

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

НИЗКОИНТЕНСИВНОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ОКАЗЫВАЕТ АНТИОКСИДАНТНОЕ ДЕЙСТВИЕ В УСЛОВИЯХ ОСТРОГО СТРЕССА

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», 295007, Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация

Изучен уровень свободнорадикального окисления по содержанию активных в отношении тиобарбитуровой кислоты продуктов (ТБК-АП), образованных соединениями малонового диальдегида (МДА) с 2-ТБК в сыворотке крови, гомогенате печени и сердца у животных в условиях острого стресса и при постстрессовом воздействии электромагнитного излучения крайне высокой частоты. Показано, что стресс, индуцированный длительным плаванием, привел к существенному увеличению содержания ТБК-АП по отношению к таковому в интактной группе. Трехкратное КВЧ-воздействие после стресса, вызванного длительным плаванием, приводит к снижению перекисного окисления липидов (ПОЛ) и оказывает стресс-протекторное действие. Также установлено неравномерное накопление ТБК-продуктов в сыворотке крови, сердце и печени животных, причем наименьшее накопление ТБК-продуктов выявлено в сыворотке крови, а наибольшее – в тканях сердца и печени. Достоверная разница накопления ТБК-продуктов в различных тканях свидетельствует о выраженной тканевой специфичности организации антиоксидантного комплекса у крыс. При этом стресс и его сочетание с КВЧ-воздействием приводят к доминированию перекисного окисления именно в тканях сердца исследуемых животных.

Ключевые слова: электромагнитная радиация чрезвычайно высокой частоты; 2-тиобарбитуровой кислоты; малоновый диальдегид; сильный стресс.

Для цитирования: Чуян Е.Н., Раваева М.Ю., Бирюкова Е.А. Низкоинтенсивное электромагнитное излучение крайне высокой частоты оказывает антиоксидантное действие в условиях острого стресса. *Физиотерапия. Бальнеология и реабилитация*. 2016; 15(2): 71-75. DOI 10/18821/1681-3456-2016-15-2-71-75

Для корреспонденции: Раваева Марина Юрьевна, канд. биол. наук., доцент, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» кафедра физиологии человека и животных и биофизики Таврической академии (структурное подразделение), 295007, Республика Крым, г. Симферополь, E-mail: mravaeva@ukr.net.

Chuyan E.N., Ravaeva M.Y., Biryukova E.A.

LOW-INTENSITY ULTRA-HIGH FREQUENCY ELECTROMAGNETIC RADIATION EXERTS THE ANTIOXIDATIVE ACTION UNDER THE ACUTE STRESS CONDITIONS

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, 295007, Crimea, Russian Federation

The objective of the present work was to estimate the level of free radical oxidation from the amount of the thiobarbituric acid (TBA)-active products formed in the reaction between malonic dialdehyde (MDA) and 2-thiobarbituric acid in blood serum and homogenate of the liver and heart tissues of the animals under conditions of acute stress and the post-stress application of low-intensity ultra-high frequency electromagnetic radiation (EHF-EMR). It is shown that stress induced by long swimming led to a significant increase in the amount of TBA-active products in comparison with that in the unstressed animals. Three applications of EHF-EMR after the stress caused by long swimming resulted in the suppression of lipid peroxidation and exerted the stress-protective effect. Moreover, the non-uniform accumulation of TBA-active products in blood serum, heart and liver of the animals was observed. The two latter tissues were found to contain the largest amounts of these products while serum contained them in the smallest quantities. This difference in the accumulation of TBA-active products in various tissues was significant which gives evidence of marked tissue specificity of the organization of the antioxidant complex in the rats. Both, the stress and its combination with the action of low-intensity ultra-high frequency electromagnetic radiation result in the predominance of lipid peroxidation in the heart tissue of the studied animals.

Key words: low-intensity ultra-high frequency electromagnetic radiation; 2-thiobarbituric acid; malonic dialdehyde; acute stress.

For citation: Chuyan E.N., Ravaeva M.Y., Biryukova E.A. Low-intensity ultra-high frequency electromagnetic radiation exerts the antioxidative action under the acute stress conditions. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya (Russian Journal of Physiotherapy, Balneotherapy, and Rehabilitation)* 2016; 15 (2): 71-75. (In Russ.): DOI 10/18821/1681-3456-2016-15-2-71-75

For correspondence: Ravaeva Marina Y., cand. biol. sci., assistant professor. V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Dpt. of Human and Animal Physiology and Biophysics, Tavriyskaya Academy (structural division), Simferopol, 295007, Crimea, Russian Federation, E-mail: mravaeva@ukr.net.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The work was supported under the public contract in the sphere of research №2015/701 "Substantiation of health prevention technologies with the use of low-intensity factors of different nature" in the framework of the basic component of the contract with Russian Ministry of Education and Science and RFBR grant № 15-04-06054

Received 20 Desember 2015
Accepted 13 January 2016

Введение

Известно, что стресс является одной из адаптационных реакций организма на воздействие факторов внешней среды, которая способствует, с одной стороны, приспособлению и выживанию организма в экстремальных условиях, а с другой – развитию па-

тологических изменений в организме. Человек и животные постоянно подвергаются действию стресс-факторов: болевого, температурного, эмоционального, физического и др. К широко распространенным в современном мире стрессорным факторам относятся психоэмоциональный и физический стрессы.

Именно стресс является главнейшей причиной появления и прогрессирования болезней цивилизации, включающих патологию сердечно-сосудистой, нервной, иммунной, пищеварительной, эндокринной систем. Из них сердечно-сосудистые, онкологические, легочные болезни, сахарный диабет и язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки прочно заняли ведущие места среди причин смертности, инвалидности и временной нетрудоспособности. С начала XX столетия уровень заболеваемости стал расти в геометрической прогрессии. Установлено, что главнейшей причиной этого роста является стресс [1].

Одним из основных повреждающих факторов при стрессе считается усиление процессов свободнорадикального окисления (СРО) и перекисного окисления липидов (ПОЛ). Об интенсивности ПОЛ можно судить по уровню образования активных в отношении тиобарбитуровой кислоты продуктов (ТБК-АП), являющихся вторичными продуктом ПОЛ и непосредственно участвующими в повреждении тканей [2, 3]. Следовательно, изучение ТБК-АП в тканях является объективным прогностическим критерием, по уровню которого можно судить о развитии СРО в разных стадиях патологического процесса, а также о состоянии организма в период реконвалесценции.

Высокая заболеваемость, а иногда и летальность при стрессиндуцированных повреждениях привлекает внимание к данной проблеме ученых разных областей медицины и биологии и делает актуальной задачу поиска и внедрения как адаптогенов природного происхождения, так и физических факторов, обладающих антистрессорными свойствами. К таким методам относится низкоинтенсивное электромагнитное излучение (ЭМИ) крайне высокой частоты (КВЧ). В настоящее время установлено, что ЭМИ КВЧ обладает высокой биологической активностью, под влиянием этого фактора изменяется функциональное состояние многих физиологических систем, повышается неспецифическая резистентность, нормализуется иммунный статус организма.

Таким образом, целью настоящего исследования было изучить уровень СРО по содержанию ТБК-АП в сыворотке крови, гомогенате печени и сердца у животных в условиях острого стресса и при постстрессовом воздействии ЭМИ КВЧ. Исследования в данном направлении позволят значительно расширить применение новых эффективных методов и способов коррекции функционального состояния для оздоровления, повышения работоспособности, увеличения функциональных резервов организма, неспецифической резистентности и адаптационного потенциала организма в современных условиях.

Материал и методы

Экспериментальная часть работы выполнена на 30 белых беспородных крысах-самцах массой 180–230 г, полученных из питомника НИИ биологии Харьковского национального университета им. С.Н. Каразина. Животные были разделены на 3 группы: 1-ю – интактную группу, животные которой нахо-

дились в обычных условиях вивария и не подвергались влиянию стрессорного фактора и воздействию мм-излучения; 2-ю – стресс-группу, животные которой подвергались воздействию стрессорного фактора; 3-ю – КВЧ-группу, животные которой после стресса получали трехкратное КВЧ-воздействие (через 24, 48 и 72 ч соответственно).

КВЧ-воздействие осуществлялось с помощью одноканального волновода РАМЕД ЭКСПЕРТ-01 (регистрационное свидетельство № 783/99 от 14.07.1999, выданное Комитетом по новой медицинской технике Минздрава Украины, о праве на применение в медицинской практике в Украине). Технические характеристики генератора: рабочая длина волны 7,1 мм, частота излучения 42,4 ГГц, плотность потока мощности облучения 0,1 мВт/см². Воздействие выполняли в течение 30 мин на затылочно-воротниковую область.

Острый стресс индуцировали в модели вынужденного плавания [4, 5]. За 24 ч до воздействия стресса животных 2-й и 3-й групп лишали пищи при свободном доступе к воде, метили водоустойчивой краской и подвергали стрессу – плаванию в бассейне в течение 60 мин. Бассейн представлял собой прямоугольную ванну 80 · 80 · 130 см, закрывающуюся сверху сеткой. Уровень воды составлял 30 см. Температура воды 20 °С.

Животных умерщвляли методом краниоцервикальной дислокации через 72 ч после стресса (соответственно после трехкратного КВЧ-воздействия) под эфирным наркозом.

Концентрацию малонового диальдегида (МДА) в сыворотке крови и гомогенате тканей определяли по методу М. Uchiyama [2, 6]. Метод основан на взаимодействии при высокой температуре в кислой среде МДА с 2-ТБК с образованием окрашенного комплекса ТБК-АП при максимуме поглощения 532 нм.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета Statistica 5.5 с использованием критериев Манна–Уитни (исследование межгрупповых различий) и Вилкоксона (исследование внутригрупповых различий), различия считали достоверными при $p = 0,05$.

До и в период экспериментов крысы находились в виварии при температуре воздуха 20–22 °С, влажности – не более 50%, объеме воздухообмена (вытяжка: приток) – 8:10, в световом режиме день – ночь. Животных размещали в стандартных пластиковых клетках и содержали на стандартном рационе. Все исследования проводили согласно международным принципам Европейской конвенции «О защите позвоночных животных, которые используются для экспериментов и других научных целей».

Результаты

Результаты исследования показали, что стресс, индуцированный длительным плаванием, привел к существенному увеличению содержания ТБК-АП по отношению к таковому в интактной группе. Так, содержание ТБК-АП в сыворотке крови увеличилось на 118,57% ($p < 0,05$), в гомогенате печени – на 116,27% ($p < 0,05$), в гомогенате сердца – на 162,61%

Содержание МДА в сыворотке крови, гомогенате печени и сердца (в мкмоль/л) через 72 ч после стресса

Группа	Сыворотка крови	Гомогенат печени	Гомогенат сердца
Интактная	1,314 ± 0,064	1,66 ± 0,08	1,562 ± 0,045
		$p_1 < 0,05$	$p_1 < 0,05$
Стресс-группа	2,872 ± 0,073	3,59 ± 0,071	4,102 ± 0,105
	$p_2 < 0,05$	$p_1 < 0,05$	$p_1 < 0,05$
		$p_2 < 0,05$	$p_2 < 0,05$
КВЧ-группа	1,564 ± 0,061	2,718 ± 0,064	3,692 ± 0,087
	$p_3 < 0,05$	$p_1 < 0,05$	$p_1 < 0,05$
		$p_3 < 0,05$	$p_3 < 0,05$

Примечание. $p_1 < 0,05$ – достоверность различий значений показателей в тканях по сравнению с таковыми в сыворотке крови внутри каждой группы; $p_2 < 0,05$ – достоверность различий значений показателей у животных стресс-группы по сравнению с интактной группой; $p_3 < 0,05$ – достоверность различий показателей у животных КВЧ-группы по сравнению со стресс-группой.

($p < 0,05$) в сравнении с показателями в интактной группе (см. таблицу; рис. 1).

Трехкратное КВЧ-воздействие на подвергшихся стрессированию крыс позволило существенно снизить ПОЛ, что проявилось достоверным снижением концентрации ТБК-АП в сыворотке крови на 55,55% ($p < 0,05$), в гомогенате печени – на 24,28% ($p < 0,05$), сердца – на 10% ($p < 0,05$) по отношению к аналогичным показателям у животных в стресс-группе (см. таблицу; рис. 2).

Таким образом, трехкратное КВЧ-воздействие после стресса, вызванного длительным плаванием, приводит к снижению уровня ПОЛ и оказывает стресс-протекторное действие. Эти данные могут служить объяснением результатов наших предыдущих исследований [7], в которых показано, что трехкратное КВЧ-воздействие приводит к уменьшению числа животных с язвами и эрозиями на 30%, среднего количества деструкций на 45% ($p < 0,05$) по сравнению со стресс-группой.

Результаты настоящего исследования позволили также установить неравномерное накопление ТБК-продуктов в исследуемых тканях животных всех групп, причем наименьшее накопление ТБК-продуктов выявлено в сыворотке крови, а наибольшее – в тканях сердца и печени (рис. 3). Так, в контрольной группе концентрации МДА гомогената печени и сердца превышали на 26,33 и 18,87%

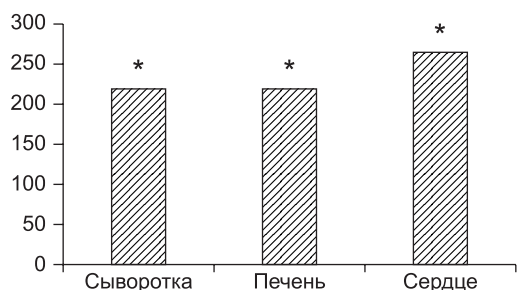


Рис. 1. Показатели ТБК-продуктов в разных тканях у животных при стрессе относительно интактной группы (100%).

Здесь и на рис. 2 и 3: * – достоверность различий при $p < 0,05$.

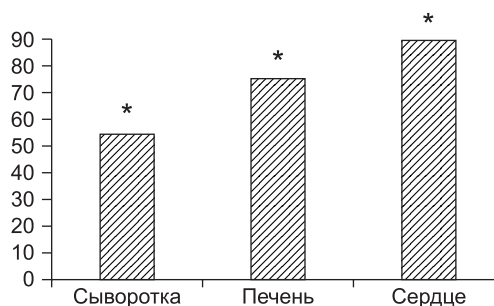


Рис. 2. Показатели ТБК-продуктов в разных тканях у животных после мм-воздействия относительно значений стресс-группы (100%).

($p < 0,05$) этот показатель в сыворотке крови соответственно. У крыс экспериментальной стресс-группы эта разница составила 25 и 42,83% ($p < 0,05$), а у крыс после трехкратного КВЧ-воздействия – соответственно 73,79 и 136,06% ($p < 0,05$). Таким образом, поскольку ТБК-АП являются показателями работы антиоксидантной системы, достоверная разница накопления ТБК-продуктов в различных тканях свидетельствует о выраженной тканевой специфичности организации антиоксидантного комплекса у крыс. При этом стресс и его сочетание с КВЧ-воздействием приводят к доминированию перекисного окисления именно в сердце, о чем свидетельствует увеличение уровня ТБК-АП в сердце на 12,48% ($p < 0,05$) при стрессе и на 26,38% ($p < 0,05$) при КВЧ-воздействии – больше, чем в гомогенате печени животных соответствующих групп.

Обсуждение

Результаты настоящего исследования позволили выявить выраженную тканевую специфичность организации антиоксидантного комплекса у крыс. Сыворотка крови животных всех групп отличалась минимальным содержанием ТБК-АП, что указывает на низкую интенсивность процессов ПОЛ в крови. Наиболее интенсивно процессы ПОЛ протекали в метаболически активных тканях: печени и сердце крыс, что подтверждается наибольшим содержанием ТБК-АП. Данные особенности обусловлены, очевидно, функциональным значением печени и сердца. Так, активированные клетки печени продуцируют провоспалительные цитокины и большое количество перекиси водорода, являющейся одновременно

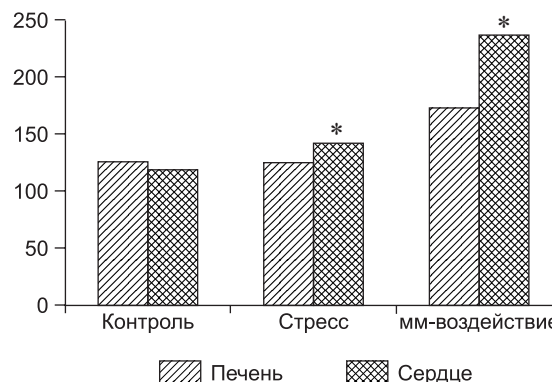


Рис. 3. Концентрация ТБК-продуктов в печени и сердце относительно таковой в сыворотке крови, принятой за 100% в соответствующей группе животных.

мощным стимулятором свободнорадикальных процессов и фактором, регулирующим цитокиновый профиль. Следовательно, выраженное положительное влияние мм-воздействия на содержание ТБК-АП в тканях, по-видимому, свидетельствует о модулирующем действии излучения на цитокиновый профиль данных тканей.

В целом накопление ТБК-АП является результатом нарушения баланса прооксидантно-антиоксидантной системы в сторону развития первой составляющей. Так, при действии различных стресс-факторов изменяется уровень липидных перекисей, являющихся показателями целостности биомембран [8], а механизмы антиоксидантной защиты контролируют интенсивность протекания свободнорадикальных реакций, тем самым обеспечивая защиту тканей. Известно, что в деградации пероксида водорода и обеспечении эффективной защиты клеточных структур от разрушения играет роль внутриклеточный фермент гемопроотеида – каталаза [9, 10]. Можно предположить, что у животных при КВЧ-воздействии повышается активность указанного фермента, что приводит к существенному торможению процессов ПОЛ и как следствие к уменьшению содержания ТБК-АП в тканях. В пользу данного предположения свидетельствуют результаты исследований [11, 12], в которых показано, что КВЧ-излучение оказывает антиоксидантное действие, причем изменение содержания продуктов ПОЛ и увеличение антиоксидантного потенциала крови коррелируют с клиническим эффектом проводимых процедур. ПОЛ – многостадийный процесс окисления ненасыщенных жирных кислот, входящих в состав молекул фосфолипидов, в результате которого увеличивается проницаемость нативных мембран для ионов и молекул [8].

Таким образом, анализируя данные литературы и результаты собственных исследований, можно предположить, что одной из основных причин, ведущих к развитию стрессиндуцированных поражений желудка, является нарушение работы антиоксидантной системы, обеспечивающей поддержание адекватного метаболического статуса в организме. Антиоксидантное КВЧ-воздействие активирует антиоксидантные ферменты (каталазу, супероксиддисмутазу), которые в свою очередь угнетают высвобождение катехоламинов из нервных окончаний и надпочечников, а также действие этих моноаминов на постсинаптическом уровне, уменьшая тем самым активацию СРО и ограничивая чрезмерную стресс-реакцию и ее повреждающее действие на органы и ткани организма.

Выводы

1. Установлено, что через 72 ч после стресса, вызванного длительным плаванием, происходило достоверное увеличение содержания ТБК-АП в сыворотке крови на 118,57% ($p < 0,05$), в гомогенате печени – на 116,27% ($p < 0,05$), в гомогенате сердца – на 162,61% ($p < 0,05$) по отношению к аналогичным показателям в интактной группе.

2. Трехкратное КВЧ-воздействие после моделирования стресса позволило существенно снизить

ПОЛ, что проявилось достоверным снижением концентрации ТБК-АП в сыворотке крови на 55,55% ($p < 0,05$), в гомогенате печени – на 24,28% ($p < 0,05$), сердца – на 10% ($p < 0,05$) по отношению к данным показателям у животных в стресс-группе.

3. Выявлена выраженная тканевая специфичность организации антиоксидантного комплекса у крыс: наиболее интенсивно процессы ПОЛ протекали в метаболически активных тканях: печени и сердце крыс, что подтверждается наибольшим содержанием ТБК-АП.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке государственного задания № 2015/701 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках проекта «Обоснование применения оздоровительно-превентивных технологий на основе действия низкоинтенсивных факторов различной природы» базовой части государственного задания Минобрнауки России, а также гранта РФФИ № 15-04-06054.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А., Чижов А.Я., Ким Т.А. Болезни цивилизации. *Экология человека*. 2003; (4): 8–11.
2. Стальная И.Д. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты. В кн.: *Современные методы в биохимии*. М.: Медицина; 1997: 63–7.
3. Меньшиков Е.Б., Зенков Н.К. Окислительный стресс при воспалении. *Успехи современной биологии*. 1997; 117 (2): 155–69.
4. Porsolt R.D., Le Pinchon M., Jalfre M. Depression: a new animal model sensitive to antidepressant treatments. *Nature*. 1977; 266: 730–2.
5. Porsolt R.D., McArthur R.A., Lenegre A. Psychotropic screening. In: *Methods in Behavioral Pharmacology*. New York: 1993: 23–51.
6. Камскова Ю.Г. Изменение антиоксидантного статуса и уровня ПОЛ в крови и печени в динамике 30-суточной гипокинезии. *Бюлл. exper. биол. и мед.* 2001; 132 (10): 387–9.
7. Раваева М.Ю., Чужан Е.Н., Береговая Т.В. Влияние электромагнитного излучения крайне высокой частоты на стрессорный ульцерогенез. *Світ медицини та біології*. 2013; (4): 45–56.
8. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. *Перекисное окисление липидов в биологических мембранах*. М.: Наука; 1972.
9. Мазурков П.В. и др. Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения на активность процессов перекисного окисления и антиоксидантной активности крови *in vitro*. *Биомедицинская радиоэлектроника*. 2009; (2): 11–5.
10. Горячковский А.М. *Клиническая биохимия*. Одесса: ОКФА; 1994.
11. Лебедева А.Ю. и др. Динамика процессов перекисного окисления липидов у больных нестабильной стенокардией при проведении ММ-терапии. *Миллиметровые волны в биологии и медицине*. 1995; (5): 50–65.
12. Вологовская А.В., Улащик В.С., Филипович В.Н. Антиоксидантное действие и терапевтическая эффективность лазерного облучения крови у больных ишемической болезнью сердца. *Вопр. курортол.* 2003; (3): 22–5.

REFERENCES

1. Agadzhanyan N.A., Chizhov A.Ya., Kim T.A. *Diseases of Civilization. Ekologiya cheloveka*. 2003; (4): 8–11. (in Russian).
2. Stalnaya I.D. The method of revelation of malonic dialdehyde with thiobarbituric acid. *Modern Methods in Biochemistry*. Moscow: 1997: 63–7. (in Russian)
3. Menshchikov E.B., Zenkov N.K. Oxidative stress in inflammation. *Uspekhi sovremennoy biologii*. 1997; 117 (2): 155–69. (in Russian).
4. Porsolt R.D., Le Pinchon M., Jalfre M. Depression: a new animal model sensitive to antidepressant treatments. *Nature*. 1977; 266: 730–2.
5. Porsolt R.D., McArthur R.A., Lenegre A. Psychotropic screening. In: *Methods in Behavioral Pharmacology*. New York: 1993: 23–51.
6. Kamskova Yu.G. Changes in antioxidant status and lipid peroxidation in the blood and liver in the dynamics of 30-day hypokinesia. *Byul. eksper. biol.* 2001; 132 (10): 387–9. (in Russian).

7. Ravaeva M.Yu., Chuyan E.N., Beregovaya T.V. Influence of extremely high frequency electromagnetic radiation on the stressor ulcerogenesis. *Svit meditsinima biologii*. 2013; (4): 45–56. (in Ukrainian).
8. Vladimirov Yu.A., Archakov A.I. *Lipid peroxidation in biological membranes. [Perekisnoe okislenie lipidov v biologicheskikh membranakh]*. Moscow: Nauka; 1972. (in Russian).
9. Mazurenko R.V. et al. Influence of the low Intensive electromagnetic eadiation on activity of the process peroxide oxidation and antioxidant activity of blood in vitro. *Biomeditsinskay radioelektronika*. 2009; (2): 11–5. (in Russian).
10. Goryachkovskiy A.M. *Clinical biochemistry [Klinicheskaya biokhimiya]*. Odessa: OKFA; 1994. (in Russian)
11. Lebedeva A.Yu. et al. Dynamics of lipid peroxidation in patients with unstable angina during the MM-therapy. *Millimetrovye volny v biologii i meditsine*. 1995; (5): 50–65. (in Russian)
12. Volotovskaya A.V., Ulashchik V.S., Filipovich V.N. Antioxidant effects and therapeutic efficacy of laser irradiation of blood in patients with coronary heart disease. *Vopr. kurortol*. 2003; (3): 22–5. (in Russian)

Поступила 20 декабря 2015

Принята в печать 13 января 2016

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2016

УДК 615.83.03:616-056.257-053.2

Болотова Н.В.¹, Райгородский Ю.М.², Посохова Н.В.¹

ТРАНСЦЕРЕБРАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ В ЛЕЧЕНИИ ОЖИРЕНИЯ У ДЕТЕЙ

¹ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, 410012, Саратов; ²ООО «ТРИМА», 410033, Саратов

На примере лечения 80 детей в возрасте 14–18 лет с ожирением II и III степени показана эффективность трансцеребральных методик физиотерапии. Использовали сочетание трансцеребральной магнитотерапии по битемпоральной методике и трансцеребральной электростимуляции по лобно-сосцевидной методике с помощью отечественного аппарата АМО-АТОС-Э. Предложена оригинальная шкала оценки чувства голода в баллах и исследовано его уменьшение при использовании трансцеребральных методик (ТЦМ). Показано, что снижение индекса прироста массы тела при применении ТЦМ составило 31,4% (в контроле при проведении плацебо-процедур – 14,2%). Снижение чувства голода и нормализация обменных процессов происходили на фоне нормализации биоэлектrogenеза головного мозга, цитокинового профиля как показателя воспалительного процесса и улучшения гормонального фона.

Ключевые слова: трансцеребральная магнитотерапия; трансцеребральная электростимуляция; индекс массы тела; ожирение; чувство голода.

Для цитирования: Болотова Н.В., Райгородский Ю.М., Посохова Н.В. Трансцеребральные физические методики в лечении ожирения у детей. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2016; 15; 2 (2): 75-81. DOI: 10.18821/1681-3456-2-15-2-75-81

Для корреспонденции: Нина Викторовна Болотова д-р мед.наук., профессор, зав. кафедрой пропедевтики детских болезней, детской эндокринологии и диабетологии ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава РФ», 410012, Саратов, E-mail: kafedranv@mail.ru

Bolotova N.V.¹, Rajgorodskij Yu. M.², Posokhova N.V.¹

THE APPLICATION OF THE TRANSCEREBRAL PHYSICAL METHODS FOR THE TREATMENT OF OBESITY IN THE CHILDREN

¹State budgetary educational institution of higher professional education “V.I. Razumovsky Saratov State Medical University”, Russian Ministry of Health, 410012, Saratov, Russia; ²“TRIMA” Ltd., 410033, Saratov, Russia

The authors report an example of the treatment of 80 children at the age from 14 to 18 years presenting with grade II and III obesity to illustrate the effectiveness of transcerebral application of physiotherapeutic techniques. The treatment consisted of the combination of transcerebral bitemporal magnetic therapy with transcerebral electrical stimulation applied to the fronto-mastoid region with the use of the domestic “AMO-ATOS-E” apparatus. An original assessment scale was proposed for scoring the hunger sensation and evaluating its reduction under effect of the transcerebral physiotherapeutic treatment (TCPT). It has been shown that the body weight gain index (BWGI) decreased by 31.4% under the influence of the transcerebral physiotherapeutic treatment in comparison with 14.2% in the placebo-treated control children. The reduction of hunger sensation and the normalization of the metabolic processes occurred in association with the restoration of brain bioelectrogenesis and the cytokine profile as an indicator of inflammation; moreover, these changes were accompanied by the improvement of the hormonal levels.

Keywords: transcerebral magnetic therapy; electrical transcerebral stimulation; body mass index; obesity; hunger sensation.

For citation: Bolotova N.V., Rajgorodskij Yu. M., Posokhova N.V. The application of the transcerebral physical methods for the treatment of obesity in the children. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya (Russian Journal of Physiotherapy, Balneotherapy, and Rehabilitation)* 2016; 15 (2): 75-81. (In Russ.); DOI 10/18821/1681-3456-2016-15-2-75-81

For correspondence: Bolotova Nina V., d-r med. sci., professor, head of Dpt. of Propedeutics of Children's Diseases, Pediatric Endocrinology and Diabetology, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University”, Russian Ministry of Health, 410012, Saratov, Russian Federation; E-mail: kafedranv@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. **Funding.** The study had no sponsorship.

Received 08 November 2015
Accepted 02 December 2015

В настоящее время ожирение рассматривается как хроническое обменное заболевание, возникающее в любом возрасте, проявляющееся избыточным увеличением массы тела преимущественно за счет чрезмерного накопления жировой ткани и приводящее к увеличению числа случаев общей заболеваемости и смертности населения.

В настоящее время ожирение рассматривается как хроническое обменное заболевание, возникающее в любом возрасте, проявляющееся избыточным увеличением массы тела преимущественно за счет чрезмерного накопления жировой ткани и приводящее к увеличению числа случаев общей заболеваемости и смертности населения.