

## ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА У ЖЕНЩИН С ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕРЕМЕННОСТЬЮ И ПРЕЭКЛАМПСИЕЙ

Васильева В.В.<sup>1</sup>, Боташева Т.Л.<sup>1</sup>, Фролов А.А.<sup>1</sup>, Железнякова Е.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Ростовский научно-исследовательский институт акушерства и педиатрии» Минздрава здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Россия, E-mail: [V.Vasiljeva@rniiap.ru](mailto:V.Vasiljeva@rniiap.ru)

Преэклампсия, несмотря на достижения современной медицинской науки, является одной из ведущих причин материнской и младенческой заболеваемости и смертности. Проведено электроэнцефалографическое обследование 30 беременных с преэклампсией и 30 пациенток с физиологическим течением беременности. Регистрацию, спектральный и когерентный анализ ЭЭГ проводили с помощью программно-аппаратного комплекса в симметричных лобных, височных, центральных, теменных, затылочных отведениях в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами. Сравнительный анализ параметров ЭЭГ выявил наличие существенных различий, являющихся прямым экспериментальным доказательством дисфункции мозга у беременных с преэклампсией. Количественная оценка спектральных и когерентных характеристик ЭЭГ позволила уточнить выраженность этих нарушений. Высказывается предположение, что электрографические феномены, наряду с акушерскими факторами риска, могут являться прогностическими критериями развития преэклампсии у беременных.

Ключевые слова: электроэнцефалограмма, беременность, преэклампсия, спектральная мощность ЭЭГ.

## BIOELECTRIC BRAIN ACTIVITY IN WOMEN WITH PHYSIOLOGICAL PREGNANCY AND PREECLAMPSIA

Vasilyeva V.V.<sup>1</sup>, Botasheva T.L.<sup>1</sup>, Frolov A.A.<sup>1</sup>, Geleznyakova E.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budget Establishment "Rostov-on-Don research institute of obstetrics and pediatrics" of Ministry of Health of Russian Federation, Rostov-on-Don, Russia, E-mail: [V.Vasiljeva@rniiap.ru](mailto:V.Vasiljeva@rniiap.ru)

Despite advances in modern medical science, preeclampsia still is one of the leading causes of maternal and infant morbidity and mortality. Electroencephalographic examination was conducted in 30 pregnant women with preeclampsia and 30 women with an uncomplicated pregnancy. EEG registration was performed using a hardware-software unit at symmetric frontal, temporal, central, parietal and occipital regions in the state of quiet wakefulness with closed eyes. Comparative analysis of EEG parameters revealed significant differences between two observed groups which is direct evidence of brain dysfunction in pregnant women with preeclampsia. Quantitative estimation of the spectral characteristics of EEG helped to clarify the severity of these disorders. It is suggested that electrographic phenomena along with obstetric risk factors may be a predictor for the development of preeclampsia in pregnant.

Keywords: electroencephalogram, pregnancy, preeclampsia, spectral power EEG.

Преэклампсия, несмотря на достижения современной медицинской науки, является одной из ведущих причин материнской и младенческой заболеваемости и смертности. Многие вопросы возникновения преэклампсии до настоящего времени остаются спорными. Ряд авторов рассматривают это состояние как проявление дезадаптации в результате несоответствия компенсаторно-защитных реакций организма и степени угнетения функции поврежденных систем [3, 4, 9].

Известно, что в характеристиках биоэлектрической активности мозга отражается работа мозговых систем, обеспечивающих адаптационные и регуляторные механизмы различных реакций и состояний, проходящих на разных уровнях ЦНС. Кроме того, изменения в параметрах ЭЭГ могут обнаруживаться перед проявлением клиническим симптомов

различных осложнений беременности [4]. Имеющиеся на сегодняшний день данные ЭЭГ – обследования беременных противоречивы [5, 7, 8, 10], а опубликованные работы, посвященные электроэнцефалографическим изменениям при преэклампсии, весьма малочисленны [1, 9]. Своевременная диагностика дисфункции мозга у беременных с преэклампсией, на наш взгляд, может способствовать применению адекватных терапевтических мероприятий.

**Целью** настоящей работы явилось выявление электроэнцефалографических параметров, характеризующих нарушения в работе центральной нервной системы у беременных с преэклампсией.

### **Материалы и методы**

Для решения поставленных задач в Ростовском НИИ акушерства и педиатрии было проведено электроэнцефалографическое обследование у 60 беременных в возрасте от 20 до 38 лет. Основную группу (группа «преэксалмпсия») составили 30 беременных, которым акушером-гинекологом был выставлен диагноз «преэклампсия» и предложена госпитализация в отделение патологии беременных. Средний срок беременности у пациенток составил  $32 \pm 2$  недели. Группу сравнения (группа «физиологическая беременность») составили 30 пациенток с физиологическим течением беременности при сроке беременности  $32 \pm 1,75$  недели. У всех пациенток в анамнезе отсутствовали черепно-мозговые травмы, эпилепсия. Запись ЭЭГ производилась до назначения комплекса лечебных мероприятий у пациенток основной группы.

Регистрацию, спектральный и когерентный анализ ЭЭГ проводили с помощью программно-аппаратного комплекса ЭЭГА-21/26 «Энцефалан 131-03» (Россия, г. Таганрог). ЭЭГ регистрировалась монополярно по схеме «10-20» в симметричных лобных, височных, центральных, теменных, затылочных отведениях в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами в течение 15 минут в полосе частот от 0,1 до 30 Гц и частотой дискретизации аналоговых сигналов 160 Гц по каждому из 14 каналов. Каждая запись ЭЭГ оценивалась визуально и с применением спектрального анализа. Визуальный анализ включал: оценку выраженности диффузных изменений биоэлектрической активности мозга, наличие локальных расстройств коркового электрогенеза, степень выраженности основного ритма, характеристики альфа-ритма (частота, амплитуда, выраженность модуляций, устойчивость, форма колебаний (синусоидальная или заостренная), фронто-окципитальный градиент), характеристики бета-ритма (выраженность, зональное распределение, частота, амплитуда), наличие медленноволновой активности (тета- и дельта-диапазона) и характер ее распределения, регионарные амплитудные различия, присутствие эпилептиформной активности. Отбор не содержащих артефактов немозгового происхождения участков записи

для спектрального анализа (по пять 6-секундных ЭЭГ-эпох) осуществлялся с использованием пакета прикладных программ. С использованием процедуры быстрого преобразования Фурье производился расчет спектров мощности и когерентности в диапазоне частот тета-(4-7 Гц), альфа-(8-13 Гц) и бета-(14-30) ритмов ЭЭГ. Показатели мощности подвергались log-трансформации, а когерентности – Z-преобразованию. В последующем вычислялись средние значения спектральной мощности (СпМ) ЭЭГ для каждого отведения, а также когерентности (Ког) электрограмм во всех ритмических диапазонах для внутриполушарных и симметричных межполушарных пар отведений. Статистический анализ спектральных характеристик ЭЭГ, а также показателей когерентности осуществлялся с использованием многофакторного дисперсионного анализа, реализованного в стандартном пакете прикладных программ Statistika 5. Вычислялись критерий Фишера (F) и достоверности ( $p$ ). При величине  $p \leq 0,05$  различия считали достоверными, при  $0,05 \leq p \leq 0,08$  – существенными (констатировали наличие жесткого тренда).

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Анализ биоэлектрической активности мозга показал, что ЭЭГ пациентов из группы сравнения соответствовали современным представлениям о физиологической норме. При сопоставлении характеристик фоновой активности основной группы («преэклампсия») с группой сравнения («физиологическая беременность») получены существенные различия:

- доминирование альфа-ритма (80 % (n=24) – в основной и 100 % (n=30) – в группе сравнения);
- заострение формы альфа-колебаний (73,4 % (n=22) – в основной и 13,3 % (n=4) – в группе сравнения);
- нарушение фронто-окципитального градиента за счет распространения среднеамплитудной альфа-активности на передние отделы полушарий. Регионарные амплитудные различия были сглажены у 63,3 % (n=19) беременных основной группы и у 13,3 % (n=4) обследованных группы сравнения;
- у 2 (6,6 %) беременных основной группы наблюдалось эпилептиформные комплексы (острая волна-медленная волна, спайк-волна-медленная волна). При этом у одной обследованной патологические формы биоэлектрической активности были выражены диффузно во всех отведениях, а у другой пациентки - преимущественно в передневисочных отделах головного мозга. У всех беременных группы сравнения эпилептиформные комплексы отсутствовали;
- билатерально-синхронная активность альфа-частотного диапазона наблюдалась в 73,4 % (n=22), тета-частотного – в 63,3 % (n=19) для основной группы. В группе сравнения эти показатели составили 43,3 % (n=13) и 13,3 % (n=4) соответственно;

- снижение мощности альфа-диапазона затылочно-теменных отделов у беременных группы «преэклампсия» по отношению к группе «норма» ( $F=2,83$ ;  $p=0,038$ );
- достоверно более высокие значения спектра мощности тета-диапазона по всем отделам конвексимальной поверхности головы у беременных основной группы по отношению к группе сравнения ( $F=6,45$ ;  $p=0,004$ );
- повышение мощности бета-диапазона, достоверно выраженное в передневисочных отведениях у беременных с преэклампсией, по сравнению с пациентками с физиологической беременностью ( $F=7,25$ ;  $p=0,002$ ).

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что у всех беременных с преэклампсией имелись значительные изменения биоэлектрической активности мозга по сравнению с беременными группы «норма». Дезорганизация альфа-ритма, заостренные альфа-колебания, повышение мощности бета-диапазона являются отражением возбуждения активирующей ретикуло-кортикальной системы. Синхронная тета-активность, выраженная в передних зонах коры, и соответствующее ей повышение спектральной мощности тета-диапазона указывает на активацию лимбико-кортикальной системы. Увеличение билатерально-синхронной медленноволновой активности отражает вовлечение синхронизирующей ретикуло-кортикальной системы. Синхронизация альфа-ритма, его пространственное перераспределение с нарушением зональных различий связаны с активацией синхронизирующей таламо-кортикальной системы. Локальное снижение спектральной мощности по затылочно-теменным областям на фоне общей синхронизации альфа-ритма объясняется, вероятно, повышенной восприимчивостью этих зон мозга к воздействию активирующих влияний мезэнцефальной ретикулярной формации. Наиболее опасным ЭЭГ-симптомокомплексом при преэклампсии является появление острых волн, спайков, комплексов «острая волна-медленная волна», характерных для судорожной готовности при эклампсии. На наш взгляд, представленные изменения в ЭЭГ отражают нарушение интеграции между неспецифическими активирующими и синхронизирующими системами мозга, что нарушает адекватное поддержание мозгового гомеостаза.

В ЭЭГ беременных с преэклампсией наблюдались достоверные отличия, по сравнению с женщинами с физиологическим течением беременности в параметрах когерентности. В группе беременных «преэклампсия» отмечалась тенденция к общему снижению уровня когерентности в целом ряде пар отведений в диапазоне быстрых частот. В этой связи интересны исследования, в которых показано, что в возникновении преэклампсии ведущая роль принадлежит нейрогенным факторам [1]. Авторами установлена корреляция между тяжестью течения заболевания и степенью выраженности изменений биоэлектрической активности мозга, а также высказывается гипотеза о первичности

нарушений межполушарных отношений головного мозга при преэклампсии. Отмечается, что типичный для здоровых беременных характер корреляционных отношений ЭЭГ с высоким уровнем взаимосвязности областей левого полушария при преэклампсии изменяется на – противоположный. Сопоставление средних уровней когерентностей показало, что у женщин с преэклампсией (по сравнению с группой «норма») отмечались достоверно более низкие значения когерентности в альфа-полосе частот в височно-центральных областях, что может отражать запредельное усиление активирующих влияний лимбико-диэнцефальных структур, вследствие увеличения афферентной импульсации со стороны маточно-плацентарного комплекса (рис. 1, 2).

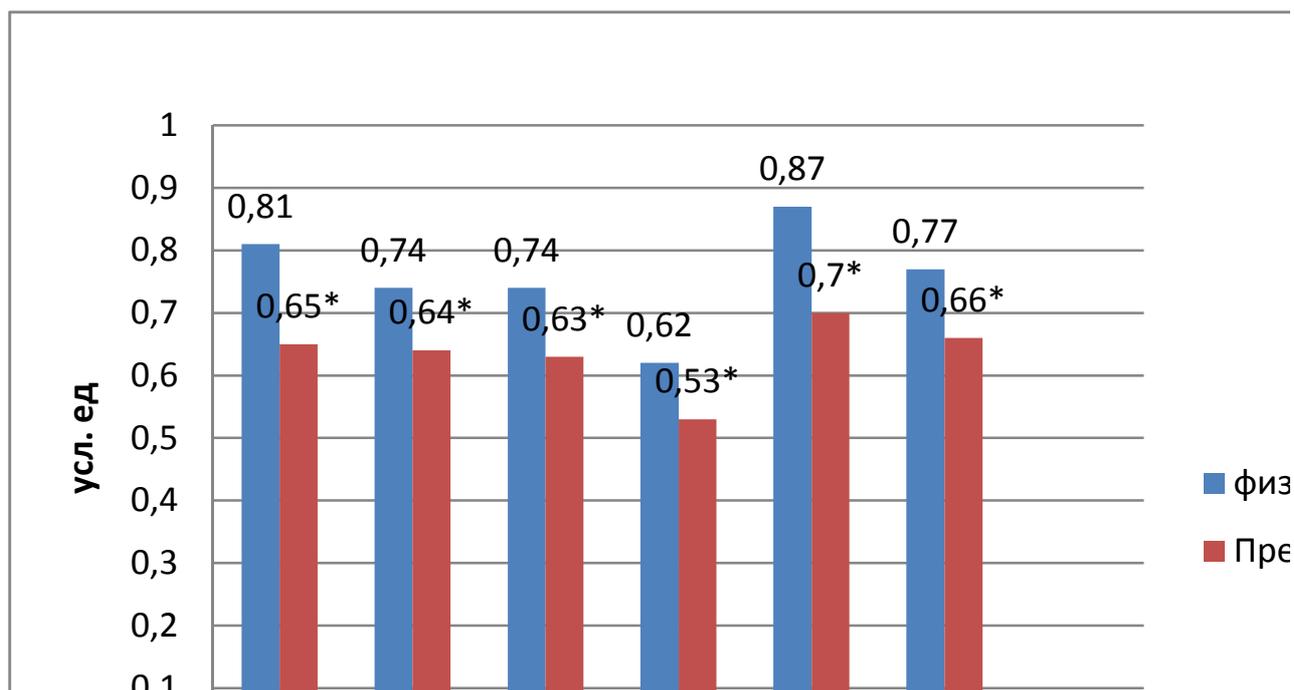


Рис. 1. Значения когерентности ЭЭГ у женщин с физиологической беременностью и преэклампсией в полосе альфа-частот

Примечание: Т3F7, Т4F8, F7C3, F8C4, F7F3, F8F4 – внутриполушарные пары отведений;

\* – достоверность отличий значений когерентности ЭЭГ при физиологической беременности и преэклампсии.

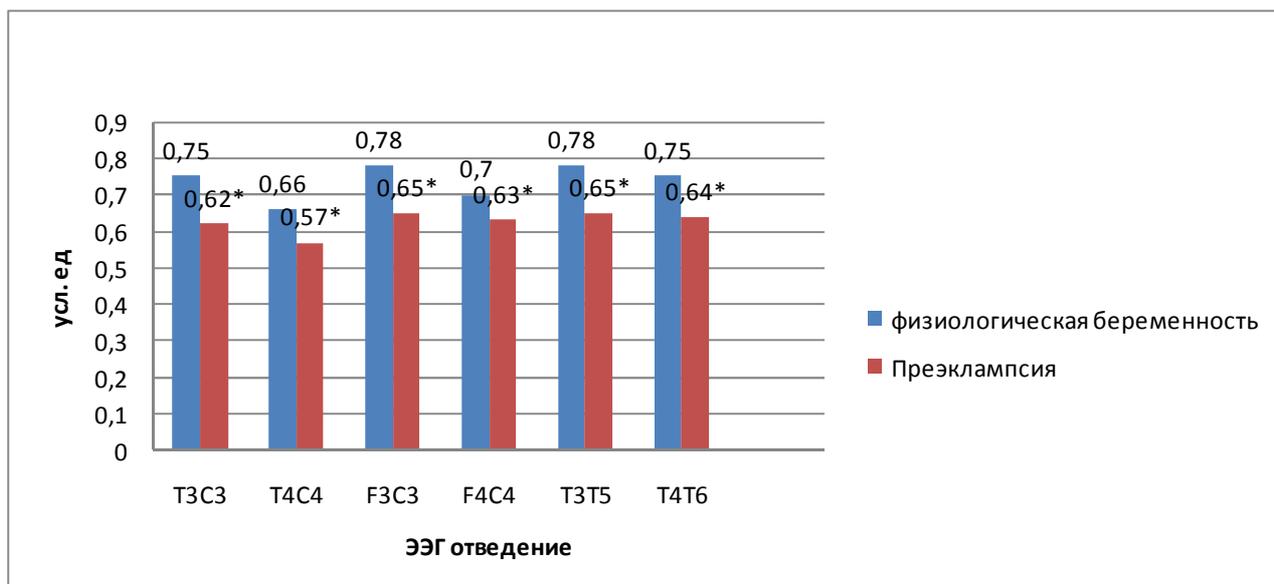


Рис. 2. Значения когерентности ЭЭГ у женщин с физиологической беременностью и преэклампсией в полосе альфа-частот

Примечание: T3C3, T4C4, F3C3, F4C4, T3T5, T4T6 – внутрислоушарные пары отведений;

\* – достоверность отличий значений когерентности ЭЭГ при физиологической беременности и преэклампсии.

Максимальные различия обнаруживаются в левом полушарии. Исследование структуры межцентральных отношений выявило повышение когерентности тета-колебаний в электрограммах женщин группы «преэклампсия» на фоне ее ослабления в других частотных полосах. Различия были статистически достоверны для височно-центральных пар отведений (рис. 3, 4).

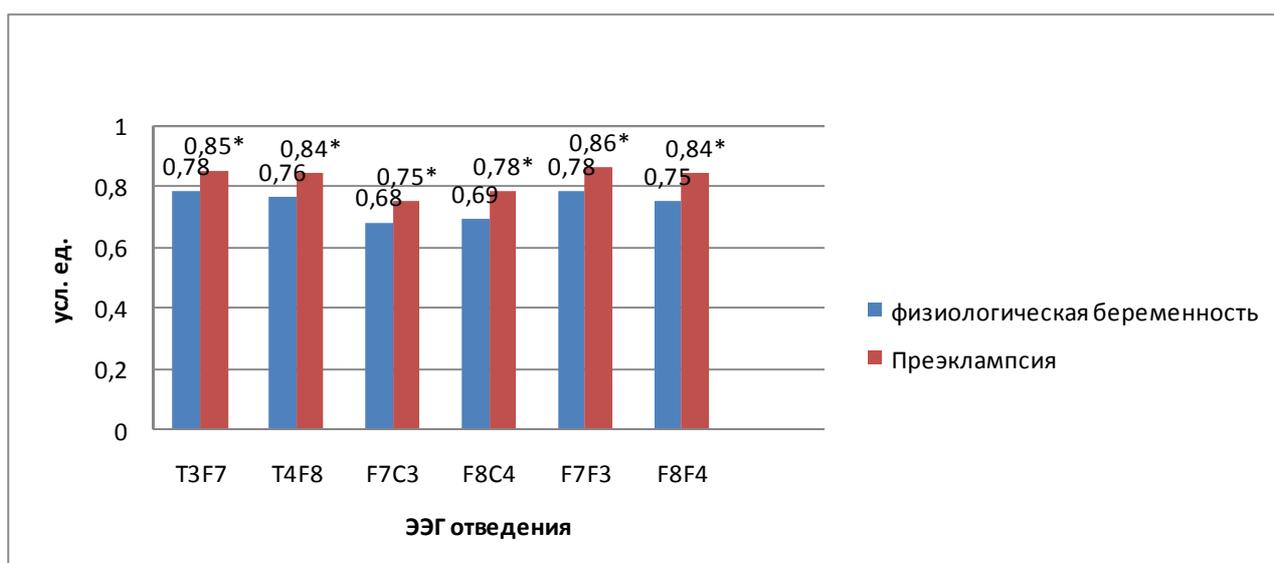


Рис. 3. Значения когерентности ЭЭГ у женщин с физиологической беременностью и преэклампсией в полосе тета-частот

Примечание: T3F7,T4F8,F7C3,F8C4,F7F3,F8F4 – внутрислошарные пары отведений;

\* – достоверность отличий значений когерентности ЭЭГ при физиологической беременности и преэклампсии.

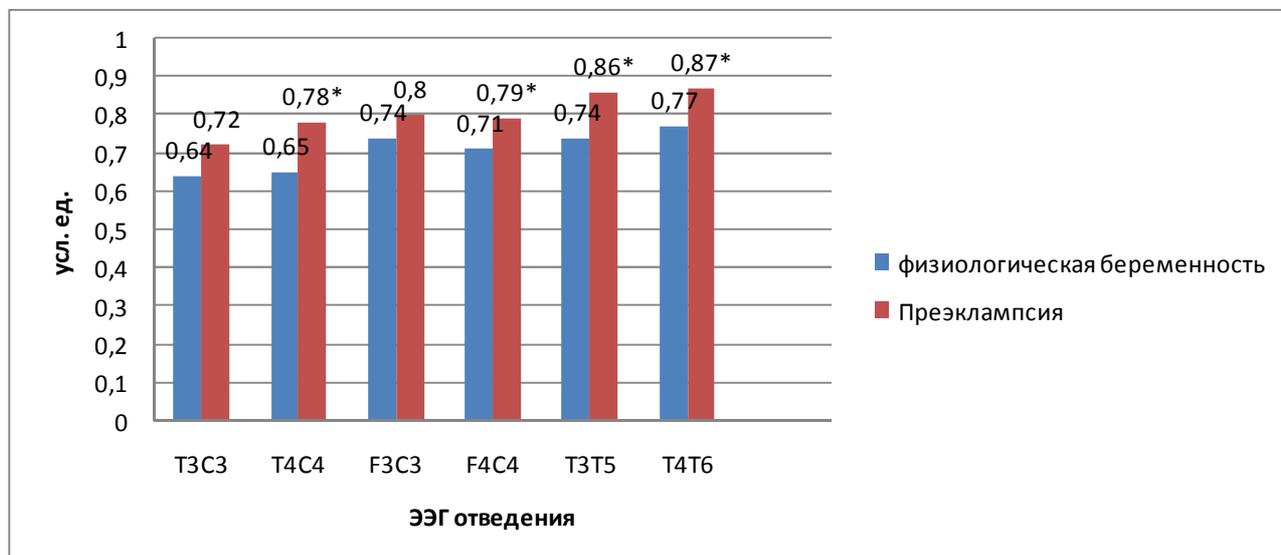


Рис. 4. Значения когерентности ЭЭГ у женщин с физиологической беременностью и преэклампсией в полосе тета-частот

Примечание: T3C3,T4C4,F3C3,F4C4,T3T5,T4T6- внутрислошарные пары отведений;

\* – достоверность отличий значений когерентности ЭЭГ при физиологической беременности и преэклампсии.

Последнее можно рассматривать как свидетельство формирования патологически устойчивых циклических связей. По данным ряда исследователей [2, 6], рост дистантной синхронизации биопотенциалов в диапазоне медленных частот имеет, по-видимому, тот же функциональный смысл, что и усиление их мощности, а именно – отражает объединение неокортикальных структур в глобальную систему, обеспечивающую их кооперативное функционирование.

### Выводы

Таким образом, применение энцефалографического обследования у женщин с преэклампсией позволило определить основные тенденции в изменении биоэлектрической активности мозга, уточнить количественные характеристики выявленных изменений, которые в сочетании с отклонениями в неврологическом статусе приобретают прогностическое значение у беременных до появления клинической симптоматики преэклампсии.

### Список литературы

1. Айламазян Э.К. Клинико-неврологические и энцефалографические аспекты позднего токсикоза беременных / Э.К. Айламазян, Г.К. Палкина, Л.А. Полякова // Акуш. и гин. – 1991. – № 6. – С. 17-20.
2. Болдырева Г.Н. Межцентральные отношения ЭЭГ как отражение системной организации мозга человека в норме и патологии / Г.Н. Болдырева, Л.А. Жаворонкова, Е.В. Шарова, И.С. Добронравова // Журн. высш. нерв. деят. – 2003. – № 4. – С. 391-395.
3. Васильева В.В. Спектральные характеристики биоэлектрической активности мозга у беременных с синдромом гипеандрогении в анамнезе / В.В. Васильева, Ю.Е. Бондаренко, М.Ю. Крыночкина // Валеология. – 2010. – № 3. – С. 14-18.
4. Васильева В.В. Механизмы формирования и функционирования репродуктивных доминант в спонтанных и стимулированных циклах / В.В. Васильева // Физиология человека. – 2010. – № 3. – С. 55-65.
5. Васильева В.В. Пространственно-временная организация биоэлектрической активности мозга при гестационной доминанте / В.В. Васильева // Журн. высш. нерв. деят. – 2007. – Т. 57. – № 3. – С. 292-302.
6. Кирой В.Н. Электроэнцефалография / В.Н. Кирой. – Ростов-на-Дону: Издательство РГУ, 1998. – 239 с.
7. Смирнов А.Г. Особенности ЭЭГ у женщин при осложненных формах протекания беременности / А.Г. Смирнов, А.С. Батуев, С.Ю. Воробьева // Физиология человека. – 2001. – № 1. – С. 42-52.
8. Федотчев А.И. Особенности лечебных сеансов биоуправления с обратной связью по ЭЭГ при нормальном и отягощенном протекании беременности / А.И. Федотчев, Е.В. Ким // Журн. высш. нерв. деят. 2009. – Т. 59. – № 4. – С. 421-428.
9. Brusse I.A. Electroencephalography during normotensive and hypertensive pregnancy: a systematic review / I.A. Brusse, N.C.J. Peters, E.A.P. Steegers // Obstetrical and Gynecological Survey. – 2011. – Vol. 65. – No. 12. – P. 794-803.
10. Keunen R.W. The electroencephalogram during normal third trimester pregnancy and six months postpartum / Ingrid A. Brusse, Nina C.J. Peters, Eric A.P. Steegers // Br. J. Obstet. Gynaecol. – 1997. – Vol. 104. – No. 2. – P. 256-261.

**Рецензенты:**

Авруцкая В.В., д.м.н., ведущий научный сотрудник акушерско-гинекологического отдела, заведующая поликлиникой ФГБУ «РНИИАП» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону;

Ермолова Н.В., д.м.н., заместитель директора по науке ФГБУ «Ростовский научно-исследовательский институт акушерства и педиатрии» Министерства здравоохранения России, г. Ростов-на-Дону.