

УДК 612.821:616-056.52

ББК 54.152-4

О 75

**Васильева Валентина Валерьевна**

*Доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела медико-биологических проблем в акушерстве, гинекологии и педиатрии Ростовского государственного медицинского университета, Ростов-на-Дону, e-mail: v.vasiljeva@rniiap.ru*

**Боташева Татьяна Леонидовна**

*Доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела медико-биологических проблем в акушерстве, гинекологии и педиатрии Ростовского государственного медицинского университета, Ростов-на-Дону, e-mail: t\_botasheva@mail.ru*

**Палиева Наталья Викторовна**

*Доктор медицинских наук, главный научный сотрудник акушерско-гинекологического отдела Ростовского государственного медицинского университета, Ростов-на-Дону, e-mail: nat-paljeva@yandex.ru*

**Железнякова Елена Васильевна**

*Кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела медико-биологических проблем в акушерстве, гинекологии и педиатрии Ростовского государственного медицинского университета, Ростов-на-Дону, e-mail: elena.Gel.1961@yandex.ru*

**Заводнов Олег Павлович**

*Кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела медико-биологических проблем в акушерстве, гинекологии и педиатрии Ростовского государственного медицинского университета, Ростов-на-Дону, тел. (863) 2009259, e-mail: ozz2007@mail.ru*

**Ганиковская Юлия Викторовна**

*Кандидат медицинских наук, научный сотрудник акушерско-гинекологического отдела Ростовского государственного медицинского университета, Ростов-на-Дону, e-mail: yganikov@mail.ru*

**Особенности биоэлектрической активности мозга у женщин  
с метаболическим синдромом  
(Рецензирована)**

**Аннотация.** Изучены параметры биоэлектрической активности мозга у пациенток с метаболическим синдромом в различных функциональных состояниях с целью выявления центральных предикторов нарушений метаболического гомеостаза и развития обмен-ассоциированных заболеваний. Проведено электроэнцефалографическое обследование двух групп женщин: 48 пациенток с метаболическим синдромом, 43 – без него. Выявлены умеренные изменения различных показателей электроэнцефалографии (ЭЭГ), свидетельствующие о преобладании активности неспецифических стволовых структур, изменения баланса межполушарной активации со смещением в область правого полушария. Полученные данные демонстрируют возможности электрофизиологического метода для выявления ранних мозговых предикторов метаболических нарушений в качестве дополнительных к стандартизированным методам диагностики.

**Ключевые слова:** метаболический синдром, электроэнцефалография, межполушарная асимметрия, спектральный и когерентный анализ.

**Vasilyeva Valentina Valeryevna**

*Doctor of Biology, Associate Professor, Leading Researcher of Department of Biomedical Problems in Obstetrics, Gynecology and Pediatrics, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, e-mail: v.vasiljeva@rniiap.ru*

**Botasheva Tatyana Leonidovna**

*Doctor of Medicine, Professor, Principal Researcher of Department of Biomedical Problems in Obstetrics, Gynecology and Pediatrics, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, e-mail: t\_botasheva@mail.ru*

**Paljeva Natalya Viktorovna**

*Doctor of Medicine, Principal Researcher of Department of Obstetrics and Gynecology, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, e-mail: nat-paljeva@yandex.ru*

**Zheleznyakova Elena Vasilyevna**

*Candidate of Medicine, Researcher of Department of Biomedical Problems in Obstetrics, Gynecology and Pediatrics, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, e-mail: elena.Gel.1961@yandex.ru*

**Zavodnov Oleg Pavlovich**

*Candidate of Biology, Researcher of Department of Biomedical Problems in Obstetrics, Gynecology and Pediatrics, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, ph. (863) 2009259, e-mail: ozz2007@mail.ru*

**Ganikovskaya Yuliya Viktorovna**

*Candidate of Medicine, Researcher of Department of Obstetrics and Gynecology, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, e-mail: yganikov@mail.ru*

## Features of brain bioelectric activity in women with metabolic syndrome

**Abstract.** We study the parameters of the bioelectrical activity of the brain in patients with metabolic syndrome in various functional states in order to identify central predictors of metabolic homeostasis disorders and the development of metabolic-associated diseases. An electroencephalographic examination of two groups of women was conducted: 48 patients with metabolic syndrome, 43 without it. We revealed moderate changes in various EEG indices, indicating the predominance of the activity of nonspecific brain stem structures, changes in the balance of interhemispheric activation with a shift to the right hemisphere. The obtained data demonstrate the capabilities of the electrophysiological method for the detection of early brain predictors of metabolic disorders as additional to standardized diagnostic methods.

**Keywords:** metabolic syndrome, electroencephalography, interhemispheric asymmetry, spectral and coherent analysis.

### 1. Введение

В настоящее время одной из социальных проблем является увеличение во всех возрастных группах числа людей с метаболическим синдромом (МС). В современной медицинской литературе метаболический синдром определяется как симптомокомплекс, включающий основной признак – абдоминальное ожирение, и не менее 2-х дополнительных, из которых наиболее часто встречаемые – артериальная гипертензия, инсулинорезистентность, дислипидемия [1]. Широкая распространенность МС, сопровождающегося вегетативной дисфункцией с повышением тонуса симпатической нервной системы, нарушением регуляции внутренних органов с прогрессированием тяжелых заболеваний, делает весьма актуальным изучение этого явления с различных позиций. Как было отмечено рядом исследований [2, 3], нервная система также становится мишенью при развитии МС. Однако при МС неврологические осложнения, особенно на ранних стадиях течения заболевания, протекают субклинически и во время не выявляются, в связи с чем поиск и разработка прогностически значимых критериев метаболических нарушений центрального генеза приобретает особую значимость для проведения своевременных коррекционных мероприятий. В этой связи наиболее перспективными представляются нейрофизиологические методики, безопасность и информативность которых доказана многочисленными исследованиями.

Несмотря на длительную историю изучения цереброваскулярных и нейрофизиологических изменений при диабете 1 и 2 типа с помощью электроэнцефалографии, данный вид оценки этих функций при МС проводится редко, и [4–6] многие вопросы все еще остаются спорными.

Большинство ЭЭГ исследований при метаболических нарушениях проводятся у пациентов с нарушениями пищевого поведения (при анорексии и ожирении) [7]. По данным метаанализа I. Jáuregui-Lobera [5], большинство исследователей пришли к выводу, что пациентов с нарушением пищевого поведения отличают общие нейрофизиологические особенности, отражающие дисфункцию стволовых и дизэнцефальных структур мозга, различной выраженности. Так, для пациентов при нервной анорексии и булимии характерна альфа-активность меньшей амплитуды в височной зоне мозга по сравнению со здоровыми, а также большая выраженность бета-ритма в лобных зонах. Кроме того, у всех пациентов с нарушением пищевого поведения была более представлена пароксизмальная активность. Однако четких электрофизиологических паттернов различия выделено не было, что может быть связано с разнородностью выборок и отличиями в методических подходах при обработке данных.

Известны особенности параметров биоэлектрической активности мозга при цереброваскулярных заболеваниях, заключающиеся в снижении мощности альфа-ритма и нарастании мощности медленных ритмов по показателям ЭЭГ. Так, по показателям спектров мощности ЭЭГ отмечено снижение мощности альфа-ритма и нарастание мощности медленных ритмов по мере прогрессирования заболевания [8].

Данные литературы свидетельствуют о том, что при МС повышение симпатической активности структур гипоталамуса и ствола мозга предшествует развитию гиперинсулинемии и гипертензии [9]. Однако на сегодняшний день остается малоизученным вопрос об изменении параметров биоэлектрической активности мозга на фоне метаболического синдрома в

различных функциональных состояниях.

*Цель:* выявление ЭЭГ-предикторов метаболического синдрома у женщин в репродуктивном периоде.

## 2. Материалы и методы

Поставленная цель решалась путем оценки ЭЭГ у женщин двух клинических групп в возрасте 28–38 лет с метаболическим синдромом (48 пациенток) и без него (43 пациентки).

Метаболический синдром диагностировался на основании критериев, изложенных в клинических рекомендациях «Рекомендации по ведению больных с метаболическим синдромом» (2013), утвержденных Минздравом России, разработанных Российским медицинским обществом по артериальной гипертензии и профильной комиссией по кардиологии. Длительность МС составила 5–7 лет.

Критерии исключения: заболевания центральной и вегетативной нервной системы иного генеза, психосоматические заболевания, энцефалопатии и/или полиневропатии иного генеза – алкогольного, эндокринного (не связанного с МС), последствий глобальной аноксии (гипоксии), нейродегенеративных заболеваний, паранеопластического синдрома и др., нарушения мозгового кровообращения и его последствий, наличие афазии, деменции, системных, соматических заболеваний в стадии обострения или в состоянии декомпенсации, другие эндокринные заболевания, а также прием ряда лекарственных средств (психотропных препаратов – нейролептики, антидепрессанты, транквилизаторы, противосудорожные препараты; ангиопротекторы; антигипоксанты и других средств, улучшающих мозговое кровообращение и влияющих на познавательную функцию).

В группу контроля вошли соматически здоровые женщины без признаков метаболического синдрома.

Состояние функциональной активности коры головного мозга оценивалось с помощью ЭЭГ. Регистрация компьютерной ЭЭГ проводилась на цифровом электроэнцефалографе «Энцефалан 131-03» (Россия, Таганрог) по системе «10-20» в 14 следующих отведениях: лобных (F3-F4), височных (F7-F8, T3-T4, T5-T6), центральных (C3-C4), теменных (P3-P4), затылочных (O1-O2). Референтные электроды находились на мочках ушей. Запись ЭЭГ проводилась в состоянии бодрствования с открытыми и закрытыми глазами и при когнитивных нагрузках (счет в уме и запоминание геометрических фигур) в полосе частот от 1 до 30 Гц и частотой дискретизации сигналов 160 Гц по каждому из 14 каналов. Визуальный анализ ЭЭГ включал определение наличия и выраженности диффузных и очаговых изменений, межполушарной асимметрии, неспецифической (неэпилептиформной) пароксизмальной активности и эпилептиформных паттернов (острая волна, спайк, комплексы острая-медленная и спайк-медленная волна). Расчет спектров когерентности и мощности в диапазоне частот дельта- (1–3 Гц), тета- (4–7 Гц), альфа- (8–13 Гц) и бета- (14–30 Гц) ритмов ЭЭГ выполнялся в прикладных программах (Фурье преобразование) с обработкой пяти секундных безартефактных эпох. Затем определялись средние показатели спектральной мощности (СпМ) ЭЭГ для каждого отдельного отведения, средняя частота, которую вычисляли как медиану спектрального распределения соответствующего диапазона спектральной плотности, а также когерентности (Ког) электрограмм во всех ритмических диапазонах для внутриполушарных и межполушарных пар отведений. Коэффициенты межполушарной асимметрии по спектральной мощности вычисляли для симметричных отведений по формуле:

$$\left[ \frac{СМ(\text{лев.}) - СМ(\text{прав.})}{СМ(\text{лев.}) + СМ(\text{прав.})} \right] \times 100\%.$$

Значения реактивности (Р) находили как разность величин каждого отдельного показателя в 2-х состояниях. Оценка показателей когерентности выполнялась отдельно для групп внутриполушарных и симметричных отведений с выделением аналогичных факторов. Расчет коэффициента межполушарной асимметрии по показателям когерентности определяли по формуле:

$$\left[ \frac{Ког(\text{лев.}) - Ког(\text{прав.})}{Ког(\text{лев.}) + Ког(\text{прав.})} \right] \times 100\%.$$

Статистическая обработка данных проводилась в программе «Statistica 8,0». При срав-

нении качественного признака в двух независимых группах использовался  $\chi^2$  критерий Пирсона. Количественные показатели анализировались в зависимости от вида распределения. При нормальном распределении количественного признака результаты описаны в виде среднего значения и стандартного отклонения ( $M \pm m$ ). В связи с малой выборкой для проверки нормальности распределения количественного признака применялся критерий Шапиро-Уилка. Сравнение двух независимых групп при нормальном распределении количественного признака проводилось с использованием критерия Стьюдента. Если распределение отличалось от нормального, то применялся критерий Манна-Уитни. При сравнении трех и более групп независимых данных использовался многофакторный дисперсионный анализ (MANOVA).

### 3. Результаты

Анализ биоэлектрической активности мозга у пациенток выделенных групп показал различия между ними по ряду параметров. По данным нейровизуализации, у 85% пациенток с метаболическим синдром имелись разного рода и выраженности изменения мозговой активности (табл. 1).

Таблица 1

Сводная таблица характеристик ЭЭГ в группах

Особенности биоэлектрической активности	МС, $n=38$	Без МС, $n=43$
	Абс (%)	Абс (%)
<i>Снижение частоты альфа-ритма</i>	<b>6 (15,7)</b>	2 (4,7)
<i>Низкоамплитудный <math>\alpha</math>-ритм («десинхронный» тип ЭЭГ)</i>	<b>8 (21)*</b>	2 (4,7)
<i>Выраженная межполушарная асимметрия <math>\alpha</math>-ритма</i>	<b>11 (28,9)*</b>	2 (4,7)
<i>Локальная эпилептиформная активность</i>	<b>5 (13,1)*</b>	0
<i>Заостренные и/или острые волны</i>	<b>1 (2,6)*</b>	0
<i>Диффузная и/или очаговая медленная активность</i>	<b>1 (2,6)*</b>	0

Примечание: \* –  $P < 0,05$  при сравнении в группах

Так, у 62% респонденток этой группы отмечалось наличие асимметрии альфа-ритма в диапазоне 25–35%, нарушение зональности его распределения, повышение (или снижение) его амплитуды, при сохранении нормального альфа-индекса, редкие вспышки тета- и дельта-ритма умеренной амплитуды. Описанные изменения можно трактовать как легкие нарушения биоэлектрической активности мозга. У 37% пациенток наблюдались снижение индекса альфа-ритма до 40–50% при замещении его полиморфной медленной активностью или плоской ЭЭГ, наличие дизритмии умеренной амплитуды с увеличением мощности  $\theta$ - и  $\beta$ -ритмов, что в целом указывает на умеренные нарушения биоэлектрической активности головного мозга. Низкоамплитудный  $\alpha$ -ритм («десинхронный» тип ЭЭГ) наблюдался у 21% пациентов с МС. Более выраженные изменения биоэлектрической активности в виде замедления  $\alpha$ -ритма, наличия диффузной или очаговой медленной активности, высокого индекса пароксизмальной активности, эпилептиформных паттернов регистрировались в группе в 20,9% случаев. Также в этой подгруппе была более выражена (в сравнении с пациентками группы «норма») межполушарная асимметрия альфа-ритма по амплитудным или частотным параметрам. Локальная пароксизмальная активность (острые и заостренные волны) отмечалась у 5 (13,1%) пациенток. Явные эпилептиформные паттерны были зарегистрированы в одном случае. Очаговая медленная активность и эпилептиформные знаки в группе МС проявлялись только у 1 пациентки. В группе пациенток с отсутствием МС в 86% случаев регистрировалась биоэлектрическая активность мозга, соответствующая возрастной норме.

Анализ мощности спектров ЭЭГ в фоне, а также при нагрузочных пробах показал выраженные различия между пациентками выделенных групп. В фоне (как при закрытых, так и при открытых глазах) у пациенток с МС были обнаружены большие значения спектров мощности ЭЭГ для височных и лобных зон левого полушария. Различия отмечались в тета- и бета-диапазоне частот спектра ЭЭГ. Открытие глаз у женщин обеих групп закономерно сопровождалось десинхронизацией ЭЭГ, однако амплитуда снижения спектра мощности у пациен-

ток с МС была значимо выше в правой гемисфере в диапазоне тета- и альфа-частот (существенны факторы «Группа×Состояние×Область» и «Группа×Состояние×Область×Полушарие»,  $P<0,05$ ). Анализ реактивных изменений спектров мощности в ответ на открытие глаз для респонденток с МС показал наличие асимметричной реакции подавления тета- и альфа-активности, а именно, снижение мощности спектров в правой гемисфере было достоверно выше, чем в левой. Таким образом, в группе «норма» реакция десинхронизации проб с открытием глаз отмечалась билатерально симметричной, а у респонденток с МС амплитуда изменений отмечалась более значительная в областях правого полушария. Результаты статистического анализа показателя спектра мощности представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты дисперсионного анализа (MANOVA, F) межгрупповых различий спектральной мощности ЭЭГ по факторам «Группа» (Г), «Область» (О) и «Полушарие» (П)

Состояние	Фактор	Диапазон			
		$\Delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$
ГЗ	Г		5,25*		
	Г*О		2,13**		
	Г*П				
	Г*О*П		3,34**		1,73**
ГО	Г				
	Г*О		4,56**		
	Г*П				
	Г*О*П		2,81**		3,36*
Счет в уме	Г		4,16 *	6,08*	
	Г*О	3,16*			2,17*
Запоминание геометрических фигур	Г	1,74*	6,70*	6,42**	5,13*

Обозначение уровня значимости: \* –  $P<0,05$ ; \*\* –  $P<0,01$

Функциональные пробы увеличивали выраженность различий между пациентками клинических групп (табл. 3). При когнитивной нагрузке различия отмечались по тета-, бета- и альфа-частотам ЭЭГ. Сравнительный анализ изменений мощности и средней частоты основных частотных диапазонов ЭЭГ при когнитивных пробах показал значительные отличия по направленности, локализации и размерам сдвигов у женщин разных клинических групп. В группе пациенток с МС отмечалась более значимая реакция правой гемисферы мозга и сниженная реакция левой, такая же как и при открытии глаз. Наиболее выраженные различия по всем ритмам ЭЭГ между пациентками отмечены в височных областях (отведения F7/F8 и T3/T4). Наиболее значимое увеличение спектра мощности  $\beta$ -диапазона наблюдалось в лобно-височных зонах правого полушария (отведения F8, F4) у пациенток с МС при функциональных пробах.

Таблица 3

Уровни значимости межгрупповых различий по t-критерию, представленные для отведений ЭЭГ, в различных функциональных состояниях

Диапазон	$\Delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$
Фон		F3* F7* T3** T5*		F3* F7* T3*
Открытые глаза		F7* T3* T5*		F3** F7** T3*
Счет в уме	F7* T3*	F3* F7** C3* P3* T5*	F3** F4* F7* F8* C4* T3* T5*	F3* F4** F7* F8** T4**
Запоминание геометрической фигуры	F7*	F3** F4* F7*** F8* C3* T3** T4* O1*	F3* F4** F7** F8* C3* C4* T3* T4* P3* P4* T5* O1* O2*	F3* F4** F7* F8** C3* C4* T4** P3*

Обозначение уровня значимости: \* –  $P<0,05$ ; \*\* –  $P<0,01$

Снижение спектральной мощности ЭЭГ в правой гемисфере, свидетельствующее о ее активации, обусловило повышение коэффициентов межполушарной асимметрии ( $K_{ac}$ ) у женщин с МС. Наиболее существенные межгрупповые различия по t-критерию показаны в передневисочной зоне (F7/F8) на всех частотах. Многомерный дисперсионный анализ показал, что выявленные различия отмечались в высокой значимости фактора «Группа×Область» ( $P<0,05$ ) практически во всех функциональных состояниях и на всех частотах.

Анализ характеристик когерентности показал различия между выделенными группами лишь при когнитивной нагрузке. Так, во время счета у пациенток с МС показано повышение ( $P<0,05$ ) показателей межполушарной когерентности передневисочных и средневисочных зон в альфа-диапазоне, а при запоминании фигур отмечены повышения значений внутриполушарной когерентности передневисочных и переднелобных отведений на тета- и альфа-полосе (табл. 4). Сопоставление показателей обнаружило достоверные различия по факторам «Группа», «Область» и «Полушарие», направленность которых указывает на активацию правой гемисферы у пациенток с МС. Таким образом, и при применении спектрального и когерентного анализа ЭЭГ у женщин с метаболическим синдромом показана активация височной и лобной коры правого полушария.

Таблица 4

Результаты дисперсионного анализа (MANOVA, F) межгрупповых различий когерентности ЭЭГ по факторам «Группа» (Г), «Область» (О) и «Полушарие» (П) для отведений F7F8, T3T4, F7F3, F8F4

Состояние	Фактор	Диапазон			
		$\Delta$	$\theta$	$\alpha$	$\beta$
Счет в уме	Г	-	3,25*	-	-
	Г*О	-		-	-
	Г*П	-	5,73*	-	2,32*
	Г*О*П	-	4,46*	5,70*	-
Запоминание геометрических фигур	Г	-		-	-
	Г*О	-	3,15*	-	-
	Г*П	-		2,24*	-
	Г*О*П	-	5,21*	4,44*	-

Обозначение уровня значимости см. в таблице 1.

#### 4. Обсуждение результатов

Многокомпонентность и неоднозначность генеза МС определяет сложность дифференциальной диагностики неврологических осложнений, особенно на начальных этапах формирования заболевания. В то же время прогрессирование патологии нервной системы при МС может обуславливать развитие тяжелых и необратимых последствий для здоровья. Верификация нарушений в работе центральной нервной системы в нашем исследовании проводилась с использованием показателей визуального, спектрального и когерентного анализа пространственно-временной организации биоэлектрической активности мозга. Установлено, что в группе пациенток с МС отмечались признаки нарушения нормального функционирования мозга в виде нерегулярности и дезорганизации  $\alpha$ -ритма, увеличения медленных колебаний, усиления межполушарной асимметрии  $\alpha$ -ритма, появления локальной пароксизмальной, в том числе эпилептиформной активности. Согласно данным Moretti D.V. [et al.] [8], такие изменения показателей ЭЭГ могут быть характерны для гипертонической и дисциркуляторной энцефалопатии. В то же время у пациенток с МС достоверно более часто регистрировался «десинхронный» тип ЭЭГ, свидетельствующий о преобладании активности неспецифических стволовых структур над таламическими, который может являться проявлением начальной стадии гипертонической энцефалопатии [10]. Гиперфункция симпатoadренальной системы стимулирует развитие оксидантного стресса, что приводит к сбою компенсаторных механизмов и нарушению в системе адаптации. При хроническом нарушении кровообращения в вертебрально-базилярной системе некоторые исследователи указывают, что наблюдается уплощение и десинхронизация корковой активности [11]. Согласно результатам спектрального

анализа в ЭЭГ, по мере прогрессирования цереброваскулярных осложнений авторы отмечают снижение мощности  $\alpha$ -ритма и нарастание медленно-волновой активности (повышение индекса  $\theta/\alpha$ -активности, мощности  $\delta$ -ритма) [8]. При этом, согласно данным Moretti D.V. [et al.], увеличение индекса  $\theta/\alpha$ -активности пропорционально тяжести сосудистого поражения головного мозга и коррелирует с наличием умеренных когнитивных нарушений. В то же время не было обнаружено такой ассоциации с частотой и мощностью  $\alpha$ -ритма. Одновременно другими исследователями было установлено, что наличие энцефалопатии, наряду с увеличением мощности в  $\theta$ -диапазоне, сопровождается замедлением основного коркового ритма и изменением межрегиональной ковариации [12]. При сердечной недостаточности на ЭЭГ также отмечались более высокие значения мощности  $\theta_1$  и  $\theta_2$  ритмов [13]. По литературным данным, нарушение мозгового кровообращения головного мозга со значительным поражением мозгового вещества, стенозирование магистральных артерий головы сопровождаются фокальной медленно-волновой активностью соответственно очагу [11].

## 5. Выводы

Таким образом, полученные в исследовании изменения электрогенеза ЦНС могут являться предикторами неизбежно формирующейся во время МС сосудистой патологии. Проведенный анализ спектральных показателей биоэлектрической активности мозга свидетельствует о существенных различиях у женщин сравниваемых групп: обнаруженное в работе увеличение в фоновом состоянии с закрытыми глазами, мощности тета- и альфа-диапазонов спектра ЭЭГ в височных и лобных отведениях левого полушария указывает на уменьшение уровня активации данных областей у пациенток с МС. Кроме того, показано изменение межполушарной функциональной асимметрии с преобладанием активности правого полушария. Обнаруженное у женщин с МС изменение баланса межполушарной активации со смещением в область правого полушария соотносится с данными других авторов [14, 15], указывающих на высокую активацию правой гемисферы, характерную для беременных с левосторонней плацентарной латерализацией, контрнаправленной по отношению к правому полушарию, а также у пациентов с ранними проявлениями МС.

Кроме того, обнаруженные нами нарушения в топографии и направленности изменений при смене функциональных состояний в отведениях правого полушария у женщин с МС указывают на проявление гипоталамической дисфункции. Можно предположить, что вследствие гипоталамической недостаточности у пациенток с МС выявляются признаки доминирования системы лимбической активации правого полушария мозга, нарушение взаимоотношения между активационными системами. Проведенный анализ ЭЭГ выявил нарушение передне-заднего градиента тета-ритма у пациенток этой группы, что также указывает на высокую лимбическую активацию. По сегодняшним представлениям, альфа-активность внезатылочной локализации не связана с функциональной работой коркового представительства зрительного анализатора, а генерируется более глубокими структурами мозга. Изменения в спектрах ЭЭГ высокочастотных составляющих у пациенток с МС может также свидетельствовать о сложном дисбалансе десинхронизирующих влияний различных компонентов восходящей активирующей системы. По-видимому, одним из механизмов МС является рассогласование между церебральными и периферическими системами вегетативной регуляции. Можно предположить, что дефект экстрагипоталамических мозговых систем, также как и гипоталамическая дисфункция, выявляется уже на ранних этапах онтогенеза и имеет, по-видимому, конституционально-приобретенный характер, составляя базу для развития психовегетативных, сосудистых и нейроэндокринных нарушений. Полученные в нашем исследовании результаты, отражающие нейрофизиологические изменения при МС, созвучны данным, содержащимся в исследованиях некоторых авторов [16, 17]. Высокая активация в лимбических структурах мозга у пациенток с МС демонстрирует значительное повышение значений когерентности между передне-височными и средне-височными отведениями при исполнении когнитивных тестов и увеличение спектров мощности тета- и альфа-диапазонов в височных отделах левого полушария головного мозга. Т.С. Мельников с соавт. (2009) [18]

отмечают, что увеличение когерентности между височными отведениями и повышение в этих областях спектров мощности можно объяснить очагом стационарного возбуждения в структурах лимбической системы, которые, в свою очередь, тесно связаны с регуляцией эмоциональной и мотивационной деятельности.

Полученные результаты могут указывать на существенную роль в патогенезе МС височной области коры мозга. На наш взгляд, электрофизиологические методы могут быть использованы в качестве скрининговых для диагностики ранних признаков изучаемой патологии. Кроме того, выявленные данные позволили продвинуться в понимании механизмов нейрофизиологических процессов у пациенток с МС.

#### Примечания:

1. Han T.S., Lean M.E. A clinical perspective of obesity, metabolic syndrome and cardiovascular disease // *JRSM Cardiovasc Dis.* 2016. Vol. 25, No. 5. DOI: 10.1177/2048004016633371
2. Brain electrical activity during food presentation in obese binge-eating women / L.I. Tammela, A. Pääkkönen, L.J. Karhunen, J. Karhu, M.I. Uusitupa, J.T. Kuikka // *Clin. Physiol. Funct. Imaging.* 2010. Vol. 30, No. 2. P. 135–140.
3. Роль многофакторного подхода в лечении ожирения у женщин / О.Л. Андрианова, Г.Х. Мирсаева, Р.М. Фазлыева, Л.А. Ибрагимова // *Альманах клинической медицины.* 2015. № S1. С. 8–12.
4. EEG in adolescent anorexia nervosa: impact of refeeding and weight gain / A. Hatch, S. Madden, M.R. Kohn, S. Clarke, S. Touyz, E. Gordon, L.M. Williams // *Int. J. Eat Disord.* 2011. Vol. 44, No. 1. P. 65–75. DOI: 10.1002/eat.20777
5. Jáuregui-Lobera I. Electroencephalography in eating disorders // *Neuropsychiatr. Dis. Treat.* 2012. No. 8. P. 1–11.
6. Динамика индивидуальной частоты альфа-ритма электроэнцефалограммы в течение менструального цикла у женщин / А.Б. Мулик, Н.О. Назаров, Ю.А. Шатыр, А.Н. Долецкий // *Физиология человека.* 2017. Т. 43, № 4. 152 с.
7. Павловская Е.В., Каганов Б.С., Строкова Т.В. Ожирение у детей и подростков – патогенетические механизмы, клинические проявления, принципы лечения // *Международный журнал педиатрии, акушерства и гинекологии.* 2013. Т. 3, № 2. С. 67–79.
8. Vascular damage and EEG markers in subjects with mild cognitive impairment / D.V. Moretti, C.M. Minussi, G.B. Frisoni [et al.] // *Clinical Neurophysiology.* 2007. Vol. 118, No. 8. P. 1866–1876. URL: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.05.009>
9. Dyslipidemia is associated with sympathetic nervous activation and impaired endothelial function in young females / E. Lambert, N. Straznicki, C.I. Sari [et al.] // *American Journal of Hypertension.* 2013. Vol. 26, No. 2. P. 250–256.
10. Особенности вегетативного профиля и паттернов ЭЭГ у пациентов с цереброваскулярными заболеваниями на фоне метаболического синдрома / А.В. Чацкая, В.В. Гнездицкий, О.С. Корепина, М.М. Танащян // *Журнал неврологии им. Б.М. Маньковского (Украина).* 2013. № 1. С. 69–77.
11. Зенков Л.Р., Ронкин М.А. Функциональная диагностика нервных болезней (руководство для врачей). М.: МЕДпресс-информ, 2004. 488 с.
12. Кропотов Ю.Д. Количественная ЭЭГ, когнитив-

#### References:

1. Han T.S., Lean M.E. A clinical perspective of obesity, metabolic syndrome and cardiovascular disease // *JRSM Cardiovasc Dis.* 2016. Vol. 25, No. 5. DOI: 10.1177/2048004016633371
2. Brain electrical activity during food presentation in obese binge-eating women / L.I. Tammela, A. Pääkkönen, L.J. Karhunen, J. Karhu, M.I. Uusitupa, J.T. Kuikka // *Clin. Physiol. Funct. Imaging.* 2010. Vol. 30, No. 2. P. 135–140.
3. The role of multifactorial approach to treatment of obesity in females / O.L. Andrianova, G.Kh. Mirsaeva, R.M. Fazlyeva, L.A. Ibragimova // *Almanac of Clinical Medicine.* 2015. No. S1. P. 8–12.
4. EEG in adolescent anorexia nervosa: impact of refeeding and weight gain / A. Hatch, S. Madden, M.R. Kohn, S. Clarke, S. Touyz, E. Gordon, L.M. Williams // *Int. J. Eat Disord.* 2011. Vol. 44, No. 1. P. 65–75. DOI: 10.1002/eat.20777
5. Jáuregui-Lobera I. Electroencephalography in eating disorders // *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2012. No. 8. P. 1–11.
6. Dynamics of the individual frequency of the alpha rhythm of the electroencephalogram during the menstrual cycle in women / A.B. Mulik, N.O. Nazarov, Yu.A. Shatyr, A.N. Doletsky // *Human Physiology.* 2017. Vol. 43, No. 4. 152 pp.
7. Pavlovskaya E.V., Kaganov B.S., Strokova T.V. Obesity in children and adolescents: pathogenetic mechanisms, clinical manifestations and principles of treatment // *International Journal of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology.* 2013. Vol. 3, No. 2. P. 67–79.
8. Vascular damage and EEG markers in subjects with mild cognitive impairment / D.V. Moretti, C.M. Minussi, G.B. Frisoni [et al.] // *Clinical Neurophysiology.* 2007. Vol. 118, No. 8. P. 1866–1876. URL: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.05.009>
9. Dyslipidemia is associated with sympathetic nervous activation and impaired endothelial function in young females / E. Lambert, N. Straznicki, C.I. Sari [et al.] // *American Journal of Hypertension.* 2013. Vol. 26, No. 2. P. 250–256.
10. Features of the vegetative profile and EEG patterns in patients with cerebrovascular diseases on the background of the metabolic syndrome / A.V. Chatskaya, V.V. Gnezditsky, O.S. Korepina, M.M. Tanashyan // *Journal of Neurology named after B.M. Mankovsky (Ukraine).* 2013. No. 1. P. 69–77.
11. Zenkov L.R., Ronkin M.A. Functional diagnosis of nervous diseases (a guide for doctors). M.: MEDpress-inform, 2004. 488 pp.
12. Kropotov Yu.D. Quantitative EEG, event-related po-



- ные потенциалы мозга человека и нейротерапия: учебник / пер. с англ. под ред. В.А. Пономарева. Донецк: Заславский А.Ю., 2010. 512 с.
13. Тарасова И.В., Сырова И.Д., Барбараш О.Л. Особенности ЭЭГ-активности пациентов с ишемической болезнью сердца и умеренными когнитивным расстройством // Неврологический журнал. 2013. Т. 18, № 3. С. 28–31.
  14. Особенности спектральных электроэнцефалографических характеристик у беременных женщин с нормальным и нарушенным метаболизмом в зависимости от стереоизомерии маточно-плацентарного комплекса / В.В. Васильева, Н.В. Палиева, Т.Л. Боташева, В.А. Линде, Е.Б. Гудзь // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Естественно-математические и технические науки. 2016. Вып. 2 (181). С. 83–91. URL: <http://vestnik.adygnet.ru>
  15. Скугаревский О.А. Нарушения пищевого поведения: монография. Минск: БГМУ, 2007. 340 с.
  16. Оценка биоэлектрической активности головного мозга в комплексной диагностике ожирения у детей и подростков / Н.Н. Таран, Е.В. Павловская, Т.В. Строкова, А.Г. Сурков, М.Э. Багаева, А.И. Зубкович, М.В. Зейгарник // Вопросы детской диетологии. 2015. Т. 13, № 6. С. 5–9.
  17. Метаболический синдром и когнитивная функция в популяции Новосибирска среднего и старшего возраста / С.В. Шишкин, С.В. Мустафина, С.К. Малютина [и др.] // Атеросклероз. 2015. Т. 11, № 3. С. 29–34.
  18. Мельникова Т.С., Лапин И.А., Саркисян В.В. Обзор использования когерентного анализа ЭЭГ в психиатрии // Социальная и клиническая психиатрия. 2009. Т. 19, № 1. С. 90–94.
  - tentials and neurotherapy: a textbook / transl. from English and ed. by V.A. Ponomareva. Donetsk: Zaslavsky A.Yu., 2010. 512 pp.
  13. Tarasova I.V., Syrova I.D., Barbarash O.L. Features of EEG activity of patients with coronary heart disease and moderate cognitive impairment // Neurological Journal. 2013. Vol. 18, No. 3. P. 28–31.
  14. Features of spectral electroencephalographic characteristics in pregnant women with normal and disturbed metabolism depending on stereoisomerism of the utero-placental complex / V.V. Vasilyeva, N.V. Palieva, T.L. Botasheva, V.A. Linde, E.B. Gudzy // The Bulletin of the Adyge State University. Ser. Natural-Mathematical and Technical Sciences. 2016. Iss. 2 (181). P. 83–91. URL: <http://vestnik.adygnet.ru>
  15. Skugarevsky O.A. Eating Disorders: a monograph. Minsk: BSMU, 2007. 340 pp.
  16. Assessment of bioelectrical activity of the brain in complex diagnosis of obesity in children and adolescents / N.N. Taran, E.V. Pavlovskaya, T.V. Strokova, A.G. Surkov, M.E. Bagaeva, A.I. Zubkovich, M.V. Zeygarnik // Questions of Children's Nutrition. 2015. Vol. 13, No. 6. P. 5–9.
  17. Metabolic syndrome and cognitive function in the middle-aged and older population of Novosibirsk / S.V. Shishkin, S.V. Mustafina, S.K. Malyutina [et al.] // Atherosclerosis. 2015. Vol. 11, No. 3. P. 29–34.
  18. Melnikova T.S., Lapin I.A., Sarkisyan V.V. Use of coherent EEG analysis in psychiatry // Social and Clinical Psychiatry. 2009. Vol. 19, No. 1. P. 90–94.