

УДК 617.7

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ И ИНДУКЦИОННОЙ МАГНИТОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ИШЕМИЧЕСКОЙ НЕЙРООПТИКОПАТИЕЙ И ГЛАУКОМОЙ**

**<sup>1</sup>Веселов А.А., <sup>1</sup>Пестрякова Я.Ф., <sup>1</sup>Мельников В.Я., <sup>2</sup>Рыбченко А.А., <sup>2</sup>Шабанов Г.А.**

*<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный медицинский университет Росздрава», Владивосток;*

*<sup>2</sup>Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, Владивосток, e-mail: pestrikova75@mail.ru*

Проведен сравнительный спектральный анализ биоэлектрической активности головного мозга по данным электроэнцефалографии (ЭЭГ) и индукционной магнитоэнцефалографии (МЭГИ) пациентов с хронической формой ишемической нейрооптикопатии и глаукомой. Выявлен ряд особенностей, характеризующих наличие данных видов патологий у исследуемых, проявляющихся десинхронизацией работы полушарий, а так же повышением амплитуды спектральной оценки определенных частотных диапазонов МЭГИ и ЭЭГ. У пациентов с ишемической нейрооптикопатией выявлены признаки усиления тонуса аднерорецепторов артериальных сосудов, а так же увеличение амплитуды медленных электрических потенциалов. Наличие глаукомы характеризовалось усилением тонус аднерорецепторов гладкой мускулатуры, а так же ослаблением парасимпатического тонуса вегетативной нервной системы. Сравнительный анализ не показал статистически значимых отличий показателей МЭГИ и ЭЭГ.

**Ключевые слова:** биоэлектрическая активность головного мозга, зрительные нервы, патология

**COMPERATIVE FEATURES OF EEG AND MEGI ANALYSIS IN PATIENTS WITH ISCHEMIC OPTIC NERVE DISORDERS AND GLAUCOMA**

**<sup>1</sup>Veselov A.A., <sup>1</sup>Pestryakova Y.F., <sup>1</sup>Melnikov V.Y., <sup>2</sup>Rybchenko A.A., <sup>2</sup>Shabanov G.A.**

*<sup>1</sup>The Pasific state medical university, Vladivostok;*

*<sup>2</sup>International scientific center «АРКТИКА», Far East Branch RAS, Vladivostok, e-mail: pestrikova75@mail.ru*

Results of the comparative spectral analysis of brain biopotentials in patients with chronic ischemic optic nerve disorders and as with glaucoma according to EEG and induction magnetoencephalography (MEGI) were studied. A revealed features shown a presence of desynchronization brain activity, and increased amplitude of a spectral estimation in certain frequency ranges EEG and MEGI. At investigated with ischemic optic nerve disorders attributes of increased of a adrenergic vegetative receptors tone in arterial vessels, and as increase in amplitude of slow electric potentials are revealed. Presence of a glaucoma was characterized by strengthening a adrenergic vegetative receptors tone in smooth muscles, and as easing parasimpatic tone of vegetative nervous system. The comparative analysis has not shown statistically significant differences of parameters MEGI and EEG.

**Keywords:** brain biopotentials, ischemic nerve disorders, glaucoma

Благодаря наблюдающемуся росту инновационных, биомедицинских и информационных технологий на сегодняшний день, офтальмология, как наука наиболее требовательная к уровню технического оснащения выходит на одно из первых мест среди наиболее интенсивно развивающихся отраслей медицины. Неуклонно растет и интерес к поиску новых подходов к разработке диагностического оборудования – внедряется новая аппаратура, в том числе и компьютерные технологии, создаются новые программно-аппаратные комплексы [4]. Соответственно возрастают требования к скрининговым методам диагностики, которые в свою очередь должны быть диагностически точными, малоинвазивными, экономически доступными, и простыми в применении. Наиболее подходящим в этом отношении является скрининговая программа на основе программно – аппа-

ратного комплекса, разработанного учеными ДВО РАН [8]. Основное предназначение комплекса заключается в регистрации диффузной или глобальной магнитоэлектрической активности (ДМА) головного мозга, с ее последующим спектральным анализом и выявлением на основе полученных данных признаков дисфункций различных органов и систем организма человека, в том числе и зрительного анализатора [3]. По мнению разработчиков, основная доля ДМА связана с неспецифической активизирующей системой мозга и восходящим потоком афферентации от фнороактивных вегетативных рецепторов внутренних органов и систем. Тонус интерорецепторов при различных патологических состояниях организма находит прямое отражение в определенных частотных спектрах индукционной магнитоэнцефалографии (МЭГИ), что подтверждено многочисленными теорети-

ческими и экспериментальными работами [3, 6, 1]. В предыдущих работах мы рассматривали возможность выявления признаков различных ишемических заболеваний зрительного нерва и сетчатки, а так же глаукомы при помощи МЭГИ [2]. Учитывая принципиальное сходство МЭГИ и электроэнцефалографии (ЭЭГ), мы предприняли попытку сравнить показатели данных методов, используя единый способ программно-аппаратной обработки данных.

**Цель работы** – выявить закономерные сходства и различия показателей МЭГИ и ЭЭГ у пациентов с хронической формой передней ишемической оптической нейропатии (ПИОН) и первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ)

### Материалы и методы исследования

В исследование были включены пациенты, проходящие курс лечения в глазном отделении Приморской краевой клинической больницы № 2 г. Владивостока, после подписания информированного согласия (Этическая экспертиза № 4, дело № 32 от «16» февраля 2009 г., ГБОУ ВПО «Владивостокский государственный медицинский университет»).

В первую группу исследуемых было включено 68 пациентов (24 мужчины, 44 женщины) с хронической ПИОН в возрасте  $55 \pm 7$  лет.

Вторая группа состояла из 45 человек (25 мужчин, 20 женщины) с I–II стадией ПОУГ в возрасте от 49 до 70 лет. Регистрация и спектральный анализ ДМА головного мозга проводился при помощи магнитоэнцефалографа индукционного «МЭГИ-01» (Патент № 72395; Заявка № 2007145888; Приоритет от 3 декабря 2007 г.), разработанного на базе лаборатории экологической нейрокибернетики научно-исследовательского центра «Арктика» Дальневосточного отделения РАН и являющегося оригинальным прибором. МЭГИ имеет двухканальную систему отведения – соответственно левому и правому полушарию с установкой индукционных катушек в лобных отведениях. Диаметр катушек – 50 мм, расстояние между центрами катушек – 80 мм. Чувствительность усилителей – 2 пТл/мм, частотный диапазон 0,1–30 Гц. Уровень шума в полосе частот не более 1 мкВ. Число полосовых фильтров при спектральном анализе – 840. Время одного обследования (суммации) – 160 с. Число съёмов одного пациента – не менее трех.

Параллельно, для регистрации биопотенциалов был применен электроэнцефалограф «Нейрон спектр 1». Как и при МЭГИ исследовании, использовалось двухканальное отведение в проекции лобных долей мозга. Принципиальной разницей при исследовании данными методами было применение индукционных катушек, не контактирующих с поверхностью скальпа и регистрирующих в основном магнитную составляющую биопотенциалов при МЭГИ – исследовании и кожных электродов, устанавливаемых на поверхность скальпа и регистрирующих преимущественно электрическую составляющую.

Данные ЭЭГ и МЭГИ подвергались программно-аппаратному анализу с использованием единого программного обеспечения, и представлялись в виде графиков, отображающих спектральную оценку

в различных частотных диапазонах, соответствующих определенной группе вегетативных рецепторов. Спектральная оценка выражалась в относительных единицах по шкале ординат от 1 до 10. Шкала абсцисс отображала частотные диапазоны соответствующих определенному типу вегетативных рецепторов (F1–F7). Каждый график представлялся для определенной сегментарной области, отражающих спинномозговые рефлекторные вегетативные центры, в которых регистрировалась афферентная активность ВНС в соответствии с сегментарным строением спинного мозга. Шейные сегменты – C1–C8, грудные – Th1–Th12, поясничные – L1–L5, крестцовые – S1–S5, К (рис. 1).

Полученные результаты обрабатывались на персональном компьютере IBM PC, с использованием пакета прикладных программ Statistica 6,0 (Реброва О.Ю., 2003). Сравнение двух независимых групп проводилось по качественным признакам с использованием критерия «Хи» – квадрат ( $\chi^2$ ). Количественные данные обрабатывались при помощи непараметрического теста Вальда – Вольфовица и Колмогорова – Смирнова. Статистически значимыми считались различия, при которых коэффициент доверительной вероятности ( $p$ ) был ниже 0,05. Так же для сравнения показателей ЭЭГ и МЭГИ был применен корреляционный анализ Спирмена. Учитывая отличие распределения признаков от нормального, в качестве описательной использованы такие показатели, как среднее ( $M$ ), медиана ( $Me$ ), и интерквартильный размах – 25 ( $P_{25\%}$ ) и 75 ( $P_{75\%}$ ) процентиля.

### Результаты исследования и их обсуждение

В первой группе исследуемых с хронической ПИОН отмечено наличие десинхронизации функции F2-4 сегментарной области Th1 как при МЭГИ ( $p = 0,0153$ ), так и ЭЭГ ( $p = 0,0162$ ) исследовании, с преимущественным снижением амплитуды спектральной оценки левого полушария ( $p = 0,0125$ ) (рис. 1). Статистические выборочные показатели представлены в табл. 1.

Функция F2-4 соответствует частотному спектру 7,288 Гц и отвечает за тонус «альфа1» адренорецепторов артериальных сосудов [7]. Сегментарный центр, в системе частотных координат в котором была выявлена нами данная закономерность, находился в соответствии с сегментарным представителем симпатической иннервации глаза и зрительного нерва и приходился на область Th1. С позиции исследователей данный фактор можно косвенно расценить как преобладание симпатического тонуса с явлениями раздражения «альфа1» адренорецепторов артериальных сосудов питающих зрительный нерв. Однако данное предположение требует более детальных исследований.

Еще одна закономерность, выявленная нами в данной группе, заключалась в преобладании медленной биоэлектрической активности в виде синхронного повышения

амплитуды спектральной оценки правого и левого полушарий функции F7-4 сегментарного центра Th1, что соответствует частоте 0,227 Гц (рис. 1). При проведении

корреляционного анализа, данные ЭЭГ И МЭГИ имели тесную прямую зависимость, что указывает на равнозначность полученных результатов (табл. 1).

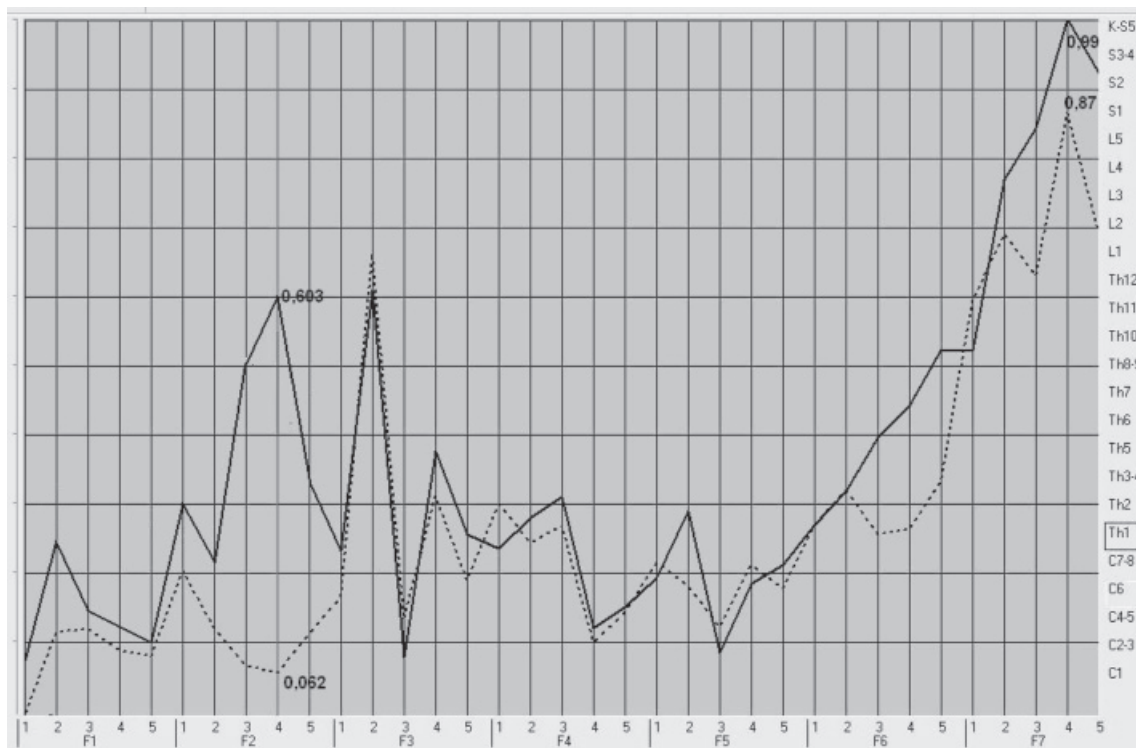


Рис. 1. График спектральной оценки МЭГИ. Сегментарная область Th1. Непрерывная линия – правое полушарие; пунктирная – левое. Указаны значения спектральной оценки в относительных единицах. По оси абсцисс частотные спектры (функции F1-F7); по оси ординат сегментарные центры от C1 до S5

Таблица 1

Значения показателей спектральной оценки 1 группы при ЭЭГ и МЭГИ исследовании и их корреляционная зависимость в относительных единицах, М; Ме [P<sub>25%</sub>; P<sub>75%</sub>]

Метод исследования	Критерии		
	F2-4 разность амплитуд	F7-4 амплитуда п.п.	F7-4 амплитуда л.п.
ЭЭГ	0,28; 0,18[0,06; 0,36]	0,91; 0,69[0,36; 1,32]	0,92; 0,77[0,35; 1,32]
МЭГИ	0,26; 0,15[0,05; 0,36]	0,97; 0,73[0,38; 1,4]	0,98; 0,82[0,38; 1,44]
R <sub>s</sub> (p)	0,96 (p < 0,01)	0,97 (p < 0,01)	0,98 (p < 0,01)

Примечания: R<sub>s</sub> – коэффициент Спирмена; p – коэффициент доверительной вероятности; М – среднее; Ме – медиана; P<sub>25%</sub> – 25 процентиль; P<sub>75%</sub> – 75 процентиль.

Учитывая данные литературных источников [5], повышение спектральной мощности медленных электрических процессов (МЭП) и в частности секундного и декасекундного диапазонов в нервной ткани отражает возникновение функционального и метаболического напряжения в нейронно-глиальном взаимоотношении. Существенным фактором представляется отчетливая тенденция многих исследовате-

лей в той или иной степени связывать генез МЭП с процессами метаболизма в головном мозге, а так же в зрительных нервах или интерпретировать двойственность их происхождения, указывая на тесную связь, с одной стороны, с процессами метаболизма, с другой – с активностью нейронов [9]. Основываясь на данные факты, мы можем предполагать, что наличие повышения уровня спектральной оценки в частотном

диапазоне МЭП у исследуемых с хронической ПИОН может указывать именно на наличие метаболических расстройств, а так же на уровень нейродегенеративных процессов в зрительных нервах.

У пациентов 2 группы с ПОУГ статистически значимой закономерностью по данным МЭГИ и ЭЭГ явилось повышение амплитуды огибающей спектр правого по-

лушария функции F1-3 сегментарного центра С7-8 ( $p = 0,012$ ), что соответствовало частотам 15,0–14,7 Гц, снижение амплитуды функции F6-2 в сегментарной области С7-8 (0,76–0,39 Гц) ( $p = 0,234$ ), а так же резкий перепад (градиент) функции при переходе F3-3 в F3-4, наиболее выраженный в сегментарном центре С7-8, что соответствует частотам 4,7–1,5 Гц ( $p = 0,022$ ).

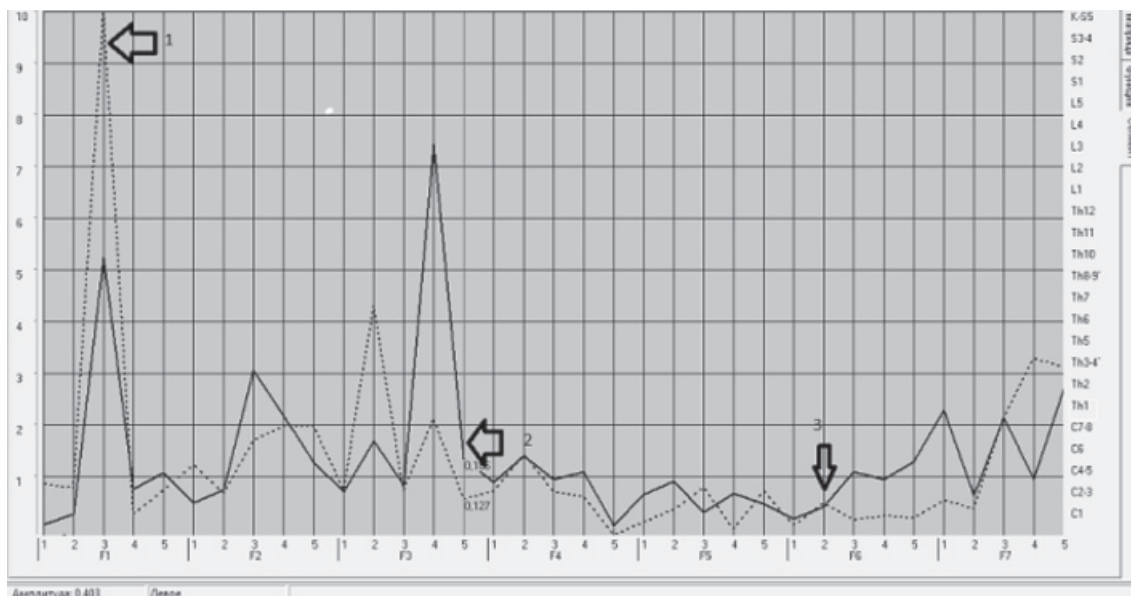


Рис. 2. График спектральной оценки МЭГИ. Сегментарная область С7-8. Непрерывная линия – правое полушарие; пунктирная – левое. Указаны значения спектральной оценки в относительных единицах. По оси абсцисс частотные спектры (функции F1-F7); по оси ординат сегментарные центры от С1 до S5. Стрелками указаны признаки глаукомного процесса

Сравнительная характеристика полученных данных при помощи МЭГИ и ЭЭГ,

а так же коэффициенты корреляции представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения показателей спектральной оценки 2 группы при ЭЭГ и МЭГИ исследовании и их корреляционная зависимость в относительных единицах, М; Ме [ $P_{25\%}$ ;  $P_{75\%}$ ]

Метод исследования	Критерии		
	F1-3 амплитуда п.п.	F3-3 – F3-4 градиент п.п.	F6-2 амплитуда п.п.
ЭЭГ	0,83; 0,69 [0,34; 1,11]	0,59; 0,41 [0,31; 0,88]	0,12; 0,11 [0,08; 0,17]
МЭГИ	0,87; 0,67 [0,41; 1,12]	0,62; 0,51 [0,29; 0,99]	0,13; 0,12 [0,09; 0,17]
$R_s$ (p)	0,89 (p < 0,01)	0,96 (p < 0,01)	0,86(p < 0,01)

Примечания:  $R_s$  – коэффициент Спирмена; p – коэффициент доверительной вероятности; М – среднее; Ме – медиана;  $P_{25\%}$  – 25 процентиль;  $P_{75\%}$  – 75 процентиль.

Как видно, по данным таблицы, выявленные признаки по данным ЭЭГ и МЭГИ имеют прямую очень тесную корреляционную зависимость, следовательно, показатели данных методов фактически равнозначные.

Экспериментальными исследованиями доказано, что частотный диапазон функции F1-3 отражает центральное звено «альфа2» – адренорецепторов гладкой мускулатуры, в связи с чем, мы можем предположить, что в данном случае имеет место

повышение тонуса цилиарной мышцы глаза, гладкая мускулатура которой содержит такие рецепторы, что в принципе не противоречит патогенезу глаукомного процесса. Выявленный градиент при переходе функции F3-3 в F3-4, может свидетельствовать о нарушении венозного оттока из глаза, так как указанные функции отражают тонус венозного и лимфатического коллекторов. Снижение амплитуды функции F6-2 рассматривается, как угнетение парасимпатической составляющей ВНС и в частности М-холинорецептров.

#### Выводы

1. Данные МЭГИ и ЭЭГ пациентов с хронической формой ПИОН, а так же с глаукомой достоверно отличаются от данных практически здоровых исследуемых.

2. Анализ данных пациентов с хронической ПИОН позволяет предположить наличие изменений центральных звеньев вегетативной нервной системы с преобладанием симпатического тонуса в частотном спектре «альфа 1» адренорецепторов артериальных сосудов. Выявлено достоверное повышение спектральной оценки МЭП у пациентов с хронической ПИОН и по данным МЭГИ и ЭЭГ.

3. У больных с ПОУГ наблюдались признаки изменения центральных частот, свойственных «альфа 2» адренорецепторам гладкой мускулатуры, наряду с ослаблением парасимпатического звена ВНС, а так же ослабление тонуса венозного коллектора по данным ЭЭГ и МЭГИ.

4. На основании корреляционного анализа выявлено практически полное сходство полученных спектрограмм, как при использовании индукционных катушек, так и кожных электродов с учетом использования единого программного обеспечения для обработки данных.

#### Список литературы

1. Варбанова А.А. Интерорецепция и тонус мозга // Успехи физиологических наук. – 1982. – Т.13, № 3. – С. 82–96.
2. Веселов А.А., Мельников В.Я., Рыбченко А.А., Шабанов Г.А. Особенности магнитоэлектрической активности головного мозга у пациентов с патологией зрительных нервов // Дальневосточный медицинский журнал. – 2011. – № 4. – С. 52–55.
3. Лебедев Ю.А., Шабанов Г.А., Рыбченко А.А., Максимов А.Л. Модель активирующей системы пространственной организации биопотенциалов головного мозга // Вестн. ДВО РАН. – 2005. – № 1. – С. 49–56.
4. Либман Е.С. Ликвидация устранимой слепоты. Всемирная инициатива ВОЗ// Материалы Российского межрегионального симпозиума. – Уфа, 2003. – С. 38–42.
5. Радионов К.К., Трохачев А.И. Сверхмедленные колебания потенциала в оценке тяжести черепно-мозговой травмы // Вопросы нейрохирургии. – 1987. – № 4. – С. 80–81.
6. Свидерская Н.Е., Королькова Т.А. Пространственная организация электрических процессов мозга: проблемы и решения // Журнал высшей нервной деятельности. – 1997. – Т.47, № 5. – С. 792–811.
7. Федотчев А.И., Бондарь А.Т., Акоев И.Г. Ритмическая структура ЭЭГ человека: современное состояние и тенденции исследований // Успехи физиологических наук. – 2000. – Т. 31, № 3. – С. 39–53.
8. Шабанов, Г.А., Максимов, А.Л., Рыбченко, А.А. Функционально-топическая диагностика организма человека на основе анализа ритмической активности головного мозга. – Владивосток: Дальнаука, 2011, – 206 с.
9. Castellucci V.F., Goldring S. Contribution to steady potential shifts of slow depolarization in cell presumed to glia // Electroenceph. Clin. Neurophysiol. – 1970. – Vol. 28, № 12. – P. 109–112.