відповідно до існуючих міжнародних вимог і норм гуманного відношення до тварин. Експерименти були проведені на нелінійних білих щурах-самцях масою 200 – 230 г на початку експерименту. Тварин поділили на три групи. До першої ($n = 35$) увійшли контрольні тварини, які утримувались у стандартних умовах. Щурам другої групи ($n = 33$) створювали стресову ситуацію шляхом обмеження життєвого простору до 80 – 100 см² на одну особину. Для тварин цього виду така ситуація служить сильним стресовим чинником [8-10]. На фоні означеної зооконфліктної ситуації до тварин третьої групи ($n = 21$) застосовували синтетичний психотропний засіб карбамазепін, який за рахунок своєї дії модулює баланс гальмівних та збуджуючих процесів в ЦНС. Фармакологічна назва – 5-Карбамоил-5Н-добенз (6,f) азепин, добова частка якого становила 50 мг/кг/добу [11]. Дану фармакологічну речовину щурам досліджуваної групи вводили перорально вранці (о 8⁰⁰ – 10⁰⁰), натще. Об'єм розчинених препаратів чи фізіологічного розчину (для тварин 1 та 2 груп) складав 1 мл. Хірургічні процедури виконувались під дією наркозу (кетамін гідрохлорид – 20 мг/кг, тіопентал натрію – 50 мг/кг) [12]. Наркотизовану тварину закріплювали в стереотаксичному приладі та проводили трепанацію черепа; місця фіксації інфільтрували місцевим анестетиком. Електрогіпокампограму відводили з використанням уніполярних електродів (ніхром, діаметр 100 мкм, лакова ізоляція за винятком кінчика), які за допомогою маніпулятора занурювали в гіпокамп згідно з картами атласу [13, 14]. Референтний електрод закріплювали на вушній раковині тварини. Координати зони відведення гіпокампограми були такими: bregma (B)= -1,4 мм; латеральна вісь (L) = 0,8 мм; інтрауральна вісь (I)= -4 мм. Верифікацію локалізації кінчиків електродів проводили на фронтальних зрізах мозку.

З метою виключення короткотривалих ефектів впливу вищезазначених препаратів на головний мозок, реєстрацію електричної активності (ЕА) проводили через 24-26 годин після останнього їх введення. Запис ЕА гіпокампу проводили на поліграфі ПбЧ-01 (Україна), з'єднаному через АЦП з комп'ютером. Реєстрацію гіпокампограми проводили через кожні 3 тижні впродовж усього експерименту, який тривав 21 тиждень. Аналіз записаних кривих проводили за допомогою комп'ютерної програми “Eksperiment” (Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця, м. Київ) та “Mathcad 2001”. Визначали відсотковий показник потужності хвиль ЕА в частотному діапазоні від 0,5 до 30 Гц. Статистичну обробку результатів дослідження проводили методом парних порівнянь за допомогою програми Origin 6.0 Professional. Достовірність різниць між контрольними та досліджуваними показниками визначали за t-критерієм Стьюдента ($P < 0,05$) [15].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Результати аналізу відсоткових показників потужності хвиль електричної активності гіпокампу в частотному діапазоні від 0,5 до 30 Гц показали, що значення дельта-ритму тварин контрольної групи у відсотковому співвідношенні протягом експерименту коливались в межах 71-87 % (рис. 1). Превалювання дельта-ритму електрогіпокампограми (ЕГГ) тварин контрольної групи у відсотковому

співвідношенні на нашу думку обумовлене видоспицифічними особливостями нейропередачі у тварин даного виду та, можливо, пов'язані з протіканням раннього постнаркозного періоду. Щодо тета-ритму гіпокампу тварин контрольної групи, то він коливався в межах 7-15 % (рис. 2) з максимальними значеннями через 3, 6 та 18 тижнів експерименту. Показники високочастотної альфа-подібної активності гіпокампограми тварин, що жили за фізіологічних умов коливались в межах 3,5-8 % (рис. 3) і дещо знижувались через 12-21 тиждень дослідження. Стосовно бета-подібної активності тварин контрольної групи (рис. 4), то вони знаходились в діапазоні 2,4-5,3 % з максимальними значеннями через 9 та 21 тиждень експерименту.

Результати мультифакторного дисперсійного аналізу свідчать про те, що динаміка відсотків потужностей ритмів гіпокампограми тварин контрольної групи є фізіологічною і пов'язана, можливо, з тривалістю експерименту [16].

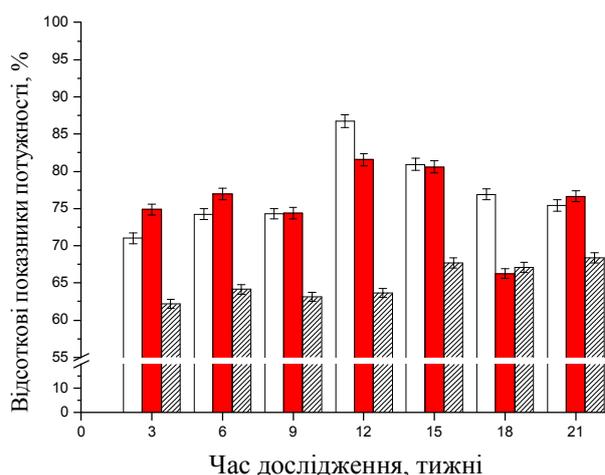


Рис.1. Динаміка відсоткового значення потужності дельта-ритму гіпокампу щурів досліджуваних груп. По горизонталі – час від початку дослідження, тижні, по вертикалі – відсоткове значення потужності, %; білі стовпчики – тварини I групи, сірі – II група тварин, штриховані – тварини III групи.

На початку експерименту (через 3-6 тижнів) у тварин, що підлягали дії стресового чинника (II група) відсоткові показники потужності дельта-ритму були достовірно більшими за аналогічні показники тварин, що жили за фізіологічних умов (рис. 1). А вже через 12-18 тижнів дослідження відсоткові показники потужності дельта-ритму тварин, що підлягали дії стресового чинника були нижчими за показники потужності гіпокампограми тварин контрольної групи ($P < 0,05$). Таким чином бачимо, що динаміка дельта-ритму ЕГГ тварин контрольної групи та тих, що підлягали дії стресового чинника були схожими і лише кількісно дещо відрізнялися.

Динаміка відсоткових показників потужності тета-ритму ЕГГ щурів II групи (рис. 2) була протилежною аналогічним значенням дельта-ритму. Показники потужності тета-ритму біоелектричної активності гіпокампу тварин, що підлягали дії стресового чинника були нижчими за відповідні показники тета-ритму тварин контрольної групи на початку (через 3-6 тижнів) та наприкінці (через 21 тиждень) дослідження ($P < 0,05$). Максимальні значення тета-ритму гіпокампограми тварин II групи спостерігались через 6, 9 та 18 тижнів дослідження.

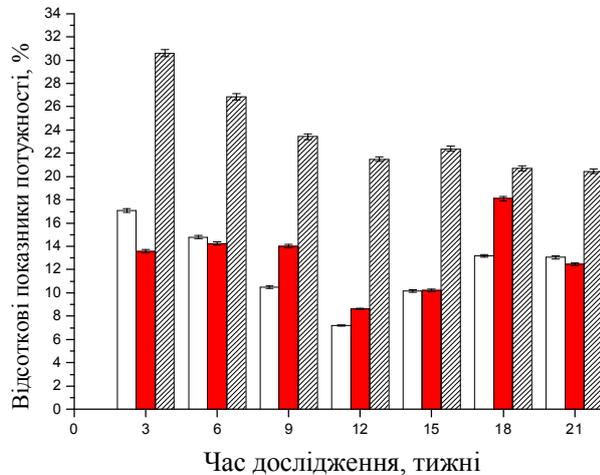


Рис. 2. Динаміка відсоткового значення потужності тета-ритму гіпокампу щурів досліджуваних груп. По горизонталі – час від початку дослідження, тижні, по вертикалі – відсоткове значення потужності, %; білі стовпчики – тварини I групи, сірі – II група тварин, штриховані – тварини III групи.

Стосовно динаміки тета-ритму егг тварин I та II груп, то вони також були схожими, тільки дещо відрізнялись у кількісних показниках.

Відсоткові показники потужності високочастотної альфа-подібної активності тварин, що підлягали дії стресового чинника (рис. 3) через 3, 6 та 9 тижнів дослідження були нижчими за аналогічні показники тварин контрольної групи, а починаючи з 12 тижня і до кінця експерименту – вищими ($p < 0,05$).

Відсоткові показники потужності бета-подібної активності тварин, що підлягали дії стресового чинника достовірно перевищували відповідні показники тварин, що жили за фізіологічних умов через 3, 6, 12 та 18 тижнів дослідження (рис. 4). А через 9, 15 та 21 тижні експерименту показники потужності бета-подібної активності ЕГГ у відсотковому співвідношенні тварин, що підлягали дії стресового чинника були достовірно меншими за відповідні значення ЕГГ щурів контрольної групи.

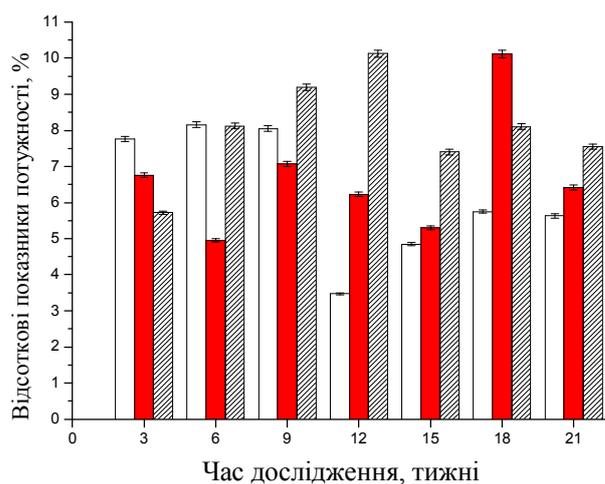


Рис. 3. Динаміка відсоткового значення потужності альфа-подібної активності гіпокампу щурів досліджуваних груп. По горизонталі – час від початку дослідження, тижні, по вертикалі – відсоткове значення потужності, %; білі стовпчики – тварини і групи, сірі – ii група тварин, штриховані – тварини iii групи.

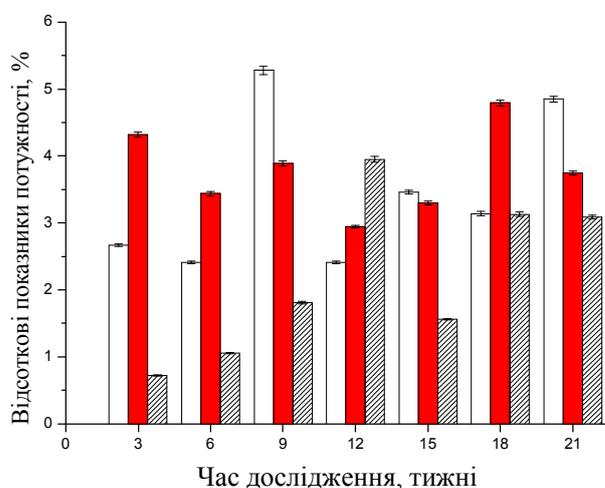


Рис. 4. Динаміка відсоткового значення потужності бета-подібної активності гіпокампу щурів досліджуваних груп. По горизонталі – час від початку дослідження, тижні, по вертикалі – відсоткове значення потужності, %; білі стовпчики – тварини і групи, сірі – ii група тварин, штриховані – тварини iii групи.

Дія стресової програми зумовила стійкі зміни в біоелектричній активності гіпокампу щурів. Ці зміни, що виникали вже на ранній стадії дії стресового чинника (через 3-9 тижнів), характеризувались дифузною реакцією активації у вигляді десинхронізації фоновіої біоелектричної активності гіпокампу, що свідчить про зміни процесів взаємодії між складовими нейротрансмітерів гіпокампу і, відображає протікання фази тривоги стресу [5]. Вже через 9-15 тижнів експерименту десинхронізація еег змінювалась синхронізацією ритмів, яка є відображенням активної участі гіпокампу в процесі утворення стрес-реакції та характерною для вираженого емоційного напруження [3] і, можливо, є відображенням другої стадії стресу, по Сельє. Подальша дія стресової програми (через 15-21 тижні) викликала у тварин зміну синхронізації ЕГГ десинхронізованою активністю. Можливо, такі зміни еег щурів свідчать про зсуви в механізмах регуляції стрес-реакції і є нейрогенною основою стресу (його третьою фазою, по Сельє). Отже, здобуті дані дозволяють припустити, що отримані біоелектричні прояви в гіпокампі є наслідком його функціональної активації за умов протікання стадій стресу.

Протягом майже всього часу дослідження відсоткові показники потужності дельта-ритму тварин, що на фоні розвитку стрес-реакції отримували карбамазепін (ІІІ група), були достовірно нижчими за аналогічні показники ЕГГ щурів ІІ групи (рис. 1). Стосовно показників потужності тета-ритму у відсотковому співвідношенні тварин ІІІ групи (рис. 2), то вони були вищими за відповідні показники тварин, що підлягали дії стресового чинника протягом усього експерименту ($P < 0,05$). Аналізуючи відсоткові показники потужності альфа-подібної активності тварин, що на фоні розвитку стрес-реакції отримували карбамазепін бачимо, що через 6, 9, 12, 15 та 21 тижні дослідження вони були достовірно вищими за показники ЕГГ тварин ІІ групи (рис. 3), а через 3 та 18 тижнів експерименту дані значення були меншими за показники гіпокампограми щурів, що підлягали дії стресового фактору ($P < 0,05$). Максимальні значення відсоткових показників потужності альфа-подібної активності тварин, що на фоні розвитку стрес-реакції отримували карбамазепін спостерігались через 9 (9%) та 12 (10%) тижнів дослідження, а мінімальні – через 3 (5,7%), 15 (7,4%) та 21 (7,6%) тижні. Високочастотна бета-подібна активність гіпокампограми щурів ІІІ групи у відсотковому співвідношенні була достовірно нижчою через 3-9 та 15-21 тижні дослідження за аналогічні значення тварин, що підлягали дії стресового чинника з мінімальними показниками через 3, 6 та 15 тижнів експерименту (0,7%), 1%) та 1,5%) відповідно (рис. 4). І лише через 12 тижнів дослідження значення відсоткових показників потужності бета-подібної активності тварин, що на фоні розвитку стрес-реакції отримували карбамазепін перевищували аналогічні показники ЕГГ щурів ІІ групи ($P < 0,05$) з максимальним значенням 4%. Слід зазначити, що на початку експерименту (через 3-9 тижнів) у тварин, які на фоні розвитку стрес-реакції отримували карбамазепін спостерігалася синхронізація ЕГГ, яка змінювалась десинхронною активністю (через 9-15 тижнів). А наприкінці дослідження (через 15-21 тижнів) на гіпокампограмі тварин ІІІ групи знову проявлялась синхронізація ритмів. Індукція превалювання тета-ритму, яка спостерігалась у тварин цієї групи протягом всього часу дослідження пов'язана, можливо, з активацією ГАМК-ергічних механізмів дії карбамазепіну у відповідь на

деградацію гальмівних медіаторів гіпокампу. Ми припускаємо, що невираженість десинхронізаційної дії карбамазепіну в плані незначних змін альфа- і бета-ритмів пов'язана з видоспицифічними особливостями диференціювання постсинаптичних рецепторів в нейротрансмітерній системі гіпокампу

ВИСНОВКИ

1. Під час дії стресового чинника на початку експерименту спостерігалась десинхронізація ритмів ЕГГ, яка через 9-15 тижнів дослідження змінювалась синхронізацією. Наприкінці експерименту синхронізована активність гіпокампу знову змінювалась на десинхронізовану ЕГГ щурів даної групи.
2. При застосуванні карбамазепіну зміни біоелектричної активності гіпокампу були протилежними у порівнянні з тими, що спостерігались за умов стресу. Тобто на початку і наприкінці дослідження спостерігалась синхронізація ритмів, а через 9-15 тижнів – десинхронізована активність ЕГГ. Механізми, що лежать в основі цих явищ пов'язані з нейромодуляторною дією карбамазепіну.

Список літератури

1. Аркелов Г.Г. Стресс и его механизмы. // Вест. Моск. Ун-та. – Психология. – 1995. – С. 45-47.
2. Кудинова Е.В., Степанов С.С., Ерениев С.И. Основы биорезонансной регуляции структурно-функционального состояния гиппокампа при стресс-синдроме // Омский научный вестник. – 2004. – С. 60-63.
3. Ведяев Ф.П., Воробьева Т.М. Модели и механизмы эмоциональных стрессов. – К. Здоров'я, 1983. – 136с.
4. Калуев А.В. Стресс, тревожность и поведение (актуальные проблемы моделирования тревожного поведения у животных). – К., Энигма, 1998. – С. 15-22.
5. Пшенникова М.Г. Феномен стресса. // Пат. физиология и экспериментальная терапия. – 2000. – № 2. – С. 24-31.
6. Шеверева В. М. Особенности формирования и обратимости эмоциональных нарушений у крыс при нейрогенном стрессе // Журн. Нейрофизиология. – 2003. – Т. 35, №2. – С. 147-158.
7. Костюкова Е. Г. Карбамазепин (тегретол) в профилактике аффективных расстройств. // Психиатрия и психофармакотерапия. – 2004. – Т.6, № 3. – С. 49-53.
8. Ляшенко В.П., Мельникова О.З. Модуляція параметрів ЕМГ щурів за умов зооконфліктної ситуації та застосування ніфедипіну // Вісник ЗДУ, серія Біол. Науки. – 2004. – № 2. – С. 188-192.
9. Ляшенко В.П., Никифорова Е.А., Бойко М.А. Влияние стрессового фактора на динамику изменения уровня тиреоидных гормонов в сыворотке крови крыс // Вісник ДНУ, серія Біологія, Екологія. – 2002. – Вип. 10, №2. – С. 32-36.
10. Ляшенко В.П., Пахомов О.Є. Модуляція рухової і дослідницької діяльності щурів за умов зооконфліктної ситуації та застосування ніфедипіну чи празозіну // Наук. Вісник Чернівецького ун-ту, серія Біологія. – 2004. – Вип. 223. – С. 10-19.
11. Schindlbeck C, Janni W, Friese K. Failure of Implanon contraception in a patient taking carbamazepin for epilepsy. – Zh Nevrol Psikiatr Im S S Korsakova. – 2003 – Vol. 103, № 3. – P. 18-21.
12. Взаимодействие лекарств и эффективность фармакотерапии. / Л.В. Деримедведь, И.М. Перцев, Е.В. Шувалова и соавт. – X.: Мегapolis, 2001. – 784 с.
13. Paxinos G., and Watson C. The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates. – San Diego, CA: Academic. – 1986.
14. Zilles K. The Cortex of the Rat. A Stereotaxic Atlas. – Berlin, Germany: Springer. – 1985.
15. Лакин Г.В. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
16. Степанова С. И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации. – М.: Наука, 1990. – С. 31.

Чаус А.Г. Изменения показателей биоэлектрической активности гиппокампа крыс в условиях стресса и применения карбамазепина // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 139-146.

Исследовалась биоэлектрическая активность гиппокампа в условиях стресса и активации ГАМК-эргических механизмов карбамазепином. Выявлено, что действие стрессовой программы приводило к изменениям показателей электрогиппокампограммы, связанных со стадиями стресса. Применение данного фармпрепарата приводило к противоположным изменениям показателей электрогиппокампограммы крыс в сравнении с теми, которые жили в условиях действия стрессового фактора.

Ключевые слова: биоэлектрическая активность, гиппокамп, стресс, карбамазепин.

Chaus A.G. Changes in indices of bioelectric activity of hippocampus in rats in conditions of stress and using of carbamazepin // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 139-146.

The bioelectric activity of hippocampus was studied in conditions of stress and activation of GABA-ergic mechanisms by carbamazepin. It was proved that the effect of stress program lead to changing in indices of electrohippocampogram, which are connected with stress stages. Using of this medicine led to opposite changing electrohippocampogram of rats in comparing with those, who lived in conditions of influence of stress factor.

Keywords: bioelectric activity, hippocampus, stress, carbamazepin

Пост упила в редакцию 21.04.2008 г.

УДК 612-014

РОЛЬ УПРАВЛЯЕМОГО ДЫХАНИЯ В КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОВ

Чуян Е.Н., Бирюкова Е.А., Раваева М.Ю.

Статья посвящена обоснованию эффективности применения метода управляемой дыхательной гимнастики с помощью программно-аппаратного комплекса «Омега-М» для коррекции функционального состояния студентов. Установлена высокая эффективность применения управляемой дыхательной гимнастики с помощью комплекса «Омега-М» для коррекции функционального состояния организма на различных уровнях регуляции.

Ключевые слова: управляемое дыхание, вариабельность ритма сердца, кардиоритмограмма, индекс напряженности, нормотоники, симпатотоники, ваготоники

ВВЕДЕНИЕ

Поиск методов профилактики и коррекции функционального состояния организма студентов является одной из актуальных научно-практических задач [1]. Несмотря на то, что студенческая молодежь относится к условно здоровому слою населения, их образ жизни связан с гиподинамией, неправильным питанием, значительным нервно-психическим напряжением. Поэтому у студентов часто наблюдается нарушения зрения, дыхательной, пищеварительной, сердечно-сосудистой, нервной систем, свидетельством чего являются неспецифические признаки – быстрая утомляемость, низкая работоспособность, раздражительность, явления дезадаптации, нарушение сна, избыточный или недостаточный вес, болевой синдром, нарушение периферического кровообращения и др. В предыдущих исследованиях [2] показана высокая эффективность применения системы комплексного компьютерного исследования «Омега-М» для оценки функционального состояния организма на различных уровнях регуляции (вегетативном, нейро-гуморальном, центральном), адаптационных возможностей и функциональных резервов организма студентов. По результатам наших исследований, выделены группы студентов с нарушениями функционального состояния организма, а, следовательно, нуждающиеся в дальнейшей коррекции функциональных нарушений прежде, чем они перерастут в хронический патологический процесс.

Известно, что биоуправление произвольными функциями человека позволяет оказывать направленное влияние на такие процессы, как частота сердечных сокращений, артериальное давление, ритмы мозга и др. [3]. В качестве управляемых параметров функционального состояния человека могут использоваться различные физиологические ритмические процессы организма, в частности, ритмы дыхания [4]. Интересным способом регуляции функционального состояния человека,

находящегося в состоянии стресса, являются дыхательные упражнения [3]. Известно, что использование циклических аэробных упражнений средней мощности благоприятно действует на центральную и вегетативную нервную систему [4]. Некоторыми авторами [6] показано, что применение подобных релаксирующих программ снижает личностную и реактивную тревожность, нормализует вегетативный баланс и повышает парасимпатический тонус. Необходимость оптимизации функционального состояния студентов требует выбора достаточно простых, доступных и эффективных корригирующих мероприятий, отличающихся возможностью в динамике отслеживать изменения показателей функционального состояния организма испытуемых в процессе коррекции. Для решения этих задач перспективным является использование метода управляемой дыхательной гимнастики с помощью программно-аппаратного комплекса «Омега-М». Программа управления дыханием в режиме биологической обратной связи используется для коррекции психоэмоционального и физиологического состояния после физических и психических нагрузок, в стрессовых ситуациях, при появлении признаков утомления. В связи с этим, целью настоящего исследования явилось обоснование эффективности применения метода управляемого дыхания с помощью программного комплекса «Омега-М» для коррекции функционального состояния студентов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 21 студент-волонтер женского пола в возрасте 20-23 года, условно здоровых, не имеющих хронических заболеваний. Исследование проводилось в утренние часы в тихом, хорошо проветриваемом помещении с постоянной температурой $+20 - +22$ °С. Перед началом исследования испытуемым давали время расслабиться, успокоиться. Работу начинали с регистрации ЭКГ сигнала в первом стандартном отведении с помощью системы комплексного компьютерного исследования функционального состояния человека «Омега-М» (производства научно-исследовательской лаборатории «Динамика», г. Санкт-Петербург). Регистрацию проводили в положении сидя при спокойном дыхании в течение 3-5 минут, то есть времени, необходимого для набора 300 кардиокомплексов. Оценка состояния вегетативной регуляции сердца осуществлялась путем регистрации кардиоритмограммы, определения показателей variability ритма сердца (BPC) и вычисления интегральных характеристик функционального состояния методами вариационного, нейродинамического и фрактального анализов [7]. Анализ BPC проводили по стандартной схеме [2].

Для коррекции функционального состояния студентов-волонтеров применялся метод управляемой дыхательной гимнастики в сопровождении аудиовизуальной стимуляции. Предложенная методика оценки и коррекции функционального состояния человека позволяет оперативно и без применения сложных тестов и клинических исследований определить функциональное состояние организма в целом и на основе результатов обследования провести корригирующее воздействие [5]. Суть метода заключалась в том, что каждый испытуемый дышал под индивидуальный «дыхательный шар», параметры которого рассчитывались по ритмограмме, записанной непосредственно перед сеансом дыхания. Испытуемым

предлагалось дышать в соответствии с ритмом и амплитудой, задаваемыми «дыхательным шаром», четко выдерживая паузы. Глубина дыхания соответствовала размеру шара: чем больше шар – тем глубже вдох, чем меньше шар – тем полнее выдох. Продолжительность сеанса управляемого дыхания была около 5 минут. Повторную запись ритмограммы проводили не ранее, чем через 5 минут после окончания сеанса дыхания. Сеансы управляемой дыхательной гимнастики проводили ежедневно в течение 10 дней. В течение семи дней после окончания курса ежедневно проводили единоразовую запись ритмограммы.

Критерием эффективности используемого метода являлось изменение показателей variability ритма сердца, интегральных характеристик функционального состояния. Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью пакета программ «Омега-М» и «Статистика 6.0». Достоверность различий полученных данных определяли с помощью критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ ритмограммы методом вариационной пульсометрии показал целесообразность разделения всех испытуемых студентов на группы в соответствии со значениями показателя индекса напряженности (ИН) [8]. Так, 24% испытуемых характеризовались как ваготоники ($ИН \leq 50$ у.е), 38% были отнесены к нормотоникам ($50 \leq ИН \leq 200$ у.е), и 38% – к симпатотоникам ($ИН \geq 200$ у.е).

Анализ показателей вариационной пульсометрии, выявил, что после 10-тидневного курса управляемой дыхательной гимнастики у испытуемых – нормотоников произошло достоверное снижение ИН на 12,4% ($p < 0,05$) (рис. 1). У ваготоников регистрировали снижение ИН в среднем на 10,2% ($p < 0,05$), а у симпатотоников – на 69,5% ($p < 0,05$).

Таким образом, анализ изменения вегетативного тонуса после десяти сеансов управляемого дыхания показал, что у испытуемых всех трех групп зарегистрировано снижение ИН (являющегося маркером симпатической активности), что свидетельствует о усилении парасимпатического тонуса вегетативной нервной системы. Однако в большей степени снижение ИН происходило у испытуемых – симпатотоников, у которых исходные значения данного показателя были выше ($343,22 \pm 31,24$), чем у испытуемых других групп, а испытуемые – ваготоники с исходно низкими значениями ИН ($56,43 \pm 4,32$), демонстрировали наименьшие изменения данного показателя. Необходимо отметить, что эффект от дыхательной гимнастики сохранялся на протяжении семи суток после отмены курса (рис. 1), что свидетельствует о выраженном последствии данного метода.

Известно [8,9], что ВРС является интегрированным показателем взаимодействия трех регулирующих сердечный ритм факторов: рефлекторного симпатического, рефлекторного парасимпатического и гуморально-метаболически-медиаторной среды. Изменение ритма сердечных сокращений является универсальной оперативной реакцией целостного организма в ответ на любое воздействие внешней среды и характеризует баланс между тонусом симпатического и парасимпатического отделов. Таким образом, нами получены данные о нормализации посредством управляемой

дыхательной гимнастики симпатовагусного баланса организма испытуемых с разным уровнем вегетативной регуляции, что проявляется в достоверном снижении ИН.

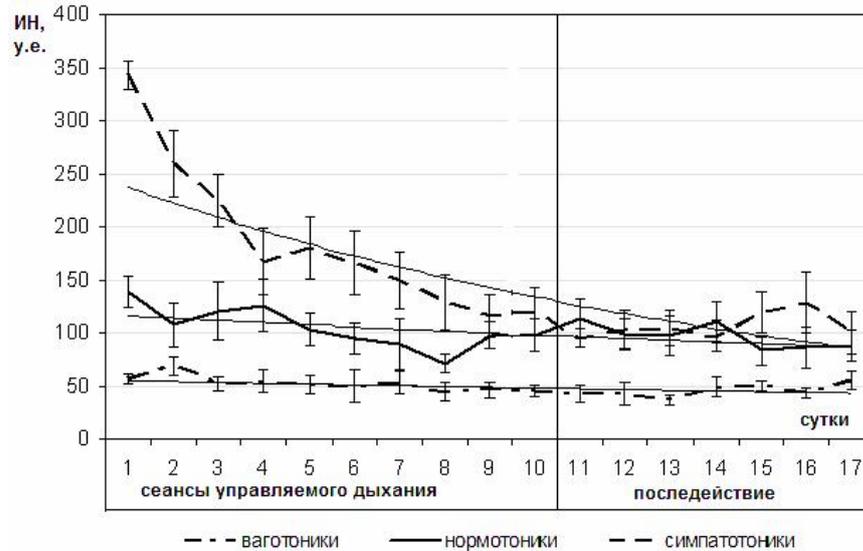


Рис 1. Изменение значений показателя индекса напряженности (у.е) в течение курса управляемой дыхательной гимнастики у испытуемых выделенных групп.

Применение дыхательной гимнастики привело к изменению и других исследуемых показателей (табл.). Так, в результате статистического анализа было зарегистрировано повышение интегральных коэффициентов, отражающих функциональное состояние испытуемых всех трех групп (табл.; рис. 2). Установлено, что интегральный показатель функционального состояния (HEALTH) в сравниваемых группах достоверно повышался после проведения управляемой дыхательной гимнастики по сравнению с фоновыми значениями. Так, у ваготоников произошло увеличение значений показателя HEALTH (рис. 2; табл.) в среднем на 55 %, у нормотоников на 40%, а у симпатотоников на 150% ($p < 0,05$). Подобное возрастание значений было характерно так же и для других показателей, характеризующих активность всех уровней регуляции. Так, наибольшее увеличение значений всех интегральных показателей под влиянием курсового воздействия дыхательной гимнастики было зарегистрировано у симпатотоников, нормотоники демонстрировали среднее, а ваготоники наименьшее изменение значений интегральных коэффициентов, отражающих уровень функционального состояния (табл.).

Таким образом, под влиянием курса управляемой дыхательной гимнастики произошло значительное уменьшение ИН и повышение интегральных показателей, характеризующих функциональное состояние испытуемых. Полученные данные, по-видимому, можно объяснить следующими фактами: известно [10], что процесс дыхания контролируется целым набором физиологических механизмов, которые через систему хемо- и барорецепторов, центральную и периферическую нервную систему реализуют процесс взаимодействия легочного и сердечно-сосудистого коллекторов, включая в

этот контур, практически все органы и ткани организма. Контролируя различные фазы дыхательного акта, можно существенным образом оптимизировать внутриклеточный метаболизм конкретных органов и, таким образом, не только улучшать состояние организма и повышать функциональные параметры органов и систем, но и активировать защитные свойства клеток, обеспечивая немедикаментозное восстановление органов и тканей, вовлеченных в патологический процесс. По силе и направленности эффекта контролируемое дыхание можно сравнить лишь с фармакологическим воздействием. Простота процедуры, широкий диапазон регламентации и контроля отдают приоритет дыхательному оздоровлению, учитывая, кроме того, отсутствие противопоказаний и совместимость с любыми другими методами лекарственной и нелекарственной терапии.

Таблица.

Значения интегральных характеристик функционального состояния испытуемых при проведении курса управляемой дыхательной гимнастики ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Группы	Показатели	Сутки		
		1	10	17
Ваготоники (n=5)	A	76,15±5,12	90,71±4,16 *	86,35±2,67 *
	B	90,03±3,13	95,21±2,12*	92,01±4,15 *
	C	70,44±5,22	82,95±5,66 *	85,11±4,70 *
	D	67,54±5,22	83,78±6,85 *	85,51±5,30 *
	HEALTH	76,04±4,42	88,16±4,47*	88,00±3,69 *
Нормотоники (n=8)	A	51,13±4,14	63,24±3,35 *	70,90±4,66*
	B	52,39±3,52	71,68±4,81	76,31±7,08
	C	48,89±6,09	68,11±2,39	68,13±2,83
	D	51,63±5,50	67,77±2,41	71,87±4,19
	HEALTH	51,01±4,48	67,70±2,54 *	71,80±4,32*
Симпатотоники (n=8)	A	23,98±4,29	62,46±7,43	71,11±9,50
	B	23,31±4,32	65,76±8,54	72,59±8,85
	C	25,41±3,19	66,99±5,61*	70,32±9,08
	D	28,96±3,65	62,16±6,52*	69,52±9,29
	HEALTH	25,40±3,70	65,62±6,24*	72,56±8,59*

Примечание: * — $p < 0,05$ достоверность по критерию Стьюдента при сравнении с фоновыми значениями в группах испытуемых; А – уровень адаптации; В – показатель вегетативной регуляции; С – показатель центральной регуляции; D – показатель психоэмоционального состояния; Health – интегральный показатель функционального состояния.

Однако анализ динамики исследуемых показателей функционального состояния испытуемых свидетельствует о том, что у волонтеров разных групп реакция на дыхательную гимнастику была выражены в разной степени.

В частности, реакция на дыхательную гимнастику изученных показателей в группе симпатотоников оказалась значительно более выраженной по сравнению с группой нормо- и ваготоников (рис. 2; табл.).

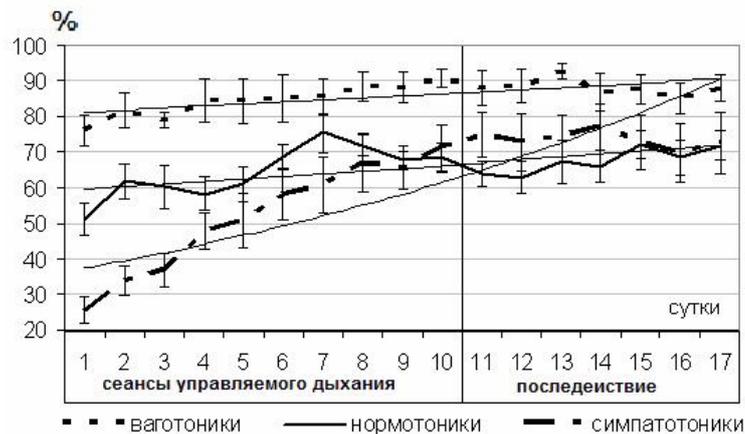


Рис 2. Изменение показателя HEALTH (%) в течение курса управляемой дыхательной гимнастики у испытуемых выделенных групп.

Так у испытуемого К. – нормотоника на десятые сутки исследования отмечали достоверное увеличение интегрального показателя функционального состояния на 23% относительно значения этого показателя в первый день исследования (рис. 3). Надо отметить, что максимальный эффект регистрировали на вегетативном уровне регуляции. Показатель вегетативной регуляции у данного испытуемого возрос на 47%. Таким образом, управляемое дыхание нормализует регуляцию сердечного ритма со стороны вегетативной нервной системы.

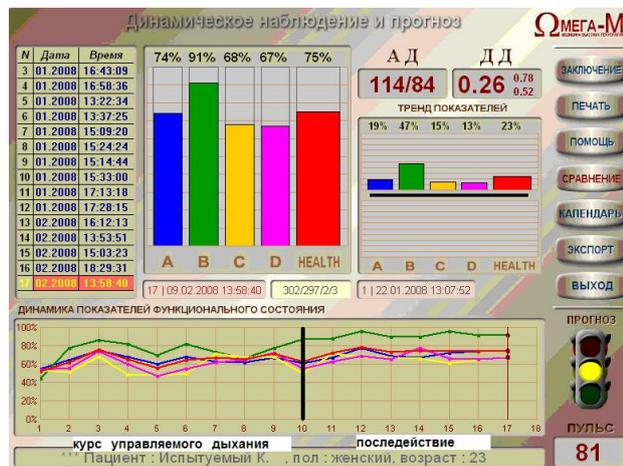


Рис. 3. Интерфейс программы динамического наблюдения и прогноза для испытуемого К.– нормотоника.

Примечания те же, что и в табл.

У испытуемого С. – ваготоника также зарегистрировано увеличение интегрального показателя функционального состояния на 18% на десятые сутки

проведения курса управляемого дыхания (рис. 4). При этом максимально (на 32%) повысился показатель психоэмоционального состояния.

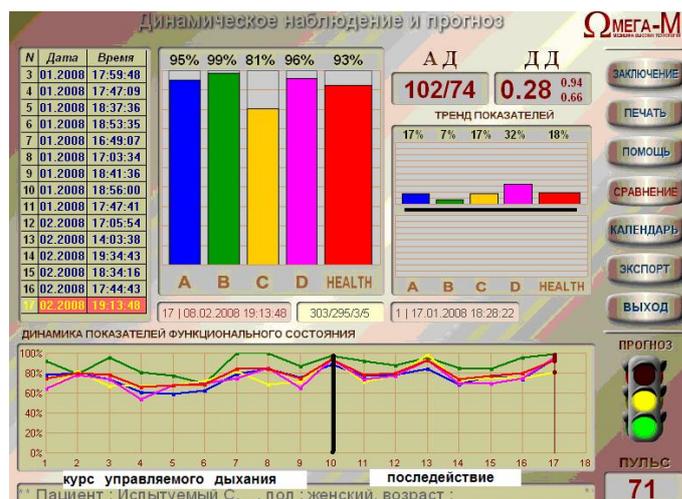


Рис. 4. Интерфейс программы динамического наблюдения и прогноза для испытуемого С.– ваготоника. Примечания те же, что и в табл.

Для испытуемого Ю. – симпатотоника было характерно равномерное увеличение всех интегральных показателей функционального состояния в среднем на 70% (рис. 5), что свидетельствует о максимальном эффекте регуляции физиологических функций, который сохранился и на протяжении последующих семи суток после окончания курса дыхательной гимнастики.

Как свидетельствуют полученные данные, изменения изученных показателей у испытуемых выделенных групп с разным уровнем вегетативной регуляции зависели от их исходного состояния. У испытуемых – симпатотоников с наиболее низкими значениями исходных показателей (табл.) реализация положительного влияния управляемой дыхательной гимнастики и последействия была наиболее эффективной. Такие изменения изученных показателей у испытуемых выделенных групп под влиянием управляемой дыхательной гимнастики, по-видимому, объясняются законом «начальных значений» Вильдера-Лейтеса, основной смысл которого состоит в «стягивании исходно различных значений показателя к единому уровню». Этап реакции, состоящий в уменьшении дисперсии признака, формируется чаще в зоне средних значений физиологической нормы» [11].

Важно отметить, что эффект от дыхательной гимнастики регистрировали на протяжении семи дней после окончания курса (рис.1-5). Оценка динамики изученных показателей у испытуемых всех трех групп в течение семи дней после курса управляемой дыхательной гимнастики (табл.; рис. 1-5) выявила снижение индекса напряженности, увеличение значений интегральных характеристик функционального состояния и выход значений этих показателей на «плато». Данный факт свидетельствует о продолжительном эффекте последействия курса управляемой дыхательной гимнастики (рис. 1-5).

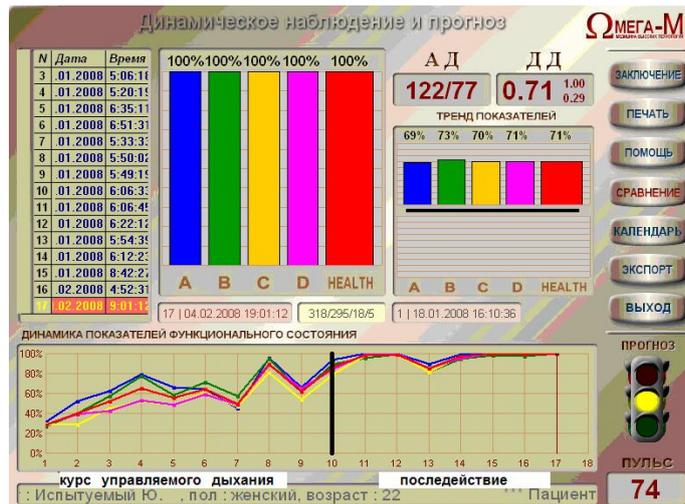


Рис. 5. Интерфейс программы динамического наблюдения и прогноза для испытуемого Ю.– симпатотоника.

Примечания те же, что и в табл.

Одним из механизмов положительного влияния данного мероприятия может являться то, что управляемое дыхание опосредованно регулирует сердечный ритм испытуемых, в результате чего, восстанавливаются межсистемные связи в значительной степени из-за нормализации вегетативной регуляции [12], что ведет к активации внутренних резервов организма, активизации механизмов неспецифической резистентности, оптимизации нейроэндокринной регуляции и расширения возможностей использования физиологических резервов.

Таким образом, регулярная гимнастика по программе управляемого дыхания с помощью программно-аппаратного комплекса «Омега-М» позволяет существенно повысить основные показатели функционального состояния организма студентов.

ВЫВОДЫ

1. Результаты проведенного исследования доказали высокую эффективность применения метода управляемой дыхательной гимнастики с помощью программно-аппаратного комплекса «Омега-М» для коррекции функционального состояния организма студентов на различных уровнях регуляции.
2. Управляемая дыхательная гимнастика достоверно повышает уровень функционального состояния и снижает индекс напряженности у испытуемых с разным уровнем вегетативной регуляции, что обеспечивается усилением вагусных влияний на сердечный ритм.
3. Максимальный эффект от курсового применения дыхательной гимнастики показан для испытуемых – симпатотоников, минимальный – у ваготоников.
4. Управляемая дыхательная гимнастика имеет выраженный эффект последствия, сохраняющийся в течение семи дней после окончания курса.

Список литературы

1. Павлова Л. П., Романенко А. Ф. Системный подход к психофизиологическому изучению мозга человека. – СПб.: Наука, 1988. – 48с.
2. Чуян Е.Н., Бирюкова Е.А., Раваева М.Ю. Комплексный подход к оценке функционального состояния организма студентов // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2008. – Т. 21 (60), № 1. – С. 56-75.
3. Щербатых Ю.В. Связь особенностей личности студентов-медиков с активностью вегетативной нервной системы // Психологический журнал. – 2002. – №1. – С. 118-122.
4. Кочегура Т.Н. Физиологическое обоснование метода повышения работоспособности человека-оператора с использованием биорезонансного воздействия на центральную нервную систему. Автореферат. Волгоград – 2006. – 23с.
5. Методика диагностики и коррекции функционального состояния студентов высшего учебного заведения // Методические указания. – СПб.: 2006. – 10с.
6. Щербатых Ю.В. Использование аутогенной тренировки для оптимизации уровня экзаменационного стресса у студентов высшей школы. // Актуальные проблемы современной биологии и медицины. – 1997. – С. 116-117.
7. Обоснование аппаратно-программных методов, предназначенных для скрининг-диагностики внутренних заболеваний и для оценки эффективности лечебно-профилактических мероприятий в системе диспансеризации военнослужащих и пенсионеров МО. Отчет о научно-исследовательской работе. – СПб: ВМА, 2002. – 77С.
8. Баевский Р.М. Кирилов О.И. Математический анализ сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 220с.
9. Вариабельность сердечного ритма. Теоретические аспекты и практическое применение// Материалы докладов международного симпозиума. – Ижевск, 1996. – 225с.
10. Метод Бутейко. Опыт внедрения в медицинскую практику.— Москва: Патриот.— 1990.— 224 с.
11. Плеханов Г.Ф., Васильев Н.В., Козлова Т.И. Зависимость реакции биосистемы на раздражитель от ее исходного значения // Бюл. Сиб. отд. АМН СССР. – 1989. – № 2. – С. 83-86.
12. Гурьев С.В. Методика формирования здорового образа жизни у старших дошкольников средствами компьютера в сочетании с традиционными методами физического воспитания. Екатеринбург: 2007. – 38с.

Чуян О. М., Бірюкова О.А., Раваева М.Ю. Роль керованого дихання в корекції функціонального стану організму студентів // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 147-155.

Стаття присвячена обґрунтуванню ефективності застосування методу керованої дихальної гімнастики за допомогою програмно-апаратного комплексу «Омега-М» для корекції функціонального стану студентів. Встановлена висока ефективність застосування керованої дихальної гімнастики за допомогою комплексу «Омега-М» для корекції функціонального стану організму на різних рівнях регуляції.

Ключові слова: кероване дихання, варіабельність серцевого ритму, кардіоритмограма, індекс напруги, нормотоніки, симпатотоніки, ваготоніки.

Chuyan E.N., Birjukova E.A., Ravaeva M.U. The role of controlled respiration at student's functional condition correction // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 147-155.

The article is devoted the ground of efficiency of application of method of the controlled respiratory gymnastics with the help of firmware complex «Omega-M» for the correction of the functional state of students. High efficiency of application of controlled respiratory gymnastics is set by a complex «Omega-M» for the correction of the functional state of organism on the different levels of adjusting.

Keywords: controlled respiration, heart rate variability, cardiorhythmogram, subjects with vagal predominance, subjects with sympathetic predominance, normal subjects, index of a strain.

Пост упило в редакцію 30.04.2008 г.

УДК 612.821

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ЛАЗЕРНОЙ ДОППЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ

Чуян Е.Н., Трибрат Н.С.

В статье описаны физические основы метода лазерной доплеровской флоуметрии и методические аспекты проведения исследования микрокровотока этим методом.

Ключевые слова: метод лазерной доплеровской флоуметрии, микроциркуляторное русло.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существует ряд методов исследования микроциркуляторного русла. Среди них выделяют микроскопические техники [1], в частности офтальмоскопия, компьютерная TV-микроскопия сосудов конъюнктивы глазного яблока, ногтевого ложа, сосудов кожи. Они позволяют оценить структуру и диаметр микрососудов, состояние их тонуса, выявить различные внутри- и внесосудистые изменения (замедление кровотока, сладж, стаз, липидные включения и т.д.). Ряд методов позволяет определить линейную скорость кровотока. Однако данные методы исследования не позволяют оценить тканевой кровоток в целом, выявить особенности его регуляции. Существуют методы оценки тканевого кровотока [2], в том числе окклюзионная плетизмография, вымывание радиоактивных изотопов, флюорисцентная микроангиография, введение меченых микросфер и т.д. Однако некоторые из них нашли применение лишь в экспериментальной медицине из-за сложности применения у человека, другие связаны с необходимостью использования дорогостоящей техники. Кроме того, вышеперечисленные методы исследования микрокровотока позволяют лишь косвенно оценить особенности регуляции периферической гемодинамики [3].

Лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) является новым неинвазивным методом исследования микроциркуляции, позволяющим не только оценить общий уровень периферической перфузии, но и выявить особенности регуляции кровотока в микроциркуляторном русле. Достоинством метода ЛДФ является его возможность измерения микрокровотока *in vivo* и безконтактно, что очень важно для тестирования микрогемодинамики, которая изменяет свои показатели при любой попытке подключения датчиков к капиллярам [4]. Другой важной особенностью ЛДФ является возможность получения большого количества измерений (тысячи в минуту), их регистрации и обработки в реальном масштабе времени [5-7], что, в частности, позволяет создавать мониторинговые системы ЛДФ. Последние в перспективе дают возможность анализировать весь спектр ритмических процессов в микрососудах от пульсовых до циркадных [4]. Данный метод исследования кожного микрокровотока

широко распространен за рубежом [8], однако в Украине он практически не используется. Поэтому необходимо систематизировать и обобщить литературные данные о применении метода ЛДФ для оценки тканевой гемомикроциркуляции. В связи с вышеизложенным, целью данной работы явилось описание методических аспектов применения метода ЛДФ для исследования микроциркуляции.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА ЛДФ

Для исследования процессов микроциркуляции методом ЛДФ применяется зондирование ткани лазерным излучением. В ходе проведения исследований обеспечивается регистрация изменения потока крови в микроциркуляторном русле – флоуметрия [9].

Доставка лазерного излучения к ткани и прием отраженного сигнала в приборах осуществляется с помощью световодного зонда, состоящего из трех световодных моноволокон, где одно световодное волокно используется для передачи зондирующего излучения, а два других являются приемными, по которым отраженное излучение доставляется к прибору для фотометрирования и дальнейшей обработки (рис. 1).

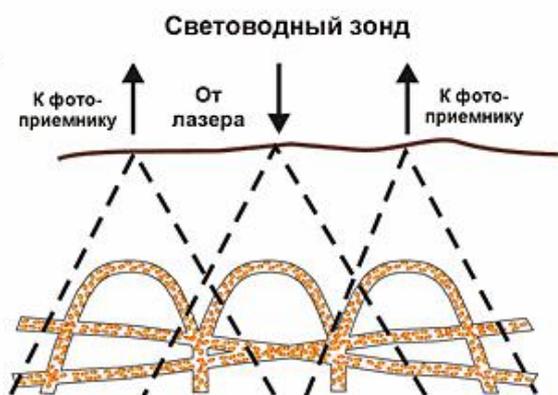


Рис.1. Схема зондирования ткани лазерным излучением [9].

Специфика работы флоуметра заключается в том, что в пределах диаграммы направленности локатора находится большое количество движущихся целей – клеток крови, а среда, в которой распространяется зондирующий сигнал имеет значительное поглощение [4].

В зависимости от задач исследования микроциркуляции крови применяются лазерные источники мощностью 1-2 мВт, излучающие в диапазоне от зеленой до ближней инфракрасной длины волны. Глубина зондируемого слоя ткани определяется длиной волны: чем короче длина волны, тем тоньше слой. Это обстоятельство объясняется различным поглощением излучения в биологических тканях молекулами меланина, гемоглобина, β-каротина, билирубина [9].

В отличие от ультразвуковых методов диагностики, основанных на эффекте Доплера, при применении более коротковолнового зондирующего лазерного

излучения возможно получить отраженный сигнал наибольшей амплитуды от отдельных эритроцитов из более тонкого слоя ткани, около 1мм [9]. Этот слой зондирования может содержать в зависимости от типа ткани следующие звенья гемомикроциркуляторного русла: артериолы, прекапилляры, капилляры, посткапиллярные венулы, венулы и артерио-венулярные анастомозы (АВА).

Поглощение излучения молекулами гемоглобина является наиболее значительным для коротковолнового излучения – это приводит к уменьшению величины детектируемого рассеяного излучения. Толщина зондируемого слоя ткани может составлять от 0,5 до 2 мм в диапазоне от зеленой до инфракрасной длины волны [10].

При взаимодействии лазерного излучения с тканью отраженный сигнал имеет две составляющие: постоянную и переменную. Постоянный сигнал обусловлен отражением от неподвижных структур зондируемой ткани и имеет ту же частоту, что и зондирующее излучение. Переменный сигнал связан с движущимися частицами – эритроцитами, его частота отличается от частоты падающего излучения в соответствии с доплеровским эффектом. Обработка отраженного от ткани излучения основана на выделении из зарегистрированного сигнала доплеровского сдвига частоты отраженного сигнала, пропорционального скорости движения эритроцитов. Доплеровский сдвиг частоты связан со скоростью движения эритроцитов следующим выражением:

$$\Delta f = 2nV/\lambda, \tag{1}$$

- где Δf - доплеровский сдвиг частоты,
- n – показатель преломления и отражения излучения в ткани,
- V – скорость движения эритроцитов,
- λ – длина волны зондирующего излучения.

Следовательно, доплеровская частота пропорциональна скорости движения эритроцитов и зависит от архитектоники микрососудов в исследуемом объеме [4, 9]. В объеме 1 мм³ эритроциты движутся с разными линейными скоростями: от 0,68 до 3,87 мм/с в артериолах; от 0,1 до 0,6 мм/с в капиллярах и от 0,32 до 1,21 мм/с в венулах [11] (рис. 2; табл. 1).

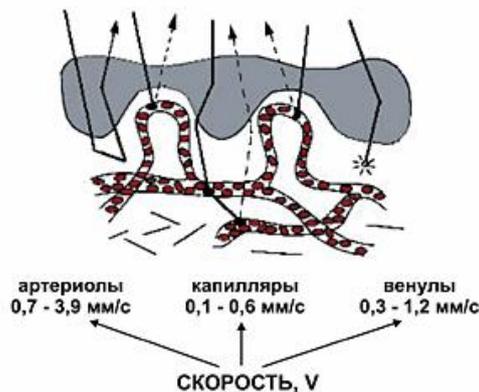


Рис. 2. Диапазоны скоростей эритроцитов в микроциркуляторном русле [9].

Различные скорость эритроцитов и их количество в сосудах микроциркуляторного русла вносят определенный вклад в формирование ЛДФ-сигнала (табл. 1). Расчеты, выполненные применительно к коже пальцев кисти, показывают, что наибольшее количество эритроцитов присутствуют в венах. Поэтому примерно половина величины ЛДФ-сигнала формируется за счет тех эритроцитов, которые находятся в венозном звене микроциркуляторного русла. В других участках кожи, а также в слизистых оболочках могут быть иные структурные и функциональные отношения между микрососудами и содержанием эритроцитов, что может существенно влиять на формирование ЛДФ-сигнала [4]

Таблица 1

Распределение эритроцитов в сосудах микроциркуляторного русла кожи пальца руки человека и его влияние на формирование ЛДФ-сигнала (по В.И. Козлову, 1999 [12])

Параметры	Типы микрососудов			
	Артериолы	Капилляры	Венулы посткапиллярные	Венулы
Количество микрососудов в 1 мм ³	20	110	40	30
Количество эритроцитов	0,3x10 ⁴	0,5x10 ⁴	0,9x10 ⁴	1,3x10 ⁴
Линейная скорость эритроцитов, мм/с	2,3	0,6-0,8	0,8	2,3
Вклад в ЛДФ-сигнал, %	15	20	15	50

Кровеносные сосуды микроциркуляторного русла могут быть ориентированы по отношению к фронту излучения под разными углами. Для того, чтобы от скоростного распределения эритроцитов по микрососудам перейти к распределению доплеровских частот, необходимо определить архитектуру микрососудов в исследуемом объеме. Максимальная частота доплеровского сдвига возникает, когда векторы направленности распространения фронта волны излучения и скорости движения эритроцитов параллельны. Для эритроцитов, которые движутся под углом к направлению зондирующего излучения, величина доплеровского сдвига частоты уменьшается пропорционально значению косинуса этого угла [9].

Объем зондируемой ткани в методе ЛДФ определяется геометрией и оптическими параметрами световодного зонда и составляет, как правило, около 1 мм³ для излучения в красной области спектра. В этих условиях амплитуда принимаемого сигнала формируется в результате отражения излучения на ансамбле 3,5x10⁴ эритроцитов, движущихся в среднем по 200 микрососудам с различными скоростями и по-разному количественно распределенных во всех отделах микрокапиллярного русла (см. табл. 1). Поэтому в методе ЛДФ применяется алгоритм усреднения, который позволяет получить средний доплеровский сдвиг

частоты по всей совокупности эритроцитов, попадающих в зондируемую область. В результате такого усреднения методом ЛДФ оценивается изменение потока эритроцитов. Для этого проводят обработку отраженного сигнала электронным путем, осуществляя усреднение по скоростям (доплеровским сдвигам частоты). Таким образом, мощность отраженного сигнала складывается из отдельных актов отражения излучения на каждом эритроците и, следовательно, зависит от их концентрации. На выходе прибора формируется результат флоуметрии определяемый как произведение линейной скорости эритроцитов на их концентрацию и представляет собой уровень перфузии единицы объема ткани за единицу времени [13]:

$$ПМ = N_{эр} \times V_{ср}, \quad (2)$$

где ПМ – параметр микроциркуляции,

$N_{эр}$ – концентрация эритроцитов,

$V_{ср}$ – линейная скорость эритроцитов.

В англоязычных публикациях встречаются разные названия измеряемого параметра микроциркуляции (ПМ) при ЛДФ: red (blood), cell flux, blood flux (flow), volume flux. В 1992 г. В Лондоне European Laser Doppler User Group (ELDUG) было рекомендовано применять при исследовании единый термин «Laser Doppler Perfusion» (перфузия) для описания выходного сигнала [9].

Амплитуда сигнала, пропорциональная указанному произведению, измеряется в относительных перфузионных единицах. Поток крови не может быть выражен в абсолютных единицах, например, в мл/с/мм³ [14], так как при окклюзии регистрируется броуновское движение остаточной крови, так называемый биологический ноль, который учесть при калибровке не представляется возможным.

Концентрация эритроцитов или тканевой гематокрит ($N_{эр}$) определяется двумя факторами: капиллярным гематокритом ($N_{кп}$) – объемным содержанием эритроцитов в капиллярной крови, оцениваемым в процентах, и количеством одновременно функционирующих капилляров (N_k) в зондируемом объеме:

$$N_{эр} = N_{кп} \times N_k \quad (3)$$

Параметр N_k характеризует геометрию потока эритроцитов в ткани, которая зависит от общей гемодинамики строения микроциркуляторного русла и локальных органических особенностей микрокровотока, работы прекапиллярных сфинктеров и АВА, величины прекапиллярного и посткапиллярного сопротивления. Фактор $N_{кп}$ в большой мере определяется реологическими параметрами крови [12].

Скорость $V_{ср}$ является усредненной величиной, так как осуществляется одновременное зондирование эритроцитов, движущихся с разной скоростью по микрососудам различного типа и диаметра.

Таким образом, в неинвазивном методе ЛДФ результирующий параметр определяет динамическую характеристику микроциркуляции крови – изменение потока крови (перфузии ткани кровью) в единицу времени в зондируемом объеме.

ФОРМИРОВАНИЕ ЛДФ-СИГНАЛА И АНАЛИЗ ЛДФ-ГРАММЫ

В методе ЛДФ выходной сигнал непрерывно регистрируется в течение времени исследований, и диагностика состояния микроциркуляторного русла основывается

на анализе графической записи изменении перфузии, которая называется ЛДФ-граммой (рис. 3).

ЛДФ-сигнал имеет постоянную и переменную от времени составляющие. Поэтому показатель микроциркуляции можно представить следующим выражением:

$$ПМ(t)=M+\delta ПМ(t) \quad (4)$$

M – постоянная составляющая средней перфузии в микроциркуляторном русле за определенный промежуток времени исследований, представляющая собой среднее арифметическое значение показателя микроциркуляции. Этот показатель характеризует средний поток эритроцитов в единице объема ткани в зондируемом участке в интервале времени регистрации.

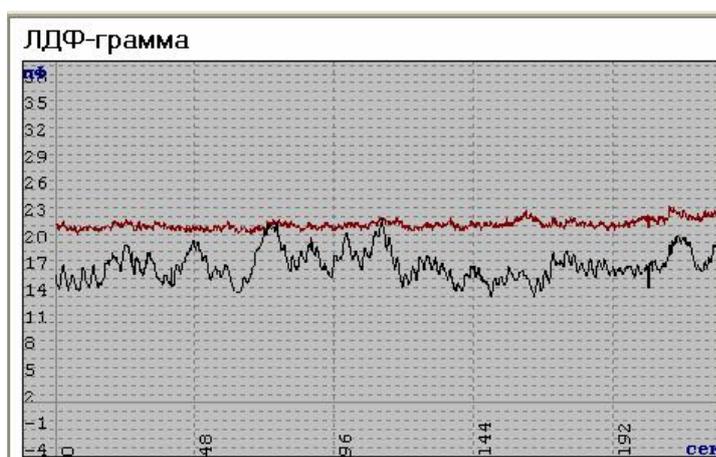


Рис. 3. Пример ЛДФ-граммы на мониторе компьютера.

Переменная составляющая ЛДФ-сигнала $\delta ПМ(t)$ связана с обстоятельствами, изменяющими величину скорости и концентрацию эритроцитов, т.е. это механизмы контроля за перфузией.

В результате спектрального разложения ЛДФ-граммы на гармонические составляющие, выполняемого по программе амплитудно-частотного анализа, появляется возможность определить вклад различных ритмических составляющих флуксуций (колебаний скоростей эритроцитов в микрососудах) в ЛДФ-грамме. Количественной величиной, характеризующей флуксуции на ЛДФ-грамме, является среднее квадратичное отклонение (σ) регистрируемых колебаний относительно среднего арифметического показателя микроциркуляции, именуемую в микрососудистой семантике как флукс. Каждая ритмическая компонента при спектральном анализе ЛДФ-граммы характеризуется двумя параметрами: частотой и амплитудой, измеряемой в перфузионных единицах. Представленные в амплитудно-частотном спектре ЛДФ-граммы колебания тканевого кровотока укладываются в диапазоне частот от 0,2 до 2,0 Гц [4].

Регистрируемый в ЛДФ-грамме колебательный процесс является результатом наложения колебаний, обусловленных активными и пассивными факторами.

Ритмическая структура флуксуций, выявляемая с помощью амплитудно-частотного анализа ЛДФ-граммы, есть результат суперпозиции различных эндотелиальных, нейрогенных, миогенных, дыхательных, сердечных влияний на состояние микроциркуляции [12] (табл. 2, рис. 4).

Таблица 2.
Ритмы флуктуаций потока эритроцитов в системе микроциркуляции

	Название	Частотный диапазон	Физиологическое значение
Пассивные факторы тканевой модуляции	Пульсовые волны (сердечные волны, cardio frequency)	0,8-0,16 Гц 50-90 кол/мин [9]	Обусловлены изменением скорости движения эритроцитов в микрососудах, вызываемым перепадами систолического и диастолического давления. Амплитуда отражает тонус резистивных сосудов.
	Дыхательные волны (респираторно-связанные колебания, high frequency)	0,15-0,4 Гц 12-24 кол/мин [9]	Связаны с веноулярным звеном. Обусловлены динамикой венозного давления при легочной механической активности, присасывающим действием «дыхательного насоса».
Активные факторы модуляции тканевой кровотока	Миогенные колебания (вазомоторные колебания, low frequency)	0,06-0,15 Гц или 3,6-9 кол/мин [14]; 4-7 кол/мин [15-17]	Обусловлены состоянием мышечного тонуса прекапилляров, регулирующим приток крови в нутритивное русло.
	Колебания в нейрогенном диапазоне	0,02-0,05 Гц [18] 1,2-3 кол/мин [9]	Обусловлены низкочастотным симпатическим адренергическим влиянием на гладкие мышцы артериол и артериолярных участков АВА. Позволяют оценить периферическое сопротивление артериол. Увеличение амплитуды является индикатором снижения сопротивления и возможного усиления кровотока по АВА шунту при повышении миогенного тонуса.
	Эндотелиальные колебания (very low frequency)	0,0095-0,02 Гц [19]	Обусловлены функционированием эндотелия, а именно выбросом вазодилатора NO

Активные факторы контроля микроциркуляции - это миогенный, эндотелиальный и нейрогенный механизмы тонуса сосудов и просвета сосудов (см. рис. 4). Эти факторы контроля регуляции модулируют поток крови со стороны сосудистой стенки и реализуются через ее мышечный компонент [9]. Активные механизмы создают поперечные колебания кровотока, в результате чередования сокращения и расслабления мышц сосудов (рис. 5).

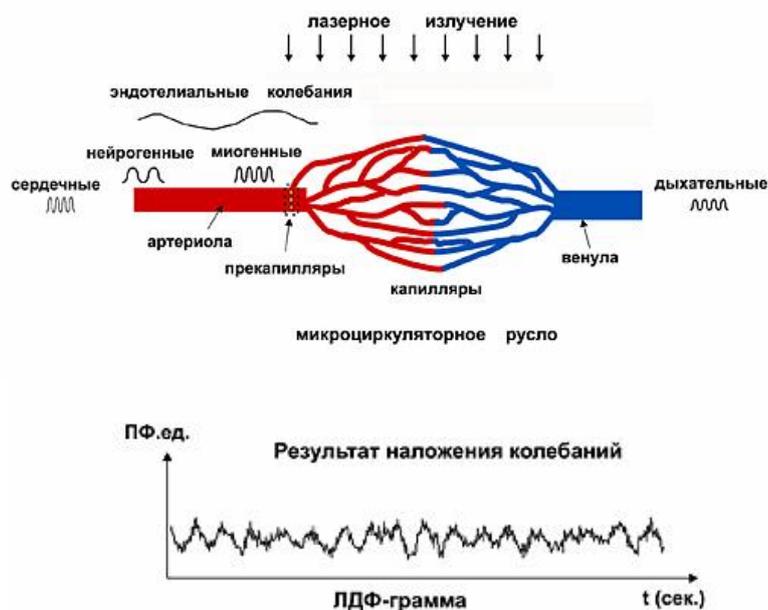


Рис. 4. Пространственная локализация воздействий на микроциркуляцию активных и пассивных факторов [9].

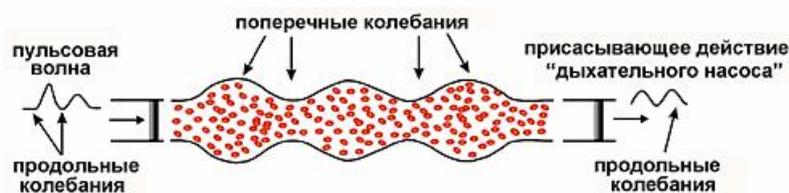


Рис. 5. Факторы, определяющие модуляцию кровотока [9].

Миогенная регуляция в чистом виде локализована на прекапиллярных сфинктерах. Периодические изменения диаметра просвета артериол называются вазомоциями. В физиологической интеграции управления микрокровоотком именно миогенный тонус является последним звеном контроля микрокровоотка перед капиллярным руслом. Происхождение вазомоций в диапазоне 0,06-0,15 Гц связывают с локальными пейсмейкерами внутри гладких мышечных волокон. Н. Schid-Shonbein с соавт. [20] прекапиллярную вазорелаксацию связывают с “гистамино”-похожей субстанцией, а А. Stefanovska и М. Bracic [14] придерживаются мнения, что миогенные колебания вызваны осцилляциями концентраций ионов Ca^{2+} через мембраны мышечных клеток. Аналогичное обоснование миогенных колебаний приведено В.И. Маколкиным [3]. Увеличение амплитуды колебаний в миогенном диапазоне свидетельствует о снижении периферического сопротивления, а следовательно, о вазодилатации. Уменьшение вазомоторных амплитуд вызывает повышение мышечного сопротивления и, следовательно, снижение нутритивного кровотока [9].

Важным диагностическим параметром миогенных колебаний кожного кровотока является ее частота. В публикациях А. Bollinger с соавт. [21] осцилляции кровотока в артериолах выделены в диапазон медленных колебаний 1-8 кол./мин. А. Stefanovska и М. Bracic [14] отнесли миогенные колебания к диапазону 3,6-9 кол./мин. (0,06-0,15 Гц). Для миогенных колебаний, соответствующих локальной местной регуляции мышечного тонуса, определяемого гладкими мышечными волокнами прекапилляров, частоты колебаний могут находиться в диапазоне 4-7 кол./мин [15]. Эти данные соответствуют волярной поверхности пальцев руки и ноги, а также коже на предплечье [9]. На рис. 6. представлена ЛДФ-грамма с выраженными миогенными колебаниями.

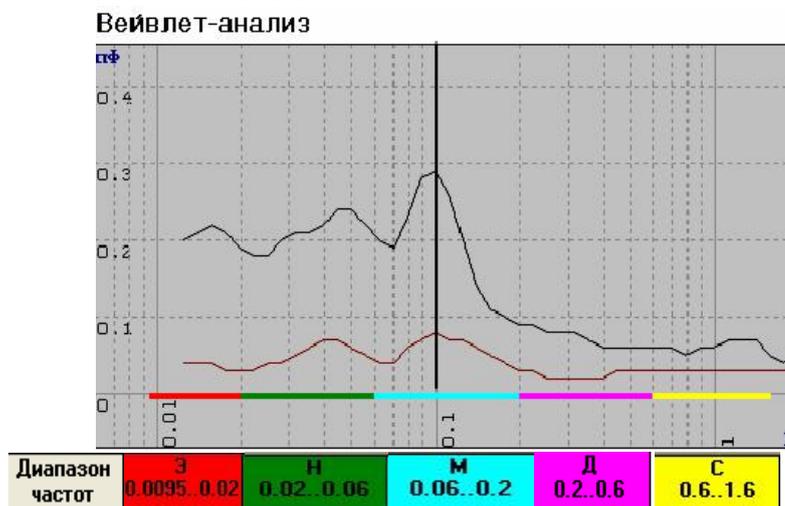


Рис. 6. ЛДФ-грамма с выраженными миогенными колебаниями и амплитудно-частотный спектр колебаний у испытуемого К.

Физиологическая природа нейрогенных колебаний связана с низкочастотными симпатическими адренергическими влияниями на гладкую мускулатуру артериол и артериолярных участков АВА. Колебания, обусловленные симпатической активностью, имеют характерные частоты в диапазоне 1,2-3 кол./мин. (0,02-0,05 Гц) [16, 17, 20]. Этот частотный диапазон соответствует резонансной частоте резистивных сосудов 0,03 Гц [18]. При выраженной активации симпатических вазомоторных волокон симпатическая импульсация усиливается, приводя к увеличению нейрогенного компонента артериолярного тонуса, возрастанию жесткости сосудистой стенки и снижению амплитуд осцилляций кровотока в нейрогенном диапазоне; при хронической частичной подпороговой симпатической денервации или повышении температуры среды выше 24-25 °С их амплитуда может возрасть. В ЛДФ-грамме нейрогенная активация проявляется в виде аperiodических, асимметричных фрагментов снижения перфузии в результате проявления вазоконстрикторной симпатической активности (рис. 7). Вазоконстрикторные эпизоды отражают временную нейродинамическую активность, проявляющуюся в короткое время между длинными периодами «молчания». Ритмические колебания синусоидальной формы в

нейрогенном диапазоне активируются при условиях, когда работают механизмы терморегуляторного вазоспазма, а также при патологических дефектах, когда изменен контроль артериолярного тонуса симпатическими вазоконстрикторами [9]. Нейрогенная терморегуляторная активность в регуляции микрокровотока кожи значительно зависит от температуры окружающей среды и от психического состояния человека [20].

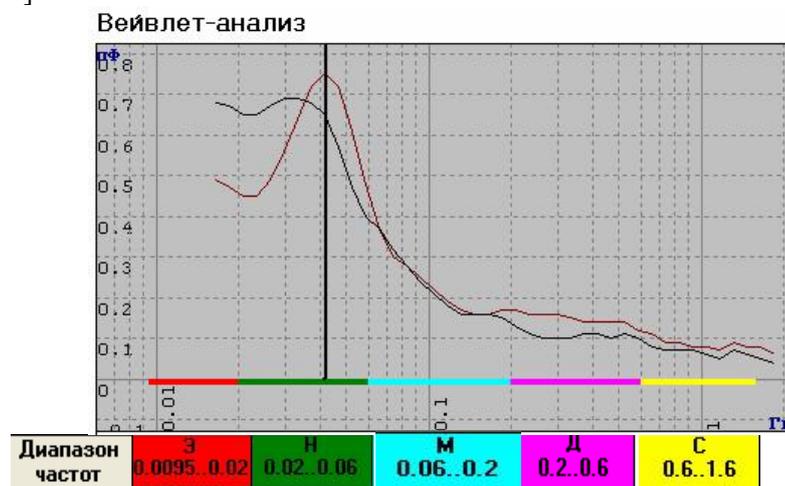


Рис. 7. ЛДФ-грамма с выраженными нейрогенными колебаниями и амплитудно-частотный спектр колебаний у испытуемого Р.

Микроваскулярный эндотелий осуществляет модуляцию мышечного тонуса секрецией в кровь периодически изменяющихся концентраций вазоактивных субстанций, в частности NO [14]. Ритмические процессы, которые воздействуют на транспортную функцию крови и содействуют обменным процессам, являются медленными динамическими процессами (колебания вблизи 0,01 Гц) (рис. 8).

Р. Kvandal с соавт. [19] обосновали, что среди двух вазодилататоров из ряда вазоактивных субстанций, выделяемых эндотелием, – оксида азота (NO) и простагландинов (PGs) – только NO ответственен за сокращение миоцитов с частотой около 0,01 Гц. Эндотелиальный выброс NO включен в физиологическую регуляцию мышечного тонуса и играет важную роль в регуляции давления и распределения потока крови. В условиях эксперимента это может проявляться в двух случаях: в ответ на механическую стимуляцию после прекращения окклюзии и в ответ на химическую стимуляцию ацетилхолином [9].

Н.D. Kvernmo с соавт. [22] предложена методика, позволяющая определить активность выброса NO путем сравнения сосудистых реакций в ответ на введение специфических агентов, вызывающих эндотелий-зависимую (ацетилхолин) и эндотелий-независимую (нитропруссид натрия) вазодилатацию.

Пассивные факторы, вызывающие колебания кровотока вне системы микроциркуляции – это пульсовая волна со стороны артерий и присасывающее действие «дыхательного насоса» со стороны вен. Эти колебания проникают с

кровотоком в зондируемую область микроциркуляторного русла. Пассивные факторы организуют продольные колебания кровотока, выражающиеся в периодическом изменении объема крови в сосуде (см. рис. 5).

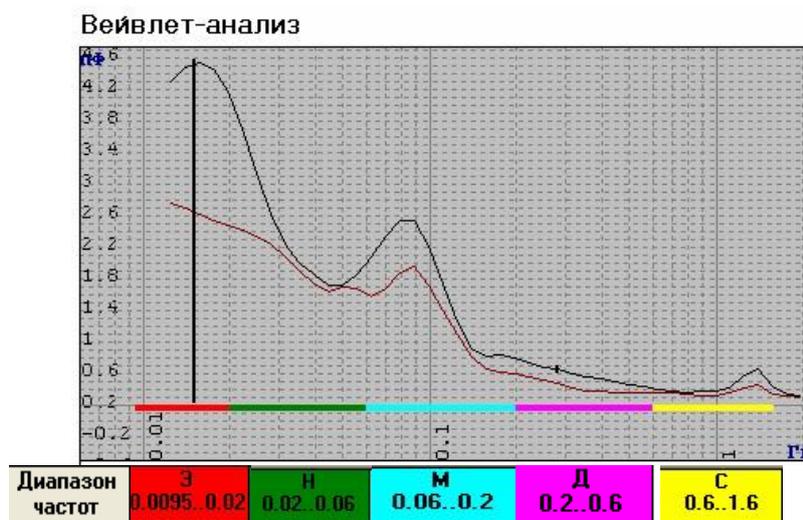


Рис. 8. ЛДФ-грамма с выраженными эндотелиальными колебаниями и амплитудно-частотный спектр колебаний у испытуемого М.

Амплитуда пульсовой волны, приносящейся в микроциркуляторное русло со стороны артерий является параметром, который изменяется в зависимости от состояния тонуса резистивных сосудов. Увеличение амплитуды пульсовой волны означает увеличение притока крови в микроциркуляторное русло. Часто увеличение амплитуды может наблюдаться у пожилой группы индивидуумов вследствие снижения эластичности сосудистой стенки, а также у пациентов с гипертонической болезнью. Значительный рост амплитуд пульсовой волны может наблюдаться при тепловой гиперемии – при температуре нагрева около 42⁰С.

Частота пульсовой волны может изменяться от 0,6 Гц у спортсменов до 1,6 Гц у пациентов с заболеваниями сердечно-сосудистой системы [9]. На рис. 9 представлен фрагмент ЛДФ-граммы с выраженными пульсовыми волнами.

Дыхательная волна в микроциркуляторном русле обусловлена распространением в микрососуды со стороны путей оттока крови волн перепадов давления в венозной части кровеносного русла и преимущественно связана с дыхательными экскурсиями грудной клетки. Место локализации дыхательной волны в системе микроциркуляции являются вены. Увеличение амплитуды дыхательной волны указывает на снижение микроциркуляторного давления. Ухудшение оттока крови из веноулярного звена может сопровождаться увеличением объема крови в микроциркуляторном русле, что приводит к росту амплитуды дыхательной волны в ЛДФ-грамме. Наиболее явно дыхательные волны проявляются при снижении градиента артериовенозного давления [21]. На рис. 10

представлен пример фрагмента ЛДФ-граммы при снижении давления в микроциркуляторном русле.

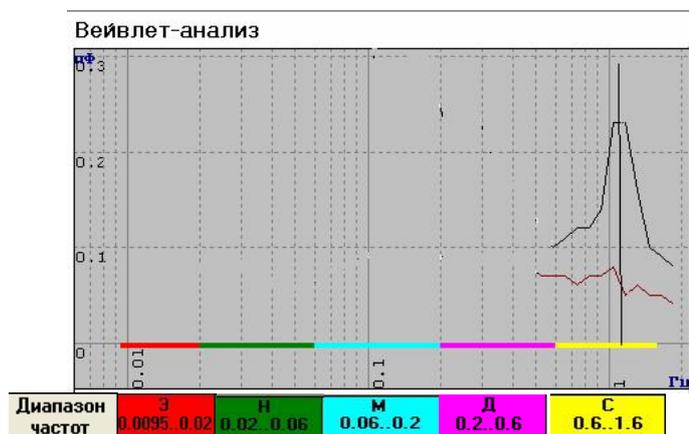


Рис. 9. Фрагмент ЛДФ-граммы с пульсовыми ритмами и амплитудно-частотный спектр у испытуемого Н.

Таким образом, исполнительным «объектом» или «мишенью» активных факторов контроля является мышечный компонент сосудистой стенки. Пассивные факторы также влияют на сосудистую стенку посредством колебаний кровотока. В физиологических условиях мишенью нейрогенной регуляции являются артериолы и АВА, миогенная регуляция в чистом виде локализована на прекапиллярах и сфинктерах, эндотелиальная регуляция диаметра сосудов затрагивает преимущественно прекапиллярное звено (артериолы и прекапилляры). В капиллярах регистрируются миогенные и пульсовые колебания, проникающие с кровотоком при движении крови через прекапилляры [15]. Регистрируемый в ЛДФ-грамме колебательный процесс является результатом наложения колебаний, обусловленных активными и пассивными факторами (см. рис. 4).

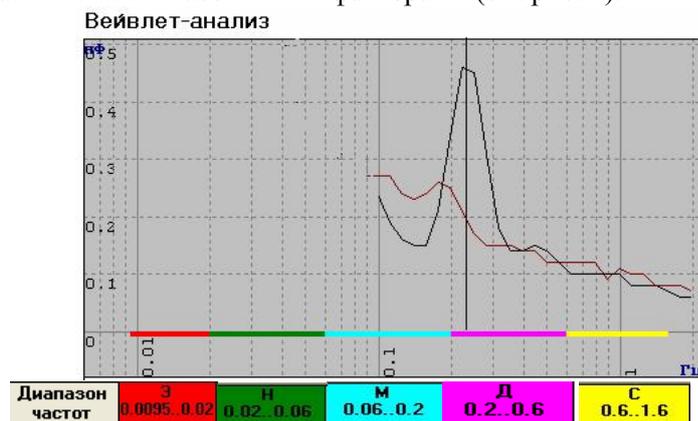


Рис. 10. Фрагмент ЛДФ-грамм при снижении градиента микроциркуляторного давления и амплитудно-частотный спектр у испытуемого Т.

Следовательно, микроциркуляторное русло находится под многоуровневым контролем, который организован через систему обратной связи. В процессе самоорганизации кровотока эндотелиальная активность, нейрогенный и миогенный механизмы контроля, пульсовые и дыхательные ритмы образуют положительные и отрицательные обратные связи. Работа активных механизмов обусловлена локальными физиологическими потребностями тканей. Возрастание или снижение амплитуд пассивных механизмов может являться следствием проявления функционирования активных механизмов контроля и наоборот [9].

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОМ ЛДФ

Для исследований микроциркуляции применяется несколько способов аппаратурной реализации. Существует одноканальный и двухканальный способы зондирования ткани. Как правило, в одноканальных анализаторах используется лазерное излучение длиной волны 0,63 мкм. Данный способ зондирования следует применять для изучения кожного кровотока, кровотока в колоноскопических, эндоскопических исследованиях. Для этих целей используется анализатор ЛАКК-02 (производство НПП «Лазма», Россия) в первом (одноканальном) исполнении. Двухканальный способ зондирования имеет два варианта исполнения: два одинаковых или спектрально разных канала. Первый вариант позволяет осуществить контроль состояния перфузии на одной из областей, когда другая область является предметом исследования. Области могут быть симметричными, а также соседними, например патологическая и здоровая. В данном случае используется анализатор кровотока ЛАКК-02 в двухканальном исполнении. Во втором варианте применяется два зондирующих канала с лазерными источниками на разных длинах волн 0,63 мкм и 1,15 мкм. Данный способ позволяет исследовать микроциркуляцию в разных слоях по глубине на одной области ткани [9].

Для записи ЛДФ-граммы датчики анализатора неподвижно фиксируют к месту исследования с помощью пластыря и устанавливают с помощью штативов для избежания регистрации артефактов. Время записи должно быть не менее 4 минут для регистрации достаточного количества циклов изменения показателей микроциркуляции.

При исследовании в положении лежа на спине или сидя, рука должна находиться на уровне сердца. В ходе диагностики, проводимой по единой методике, положение испытуемых должно быть одинаковым.

Для получения стабильной записи ЛДФ-граммы необходимо соблюдать условия стандартизации измерений в ходе проведения исследования:

1. Выбор тестируемой области. Метод ЛДФ не имеет ограничений в выборе тестируемой области, так как световодный зонд может быть установлен на любом участке тела в зависимости от задач исследования. Самым доступным органом для исследования микроциркуляции методом ЛДФ является кожа. В работе I. M. Braverman [23] представлены данные по анатомической пространственной неоднородности распределения микрососудов в дерме. Существуют зоны с насыщенным содержанием артериол и венул, а также зоны, окружающие указанные участки, где васкуляризация незначительно выражена. Лазерный световод может

быть установлен на зону с минимальной, средней или максимальной степенью васкуляризации, что и обуславливает вариабельность ЛДФ-сигнала.

Чаще всего для ЛДФ используют зону в области нижней трети предплечья, расположенной по срединной линии на 4 см выше основания шиловидных отростков локтевой и лучевой кости. Согласно мнению некоторых авторов [24], область наружной поверхности предплечья является обобщающей для оценки состояния микроциркуляторного русла, поэтому всегда рекомендуется для исследования. Выбор этой зоны обусловлен тем, что она, во-первых, бедна АВА, поэтому в большей степени отражает кровоток в нутритивном русле, во-вторых, является зоной Захарьина-Геда сердца, и, в третьих, кровоток в этой области меньше подвержен внешним воздействиям, по сравнению с областями, богатыми АВА. Для исследования нейрогенной регуляции сосудов лучшим объектом служит кожа подушечки II пальца кисти и I пальца стопы, наиболее богатые вегетативными и сенсорными нервными волокнами. В таблице 3 приведен стандартный перечень областей для проведения исследования методом ЛДФ.

Таблица 3.

Наиболее часто употребляемые области для регистрации ЛДФ [12]

Область	Локализация датчика
Кисть	Дорсальная (тыльная) поверхность IV пальца левой кисти, вентральная (волярная) поверхность IV пальца левой кисти Дорсальная поверхность II пальца кисти
Предплечье	Передняя поверхность в области нижней трети
Стопа	Волярная (подошвенная) поверхность большого пальца, Тыльная поверхность области I межпальцевого промежутка
Голень	Передняя поверхность в области нижней трети
Голова	Область лба и мочки уха
Слизистые оболочки	
Полость рта	Доступные для зондирования участки прадонта
Желудок	При эндоскопии с помощью специального зонда, видимого в рабочий канал эндоскопа
Мочевой пузырь	
Прямая кишка	

Проведение исследования в соответствующих зонах Захарьина-Геда дает косвенную оценку регуляции сосудов микроциркуляторного русла во внутренних органах [3].

2. Физическая активность испытуемого заключается в пребывании испытуемого перед проведением ЛДФ в спокойном состоянии в положении сидя или лежа не менее 10 минут.

3. Тепловой режим - в помещении при температуре 18⁰С обнаруживается преимущественная вазоконстрикция, обусловленная нейрогенной регуляцией; она незначительно проявляется в диапазоне 21-24⁰С и отсутствуют при 27⁰С.

4. Временная вариабельность. Перфузия подвергается как циркадианной ритмике так и инфрадианной [25].

Таким образом, обладая высокой чувствительностью к изменениям микрогемодинамической ситуации в сосудистом русле, метод ЛДФ имеет неоспоримое преимущество перед другими методиками исследования микроциркуляции, поскольку позволяет оценить состояние функционирования механизмов управления кровотоком.

ВЫВОДЫ

1. Метод лазерной доплеровской флоуметрии обеспечивает детальный анализ состояния микроциркуляции, основанный на выделении ритмических составляющих гемодинамических потоков в тканях.
2. Метод ЛДФ позволяет исследовать и оценивать механизмы активной и пассивной регуляции тканевого кровотока.

Список литературы

1. Селезнев С.А., Назаренко Г.И., Зайцев В.С. Клинические аспекты микроциркуляции. – Л.: Медицина, 1985. – 208 с.
2. Hirase K., Shimizu A., Yokoi N., Nishida K., Kinoshita S. Age-related alteration of tear dynamics in normal volunteers. // *Nippon Ganka Gakkai Zasshi*. – 1994. – V. 98. –N. 6. –P. 575-578.
3. Метод лазерной доплеровской флоуметрии в кардиологии. Пособие для врачей / Под ред. Маколкин В.И., Бранько В.В., Богданова С.А. и др. – М.: Россельхозакадемия, 1999. – 48 с.
4. Козлов В. И., Корси Л.В., Соколов В.Г. Лазерная доплеровская флоуметрия и анализ коллективных процессов в системе микроциркуляции // *Физиология человека*. –1998. – Т. 24. – №6. – С.112.
5. Bonner R.F., Nossal R., Modal for Laser Doppler measurements of blood flow in tissue microcirculation // *Appl. Optics*. – 1981. – V. 20. – P. 2097.
6. Арефьев И.М., Еськов Л.П. Метод спектроскопии оптического смещения в диагностике микроциркуляции крови // *Бюлл. эксперим. биологии и медицины*. – 1981. – №2. – С.244.
7. Nilsson G.E. Signal processor for Laser Doppler tissue flowmeters // *Med. Biol. Eng. Comput.* – 1981. – V.22. – P. 343.
8. Fagrell B. Problems using laser Doppler on the skin in clinical practice, *Laser Doppler*. London, Los Angeles, Nicosia: Med. Orion publish. Company. – 1994. – P. 49-54
9. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. – М.: Медицина. – 2005 – 254с.
10. Anderson R.P., Parrish J.A. The optics of human skin // *J. Invest. Dermatol.* – 1981. – V.77. – P. 13.
11. Фолков Б., Нил Э. Кровообращение. – М., 1976. – 463 с.
12. Метод лазерной доплеровской флоуметрии. Пособие для врачей / Под ред. Козлов В.И., Мач Э.С., Литвин Ф.Б., Терман О.А., Сидоров В.В. – М. – 1999. – 48 с.
13. Almond N. *Laser Doppler flowmetry: Theory and practice*, Laser Doppler. – London –Los Angeles Nicosia: Med-Orion Publishing Company, 1994. –P. 17-31.
14. Stefanovska A., Bracic M., Physics of the human cardiovascular system // *Contemporary Physics*. – 1999. – 40, N1. – P. 31-35.
15. Mayer M.F., Rose C.J., Hulsmann J.-O. et.al. Impaired 0.1 – Hz vasomotion assessed by laser Doppler anemometry as an early index of peripheral sympathetic neuropathy in diabetes // *Microvascular Research*, 2003. – V. 65. – P. 88-95.
16. Крупаткин А.И. Клиническая нейроангиофизиология конечностей (периваскулярная иннервация и нервная трофика). – М.: Научный мир. – 2003. – 328с.
17. Крупаткин А.И., Сидоров В.В., Меркулов М.В. и др. Функциональная оценка периваскулярной иннервации конечностей с помощью лазерной доплеровской флоуметрии. Пособие для врачей. – М. – 2004. – 26с.

18. Rosenbaum M., Race D. Frequency-response characteristics of vascular resistance vessels // *Am.J.Physiol.* — 1968.—V. 215. — P. 1397-1402.
19. Kvandal P. Stefanovska A., Veber M. et. Al. Regulation of human cutaneous circulation evaluated by laser Doppler Flowmetry, iontophoresis and spectral analysis: importance of nitric oxide and prostaglandins // *Microvascular Research.* — 2003. — 65. — P. 160-171.
20. Schmid-Schonbein H., Ziege S., Grebe R. et.al. Synergetic Interpretation of Patterned Vasomotor Activity in Microvascular Perfusion: Descrete Effects of Miogenic and Neurogenic Vasoconstriction as well as Arterial and Venous Pressure Fluctuation // *Int. J. Micror.* — 1997. — V.17. — P. 346-359.
21. Bollinger A., Yanar A., Hofmann U., Franzeck U.K. Is high-frequency flux motion due to respiration or to vasomotion activity? *Progress Appl. Microcirculation.* Basel: Karger. — 1993. — V. 20. — P. 52.
22. Kvernmo H.D., Stefanovska A., Kirkeboen K.A., Kvernedo R. Oscillations in the Human Cutaneous Blood Perfusion Signal Modified by Endothelium-Dependent and Endothelium-Independent Vasodilators // *Microvascular Research.* — 1999. — V. 57. — P. 298-309.
23. Braverman I. M., Keh A. and Goldminz D. Correlation on laser Doppler wave patterns with underlying microvascular anatomy // *J. Invest. Dermatol.* — 1990. — V.95. — P. 283.
24. Мач Э.С. Лазер-Доплер флоуметрия в оценке микроциркуляции в условиях клиники. /Материалы первого Всероссийского симпозиума «Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике» // Москва, 1996. — С.56-64.
25. Сидоров В.В., Ронкин М.А., Максименко И.М. Физические основы метода лазерной доплеровской флоуметрии и его применение в неврологической практике. // *Биомедицинские технологии и радиоэлектроника.* — 2003. — №12. — С.26-35.

Чуян О.М., Трибрат Н.С. Методичні аспекти застосування методу лазерної доплерівської флоуметрії // *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського . Серія „Біологія, хімія“.* — 2008. — Т. 21 (60). — № 2. — С. 156-171.

У статті описані фізичні основи методу лазерної доплерівської флоуметрії і методичні аспекти проведення дослідження мікрокровотоку цим методом.

Ключові слова: метод лазерної доплерівської флоуметрії, мікроциркуляторне русло.

Chuyan E. N., Tribirat N.S. Methodical aspects of application of method of laser Doppler Flowmetry // *Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry».* — 2008. — V.21 (60). — № 2. — P. 156-171.

Physical bases of method of laser Doppler flowmetry and methodical aspects of conducting of research of blood microcirculation help of this method are described in the article

Keywords: microcirculation, laser Doppler Flowmetry

Поступило в редакцию 30.04.2008 г.

УДК 612.014.4/015.1:612.1

ПРОТЕАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ АЛЬВЕОЛЯРНЫХ МАКРОФАГОВ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

Ярмолук Н. С., Костюк А.С., Туманянц К. Н., Михайлов А. В.

Изучены особенности протеазной активности альвеолярных макрофагов крыс при комбинированном действии факторов различной интенсивности. Результаты исследования показали, что факторы высокой интенсивности (гипокинезия и рентгеновское излучение) вызывают значительное повышение активности протеазы макрофагов, что может служить риском их освобождения из клеток и выход в ткани, с последующим повреждением тканевых элементов. Факторы низкой интенсивности (слабые переменное магнитное поле сверхнизкой частоты и электромагнитное излучение крайне высокой частоты) благоприятствуют повышению защитного потенциала макрофагов, увеличивая цитохимический показатель содержания протеазы. Эффект комбинированного действия изученных факторов отличается от таковых при их изолированном действии.

Ключевые слова: гипокинезия, ионизирующее излучение, макрофаги, переменное магнитное поле сверхнизкой частоты, протеаза, электромагнитное излучение крайне высокой частоты.

ВВЕДЕНИЕ

По данным различных авторов [1 – 4], тканевые макрофаги являются основными компонентами моноклеарной фагоцитарной системы и расцениваются как важнейшие клеточные элементы, обеспечивающие неспецифическую резистентность. Функционирование макрофагов в тесной связи с другими клеточными и неклеточными элементами крови и соединительной ткани во многом определяет адаптационные перестройки организма в изменяющихся условиях внешней среды. Выяснено, что в макрофагах содержатся многочисленные гидролитические ферменты, в частности протеаза. Её динамика при различных воздействиях не изучена. Поэтому в настоящем эксперименте была предпринята попытка выяснения особенностей динамики этого фермента у животных находящихся в условиях гипокинезии (ГК), а также при воздействиях слабых переменных магнитных полей (ПеМП) сверхнизкой частоты (СНЧ), электромагнитного излучения (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ) и рентгеновского излучения (Р) и их комбинированного действия. В настоящее время изучению механизмов действия этих факторов посвящены многочисленные исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для выявления роли макрофагов лёгкого в развитии неспецифических адаптационных реакций, развивающихся на действие факторов различной природы, были проведены эксперименты на белых беспородных крысах-самцах массой 200-

250 г, полученных из питомника научно-исследовательского института биологии Харьковского университета им. Каразина. Для экспериментов отбирали особей со средним уровнем двигательной активности и низкой эмоциональностью, определяемых в тесте «открытого поля», которые преобладают в популяции [5, 6]. Такой отбор позволил сформировать однородные группы животных, однотипно реагирующие на воздействия.

Для решения поставленных задач было проведено три серии экспериментов.

Животные первой серии эксперимента были разделены на четыре равноценные группы по шесть особей в каждой. Крысы первой группы (контроль, К) находились в обычных условиях вивария. Во вторую группу (ЭМИ КВЧ) вошли животные, находившиеся в обычных условиях вивария и ежедневно в течение 30 минут подвергавшиеся воздействию ЭМИ КВЧ. Третью группу (ГК) составили крысы, находившиеся в виварии в условиях ограничения двигательной активности. Крысы четвёртой группы (ГК+КВЧ) содержали в условиях гипокинезии и подвергали воздействию ЭМИ КВЧ одновременно с животными второй группы (комбинированное воздействие).

Вторую серию экспериментов составили 24 особи, которые были разделены на четыре равноценные группы. Животных первой группы (контроль, К) содержали в обычных условиях вивария. Вторую группу (КВЧ) составили животные, которые ежедневно подвергались действию ЭМИ КВЧ в течение 30 минут. К третьей группе (Р) относились особи, подвергавшиеся воздействию ионизирующего излучения. В четвёртую группу (КВЧ+Р) вошли крысы, которые подвергались комбинированному воздействию ЭМИ КВЧ и ионизирующего излучения.

В третьей серии эксперимента, выделили четыре равноценные группы животных по десять особей в каждой. К первой группе (контроль, К) относились животные, находящиеся в обычных условиях вивария. Вторую группу (ГК) составили крысы, находившиеся в виварии в условиях ограничения двигательной активности. В третью группу (ПеМП) вошли животные, ежедневно подвергавшиеся трёхчасовому воздействию ПеМП. Крысы четвёртой группы (ПеМП+ГК) содержали в условиях гипокинезии и подвергали воздействию ПеМП одновременно с животными третьей группы (комбинированное воздействие).

Продолжительность каждой серии экспериментов – девять суток.

Для создания условий ограничения подвижности крысы помещались в специально сконструированные пеналы из оргстекла, конструкция которых описана ранее [7].

Воздействие ЭМИ КВЧ частотой 42,7 ГГц (длиной волны 7,1 мм), плотностью потока мощности 0,1 мВт/см², было проведено терапевтическим генератором «Луч. РАМЕД - ЕКСПЕРТ - 01». Облучаемых животных фиксировали в прозрачной камере из оргстекла. Длину и ширину камеры регулировали в зависимости от размеров крысы. Точечный излучатель подводился к затылочно-воротниковой области воздействия через отверстие, соответствующее размеру «точки».

Однократное тотальное гамма-излучение проводили с использованием установки «АГАТ-Р-1» мощностью излучения 11,55 мЗв/с в дозе 6 Гр (LD50 для грызунов; используется для комплексного лечения больных с распространёнными формами

злокачественных лимфом) в течение 580 секунд. Воздействию ионизирующего излучения у животных шестой группы предшествовало действие ЭМИ КВЧ.

Воздействие ПеМП на животных осуществляли в экранированной камере размером 4 x 4 x 2,5 м, изготовленной из четырехслойного железа «Динамо». ПеМП СНЧ внутри камеры создавали кольцами Гельмгольца с неравномерностью поля в зоне расположения животных менее 5%. Коэффициент передачи составлял 510 нТл/мА. Источником СНЧ-тока служил генератор НГПК-3М. Контроль за протеканием тока через кольца осуществляли с помощью миллиамперметра М 2020 и осциллографа Н-303. Оценка всех составляющих погрешностей аппаратуры позволила контролировать амплитуду и частоту ПеМП с точностью не ниже 3,5% от их номинального значения. Выбранная частота 8 Гц является фундаментальной частотой ионосферного волновода [8], а, кроме того, близка к частоте некоторых биоритмов [9].

Материалом исследования служили отпечатки трахеи крыс, взятые после моментальной декапитации животных.

Функциональное состояние макрофагов оценивалось по цитохимическому показателю содержания (ЦПС) протеазы (ПР), являющейся одной из гидролитических систем клетки. ПР активность макрофагов определяли по методу самопереваривания, предложенному Р. Лилли и J. Bartner [10] в модификации А.В. Михайлова [11], оценку реакции производили согласно L.S. Karlow (1955) [12]. Исследуемые фагоциты по степени самопереваривания цитоплазмы делили на 4 группы: 1 – неразрушенный фагоцит; 2 – фагоциты с частично переваренной цитоплазмой (в цитоплазме выявляются отдельные вакуоли); 3 – полное переваривание цитоплазмы (отчетливо видно только ядро); 4 – цитолиз и кариолиз (определяются только ядра в виде неоформленных глыбок).

Для изучения модифицирующих эффектов одних факторов на другие были вычислены коэффициенты модификации [13].

$$KM_P = ((KBЧ + P) - KBЧ) / KBЧ,$$

$$KM_{KBЧ} = ((KBЧ + P) - P) / P,$$

$$KM_{ГК} = ((ПеМП + ГК) - ПеМП) / ПеМП,$$

$$KM_{ПеМП} = ((ПеМП + ГК) - ГК) / ГК,$$

$$KM_{ГК} = ((KBЧ + ГК) - KBЧ) / KBЧ,$$

$$KM_{KBЧ} = ((KBЧ + ГК) - ГК) / ГК,$$

где ГК, P, ГК+P, KBЧ, KBЧ+P, KBЧ+ГК, ПеМП, ПеМП+ГК – значения ЦПС ПР при воздействиях ГК, P, ЭМИ КВЧ, ПеМП и их комбинации соответственно; KM_P – коэффициент модифицирующего влияния P на действие КВЧ; $KM_{KBЧ(1)}$ – коэффициент модифицирующего влияния КВЧ на действие P; $KM_{ГК(1)}$ – коэффициент модифицирующего влияния ГК на действие ПеМП; $KM_{ПеМП}$ – коэффициент модифицирующего влияния ПеМП на действие ГК; $KM_{ГК(2)}$ – коэффициент модифицирующего влияния ГК на действие КВЧ; $KM_{KBЧ(2)}$ – коэффициент модифицирующего влияния КВЧ на действие ГК.

После проверки полученных данных на закон нормального распределения, оценку достоверности наблюдаемых изменений проводили с помощью t-критерия Стьюдента. За достоверную принималась разница средних при $p < 0,05$.

Эксперименты проводились с соблюдением принципов «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 1986) [14] и Постановления первого национального конгресса по биоэтике (Киев,

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У интактных животных протеаза выявляется в 80-85% нейтрофилов. Места локализации протеазы обнаруживаются по светлым участкам лизированной цитоплазмы, количество и размеры которых соответствуют выраженности реакции. Показатель ЦПС ПР в контроле колеблется от 223 до 229 усл.ед. и в среднем равен $226,83 \pm 0,98$ усл.ед. Анализ распределения исследуемых нейтрофилов по степени активности на 100 клеток показал, что наиболее часто в мазках крови встречаются клетки I и II степени активности, в то время как нейтрофилы III и IV степени обнаруживаются относительно редко.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что ГК и рентгеновское излучение вызывают повышение ЦПС ПР. Так, у животных, чья двигательная активность ограничивалась в течение девяти дней, отмечалось возрастание этого показателя на 12% ($p < 0,001$) (рис. 1). Воздействие рентгеновского излучения в дозе 6 Гр также вызвало рост этого показателя – на 30 % ($p < 0,01$). Эти данные согласуются с результатами исследования гидролитических ферментов в нейтрофилах при ограничении подвижности [15]. Так на девятые сутки ГК ЦПС ПР в нейтрофилах возрастал на 15% ($p < 0,001$). Анализ исследований сыворотки крови показал, что гамма-излучение в дозе 6 Гр также приводило к значительному повышению активации гидролитических ферментов в 2,5 раза относительно значений контрольной группы животных [16].

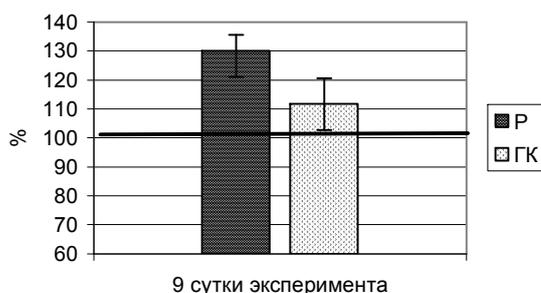


Рис. 1. Цитохимический показатель содержания протеазы в альвеолярных макрофагах крыс при воздействии рентгеновского облучения (Р) и гипокинезии (ГК) в процентах относительно значений контрольной группы.

Таким образом, ГК и особенно Р вызывают значительное возрастание гидролитического потенциала макрофагов, что служит риском для освобождения гидролаз из клеток и выход их в ткани, с последующим повреждением тканевых элементов.

Протеазная активность у животных, подвергавшихся изолированному воздействию ЭМИ КВЧ на девятые сутки эксперимента повышалась в среднем на 7% ($p < 0,001$) относительно соответствующих значений в контроле, что согласуется с данными Н. П. Верко [17], которая описала такое же явление в нейтрофилах крови крыс. Как показали проведённые исследования, ежедневное воздействие на животных ПеМП СНЧ также приводило к изменениям ЦПС ПР в альвеолярных макрофагах крыс. Так, у крыс, подвергавшихся изолированному воздействию ПеМП, ЦПС ПР повысился на 2% ($p < 0,001$) относительно соответствующих показателей в группе контрольных животных (рис. 2).

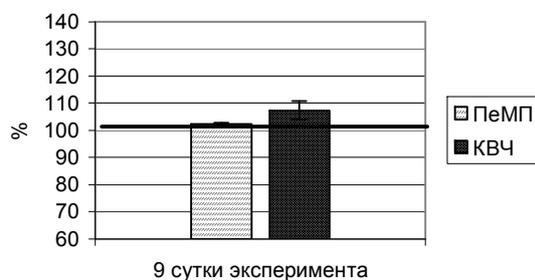


Рис. 2. Цитохимический показатель содержания протеазы в альвеолярных макрофагах крыс при воздействиях переменного магнитного поля сверхнизкой частоты (ПеМП) и электромагнитного излучения крайне высокой частоты (КВЧ) в процентах относительно значений контрольной группы.

Таким образом, при воздействии низкоинтенсивных ЭМИ КВЧ и ПеМП СНЧ наблюдается некоторое увеличение гидролитического потенциала. Это явление следует расценивать, как признак возрастания фагоцитарной активности альвеолярных макрофагов. Эти данные согласуются с исследованиями ПР в нейтрофилах крови крыс, подвергнутых действию изучаемых нами низкоинтенсивных электромагнитных факторов [17].

Комбинированное действие изучаемых факторов приводило к несколько иным эффектам (рис.3).

Так, при действии ЭМИ КВЧ на животных с ограниченной подвижностью наблюдали гораздо менее выраженное повышение ЦПС ПР относительно контрольного уровня, чем при изолированном действии каждого из этих факторов. В этом случае имеет место снижение функциональной активности клеток по сравнению как с гипокинезированными животными, так и с крысами, подвергнутыми действию ЭМИ КВЧ. Действительно, вычисленный нами КМ ГК эффекта воздействия ЭМИ КВЧ, как КМ ЭМИ КВЧ эффектов ограничения подвижности были отрицательными и небольшими по абсолютной величине (-0,04 и -0,08 соответственно, рис.4) то есть при комбинированных воздействиях наблюдалось снижение эффекта действия как ГК, так и ЭМИ КВЧ.

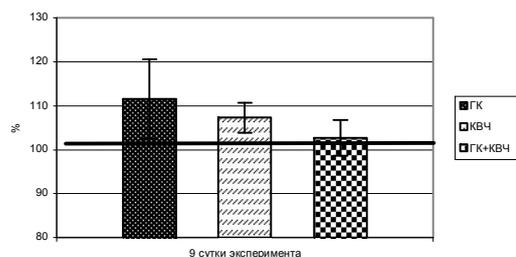


Рис. 3. Цитохимический показатель содержания протеазы в альвеолярных макрофагах крыс при воздействии гипокинезии (ГК), электромагнитного излучения крайневысокой частоты (КВЧ) и их комбинации (ГК+КВЧ) в процентах относительно контрольной группы



Рис. 4. Коэффициенты модификации (KM) (усл. ед.) цитохимического показателя содержания протеазы, где 1 – гипокинезии на действие ЭМИ КВЧ; 2 – ЭМИ КВЧ на действие гипокинезии.

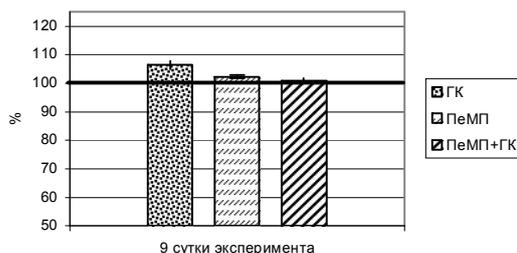


Рис. 5. Цитохимический показатель содержания протеазы в альвеолярных макрофагах крыс при воздействии гипокинезии (ГК), переменного магнитного поля сверхнизкой частоты (PeMP) и их комбинации (PeMP+ГК) в процентах относительно контрольной группы.

Аналогичные результаты получены при комбинированном действии PeMP СНЧ и ГК. И в этом случае PeMP СНЧ ограничивало рост ЦПС ПР, вызванного как ГК,

так и ПемП. Так, при комбинированном действии ГК и ПемП, как и в случае с ЭМИ КВЧ, имеет место ингибирование протеазной активности альвеолярных макрофагов. Этот вывод подтверждают отрицательные коэффициенты модификации (рис. 6).



Рис. 6. Коэффициенты модификации (КМ) (усл. ед.) цитохимического показателя содержания протеазы, где 1 – гипокинезии на действие ПемП; 2 – ПемП на действие гипокинезии.

При сравнении результатов исследования действия ПемП СНЧ и ЭМИ КВЧ, следует отметить более выраженное модифицирующее действие ПемП СНЧ, о чём свидетельствуют большие абсолютные значения КМ этими излучениями гипокинетических эффектов.

Полученные результаты подтверждают данные литературы о том, что как ПемП СНЧ [11], так и ЭМИ КВЧ [18] могут быть использованы для коррекции гипокинетических расстройств.

При комбинированном действии рентгеновского излучения в дозе 6 Гр и низкоинтенсивного неионизирующего излучения КВЧ также наблюдались определённые отличия в изменении ЦПС ПР альвеолярных макрофагов, по сравнению с изолированным действием этих факторов. По сравнению с изолированным действием ионизирующего излучения в этой группе животных наблюдалось менее выраженное ($\Delta 7\%$) возрастание ЦПС ПР. Однако, по сравнению с эффектами изолированного действия ЭМИ КВЧ при комбинированном действии этот показатель возрастал на 17% (рис.7).

Таким образом, при комбинированном действии ионизирующего излучения и ЭМИ КВЧ, эффект действия рентгеновского излучения на протеазную активность альвеолярных макрофагов снижался, а последствия его действия на животных, подвергавшихся воздействию ЭМИ КВЧ, усиливался. Этот вывод подтверждается при вычислении КМ. КМ ионизирующего излучения на эффект, вызванный эми квч был положительным с абсолютной величиной 0,15 усл.ед. В тоже время КМ ЭМИ КВЧ эффектов ионизирующего излучения был отрицательным, его абсолютная величина была меньше (рис.8).

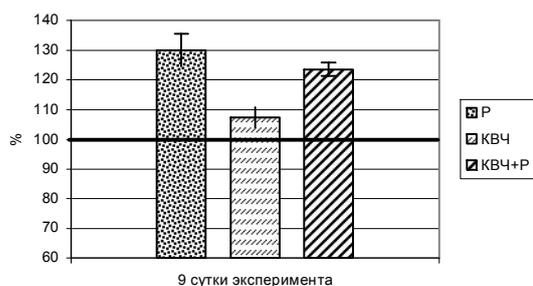


Рис. 7. Цитохимический показатель содержания протеазы в альвеолярных макрофагах крыс при воздействии рентгеновского излучения (P), электромагнитного излучения крайне высокой частоты (KVЧ) и их комбинации (KVЧ+P) в процентах относительно контрольной группы.

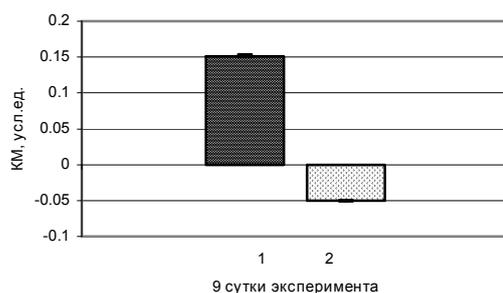


Рис. 8. Коэффициенты модификации (KM) (усл. ед.) цитохимического показателя содержания протеазы, где 1 – ионизирующего излучения на действие ЭМИ KVЧ; 2 – ЭМИ KVЧ на действие ионизирующего излучения.

То есть влияние ЭМИ KVЧ на эффект ионизирующего излучения выражен меньше, чем наоборот. Полученные нами данные согласуются с данными литературы. Так, Л.А. Севастьянова (1969) впервые обнаружила способность ЭМИ KVЧ ослаблять последствия рентгеновского облучения. Ею было обосновано применение ЭМИ KVЧ в клинической практике в качестве радиопротектора [19].

Таким образом, воздействие факторов высокой интенсивности (ГК и P) приводит к значительному увеличению гидролитической способности альвеолярных макрофагов. В свою очередь факторы низкой интенсивности (ПемП СНЧ и ЭМИ KVЧ) способствуют повышению неспецифической резистентности организма.

ВЫВОДЫ

1. Факторы низкой интенсивности (ПеМП СНЧ и ЭМИ КВЧ) увеличивают ЦПС ПР в альвеолярных макрофагах на 2% и 7% соответственно, что является отражением повышения защитного потенциала макрофагов.
2. Факторы высокой интенсивности (ГК и Р) вызывают увеличение ЦПС ПР макрофагов лёгких на 12% и 30% соответственно, что служит риском для освобождения гидролаз из клеток и выход их в ткани, с последующим повреждением тканевых элементов.
3. При комбинированном воздействии факторов низкой и высокой интенсивности наблюдается снижение ЦПС ПР на 9-е сутки эксперимента. Установлено, что ЭМИ КВЧ ослабляет воздействие рентгеновского излучения и гипокинезии, а ПеМП – гипокинезии на протеазную активность альвеолярных макрофагов крыс, о чём говорят отрицательные коэффициенты модификации.
4. Превентивное действие ЭМИ КВЧ снижало повреждающее действие ионизирующего излучения в дозе 6 Гр, что подтверждается менее выраженными повышением ЦПС ПР альвеолярных макрофагов крыс. Коэффициент модификации ЭМИ КВЧ на действие ионизирующего излучения был равен – 0,05, а ионизирующего излучения на действие ЭМИ КВЧ 0,15 усл. ед. на 9 сутки эксперимента.

Список литературы

11. Казначеев В.П., Маянский Д.В. Современные представления о системе мононуклеарных фагоцитов // Усп. Современ. Биологии. – 1978. – Т.86, №3. – С. 415-431.
12. Учитель И.Я. Макрофаги в иммунитете. – М.: Медицина, 1978. – 200 с.
13. Diaz-Flores L. Caracteristicas ultraestructurales de los componentes del sistema de fagocitos mononucleares. // Peculiaridades topograficas. – Sangre, 1982. – Vol.27, № 4. – P. 770-773.
14. Корнева Е.А., Шекоян В.А. Регуляция защитных функций организма. – Л.: Наука, 1982. – 139 с.
15. Кулагин Д.А., Болондинский В.Е. Нейрохимические аспекты эмоциональной реактивности и двигательной активности крыс в новой обстановке // Успехи физиол. наук. – 1986. – Т. 17, № 1. – 92 с.
16. Сантана Вега Л. Роль индивидуальных особенностей двигательной активности в развитии гипокинетического стресса у крыс.: Автореф. дисс.канд. биол. наук. - Симферополь.-1991.- 21 с.
17. Темурьянц Н.А., Михайлов А.В. Влияние слабого переменного магнитного поля сверхнизкой частоты на развитие гиперкоагуляционного синдрома при ограничении подвижности крыс // Биофизика. – Т.XXX, вып. 6. – Москва, 1985. – С. 1046-1049.
18. Schumann W.O. Uber die Dämpfung der electromagnetischen Eigenwingungen des Systems Erde-Luft-Ionosphäre // Naturwissenschaft. – 1982. - 7 а. – P. 250-254.
19. Ашофф Ю. Биологические ритмы. М.: Мир, 1984. – Т.1 – 176 с.
20. Лилли Р. Патологическая техника и практика гистохимии. - М.: Мир, 1969. – 648 с.
21. Михайлов А.В. Функциональная морфология нейтрофилов крови крыс в процессе адаптации к гипокинезии: Автореф. дис. канд.мед.наук. – Симферополь, 1986. – 25 с.
22. Kaplow L.S. A Histochemical procedure for localizing and evaluation leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow // Blood. - 1955. – No. 10. - P. 1023-1029.
23. Чуян Е.Н., Махонина М.М. Изменение функциональной активности лимфоцитов крови крыс как отражение модифицирующих эффектов низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ и гипокинетического стресса // Таврический медико-биологический вестник. – 2005. – Т. 8, № 3. – С. 142-145.

24. «Европейские конвенции о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментальных и других научных целей» / Страсбург, 18 марта 1986 г.: Сборник договоров Совета Европы: Украинская версия // Е.М.Вишневский (пер. та ред.) – К.: Парламентское издательство, 2000. – 654 с.
25. Чуян Е.Н., Темуриянц Н.А., Верко Н.П. Налоксон модулирует гидролитическую активность фагоцитов на действие гипокинезии и низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2005. – Т. 18 (57). – № 1. – С. 72-76.
26. Палёная Ю.В., Харченко Н.А., Темуриянц Н.А., Чуян Е.Н. ЭМИ КВЧ как способ коррекции нарушений в протеазо-антипротеазной системе при действии ионизирующего излучения // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58). – № 4. – С. 167-173
27. Верко Н.П. Функциональная активность нейтрофилов крови крыс при развитии адаптационных реакций различного типа Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Симферополь, 2003. – 42 с.
28. Чуян Е.Н. Влияние миллиметровых волн нетепловой интенсивности на развитие гипокинетического стресса у крыс с различными индивидуальными особенностями: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / Симферопольский гос. ун-т. – Симферополь, 1992. – 22 с.
29. Севастьянова Л.А., Потапов С.Л., Адаменко В.Г. и др. Комбинированное воздействие рентгеновского и сверхвысокочастотного излучения на костный мозг. – Научные доклады высшей школы, сер. Биологические науки, 1969. – 66 (6). – С. 46 – 48.

Ярмолук Н.С., Костюк О.С., Туманянц К.М., Михайлов О.В. Протеазна активність альвеолярних макрофагів при комбінованій дії чинників різної природи // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 172-181.

Вивчені особливості протеазної активності альвеолярних макрофагів щурів при комбінованій дії чинників різної природи. Результати дослідження показали, що чинники високої інтенсивності (гіпокінезія і рентгеновське випромінювання) викликають значне підвищення активності протеази макрофагів, що може служити ризиком їх звільнення з кліток в тканини, з подальшим пошкодженням тканинних елементів. Чинники низької інтенсивності (слабкі змінне магнітне поле наднизької частоти і електромагнітне випромінювання край високої частоти), збільшуючи цитохімічний показник вмісту протеази, сприяють підвищенню захисного потенціалу макрофагів. Ефект комбінованої дії вивчених чинників відрізняється від таких при їх ізольованій дії.

Ключові слова: гіпокінезія, іонізуюче випромінювання, макрофаги, змінне магнітне поле наднизької частоти, протеаза, електромагнітне випромінювання надвисокої частоти.

Yarmolyuk N.S., Kostyuk A.S., Tumanyants K.N., Mihajlov A.V. Gydrolitic activity of alveolar macrophages at the combined action of factors of the various nature // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 172-181.

Features gydrolytic activity of alveolar macrophages of rats are studied at the combined action of factors of various intensity. Results of research have shown, that factors of high intensity (hypokinesia and x-ray radiation) cause substantial increase of activity gydrolytic macrophages that can serve as risk of their clearing from cells and an output in a fabric, with the subsequent damage of fabric elements. Factors of low intensity (weak a variable magnetic field of ultralow frequency and electromagnetic radiation of the highest frequency) favour to increase of protective potential of macrophages, increasing the gydrolytic phagocytes activity. The effect of the combined action of the studied factors differs from those at their isolated action.

Keywords: hypokinesia, an ionizing radiation, macrophages, a variable magnetic field of ultralow frequency, gydrolytic enzymes, electromagnetic radiation of the highest frequency.

Пост упила в редакцію 20.02.2008 г.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЗАРОДЫШЕЙ С РУТИЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ НА СТАДИИ ГИДРОЛИЗА СУЛЬФАТА ТИТАНА

Ефанов К.П., Повстанной М. В., Федоренко А. М.

В статье приведены теоретические и экспериментальные исследования по применению универсальных зародышей с рутильной структурой при гидролизе сульфата титана(IV). Установлено, что данный способ позволяет в 4 – 5 раз увеличить срок использования универсальных зародышей, а также изменить степень рутилизации TiO_2 при прокаливании. Выявлено перспективное направление применения универсальных зародышей в виде затравочных кристаллов рутила. Это позволяет исключить из производства диоксида титана стадию приготовления зародышей анатаза и уменьшить себестоимость готового продукта.

Ключевые слова: универсальные зародыши с рутильной структурой, сульфат титана, гидролиз.

ВВЕДЕНИЕ

Получение пигментного диоксида титана в промышленных масштабах в настоящее время осуществляется двумя методами: серноокислотным и хлоридным. В нашей стране используется серноокислотный метод, который имеет большое народнохозяйственное значение и поэтому нуждается в дальнейшем его развитии.

Целью настоящей работы является совершенствование технологии процесса гидролиза за счёт использования универсальных зародышей в виде затравочных кристаллов рутильной структуры. Кроме того, к числу важных задач относятся такие вопросы как, улучшение качества и расширение ассортимента продукции. Однако это достигается, прежде всего, за счёт разработки более прогрессивной технологии на отдельных стадиях процесса, а следствием чего является уменьшение количества отходов производства и усовершенствование методов их утилизации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Технология приготовления рутильных зародышей состоит из основных стадий: разложение щёлочью гидратированного диоксида титана (ГДТ); фильтрация титаната натрия с последующей его промывкой от NaOH; нейтрализация титаната натрия; пептизация титановой кислоты. Более подробный химизм процессов, протекающих на этих стадиях, описан в работе [1].

При получении зародышей рутила нами использована следующая методика [2]. К 500 см³ суспензии гидратированного диоксида титана с концентрацией 300 г/дм³ TiO₂ добавлено 262 см³ 40% раствора гидроксида натрия. Весовое отношение щёлочи к диоксиду титана составляет 1:1. Полученную смесь помещали в эмалированный автоклав с последующей установкой в сушильный шкаф, где нагревали при постоянном перемешивании в течение 30 мин до 200 °С и давлении 15 атм. Затем быстро охлаждали и после отбора пробы направляли на химический и рентгенофазовый анализы для определения степени превращения гидратированной диоксида титана в титанат натрия. Полученную суспензию промывали дистиллированной водой до содержания щёлочи в фильтрате не более 1,0 г/дм³, нейтрализовали соляной кислотой до рН = 3,0 и вновь промывали дистиллированной водой до полного отсутствия ионов хлора в фильтрате. Очищенный осадок репульпировали в воде до концентрации 100 г/дм³ TiO₂ и вводили конц. соляную кислоту до весового отношения HCl/TiO₂ = 0,44 ÷ 0,46, разбавляли суспензию до концентрации 50 г/дм³ TiO₂, нагревали до кипения и кипятили при постоянном объёме 60 мин после чего охлаждали.

Массовая доля рутильной формы в зародышах определена по ГОСТ 9808 – 84 на дифрактометре рентгеновского типа «Дрон» с точностью измерения ± 5%.

При анализе четырехкратной повторности синтеза зародышей рутила их использовали при получении диоксида титана. Результаты испытаний диоксида титана, полученного с использованием зародышей рутила, приведены в табл. 1.

Таблица 1.
Результаты испытаний диоксида титана с использованием зародышей рутила

№, п. п.	Весовое отношение NaOH/TiO ₂	Температура, °С	Давление, атм.	Степень разложения ГДТ, %	Время прокаливания ГДТ, мин	Белизна, усл. ед	Разбеливающая способность усл. ед
1	1,0	200	15	98,0	35	96,0	1740
2	1,0	220	20	98	30	96,1	1750
3	1,0	240	30	100	30	96,1	1760
4	1,5	105	1,0	83,3	45	95,6	1660

Прокаливание пасты ГДТ осуществляли при температуре 850 °С в присутствии 2% рутилирующих зародышей, что приводит к содержания рутила в TiO₂ до 95÷98% [2].

Ион Ti⁴⁺ в сернокислых растворах даже при концентрации свободной H₂SO₄ 1 - 2 моль/дм³ в технологических растворах значительно гидролизован. Большая часть его имеет состав Ti(OH)₃⁺ и Ti(OH)₃·HSO₄. При высоких концентрациях Ti⁴⁺ в растворе >0,4М имеет место полимеризация. Нагревание таких растворов до

кипения способствует диссоциации полиионов и ацидокомплексов и их дальнейшему гидролизу.

Термический гидролиз растворов Ti^{4+} проходит без значительного увеличения концентрации свободной кислоты (увеличение свободной H_2SO_4 наблюдается в начале процесса, концентрация Ti^{4+} в этот период уменьшается незначительно). На рис.1 представлены данные по изменению свободной H_2SO_4 во время гидролиза в зависимости от уменьшения содержания Ti^{4+} в растворе сульфата титана.

Свободная кислота определялась потенциометрическим титрованием с комплексообразователями. Определение связанного с титаном кислотного остатка в соединении состава $Ti(OH)_x \cdot (HSO_4)_{4-x}$ устанавливали по разности содержания «активной» и свободной H_2SO_4 в растворах титанилсульфата на различных стадиях гидролиза. Именно это позволяет оценить состав и заряд гидролизованного иона $Ti(OH)_x^{(4-x)+}$.

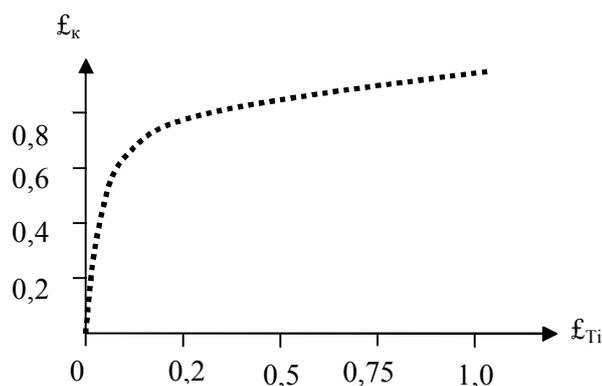


Рис.1. Изменения концентрации свободной серной кислоты в процессе гидролиза в зависимости от убыли Ti^{4+} ; ξ_{Ti} – доля прореагировавшего титана (Ti^{4+}); ξ_k – доля освободившейся H_2SO_4 от связанной с Ti^{4+} .

Результаты такого расчёта свидетельствуют, что ион титана в исходном растворе с содержанием свободной 2 моль/дм³ H_2SO_4 , до начала термического гидролиза, имеет состав $Ti(OH)_3^+$. В первой стадии гидролиза, до начала появления видимого осадка, состав иона изменяется в сторону более гидролизованных форм со значительным уменьшением заряда (порядка $+0,20 \div +0,25$) на 1 атом титана. Эта стадия подтверждается крутым участком кривой рис.1. Уменьшение заряда иона Ti^{4+} связано с дальнейшей полимеризацией и образованием гидролизованных поликатионов. Диффузия поликатионов к поверхности «зародышевых» кристаллитов и их взаимодействия определяют кинетику термического гидролиза Ti^{4+} и рост частиц гидратированного диоксида титана.

Скорость процесса термического гидролиза в значительной степени определяется концентрацией Ti^{4+} в исходном растворе. На рис.2. представлены кинетические кривые для растворов различной концентрации Ti^{4+} .

Растворы, где полимеризация ионов незначительна, способны к более быстрому выделению осадка ГДТ. Незначительная скорость выделения осадка связана с числом моноионов в полиоксикатионе и его удельным зарядом, так как диффузия полииона и его взаимодействие с поверхностью зародышевых кристаллитов определяет кинетику образования осадка.

Исходя из полученных экспериментальных данных и информации, представленной в литературных источниках [3, 4], появилась возможность, использовать на стадии гидролиза затравочные кристаллы с рутильной структурой, то есть внести рутит в центр образования гидратированного титана. Это является одной из основ производства диоксида титана с рутильной формой кристаллов. Именно рутильная форма TiO_2 нашла более широкое применение в практике по сравнению с анатазной, из-за её высокой атмосферостойкости и более низкой фотохимической активности.

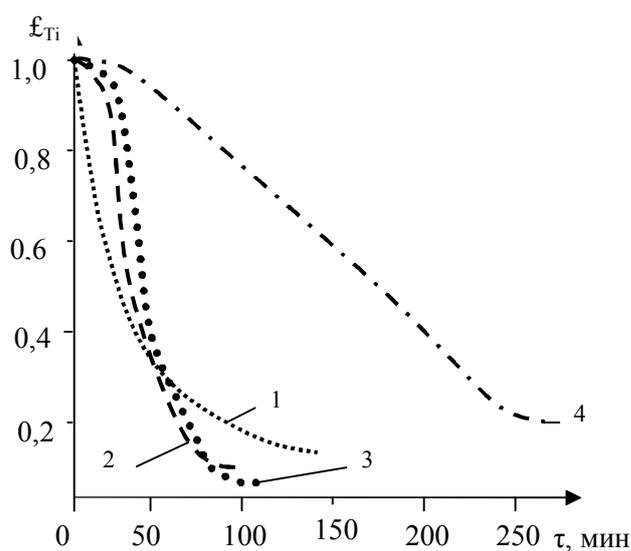


Рис. 2. Кинетические кривые термического гидролиза сернокислых растворов Ti^{4+} : ϵ_{Ti} – доля прореагировавшего титана (Ti^{4+}); 1, 2, 3, 4 – для растворов с концентрацией TiO_2 : 50, 100, 150, 200 г/дм³

ВЫВОДЫ

На основании теоретических [5] и экспериментальных исследований выявлено, что рассмотренный способ позволяет в 4–5 раз увеличить срок использования универсальных зародышей, а также увеличить степень рутилизации TiO_2 при прокаливании. Выявлено перспективное направление применения универсальных зародышей в виде затравочных кристаллов рутила в процессе гидролиза раствора сульфата титана, что позволяет исключить из производства диоксида титана на ЗАО «Крымский титан» стадию приготовления зародышей анатаза, тем самым уменьшить себестоимость готового продукта.

Список литературы

1. Добровольский И.П. Основы получения диоксида титана различного назначения. НИПРОИНС ЛНПО «Пигмент». – М.: НИИТЭХИМ, 1986. – 76с.
2. А.с. № 986858 СССР, МКИ³. С 01 G 23/00. Способ получения рутилирующих зародышей / Р.М. Садыков и др.; - № 1345397/17-07; Заявлено 15.06.81; Опубл. 12.01.83, Бюл. № 3 – 3 с.
3. Скоморохов В.М., Заречный В.Г., Воробьев И.П., Вокал С.В. Производство диоксида титана сульфатным способом. – Сумы: АТЗТ Арсенал пресс, 2002. – 204 с.
4. Бельский Ф.И., Рискин И.В.. Химия и технология пигментов. Изд. 4-е, пер. и доп. – Л.: Химия, 1974. – 656с.
5. А.с. № 1275001 СССР МКИ³. С 01 G 23/04 Способ приготовления зародышей диоксида титана. Авторское свидетельство / Р.М. Садыков и др. - № 283453976/25-08; Заявлено 20.08.85; Опубл. 07.12.86, Бюл. № 2.-2 с.

Ефанов К.П., Повстаной М. В., Федоренко А. М. Перспективи використання універсальних зародків з рутильною структурою на стадії гідролізу сульфату титану // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського . Серія „Біологія, хімія”. – 2008. – Т. 21 (60). – № 1. – С. 182-186.

У статті приведені теоретичні і експериментальні дослідження по застосуванню універсальних зародків, з рутильною структурою при гідролізі сульфату титану(IV). Встановлено, що даний спосіб дозволяє в 4 – 5 разів збільшити термін використання універсальних зародків, а також змінити ступінь рутилізації TiO₂ при прожаренні. Виявлений перспективний напрям застосування універсальних зародків у вигляді кристалів приманок рутилу. Що дозволяє виключити з виробництва діоксиду титану стадію приготування зародків анатаза і зменшити собівартість готового продукту.

Ключові слова: універсальні зародки з рутильною структурою, гідроліз, сульфат титану.

Efanov K.P., Povstyanoy M.V., Fedorenko A. M. Prospects the uses of universal embryos with rutil'noy by structure on the stage of hydrolysis of sulfate of titan // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 1. – P. 182-186.

In the article theoretical and experimental researches are resulted on application of universal embryos, with a rutil'noy structure, at the hydrolysis of titan(IV) sulfat. It is set that this method allows in 4 – 5 times to increase the term of the use of universal embryos, and also to change the degree of rutilizatsii TiO₂. Perspective direction of application of universal embryos is exposed as crystals of rutile. It allows to exclude from the production of dioxide titan the stage of preparation of embryos of anataza and to decrease the prime price of the prepared product.

Keywords: of universal embryos with a rutil'noy structure, hydrolysis, titan (IV) sulfat.

Поступило в редакцию 30.04.2008 г.

УДК 546.562 + 547.288.3 + 548.737

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ БИЯДЕРНОГО КОМПЛЕКСА МЕДИ(II) С ДИАЦИЛГИДРАЗИНОМ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

Шульгин В.Ф., Обух А.И., Русанов Э.Б., Сарнит Е.А., Конник О.В.

Описан синтез и результаты рентгеноструктурного анализа биядерного комплекса меди(II) с диацилгидразином салициловой кислоты состава $[Cu_2L \cdot 4Py]$. Кристаллы триклинные: $a = 16.8392(15)$, $b = 11.4833(10)$, $c = 17.6194(14)$ Å, $\alpha = 90.00$, $\beta = 114.140(4)$, $\gamma = 90$, пространственная группа $P2_1/n$, $Z = 4$. Число симметрично независимых отражений $2\sigma(I) > 25770$, $R = 0.0606$; $R_w = 0.1307$. Установлено, что исследуемое соединение имеет биядерное строение и содержит в элементарной ячейке две кристаллографически независимые молекулы $[Cu_2L \cdot 4Py]$. Атомы меди в центросимметричной димерной молекуле структурно эквивалентны и пространственно разделены, расстояние $Cu1 \dots Cu2$ составляет 4,562 Å. Координационный полиэдр атома меди имеет геометрию тетрагональной пирамиды и образован донорными атомами диацилдигидразина, а также атомами азота двух координированных молекул пиридина.

Ключевые слова: меди(II) комплексы, диацилгидразин, кристаллическая структура, салицилиденгидразин.

ВВЕДЕНИЕ

Последние годы исследования в области координационной химии отличаются устойчивой тенденцией к переносу центра тяжести от моноядерных «вернеровских» комплексов к би- и полиядерным комплексам [1]. В основном это обусловлено поиском новых магнитных материалов (молекулярных магнетиков) [2] и конструированием новых каталитических систем, моделирующих работу нативных ферментов [3,4]. Среди полинуклеирующих лигандов особое место занимают азотсодержащие производные салициловой кислоты и салицилового альдегида [5,6]. Наличие подвижных атомов водорода фенольного и гидразонного фрагмента позволяет им образовывать прочные координационные соединения разной ядерности и разнообразного строения [7,8]. В то же время некоторые типы комплексов на основе азотсодержащих производных салициловой кислоты в настоящее время остаются малоизученными.

Целью настоящей работы является исследование особенностей молекулярной и кристаллической структуры биядерного комплекса меди(II) с диацилгидразином салициловой кислоты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Диацилгидразин салициловой кислоты получен по следующей методике. Раствор 20 ммоль гидразида салициловой кислоты в 100 мл ледяной уксусной кислоты нагревали с обратным холодильником при 120 °С в течение 1,5 часов.

После охлаждения реакционной смеси выпал кристаллический осадок светло-желтого цвета, который отфильтровали при пониженном давлении, промыли спиртом и высушили на воздухе. Выход продукта реакции составил 65 % от теоретического. Т. пл. 243 °С. Спектр ПМР (ДМСО- d_6 , δ , м.д.): 11,8 (с., 2Н, ОН), 10,9 (с., 2Н, NH), 8,0 (2Н), 7,5 (2Н) и 7,1 (4Н) – протоны орт о-замещенных бензольных колец.

Исследуемое координационное соединение синтезировано по следующей методике. К суспензии 5 ммоль диацилгидразина салициловой кислоты в 50 мл этанола добавили 12 ммоль ацетата меди(II) в минимальном количестве 20%-ного аммиака. Реакционную смесь нагревали при перемешивании на магнитной мешалке в течение одного часа, охладили и оставили на сутки. Образовавшийся осадок отфильтровали, промыли водой, спиртом и высушили на воздухе. Полученное вещество растворили в минимальном объеме пиридина и нагревали при перемешивании на магнитной мешалке в течение одного часа. Образовавшийся раствор охладили, выдержали сутки, затем отфильтровали и упарили в вакуум-эксикаторе над концентрированной серной кислотой. Данные элементного анализа соответствуют формуле $Cu_2L \cdot 4Py$, где H_4L – 1,2-бис(2-гидроксibenзоил)гидразин. Найдено, %: С - 57.69; Н 3.94; Cu 17.93. Для $C_{34}H_{28}Cu_2N_6O_4$ вычислено, %: С - 57.37; Н 3.97; Cu 17.86. Монокристаллы выращены перекристаллизацией из смеси пиридин – метанол (~ 1 : 5 по объему).

Рентгеноструктурное исследование кристалла с линейными размерами 0.50x0.40x0.20 мм проведено при 296 К на автоматическом четырехкружном дифрактометре Bruker Smart Apex II (MoK α - излучение, графитовый монохроматор, $\lambda = 0,71073 \text{ \AA}$, варьирование θ от 2.18 до 22.50 °, сегмент сферы $-14 \leq h \leq 20$, $-8 \leq k \leq 13$, $-21 \leq l \leq 21$. Было собрано 17371 отражений, 5770 из которых оказались симметрично независимыми. Кристаллы триклинные: $a = 16.8392(15)$, $b = 11.4833(10)$, $c = 17.6194(14) \text{ \AA}$, $\alpha = 90.00$, $\beta = 114.140(4)$, $\gamma = 90$ пространственная группа $P2_1/n$, $Z = 4$. Для состава $C_{34}H_{28}Cu_2N_6O_4$ $M = 711.70$ г/моль, $d_{\text{выч}} = 1.520$ г/см 3 .

Структура расшифрована прямым методом и уточнена методом наименьших квадратов в полноматричном анизотропном приближении с использованием комплекса программ SHELXS-97 и SHELXL-97 [9]. В уточнении использовано 3816 отражений с $I > 2\sigma(I)$. Окончательные значения факторов расходимости $R = 0.0823$ и $R_w = 0.2209$; $GOF = 1.000$. Остаточная электронная плотность из разностного ряда Фурье составляет 3.161 и -0.964 e/\AA^3 . Полный набор рентгеноструктурных данных будет задепонирован в Кембриджском банке структурных данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что исследуемое соединение имеет биядерное строение и содержит в элементарной ячейке две кристаллографически независимые молекулы $[Cu_2L \cdot 4Py]$, которые имеют одинаковое строение и незначительно отличаются длинами связей и валентными углами. Общий вид одного из комплексов и нумерация атомов представлены на рис. 1. Наиболее важные длины связей и валентные углы приведены в табл. 1. Атомы меди в центросимметричной димерной

молекуле структурно эквивалентны и пространственно разделены, расстояние Cu1...Cu2 составляет 4,562 Å.

Таблица 1.
Основные длины связей (d) и валентные углы (ω) в молекуле комплекса [Cu₄L·4Py].

Связь	d, Å	Угол	ω , град.
C1-O1	1.329(9)	N1-Cu1-O1	91.7(2)
C7-O2	1.314(9)	N1-Cu1-O2	81.1(2)
C7-N1	1.326(9)	O1-Cu1-O2	171.2(2)
Cu1-N1	1.907(6)	N1-Cu1-N2	159.8(3)
Cu1-O1	1.908(5)	O1-Cu1-N2	92.7(2)
Cu1-O2	1.952(6)	O2-Cu1-N2	92.4(2)
Cu1-N2	2.022(6)	N1-Cu1-N3	106.2(2)
Cu1-N3	2.283(6)	O1-Cu1-N3	94.9(3)
Cu2-O4	1.716(10)	O2-Cu1-N3	92.0(2)
Cu2-N4	1.926(7)	N2-Cu1-N3	93.1(2)
Cu2-O3	1.933(5)	O4-Cu2-N4	83.4(2)
Cu2-N5	2.016(6)	O4-Cu2-O3	173.8(2)
Cu2-N6	2.306(6)	N4-Cu2-O3	91.6(2)
N1-N1	1.380(11)	O4-Cu2-N5	89.4(2)
		N4-Cu2-N5	158.2(3)
		O3-Cu2-N5	93.9(2)
		O4-Cu2-N6	90.1(2)
		N4-Cu2-N6	105.4(2)
		O3-Cu2-N6	94.8(2)
		N5-Cu2-N6	95.1(2)
		C7-N1-N1	113.0(7)
		C7-N1-Cu1	132.6(5)
		N1-N1-Cu1	114.5(6)

Координационный полиэдр атома меди имеет геометрию тетрагональной пирамиды и образован донорными атомами диацилдигидразина, а также атомами азота двух координированных молекул пиридина. Атом меди отклоняется от плоскости N2O2N1O1 на 0.218 Å в сторону апикального атома азота. Пяти- и шестичленные хелатные циклы практически копланарны, угол между их плоскостями равен 2.5°.

Связи Cu1N2 и Cu1N1 (2,022 и 1,907 Å соответственно) длиннее связи Cu1N3 (2,283 Å). Однако последняя заметно короче обычных связей атома меди с атомом азота, расположенным в вершине тетрагональной пирамиды (2,342 – 2,343 Å) в комплексах данного типа [10-13]. Длины связей и валентные углы в пределах органических молекул близки к обычным значениям [14].

Плоское строение хелатирующих группировок лиганда способствует делокализации двойных связей. Вследствие этого связь N(1)-N(1A) (1.379 Å) короче стандартной одинарной связи азот-азот (1.451 Å). В то же время длина связей C(7)-N(1) (1.326 Å) близка к значению стандартной двойной связи углерод-азот (1.34 Å).

Делокализация двойных связей в хелатоформных узлах комплексов меди(II) часто приводит к упаковке плоских хелатных циклов в стопки за счет сил невалентного π/π - взаимодействия (стэкинг) [13]. В исследуемой кристаллической структуре комплексные молекулы сближены, однако смещены друг относительно друга таким образом, что стэкинг-взаимодействие становится невозможным. Тем не менее, атомы меди оказываются на расстоянии 5,190 Å, сопоставимым с внутримолекулярным контактом Cu1 ... Cu2 (4,562 Å).

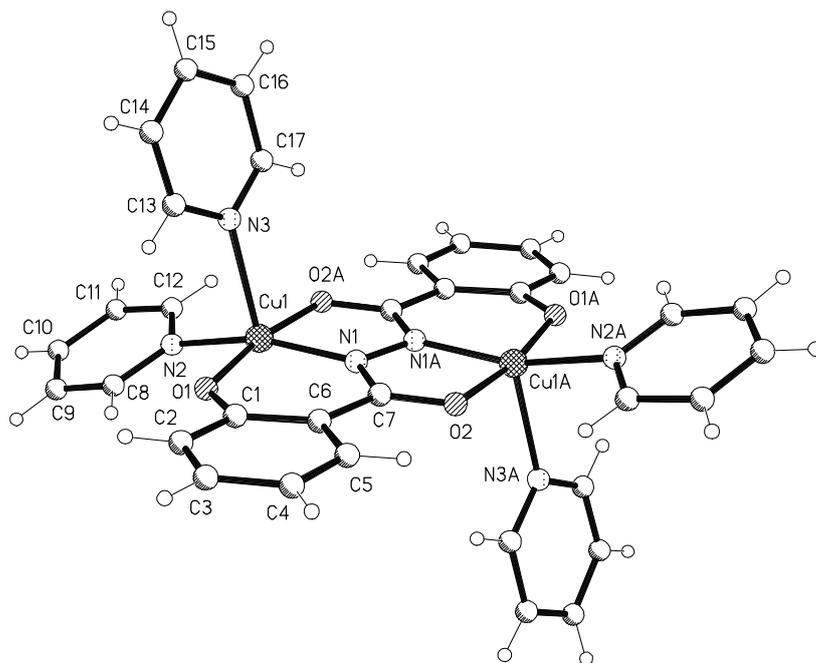


Рис.1. Общий вид и нумерация атомов комплекса $[Cu_2L \cdot 4Py]$.

ВЫВОДЫ

Синтезирован биядерный комплекс меди(II) с диацилгидразином салициловой кислоты. Методом прямого рентгеноструктурного анализа изучены особенности молекулярной и кристаллической структуры комплекса.

Список литературы

1. XXI Международная Чугаевская конференция по координационной химии. 10-13 июня 2003 года. г. Киев. Тезисы докладов. – Киев: Издательско-полиграфический центр "Киевский университет". – 2003. – 452 с.
2. Miller J.S., Epstein A.J. Organometallic magnets // *Coordination Chemistry Reviews*. 2000. – Vol. 206–207. – P. 651–660.
3. Фріцкій І.О. Поліядерні координаційні сполуки перехідних металів з азотвмісними лігандами в моделюванні активних центрів металоферментів. Дис. ... доктора хімічних наук. Київський університет імені Тараса Шевченка. 2003. – 372 с.
4. A new dinuclear unsymmetric copper(II) complex as model for the active site of catechol oxidase / C. Fernandes, A. Neves, A.J. Bortoluzzi et al // *Inorg. Chem. Acta*. – 2001. – Vol. 320. – P. 12-21.
5. Коган В.А., Зеленцов В.В., Ларин Г.М., Луков В.В. Комплексы переходных металлов с гидразонами. – М.: Наука, 1990. – 112 с.
6. Коган В.А., Луков В.В. Стереохимия обменного фрагмента M_2O_2 и магнитные свойства биядерных комплексов на основе гидразонов // *Координац. химия*. 1993. – Т. 19. – № 6. С. 476-486.
7. Строение и магнитные свойства комплекса меди(II) с 2,4-дихлорфеноксиацетилгидразоном салицилового альдегида / В.Ф. Шульгин, О.В. Конник, К.В. Работягов и др. // *Журнал неорганической химии*. – 1994. – Т. 39. – №3. – С.450-453.
8. Структура и магнитные свойства внутрикомплексных соединений меди (II) с 4-(2,4-дихлорфенокси)бутирилгидразоном салицилового альдегида / В.Ф. Шульгин, О.В. Конник, К.В. Работягов и др. // *Координац. химия*. – 1994. – Т.20. – №9. – С.703-706.
9. Sheldrick G.M., SHELX97. Program for the Solution of Crystal Structures. Göttingen University, Göttingen (Germany), 1997.
10. Larin G.M., Shul'gin V.F., Sarnit E.A. Weak long-range spin-spin exchange interactions in a copper(II) complex // *Mendeleev Commun.* – 1999. – № 4. – P. 129-130.
11. Молекулярная и кристаллическая структура биядерного комплекса меди(II) с ацилдигидразоном янтарной кислоты и трифторацетилацетона / В.Ф. Шульгин, Е.Д. Мельникова, Г.М. Ларин и др. // *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология и химия»*. Т. 19 (58), № 2. – С. 139-143.
12. Молекулярное строение и спектры ЭПР комплексов меди(II) с ацилдигидразонами 2-гидроксипропиофенона / Г.М. Ларин, В.Ф. Шульгин, А.Н. Гусев и др. // *Известия Академии наук. Серия химическая*. – 2004. – № 5. – С. 740-743.
13. Спейсерированные биядерные комплексы меди(II) с ацилдигидразонами алифатических дикарбоновых кислот и 2-гидрокси-5-нитроацетофенона / В.Ф. Шульгин, А.Н. Гусев, А.Н. Чернега и др. // *Известия РАН. Серия химическая*. 2007, № 2, С. 229 - 233.
14. Tables of lengths determined by X-ray and neutron diffraction. Part 1. Bond lengths in organic compounds / F.H. Allen, O. Kennard, D.G. Watson et al. // *J. Chem. Soc. Perkin Trans.* – 1987. – Pt. 2, № 12. – S. 1-19.

Шульгин В.Ф., Обух О.І., Русанов Е.Б., Сарніт О.О., Коннік О.В. Синтез та дослідження будови биядерного комплексу міді(II) з диацилгидразином салицилової кислоти // *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”*. – 2008. – Т. 21 (60). – № 2. – С. 187-192.

Описано синтез та результати рентгеноструктурного аналізу биядерного комплексу міді(II) з диацилгидразином салицилової кислоти складу $[Cu_2L \cdot 4Py]$. Кристали триклинні: $a = 16.8392(15)$, $b = 11.4833(10)$, $c = 17.6194(14)$ Å, $\alpha = 90.00$, $\beta = 114.140(4)$, $\gamma = 90$, просторова група $P2_1/n$, $Z = 4$. Число симетрично незалежних відбитків з $2\sigma(I) > 2$ 5770, $R = 0.0606$; $R_w = 0.1307$. Встановлено, що досліджувана сполука має биядерну будову і містить у елементарній комірниці дві кристалографічно незалежні молекули $[Cu_2L \cdot 4Py]$. Атоми міді у центросиметричній димерній молекулі є структурно еквівалентними і просторово розділеними, відстань $Cu1 \dots Cu2$ складає 4,562 Å. Координаційний поліедр атому міді має геометрію тетрагональної піраміди й утворений донорними атомами диацилгидразину, а також атомами азоту двох координованих молекул піридину.

Ключеві слова: міді(II) комплекси, диацилгидразин, кристалічна структура, салициліденгидразин.

Shul'gin V.F., Obuch A.I., Rusanov E.B., Sarnit E.A., Konnic O.V. Synthesis and structure investigation of the binuclear copper(II) complex of the salicylic acid diacylhydrazine // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2008. – V.21 (60). – № 2. – P. 187-192.

The synthesis and results of X-ray investigation of the binuclear copper(II) complex of the salicylic acid diacylhydrazine with the composition of $[\text{Cu}_2\text{L}\cdot 4\text{Py}]\cdot 2\text{Py}$ were shown. It was found that crystals are triclinic: $a = 16.8392(15)$, $b = 11.4833(10)$, $c = 17.6194(14)$ Å, $\alpha = 90.00$, $\beta = 114.140(4)$, $\gamma = 90$. Space group $P2_1/n$, $Z = 4$. Number of the symmetrically independent reflections with $2\sigma(I) > 2$ is 5770, $R = 0.0606$; $R_w = 0.1307$. The complexes have a binuclear structure and consist of two independent $[\text{Cu}_2\text{L}\cdot 4\text{Py}]$ molecules. Copper atoms are non-equivalent. $\text{Cu1}\dots\text{Cu2}$ distance is 4.562 Å. Copper atom have a pyramidal geometry of co-ordination polyhedron.

Keywords: copper(II) complexes, diacylhydrazine, crystalline structure, salicylidenhydrazine.

Пост упило в редакцию 30.04.2008 г.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бугара Александр Михайлович	Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой физиологии растений и биотехнологии, e-mail: btc@tnu.crimea.ua, тел. (0652) 608468.
Бiryюкова Елена Александровна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, ассистент Центра коррекции функционального состояния человека, тел. (0652) 602103.
Бiryюлёва Эмма Григорьевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, e-mail: btc@tnu.crimea.ua.
Бугара Александр Михайлович	Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой физиологии растений и биотехнологии, e-mail: btc@tnu.crimea.ua, тел. (0652) 608468.
Бугара Игорь Александрович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры ботаники, e-mail: btc@tnu.crimea.ua.
Глумова Наталья Всеволодовна	Институт эфиромасличных и лекарственных растений УААН, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией биохимии, тел. (0652) 560007.
Гончарова Наталія Сергіївна	Дніпропетровський національний університет, магістр кафедри фізіології людини і тварин, тел. (056) 7254259.
Григорьев Павел Евгеньевич	Таврический гуманитарно-экологический институт, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей психологии, тел. (0652) 252-516.
Ефанов Константин Петрович	Херсонский национальный технический университет, аспирант кафедры органического и биохимического синтеза, e-mail: kostya-efanov@vandex.ru, тел. (06567) 20837.
Жалдак Светлана Николаевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры ботаники, e-mail: galdak@ukr.net.
Задорожна Галина Олександрівна	Дніпропетровський національний університет, зав. лабораторії, пошукач кафедри фізіології людини і тварин, тел. (0562) 680373.
Ивашов Василий Анатольевич	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, магистрант кафедры биохимии, e-mail: vasily-rasta@list.ru.
Кириллова Алла Викторовна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 230-365.

Кирпичева Лариса Федоровна	Ботанический сад Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, младший научный сотрудник, тел. (0652) 517540.
Колотилова Оксана Ивановна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник по ПНИЛ, тел. (0652)630-690.
Конарева Ирина Николаевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей психологии, e-mail: viola@crimea.edu, тел.(0652) 440030.
Конник Олег Владимирович	Севастопольский научно-производственный центр стандартизации, метрологии и сертификации, директор, кандидат химических наук, доцент. 99008, Севастополь, ул. 6-я Бастионная, 32, E-mail: stmet@sebastopol.ua.
Коношенко Светлана Владимировна	Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой биохимии, тел. (0652) 630690, e-mail: konoshenko@crimea.edu.
Коренюк Иван Иванович	Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 630690.
Костюк Александра Сергеевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кафедра физиологии человека и животных и биофизики, студентка 5 курса, e-mail: tortik31@yandex.ru.
Кужевский Игорь Валерьевич	Патологоанатомическое отделение Днепропетровской городской многопрофильной больницы № 4, врач, тел. (0562) 7417312.
Лунга Михаил Николаевич	Днепропетровская городская многопрофильная больница № 4, зав. отделом медицинской статистики, тел. (0562) 7417312.
Лысякова Наталья Юрьевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, тел.(0652) 250755.
Ляшенко Валентина Петрівна	Дніпропетровський національний університет, доктор біологічних наук, професор; завідувач кафедри фізіології людини і тварин, тел. (056) 7254259.
Мельникова Оксана Зиновівна	Запорізький державний медичний інститут, кандидат біологічних наук, доцент кафедри медичної фізики, біофізики та вищої математики, тел. (0612) 629425.
Михайлов Алексей Всеволодович	Крымский государственный медицинский колледж, кандидат медицинских наук, завуч, тел. (0652) 608605.

Нагаева Елена Ивановна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, преподаватель кафедры медико-биологических основ физической культуры, тел.(0652) 250755.
Никольская Виктория Александровна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии, тел. (0652) 608090.
Оберемок Владимир Владимирович	Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, младший научный сотрудник кафедры экологии и рационального природопользования, e-mail: genecr@mail.ru, тел.(0652) 637573.
Обух Андрей Иванович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры общей химии.
Панова Светлана Алексеевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 608605.
Павленко Валентина Николаевна	Патологоанатомическое отделение Днепропетровской городской многопрофильной больницы № 4, врач, тел. (0562)7417312.
Пархоменко Наталья Адольфовна	Государственный научно-контрольный институт биотехнологии и штаммов микроорганизмов, кандидат биологических наук, заведующая сектором споровых инфекций. Адрес: 03150, Киев, ул. Донецкая, 30.
Повстяной Михаил Васильевич	Херсонский национальный технический университет, доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой органического и биохимического синтеза, тел. (0552) 443251.
Раваева Марина Юрьевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук; младший научный сотрудник по ПНИЛ, ассистент Центра коррекции общего функционального состояния человека, e-mail: mravaeva@ukr.net, тел. (0652) 230290.
Радченко Ольга Алексеевна	Ботанический сад Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, специалист 1-ой категории, тел. (0652) 517540.
Русанов Эдуард Борисович	Институт органической химии НАН Украины, кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории рентгеноструктурных исследований, e-mail: xray@bpci.kiev.ua

Рябушко Виталий Иванович	Институт биологии южных морей НАН Украины, доктор биологических наук, заведующий отделом, e-mail: rabushko2006@yandex.ru, тел. (0692) 550833.
Сарнит Елена Александровна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат химических наук, доцент кафедры общей химии, (0652) 608160
Сидякин Андрей Иванович	Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, аспирант кафедры физиологии растений и биотехнологии, тел (0652) 608465.
Симагина Наталья Олеговна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук; старший преподаватель кафедры ботаники, e-mail: lno@ukr.net.
Скляренко Дмитрий Александрович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, научный сотрудник биотехнологического центра, e-mail: disresearch@rambler.ru, тел (0652) 608465.
Собянина Галина Николаевна	Ялтинский университет менеджмента, кандидат биологических наук, преподаватель кафедры экологии, тел. (0654) 327975.
Теплица Людмила Михайловна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии растений и биотехнологии, e-mail: fizrast@rambler.ru, тел. (0652) 608465.
Трибрат Наталья Сергеевна	Таврический Национальный Университет им. В.И. Вернадского, аспирант кафедры физиологии человека и животных и биофизики, e-mail: 3brat@rambler.ru.
Туманянц Каринэ Николаевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, младший научный сотрудник по ПНИЛ, тел. (0652) 608603.
Федоненко Елена Викторовна	Днепропетровский национальный университет, кандидат биологических наук, доцент; зав. кафедрой ихтиологии, гидробиологии и экологии, тел. (0562) 469283, email: ananievatv@mail.ru.
Федоренко Александр Михайлович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор химических наук, профессор кафедры физической и аналитической химии, e-mail: fedoram37@gmail.com, тел. (0652) 520264.
Филиппова Евгения Викторовна	Днепропетровский национальный университет, аспирант кафедры ихтиологии, гидробиологии и экологии, тел. (0562) 469283, e-mail: ananievatv@mail.ru.

Чаус Ганна Григорівна	Дніпропетровський національний університет, завідувач лабораторії, аспірант кафедри фізіології людини і тварин, e-mail: aspirant_dsu@ukr.net, тел. (0562) 469217.
Черетаев Игорь Владимирович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, магистрант кафедры биохимии, старший лаборант кафедры биохимии, тел. (0652) 608090.
Чуян Елена Николаевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой физиологии человека и животных и биофизики, тел. (0652) 608605, e-mail: timur@crimea.edu.
Цыганков Константин Викторович	Патологоанатомическое отделение Днепропетровской городской многопрофильной больницы № 4, врач, тел. (0562) 7417312.
Шульгин Виктор Федорович	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии, e-mail: vshul@crimea.edu, тел. (0652) 230-316.
Юркова Ирина Николаевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Биотехнологического центра, e-mail: btc@tnu.crimea.ua, тел. (0652) 608465.
Ярмолук Наталья Сергеевна	Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, кафедра физиологии человека и животных и биофизики, студентка 5 курса, e-mail: gla3ik@yandex.ru

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бирюлёва Э.Г., Лысякова Н.Ю., Кирпичева Л.Ф., Радченко О.А. АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА IRIS В СВЯЗИ С ЭФИРОМАСЛИЧНОСТЬЮ	3
Бугара И.А., Юркова И.Н., Бугара А.М. ПОЛУЧЕНИЕ И ЦИТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАЛЛУСНЫХ КУЛЬТУР АСТРАГАЛА ШЕРСТИСТОЦВЕТКОВОГО (ASTRAGALUS DASYANTHUS PALL.)	9
Григорьев П.Е., Цыганков К.В., Павленко В.Н., Кужевский И.В., Лунга М.Н. СВЯЗЬ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ СМЕРТНОСТИ С ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ	15
Гончарова Н.С., Ляшенко В.П. ЗВ'ЯЗОК ТЕМПЕРАТУРИ У РЕПРЕЗЕНТАТИВНИХ ТОЧКАХ З ПОКАЗНИКАМИ ТОНУСУ ВЕГЕТАТИВНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЗА УМОВ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ.....	21
Жалдак С.Н. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОНКУРЕНТНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ РАСТЕНИЯМИ В СООБЩЕСТВАХ ОДНОЛЕТНИХ ЭУГАЛОФИТОВ СЕМЕЙСТВА CENORODIACEAE VENT	28
Задорожна Г.О., Ляшенко В.П., Чаус Т.Г., Мельникова О.З. ВПЛИВ ВИХРОВОГО ІМПУЛЬСНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА БІОЕЛЕКТРИЧНУ РИТМІЧНУ АКТИВНІСТЬ ЗАДНЬОЇ ЗОНИ ГІПОТАЛАМУСУ ЩУРІВ ЗА УМОВ ЗООКОНФЛІКТНОЇ СИТУАЦІЇ.....	35
Ивашов В.А., Коношенко С.В. СОСТОЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭРИТРОЦИТОВ В НОРМЕ И ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОМ ОСТЕОМИЕЛИТЕ	46
Конарева И.Н. ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ЙОДСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА «ЙОДДАР» НА ОБЪЕМ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ ЧЕЛОВЕКА	50
Коренюк И.И., Колотилова О.И. МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ИНТЕГРАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕМЕННОЙ АССОЦИАТИВНОЙ КОРЫ (ПОЛЯ 5 И 7)	55
Никольская В.А., Черетев И.В. ВЛИЯНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА IN VITRO НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭРИТРОЦИТОВ И СЫВОРОТКИ КРОВИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КЛАССА ПТИЦ И КЛАССА МЛЕКОПИТАЮЩИХ.....	92

Оберемок В.В. ОБНАРУЖЕНИЕ МЕТОДОМ RAPD-PCR ДНК ВИРУСА ЯДЕРНОГО ПОЛИЭДРОЗА НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА В ГУСЕНИЦАХ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА I-ГО ЛИЧИНОЧНОГО ВОЗРАСТА	97
Панова С.А., Кириллова А.В., Нагаева Е.И., Туманянц К.Н. ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВКИ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ	102
Пархоменко Н.А., Юркова И.Н., Рябушко В.И. АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЕ И ПРОТИВОГРИБКОВОЕ ДЕЙСТВИЕ ВОДОРАСТВОРИМОЙ НАНОБИОКОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ СЕРЕБРА И МОРСКИХ БИОПОЛИМЕРОВ	106
Симагина Н.О., Глумова Н.В. ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ARTEMISIA SANTONICA L., HALOSCNEMUM STROBILACEUM (PALL.) M.ВІЕВ., ПРОЯВЛЯЮЩИЕ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ	113
Собянина Г.Н. ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ШКОЛЬНИКОВ В ИННОВАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ ОБУЧЕНИЯ	121
Теплицкая Л.М., Бугара А.М., Скляренко Д.А., Сидякин А.И. КЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ РЕДКИХ ВИДОВ ФЛОРЫ КРЫМА IN VITRO: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	127
Федоненко Е.В., Филиппова Е.В. ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗАПОРОЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ	133
Чаус Г.Г. ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГІПОКАМПУ ЩУРІВ ЗА УМОВ СТРЕСУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ КАРБАМАЗЕПІНУ	139
Чуян Е.Н., Бирюкова Е.А., Раваева М.Ю. РОЛЬ УПРАВЛЯЕМОГО ДЫХАНИЯ В КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОВ	147
Чуян Е.Н., Трибрат Н.С. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ЛАЗЕРНОЙ ДОППЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ	156
Ярмолюк Н. С., Костюк А.С., Туманянц К. Н., Михайлов А. В. ПРОТЕАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ АЛЬВЕОЛЯРНЫХ МАКРОФАГОВ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ	172

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ефанов К.П., Повстанной М. В., Федоренко А. М. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЗАРОДЫШЕЙ С РУТИЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ НА СТАДИИ ГИДРОЛИЗА СУЛЬФАТА ТИТАНА.....	182
Шульгин В.Ф., Обух А.И., Русанов Э.Б., Сарнит Е.А., Конник О.В. СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ БИЯДЕРНОГО КОМПЛЕКСА МЕДИ(II) С ДИАЦИЛГИДРАЗИНОМ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ	186
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	193
СОДЕРЖАНИЕ.....	198