

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 radiation 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

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

Key words: 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.

Согласно рекомендациям ВОЗ, у взрослых нормальной массе тела соответствует индекс массы тела (ИМТ) 18,5–24,9, ИМТ 25–29,9 – избыточной массе тела, а ожирение диагностируется при ИМТ выше 30.

Критерии избыточной массы тела и ожирения у детей определяются по данным стандартных отклонений ИМТ (SDS – standard deviation score). При этом учитывается не только рост, масса тела, но также пол и возраст ребенка. Это связано с тем, что значение ИМТ у детей меняется по мере их развития: от высокого в первый год жизни, сниженного в период раннего детства (2–5 лет) и постепенно увеличивающегося в период полового созревания.

Данные нормативы объединяют общий принцип: процентилю должны быть симметричны относительно медианы (50-й перцентиль). ВОЗ использует стандартные отклонения –1, –2, –3 SDS, медиану и +1, +2, +3 SDS.

С учетом рекомендаций ВОЗ ожирение у детей и подростков следует определять как +2 SDS ИМТ, а избыточную массу тела – от +1 до +2 SDS ИМТ.

Степени ожирения:

- SDS ИМТ 2–2,5 – I степень;
- SDS ИМТ 2,6–3 – II степень;
- SDS ИМТ 3,1–3,9 – III степень;
- SDS ИМТ 4 – морбидное ожирение.

Проблема ожирения актуальна для всех стран мира. По данным ВОЗ, более 1 млрд населения планеты имеют повышенную массу тела и более 30 млн – ожирение [1]. Не являются исключением и дети [2]. Ожирение – фактор риска развития сахарного диабета 2-го типа, артериальной гипертензии, атеросклероза, онкологических заболеваний, психических расстройств [3, 4].

Ожирение – многофакторное заболевание, возникающее в результате взаимодействия генетических и негенетических причин [5]. В рамках персонализированной медицины проводятся геномные и постгеномные исследования, позволяющие определить предрасположенность к различным заболеваниям, в том числе к ожирению [6, 7]. Однако вероятность возникновения, прогрессирования и клинические особенности ожирения в большей степени зависят от образа жизни, чем от генетической предрасположенности. Ожирение развивается при избыточном поступлении калорий, что обусловлено различными факторами, среди которых важное место занимает дисфункция регулирующих энергетический баланс механизмов: психоневрологических, гормональных, метаболических [8]. Пищевое поведение регулируется вентромедиальным и латеральным ядрами гипоталамуса, которые воспринимают такие параметры, как уровень глюкозы, инсулина в крови, а также сигналы различных биологически активных веществ, вырабатываемых жировой тканью [6, 9]. С учетом этих данных одним из действенных методов регуляции пищевого поведения могут быть транскраниальные методики с использованием бегущего магнитного поля и электростимуляции (ТЭМТ), воздействующие на регуляторные центры гипоталамуса [10, 11].

Цель данной работы – оценить эффективность и определить место трансцеребральной физиотерапии

в коррекции пищевого поведения и снижении массы тела у детей с ожирением.

Материал и методы

Обследованы 80 пациентов в возрасте 14–18 лет с ожирением II–III степени (ИМТ 30–39,9), из них 30 мальчиков и 50 девочек. Углубленное обследование включало изучение анамнеза жизни и заболевания, наследственной предрасположенности, оценку жалоб и объективных данных.

Проводили субъективную оценку чувства голода с использованием разработанной нами 5-балльной шкалы: 1 балл – отсутствие аппетита; 2 балла – умеренное чувство голода, насыщение небольшим количеством пищи; 3 балла – умеренное чувство голода, насыщение небольшим объемом пищи, но постоянное употребление пищи в течение дня; 4 балла – сильное чувство голода, насыщение большим объемом пищи; 5 баллов – постоянное чувство голода, отсутствие чувства насыщения после приема пищи.

По данным биохимического анализа крови изучали показатели жирового обмена (уровень холестерина (Х), триглицеридов (ТГ), липопротеинов высокой (ЛПВП) и низкой плотности (ЛПНП)), углеводного обмена (уровень глюкозы (Г), иммунореактивного инсулина натощак (ИРИ)) с помощью набора Stat Fax 1904 Plus, «Awareness Technology» (США). НОМА-индекс рассчитывали по формуле:

$$\text{НОМА} = (\text{ИРИ} \cdot 0 \cdot \text{Г} / 0) / 22,5,$$

где ИРИ – концентрация инсулина в сыворотке натощак в мкЕД/мл, Г – глюкоза плазмы натощак в ммоль/л.

Изучение эндокринной системы проводилось путем исследования гормонального профиля (уровень тироксина (T_4), тиреотропного гормона (ТТГ), кортизола (К), адренокортикотропного гормона (АКТГ), тестостерона (Т), лютеинизирующего гормона (ЛГ), фолликулостимулирующего гормона (ФСГ)). Гормоны определяли стандартными методами – иммуноферментным и радиоиммунным (с наборами РИО- T_4 -ПГ, «ИБОХ», Беларусь; «CTS-International», France; LH IRMA, Чехия).

В настоящее время известно, что ожирение – это хронический вялотекущий воспалительный процесс, в связи с чем в работе изучали уровень провоспалительных цитокинов: интерлейкина-1 β (ИЛ-1 β), ИЛ-6, а также С-реактивного белка (С-РБ) [12]. Содержание ИЛ-1 β , ИЛ-6, С-РБ в сыворотке крови определяли иммуноферментным методом, исследование проводилось на аппарате Униплан с помощью набора реагентов Human IL β -1 ELISA, IL-6 ELISA, «Bender MedSystems» (Австрия), и набора Hs-CRP ELISA, «Biomerica» (США).

Состояние вегетативной нервной системы (ВНС) оценивали методом кардиоинтервалографии (КИГ), которая проводилась в дневные часы (10.00–12.00) в покое с регистрацией не менее 300 кардиоинтервалов с помощью компьютерного аппаратного комплекса VDC-201 («Волготех», Саратов). Математический анализ variability сердечного ритма проводили с использованием прикладной программы. Рассчи-

тывали стандартные статистические показатели, индекс централизации (ИЦ), комплексный показатель активности регуляторных систем (ПАРС).

Для оценки функциональной активности головного мозга выполняли электроэнцефалографию (ЭЭГ) с помощью энцефалографа-нейрокартографа фирмы «МБН». Определяли характер альфа- и бета-ритма, наличие дизритмии в лобных, теменных, височных и затылочных отведениях обоих полушарий головного мозга.

Также применяли инструментальный метод исследования – УЗИ щитовидной железы, надпочечников, органов малого таза, которое выполнялось на аппарате COMBISON-320 S (Германия).

Транскраниальную магнитотерапию (ТкМТ) и транскраниальную электростимуляцию (ТкЭС) выполняли при помощи аппарата АМО-АТОС-Э, показанного на рис. 1 (ООО «ТРИМА», Саратов), регистрационное удостоверение Минздрава России № ФСР 2009/04781.

ТкМТ осуществляли с частотой сканирования (модуляции) магнитного поля в диапазоне 1–12 Гц. Сеансы выполняли с помощью излучателя «Оголовье» в положении больного сидя (рис. 2) или лежа с индукцией на поверхности излучателя 45 мТл; движение поля осуществлялось от височной к затылочной доле синхронно на оба полушария мозга в течение 7–12 мин (по битемпоральной методике).

Частоту модуляции и время экспозиции постепенно увеличивали начиная с минимального значения. В конце курса (2–3 последних сеанса) режим регулярного сканирования заменяли на режим «СТОХАС» – включение соленоидов по случайному закону для предотвращения адаптации тканей мозга. ТкЭС проводили по лобно-сосцевидной методике с выходным напряжением $20 \pm 10\%$ В, средний ток – 25 мА, частота заполнения пачек импульсов выходного напряжения – $2,5 \pm 10\%$ кГц. Частота следования пачек – 60–80 Гц. Использовали модифицированную нами методику с чередованием воздействия на правое и левое полушария при частоте смены полушарий 10 Гц [12]. Курс лечения составил 15 процедур.

Статистическую обработку полученных данных проводили при помощи пакетов программ XL Statistics 4.0 и Microsoft Excel, 2003. Данные, имеющие неправильное распределение, представлены в виде медианы и 1–3-го квартилей. Для сравнения распределения показателей использовали *t*-критерий. Наличие статистически значимых различий между сравниваемыми группами определяли с использованием непараметрического *U*-критерия (Манна-Уитни). Различия между изучаемыми параметрами признавали достоверными при уровне статистической значимости $p < 0,05$. Для оценки взаимосвязи между

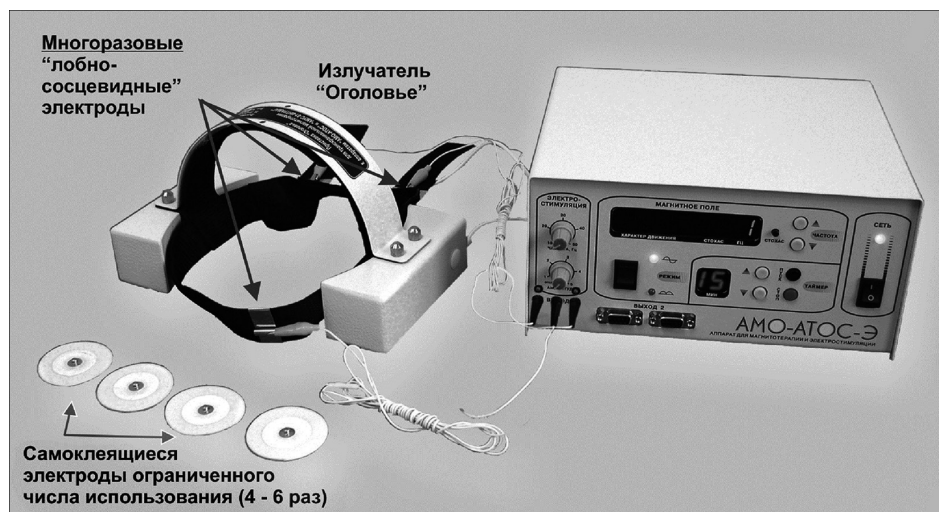


Рис. 1. Общий вид аппарата АМО-АТОС-Э для применения сочетанных трансцеребральных методик (ТкМТ + ТкЭС).

отдельными показателями прибегали к корреляционному анализу с расчетом коэффициента корреляции по Пирсону.

Результаты и обсуждение

При поступлении все подростки предъявляли жалобы на повышенную массу тела. На повышенный аппетит, постоянное чувство голода жаловались 50% пациентов (оценка по шкале 5 баллов), на сильное чувство голода с потреблением большого объема пищи – 30% детей (оценка по шкале 4 балла), 20% обследованных (оценка по шкале 3 балла) считали, что испытывают умеренное чувство голода и употребляют небольшое количество пищи, но с очень частыми ее приемами. 60% обследованных детей предпочитали высококалорийную пищу с большим содержанием мучных продуктов, сладких напитков, колбасных изделий (оценка по шкале 4–5 баллов). 40% пациентов сообщили, что знакомы с принципами рационального питания и употребляют полезные продукты. Практически у всех детей отмечалось нарушение



Рис. 2. Методика проведения сочетанной ТкМТ и ТкЭС с помощью аппарата АМО-АТОС-Э.

Таблица 1
Динамика показателей в основной и контрольной группах детей с ожирением на фоне лечения ТкМТ + ТкЭС

Показатель	Основная группа (n = 60)		Контрольная группа (плацебо) (n = 200)	
	до лечения	через 1 мес после лечения	до лечения	через 1 мес после лечения
Чувство голода, баллы	4,5 [4; 5]	1,5 [1; 2]*	4 [3; 5]	3,3 [3; 4]
SDS ИМТ	3,6 [2,8; 4,3]	2,3 [2,1; 2,6]*	3,4 [2,7; 4,2]	3,1 [2,3; 3,6]
X, ммоль/л	6,8 [5,5; 7,9]	4,68 [3,8; 5,6] *	6,87 [5,9; 7,8]	6,26 [5,2; 7,3]
ИРИ, мМЕ/мл	21 [9; 34]	16,9 [7; 27]	21,5 [7,2; 35]	18,3 [6; 30]
ИЛ-1β, пг/мл	5,75 [4,3; 7,3]	4,26 [3,0; 5,4]*	5,25 [4,4; 6,7]	5,15 [4; 6,4]
ИЛ-6, пг/мл	5,8 [5,4; 6,2]	5,4 [5; 5,8]	5,75 [5,2; 6,3]	5,65 [5,3; 6,2]
С-РБ, мг/л	8,66 [7,7; 9,6]	7,4 [7; 8,0]*	8,62 [7,8; 9,2]	8,3 [7,3; 9,3]
ИЦ	2,2 [1,4; 2,9]	1,5 [1,2; 3]*	2,1 [1,3; 2,9]	2 [1,2; 2,8]
ПАРС, баллы	9,8 [8; 11]	4,5 [3,9; 16]*	10,1 [7; 14]	8,6 [5,3; 12]
ЛГ, мкЕД/л	4,9 [0,1; 9,7]	5,4 [0,6; 10,2]	4,7 [0,8; 8,6]	5,05 [2,1; 10]
ФСГ, мкЕД/л	2,6 [0,6; 4,6]	3,0 [0,8; 5,2]	2,75 [1,1; 4,4]	3,1 [2,6; 8,3]
Тестостерон, нмоль/л	6,0 [2,9; 9,2]	6,8 [2,6; 11]	6,4 [2,6; 10,3]	7,1 [2,7; 11,5]
ТТГ, мМЕ/л	3,7 [0,8; 7,4]	3,75 [1,2; 6,3]	3,8 [2,2; 5,4]	3,75 [2,5; 5]

Примечание. * – статистическая достоверность различий значений до и после лечения – $p < 0,05$.

ритма питания с превалированием вечернего приема пищи. 30% детей предъявляли жалобы на головные боли и повышение артериального давления.

У 60% обследуемых избыточная масса тела начала развиваться в 5–7-летнем возрасте и прогрессировала к пубертатному периоду, у 40% детей – в возрасте 11–14 лет, т. е. в период пубертата. Наследственную предрасположенность по ожирению имели 80% детей.

ИМТ у всех пациентов превышал значения 95 процентиля для данного пола и возраста и достигал значений 28 [23; 35] кг/м². SDS ИМТ составила 3,5 [2,7; 4,3], «стриарный синдром» имели 60% детей.

При исследовании жирового обмена установлено, что уровень X составил 6,75 [5,5; 8] ммоль/л, гиперхолестеринемия выявлена у 80% детей. Уровень ТГ – 2,2 [0,5; 3,9] ммоль/л, гипертриглицеридемия – у 45% пациентов. Уровень ЛПВП был 0,65 [0,1; 1,2] ммоль/л, снижение уровня ЛПВП выявлено у 30% обследованных. Уровень ЛПНП – 2 [2,2; 3,5] ммоль/л, повышение ЛПНП – у 15% детей.

Результаты исследования углеводного обмена: гликемия – 5 [2,5; 7,5] ммоль/л, гипергликемия натощак отмечена у 2% обследованных. Уровень ИРИ nonetheless составил 21 [7; 35] мкЕД/мл, увеличение уровня ИРИ выявлено у 40% пациентов. Индекса НОМА – 3,5 [1,5; 5,5], повышение индекса НОМА (13,2) выявлено у 55% больных.

При изучении гормонального профиля уровень тиреоидных гормонов находился в пределах нормы, а у 20% отмечалось умеренное повышение ТТГ 6,25 [5,5; 7] мМЕ/л. Уровень половых гормонов (ЛГ, ФСГ) был снижен у 10% детей. Уровень тестостерона повышен у 5% девочек и снижен у 15% мальчи-

ков. Повышенный уровень К отмечался у 3% обследованных, уровень АКТГ у всех пациентов был в пределах нормы.

При исследовании провоспалительных цитокинов уровень ИЛ-1β составил 6,25 [4,8; 7,7] пг/мл, повышение уровня ИЛ-1β отмечено у 80% детей. Уровень ИЛ-6 был 5,8 [5,2; 6,4] пг/мл, у 60% обследованных он был повышенным, уровень С-РБ – 8,66 [7,78; 9,74] мг/л, у 85% детей выявлено его повышение, что подтверждает наличие хронического воспалительного процесса.

По данным УЗИ щитовидной железы, ее диффузное увеличение имели 80% пациентов, изменений величины и структуры надпочечников не было зафиксировано ни у одного больного. По результатам УЗИ органов малого таза у 15% девочек было выявлено наличие поликистоза яичников, у 20% мальчиков снижение объема яичек.

По результатам КИГ у детей с ожирением исходный вегетативный тонус (ИВТ) характеризовался как симпатикотония (55%), ваготония выявлена у 27% обследованных, у 8% пациентов определялась эйтония. Значение ИЦ у пациентов с исходной симпатикотонией и эйтонией составило 2,1 [1,3; 2,9].

Реактивность ВНС у большинства детей с ожирением имела также гиперсимпатикотонический характер (70%), что свидетельствует о перенапряжении регуляторных систем.

Отмечено значимое преобладание активности подкорковых нервных центров (ПАРС более 6 баллов). У 75% пациентов была неудовлетворительная адаптация (ПАРС 7–8 баллов), а у 20% наблюдался срыв адаптации (значения ПАРС соответствовали 9–15 баллам). Показатели ПАРС до 2 баллов, соответствующие оптимальному уровню функционирования регуляторных систем, обнаружены лишь у 5% пациентов.

Изменения биоэлектрической активности мозга по результатам ЭЭГ установлены у 77% детей. Анализ частоты альфа-ритма показал, что среднечастотный ритм имели 20% детей. Нарушения альфа-ритма наблюдались в виде как замедления, так и ускорения. При изучении амплитуды альфа-ритма установлено, что у 30% детей с ожирением отмечался низкоамплитудный, а у 20% высокоамплитудный альфа-ритм. Среднечастотный бета-ритм зарегистрирован у 29% обследованных. Изменения частоты бета-ритма в виде низкочастотного и высокочастотного выявлены у 35% пациентов. Нормальная амплитуда бета-ритма при ЭЭГ отмечена у 36% детей.

Все обследованные пациенты проходили обучение в школе контроля массы тела и получали по необходимости симптоматическое лечение (гипотензивные препараты), ноотропы.

Для оценки эффективности трансцеребральных методик дети были рандомизированно разделены

на 2 группы: основную – 60 детей (SDS ИМТ 3,6 [2,8; 4,2]), которым проведен курс сочетанной физиотерапии (ТкМТ + ТкЭС), и контрольную – 20 детей (SDS ИМТ 3,4 [2,7; 4,3]), получавших физиотерапию в виде плацебо-процедур с выключенными излучателями. Все показатели оценивали через 1 мес после лечения с учетом отсроченного действия магнитотерапии и электростимуляции.

Как следует из табл. 1 и 2, у детей обеих групп отмечено снижение массы тела, однако в основной группе оно было более значительным (на 36%), в контрольной – на 8%. В группе пациентов, леченных по трансцеребральным методикам, в 2–2,5 раза увеличилось число детей с нормальной частотой и амплитудой альфа- и бета-ритмов, а также в 2 раза уменьшился ИЦ. В основной группе приблизились к норме иммунологические показатели. В контрольной группе их коррекция не превышала 15%.

Это, по всей вероятности, и обеспечило снижение чувства голода до 1,5 балла (на 66%) по разработанной шкале. В контроле чувство голода снизилось на 17,5%.

Снижение массы тела у этих пациентов сопровождалось снижением уровня X и провоспалительных цитокинов. На фоне лечения с применением трансцеребральных методик в меньшей степени (на 10–15%) изменились показатели гормонального профиля (ТТГ, ЛГ, ФСГ, Т), что, возможно, требует повторных курсов лечения.

При анализе пациентов основной группы обращало на себя внимание более выраженное улучшение различных показателей у тех детей, у которых избыточная масса тела начала развиваться в дупербатном периоде.

Эти данные подтверждены проведенным корреляционным анализом жалоб, клинических и параклинических данных. В основной группе детей

Таблица 2
Частота различных вариантов ритма ЭЭГ у детей с ожирением до и после лечения

Параметр ЭЭГ	Основная группа ($n = 60$)		Контрольная группа (плацебо) ($n = 20$)	
	исходно, абс. (%)	через 1 мес, абс. (%)	исходно, абс. (%)	через 1 мес абс. (%)
<i>Частота альфа-ритма</i>				
Замедленный ритм, до 8 Гц	23 (38,7)	13 (21,6)**	5 (25)	4 (20)
10-герцовый ритм	8 (13,3)	25 (41,5)**	9 (45)	12 (60)
Ускоренный ритм более 13 Гц	28 (46,6)	13 (21,6)**	6 (30)	4 (20)
<i>Амплитуда альфа-ритма</i>				
Плоская ЭЭГ, до 25 мкВ	10 (16,6)	4 (6,6)**	6 (30)	4 (20)
Низкоамплитудная ЭЭГ, 26–50 мкВ	29 (31,6)	5 (8,3)**	4 (20)	3 (15)
ЭЭГ с нормальной амплитудой, 51–100 мкВ	21 (35)	46 (76,6)**	2 (10)	5 (25)
Высокоамплитудная ЭЭГ, более 100 мкВ	12 (15)	5 (8,3)	8 (40)	8 (40)
<i>Частота бета-ритма</i>				
Низкочастотный ритм, до 14 Гц	12 (20)	7 (11,6)**	2 (10)	2 (10)
Среднечастотный ритм, 14–40 Гц	37 (61,6)	45 (75)**	15 (75)	17 (85)
Высокочастотный ритм, более 40 Гц	11 (18,3)	7 (11,6)**	3 (15)	1 (5)
<i>Амплитуда бета-ритма</i>				
Низкоамплитудная ЭЭГ, 15 мкВ	24 (40)	11 (18,3)	2 (10)	1 (5)
ЭЭГ с нормальной амплитудой, 15–30 мкВ	15 (25)	37 (61,6)*	7 (35,0)	8 (40)
Высокоамплитудная ЭЭГ, более 30 мкВ	21 (35)	11 (18,3)*	2 (10)	1 (5)

Примечание. Статистическая достоверность различий значений по сравнению с группой контроля: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

(лечение ТкМТ + ТкЭС) наблюдалась сильная положительная корреляция между снижением SDS ИМТ (Δ SDS ИМТ 1,1) и снижением показателя регуляторных систем ($r = 0,9$) (рис. 3), средней силы положительная корреляция между снижением SDS ИМТ (Δ SDS ИМТ 1,1) и снижением ИЦ ($r = 0,6$) (рис. 4). Также отмечена сильная положительная корреляционная связь между снижением чувства голода (1–2 балла) и снижением SDS ИМТ ($r = 0,8$). Установлена сильная положительная корреляция между снижением SDS ИМТ (Δ SDS ИМТ 1,1) и снижением уровней ИЛ-1 β , ИЛ-8, С-РБ ($r = 0,7$; $r = 0,8$; $r = 0,8$) соответственно.

Патогенетически ожирение связано с повышением потребления пищи, обусловленным одновременно нарушением пищевого поведения и малоподвиж-

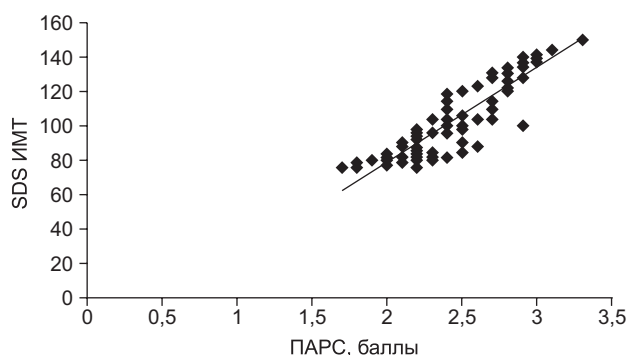


Рис. 3. Корреляционная зависимость между SDS ИМТ и ПАРС.

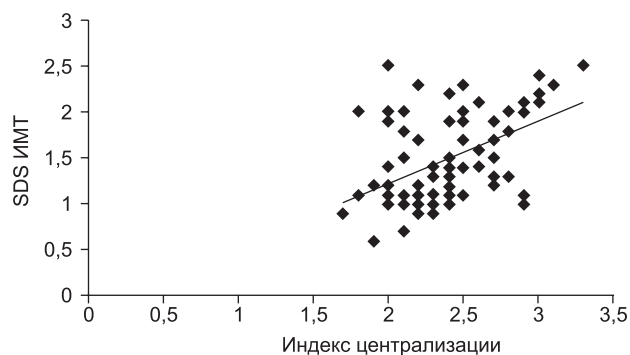


Рис. 4. Корреляционная зависимость между SDS ИМТ и ИЦ.

ным образом жизни. Однако до конца не ясно, что же в первую очередь у конкретного больного провоцирует потребление избыточного количества калорий [8, 9]. Существует множество теорий, объясняющих этот механизм: от нарушения процессов регуляции энергетического баланса до роли микробиоты тонкой кишки [1].

Здесь мы попытались определить роль биоэлектrogenеза головного мозга центральных подкорковых механизмов в возникновении ожирения у детей и показать необходимость транскраниальных методик в снижении аппетита и как следствие массы тела. Идея использования у детей ТЭМТ для коррекции нарушений нейроэндокринной системы основана на современных представлениях об особенностях организации и функционирования саморегулирующих систем [13].

Известны биологические эффекты общего и местного воздействия электромагнитного поля (МП). Постоянное и переменное МП может вызвать значительное ускорение диффузии в живых тканях. С 1937 г. появляются сообщения об эффективности электромагнитного поля в клинической практике. В 1978 г. Ю.А. Холодовым [14] проведено исследование чувствительности различных систем организма к действию МП различных видов. Оказалось, что бегущее МП удовлетворяет условиям оптимальной физиотерапии, сформулированным В.С. Улащиком [15]: динамичности воздействия, так как процессы, протекающие в органах и тканях, имеют динамический характер; резонансности воздействия, когда его частотные параметры совпадают с частотами функционирования основных систем организма.

При этом показано, что наиболее активны резонансные частоты: 1–1,5 Гц – частота нормального сердечного ритма и 8–10 Гц – частота альфа-ритма ЭЭГ мозга.

При ТцЭС импульсные токи низкой частоты, воздействуя на подкорковые структуры головного мозга, проходят по ликворному пространству и селективно возбуждают эндогенную опиоидную систему ствола головного мозга, стимулируя выделение β -эндорфинов и энкефалинов, содержание которых в среднем может увеличиваться в 2,5 раза, а в ликворе – в 3,5 раза. Опиоидные пептиды блокируют проведение импульсации из белкового очага на уровне задних рогов спинного мозга [16].

В работе О.С. Паниной и соавт. [17] была доказана эффективность применения ТкМТ в реабилитации новорожденных с поражением центральной нервной системы.

Ю.А. Зотова и соавт. [18] показали, что, воздействуя на регулирующие структуры головного мозга и ВНС, церебральную и периферическую гемодинамику, ТкМТ позволила достичь эффекта снижения частоты и интенсивности головной боли у 89% детей независимо от формы ожирения и причин возникновения цефалгии.

У детей с сахарным диабетом 1-го типа способ транскраниальной магнито- и электростимуляции с поочередным воздействием на полушария мозга (10 Гц) оказал стимулирующее влияние на когнитив-

ные функции и биоэлектрическую активность головного мозга [19].

Исследование Э.М. Ореховой и соавт. [20] свидетельствует о высокой эффективности трансцеребральных методик в лечении когнитивных нарушений при хронической цереброваскулярной недостаточности.

В психиатрической практике ТкМТ используется в комплексном лечении больных с тревожными расстройствами, оказывая анксиолитическое, седативное, антидепрессивное и вегетостабилизирующее действие [21]. К. Kedzior и соавт. [22] в метаанализе 54 исследований, проведенных в 17 странах мира в 1997–2013 гг., доказывают, что ТкЭС дает значительный антидепрессивный эффект и является перспективной для лечения депрессии.

Н. Магга и соавт. [23] в рандомизированном контролируемом двойном слепом исследовании, посвященном изучению применения ТцЭС у пожилых пациентов с умеренными когнитивными нарушениями, установили, что данная методика приводит к улучшению памяти у 80% обследованных и может использоваться в программах нейропсихологической реабилитации таких пациентов.

Все приведенные исследования свидетельствуют об универсальном характере нормализующего воздействия трансцеребральных методик на функционирование центров регуляции и управляющих структур головного мозга. С этой точки зрения данные методики могут оказывать подавляющее воздействие на возбужденные центры голода у детей с избыточной массой тела.

В данной работе показано, что в большей степени эффект был достигнут у пациентов, избыточная масса тела которых начала развиваться в допубертатном периоде.

Отмечены выраженные нарушения функции центральной и вегетативной нервной систем, постоянное чувство голода, обнаружены признаки хронического вялотекущего воспалительного процесса. У детей с инсулинорезистентностью, поликистозом яичников, возрастными гормональными изменениями данные методики оказались менее эффективными. Мы оценивали эффективность через 1 мес после лечения, и, возможно, этим больным требуются повторные курсы лечения.

Таким образом, трансцеребральные методики должны занять подобающее место в коррекции пищевого поведения в качестве одного из патогенетических методов лечения ожирения, оказывая наибольший эффект у детей с преобладанием нарушений механизмов центральной регуляции, выраженным чувством голода и воспалительными изменениями, являющимися первопричинами ожирения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романцова Т.И. Эпидемия ожирения: очевидные и вероятные причины. *Ожирение и метаболизм*. 2011; (1): 5–19ю
2. Robinson S.M., Crozier S.R., Harvey N.C., Barton B.D., Law C.M.,

- Godfrey K.M. et al. Modifiable early-life risk factors for childhood adiposity and overweight: an analysis of their combined impact and potential for prevention. *Am. J. Clin. Nutr.* 2015; 101 (2): 368–75.
3. *Эндокринология* / Боднар П.Н., Михальчишин Г.П., Комисаренко Ю.И., Приступок А.М.; под ред. П.Н. Боднара. Винница: Нова книга; 2007.
4. Garaulet M. Chronobiology and obesity: The orchestra out of tune. *Clin. Lipidol.* 2010; 5 (2): 181–8.
5. Dorner T.E., Rieder A. Obesity paradox in elderly patients with cardiovascular diseases. *Obesity and Metab.* 2012; 155 (1): 56–65.
6. Фадеев В.В. То, о чём бы хотелось узнать в эндокринологии. *Клинические обзоры в эндокринологии.* 2013; (1): 3–5.
7. Cummings D.E., Schwartz M.W. Genetics and pathophysiology of human obesity. *Annu. Rev. Med.* 2003; (54): 453–71.
8. Berthoud H.R., Lenard N.R., Shin A.C. Food reward, hyperphagia, and obesity. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2011; 300 (6): R1266–77.
9. Yang W., Tanika K., He J. Genetic epidemiology of obesity. *Epidemiol. Rev.* 2007; (29): 49–61.
10. Newbold R.R. Impact of environmental endocrine disrupting chemicals on the development of obesity. *Hormones.* 2010; 9 (3): 206–17.
11. Bolotova N., Averianov A., Raygorodskiy Y., Timofeeva S. Transcranial physiotherapy in the correction of reproductive system disorders in adolescent girls with obesity. *Am. J. Intern. Med.* 2014; 2 (5): 83–6.
12. Филина Н.Ю., Болотова Н.В., Райгородский Ю.М. Способ лечения церебральных нарушений у детей с сахарным диабетом 1-го типа. Патент РФ № 2428225. Приоритет 17.05.2010, зарегистрирован 10.09.2011.
13. Анохин П.К. Биология и физиология условного рефлекса. М.: Медицина; 1968.
14. Холодов Ю.А. Мозг в электромагнитных полях. М.: Наука; 1982.
15. Улащик В.С. Теоретические и практические аспекты общей магнитотерапии. *Вопр. курортол.* 2001; 5: 3–7.
16. Транскраниальная электростимуляция: Сборник статей / Под ред. Д.П. Дворецкого. СПб.; 1998.
17. Панина О.С., Болотова Н.В., Николаева Н.В. и др. Эффективность применения транскраниальной магнитотерапии в реабилитации новорожденных с перинатальным поражением ЦНС. *Педиатрия.* 2011; 90 (1): 70–4.
18. Зотова Ю.А., Воскресенская О.Н., Болотова Н.В. и др. Немедикаментозное лечение головной боли у детей с различными формами ожирения. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2007; (6): 31–5.
19. Филина Н.Ю., Болотова Н.В., Райгородский Ю.М., Николаева Н.В. Транскраниальная магнито-электростимуляция с поочередным воздействием на полушария головного мозга в коррекции церебральных нарушений у детей с сахарным диабетом 1 типа. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2012; (3): 34–8.
20. Орехова Э.М., Свистунов А.А., Кончугова Т.В. и др. Эффективность динамической магнитотерапии в комплексном лечении когнитивных нарушений при хронической цереброваскулярной недостаточности. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2008; (11): 44–8.
21. Ширяев О.Ю., Рогозина М.А., Дилина А.М., Харькина Д.Н. Транскраниальная магнитотерапия непсихотических тревожных расстройств в психиатрической практике. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2009; (5): 60–1.
22. Kedzior K., Azorina V., Reitz S. More female patients and fewer stimuli per session are associated with the short-term antidepressant properties of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): a meta-analysis of 54 sham-controlled studies published between 1997–2013. *Neuropsychiatr. Dis. Treat.* 2014; 10: 727–56.
23. Marra H., Myczkowski M., Memória C. Transcranial magnetic stimulation to address mild cognitive impairment in the elderly: A randomized controlled study. *Behav. Neurol.* 2015; 287843.

REFERENCES

1. Romantsova T.I. Obesity: the obvious and probable cause. *Ozhirenie i metabolizm.* 2011; (1): 5–19. (in Russian)
2. Robinson S.M., Crozier S.R., Harvey N.C., Barton B.D., Law C.M., Godfrey K.M. et al. Modifiable early-life risk factors for childhood adiposity and overweight: an analysis of their combined impact and potential for prevention. *Am. J. Clin. Nutr.* 2015; 101 (2): 368–75.
3. *Endocrinology* / Bodnar P.N., Mihal'chishin G.P., Komisarenko Yu.I., Pristupjuk A.M.; ed. P.N. Bodnar. Vinnitsa: Nova Kniga; 2007. (in Russian)
4. Garaulet M. Chronobiology and obesity: The orchestra out of tune. *Clin. Lipidol.* 2010; 5 (2): 181–8.
5. Dorner T.E., Rieder A. Obesity paradox in elderly patients with cardiovascular diseases. *Obesity and Metab.* 2012; 155 (1): 56–65.
6. Fadeev V.V. So, what would like to know in endocrinology. *Klinicheskie obzory v endokrinologii.* 2013; (1): 3–5.
7. Cummings D.E., Schwartz M.W. Genetics and pathophysiology of human obesity. *Annu. Rev. Med.* 2003; (54): 453–71.
8. Berthoud H.R., Lenard N.R., Shin A.C. Food reward, hyperphagia, and obesity. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2011; 300 (6): R1266–77.
9. Yang W., Tanika K., He J. Genetic epidemiology of obesity. *Epidemiol. Rev.* 2007; (29): 49–61.
10. Newbold R.R. Impact of environmental endocrine disrupting chemicals on the development of obesity. *Hormones.* 2010; 9 (3): 206–17.
11. Bolotova N., Averianov A., Raygorodskiy Y., Timofeeva S. Transcranial physiotherapy in the correction of reproductive system disorders in adolescent girls with obesity. *Am. J. Intern. Med.* 2014; 2 (5): 83–6.
12. Filina N.Yu., Bolotova N.V., Raygorodskiy Yu.M. A Method for Treating Brain Damage in Children with Type 1 Diabetes. Patent RF № 2428225. Priority 17.05.2010, registered 10.09.2011. (in Russian)
13. Anokhin P.K. *Biology and Physiology of Conditioned Reflex.* Moscow: Meditsina; 1968. (in Russian)
14. Kholodov Yu.A. *The Brain in Electromagnetic Fields. [Mozg v elektromagnitnykh polyzkh].* Moscow: Nauka; 1982. (in Russian)
15. Ulashchik V.S. Theoretical and practical aspects of general magnetotherapy. *Vopr. kurortol.* 2001; (5): 3–7. (in Russian)
16. *Transcranial Electrostimulation: [Transkranial'naya elektrostimulyatsia].* Sbornik statey / Ed. D.P. Dvoretzkiy. St. Petersburg; 1998. (in Russian)
17. Panina O.S., Bolotova N.V., Nikolaeva N.V. et al. The efficacy of transcranial magnetic therapy in the rehabilitation of newborns with perinatal CNS. *Pediatrics.* 2011; 90 (1): 70–4. (in Russian)
18. Zotova Yu.A., Voskresenskaya O.N., Bolotova N.V. et al. Drug treatment of headache in children with various forms of obesity. *Zhurnal neurologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova.* 2007; (6): 31–5. (in Russian)
19. Filina N.Yu., Bolotova N.V., Raygorodskiy Yu.M., Nikolaeva N.V. Transcranial magnetic electrostimulation with alternate exposure to the cerebral hemispheres in the correction of brain damage in children with type 1 diabetes. *Zhurnal neurologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova.* 2012; (3): 34–8. (in Russian)
20. Orekhova E.M., Svistunov A.A., Konchugova T.V. et al. The effectiveness of dynamic magnetic therapy in treatment of cognitive impairment with chronic cerebrovascular insufficiency. *Zhurnal neurologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova.* 2008; (11): 44–8. (in Russian)
21. Shiryayev O.Yu., Rogozina M.A., Dilina A.M., Khar'kina D.N. Transcranial magnetic nonpsychotic anxiety disorders in psychiatric practice. *Zhurnal neurologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova.* 2009; (5): 60–1. (in Russian)
22. Kedzior K., Azorina V., Reitz S. More female patients and fewer stimuli per session are associated with the short-term antidepressant properties of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): a meta-analysis of 54 sham-controlled studies published between 1997–2013. *Neuropsychiatr. Dis. Treat.* 2014; 10: 727–56.
23. Drumond Marra H., Myczkowski M., Memória C. Transcranial magnetic stimulation to address mild cognitive impairment in the elderly: A randomized controlled study. *Behav. Neurol.* 2015; 287843.

Поступила 08 ноября 2015
 Принята в печать 02 декабря 2015