

Н. Д. Сорокина¹, Г. В. Селицкий², В.М. Смирнов¹

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПОД ВЛИЯНИЕМ ОПОСРЕДОВАННОГО КРАТКОВРЕМЕННОГО ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ У ЗДОРОВЫХ И БОЛЬНЫХ ЭПИЛЕПСИЕЙ

¹ГБОУ ВПО Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, ²ГБОУ ВПО Московский государственный медико-стоматологический университет

Сорокина Наталья Дмитриевна, д-р биол. наук, доц. кафедры нормальной физиологии
117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1. E-mail: medical-phys12@mail.ru

♦ Исследованы параметры биоэлектрической активности головного мозга при воздействии переменного магнитного поля (ПеМП). Воздействовали ПеМП на ладонную поверхность каждой кисти в отдельности. Применяли магнитер «ЭДМА» (50 Гц, 40 мТ). По данным картирования и статистического анализа ЭЭГ возрастала функциональная активность синхронизирующих механизмов головного мозга, что проявлялось также и при визуальной оценке ЭЭГ генерализованными гиперсинхронными медленноволновыми вспышками у здоровых испытуемых и повышением их индекса у больных эпилепсией. Локально направленное воздействие магнитного поля независимо от стороны его приложения вызывает устойчивые изменения биоэлектрической активности головного мозга в задних отделах теменной области правого полушария.

Ключевые слова: ЭЭГ, спектральная мощность, переменное магнитное поле, головной мозг, эпилептический очаг, динамика биоэлектрической активности головного мозга

N.D. Sorokina, G.V. Selytsky, V.M. Smirnov

THE VARIATIONS OF BIOELECTRIC ACTIVITY OF BRAIN UNDER IMPACT OF MEDIATED SHORT-TIME ALTERNATING MAGNETIC FIELD IN HEALTHY PERSONS AND PATIENTS WITH EPILEPSY

The N.I. Pirogov Russian research medical university of Minzdrav of Russia, Moscow
The Moscow state medical stomatologic university, Moscow

♦ The parameters of bioelectric activity of brain under the impact of alternating magnetic field are investigated. The alternating magnetic field was applied to palm surface of each hand separately. The magnetotherapy device "Edma" (50 Hz, 40 mT) was used. The data of mapping and statistical analysis of electroencephalogram revealed that the functional activity of brain synchronizing mechanisms increased. This process manifested itself also in case of visual assessment of electroencephalogram with generalized hyper synchronous slow-wave flashes in healthy test subjects and their index increase in patients with epilepsy. The locally directed impact of magnetic field, independently of the side of its application, produces stable variations of brain bioelectric activity in metencephalic part of parietal region of right hemisphere.

Key words: electroencephalogram, spectral power, alternating magnetic field, brain, epileptic focus, dynamics of brain bioelectric activity

В последнее время достаточно подробно исследуются и широко применяются в медицине приборы с переменным магнитным полем (ПеМП), разнообразным по частоте, интенсивности, форме сигнала. Различные комбинации этих параметров вызывают самые разные биологические эффекты. Источниками искусственных ПеМП во внешней среде человека являются многие производственные условия, применение электронной техники на производстве и в быту, космические полеты человека. Все это определяет постоянный интерес физиологов, врачей и исследователей-магнитобиологов к проблеме влияния искусственных ПеМП на организм человека. Многие приборы и методические подходы заслуженно используются после клинических испытаний и получения сертификатов. Некоторые из них применяются на поверхности головы, например источники магнитных полей, используемые для лечения и диагностики в стоматологии, офтальмологии, нейрохирургии. Магнитная индукция используемых в терапии полей, за исключением импульсных, обычно составляет от 2 до 50 мТл, частота – от 0 (постоянное магнитное поле) до 50–100 Гц [1, 2, 4]. Побочные неблагоприятные эффекты, которые могут влиять на головной мозг не только при локальном воздействии магнитного поля на поверхность головы, но и при воздействии на различные отделы поверхности тела, изучены недостаточно.

Первостепенное внимание привлекает изучение влияния магнитного поля на головной мозг с поражениями эпилептического характера. Такой подход является очевидным, прежде всего в силу широкой распространенности заболе-

вания (в популяции 0,5–1,2%) и высокой представленностью эпилептических феноменов у практически здоровых лиц (до 12%). Кроме того, очаговые проявления и тем более сонастройка с ними внешних источников воздействия влияют на пластичность головного мозга и уменьшают возможности его адаптации к изменениям, происходящим в окружающей среде, а также в собственном организме.

Целью работы было исследование влияния ПеМП на головной мозг при симптоматической эпилепсии и у здоровых лиц. Были поставлены следующие задачи исследования: изучить общие изменения биоэлектрической активности головного мозга при опосредованном локальном воздействии ПеМП на поверхностные ткани тела (кисть руки); определить общие особенности изменений биоэлектрической активности головного мозга в зависимости от стороны локального воздействия ПеМП; выявить межполушарные особенности изменения биоэлектрической активности головного мозга при локальном воздействии ПеМП на правую или левую кисть.

Исследовали биоэлектрическую активность коры головного мозга у 28 здоровых испытуемых в возрасте от 19 до 30 лет и 26 больных (правшей) с симптоматической эпилепсией в возрасте от 19 до 33 лет. Больных подбирали по данным фоновой ЭЭГ и гипервентиляционной пробы с невыраженными или слабыми признаками очаговости без проявлений генерализации эпилептической или медленноволновой активности. В отдельных случаях проводили мониторинг ЭЭГ. Полушарную латерализацию эпилептического очага определяли по ЭЭГ с использованием гипервентиляционной про-

бы, компьютерной томографии и/или магнитно-резонансной томографии, неврологического и психологического обследования. Психологическое обследование включало тест Спилбергера на тревожность и тест ММРІ (9 психиатрических шкал). Воздействовали ПеМП (15 мин) на ладонную поверхность каждой кисти в отдельности. Применяли магнитер – амплитудное значение магнитной индукции 40 мТл, напряжение питания от сети переменного тока при частоте 50 Гц. Магнитотерапевтический аппарат МУМ-50 ЭДМА решением комиссии по приборам и аппаратам, применяемым в физиотерапии, Комитета по новой медицинской технике Минздрава России разрешен к серийному производству и к применению в медицинской практике в 1994 г. Прибор ЭДМА зарегистрирован в РФ, имеет Регистрационное удостоверение Минздрава России № 29\06030394\5235-03 и Сертификат соответствия № РОСС RU ИМ02.В10763.

Каждый испытуемый проходил минимум 3 электроэнцефалографических исследования с использованием следующей последовательности проб: фон – гипервентиляционная проба; фон – ПеМП на левую кисть; фон – ПеМП на правую кисть. Временной промежуток между обследованиями составлял более 7 сут. Анализировали биоэлектрические данные до пробы (фон) и после воздействий гипервентиляции (2–3 мин), а также ПеМП. Испытуемый находился в экранированной, звуко- и светоизолированной камере в состоянии расслабленного бодрствования.

ЭЭГ регистрировали с помощью 16 электродов с помощью МБН-нейрокартографа и программы Neurosoft. Электроды располагали по международной системе 10/20. Биоэлектрические данные в виде 60-секундных участков поступали в компьютер. При последующем анализе каждого отрезка ЭЭГ выбирали 3-секундные участки, свободные от артефактов. Эти участки суммировали и подвергали дальнейшей обработке по методике быстрого преобразования Фурье. Для каждого отведения в каждой частоте (δ 0,1–3,5 Гц, θ_1 4–5,5 Гц, θ_2 6–7,5 Гц, α 8–12,5 Гц, β_1 13–19,5 Гц, β_2 20–30 Гц) определяли спектральную мощность и когерентность. Анализ проводили с использованием программ статистической обработки фирмы МБН и пакета статистических программ.

К общим изменениям биоэлектрической активности головного мозга под влиянием ПеМП прежде всего следует отнести изменение амплитуды α -ритма, регистрируемого у 77% здоровых испытуемых. Независимо от стороны воздействия у 61% здоровых испытуемых локальное воздействие ПеМП по сравнению с фоновой ЭЭГ приводило к увеличению амплитуды α -ритма ЭЭГ в затылочных отведениях от 0,7% до 38,2% (среднее значение по группе $21,4 \pm 6,7\%$), без достоверной разницы по полушариям и с достоверным ($p < 0,05$) преобладанием в правой теменной области. Прослеживалась связь между динамикой изменения амплитуды ЭЭГ под влиянием ПеМП и исходной амплитудой α -ритма спонтанной ЭЭГ. Увеличение амплитуды было наиболее выражено у испытуемых с максимальной амплитудой α -ритма от 40 до 70 мкВ и представленностью его в затылочных и теменных областях не менее 80%. Низкие показатели изменения амплитуды ЭЭГ регистрировались при ее максимальных значениях в фоновой ЭЭГ 90 мкВ и более.

Биоэлектрические различия в величине амплитуды при функциональном реагировании головного мозга на воздействие ПеМП коррелировали и с некоторыми психологическими показателями. Так, психологическое исследование выявило, что наименьшие амплитудные изменения в ответ на воздействие наблюдались у испытуемых, уверенных в себе, с отсутствием напряжения и тревоги. Наибольшие изменения в амплитуде ЭЭГ отмечали при беспокойстве, напряженности, недостаточной адекватности поведения (выявленных по тесту СМИЛ).

У 85% больных эпилепсией в визуальных ЭЭГ регистри-

ровали α -ритм. Изменение его амплитуды на ПеМП наблюдалось у 70%. Оно было достоверно ($p < 0,05$) больше, чем у здоровых испытуемых, и составляло в затылочных отведениях от 1,6% до 50,9% (среднее значение по группе $41 \pm 7,7\%$) без достоверной разницы по полушариям и достоверно ($p < 0,05$) преобладало в правой теменной области.

При этом психологический анализ в группе больных эпилепсией в отличие от группы здоровых испытуемых выявлял повышение по шкалам тревожности и депрессивности.

Таким образом, полученный на больных эпилепсией и здоровых электроэнцефалографический материал позволяет отметить, что локально направленное на поверхность тела ПеМП воспринимается его рецепторами и эта информация проводится в головной мозг без осознания. Тестирование испытуемых и больных относительно ощущений при воздействии ПеМП показало отсутствие достоверности в уровне осознания ложных и истинных воздействий. Учитывая психологические и клиничко-электрофизиологические данные, можно заключить, что эффекты ПеМП зависят от функционального состояния головного мозга. В работе не ставилась задача проследить зависимость амплитудных реакций ЭЭГ от функциональных изменений мозга, связанных с тяжестью эпилептогенеза, поэтому подбор больных в зависимости от тяжести течения заболевания не проводили. Отдельные сопоставления между больными, «контрастными» по тяжести заболевания (частота пароксизмов, длительность заболевания), позволяют отметить тенденцию к более выраженным биоэлектрическим ответам мозга по мере прогрессирования эпилептического процесса.

Второй важной особенностью в изменении биоэлектрической активности головного мозга независимо от стороны воздействия ПеМП мы считаем генерализованные гиперсинхронные вспышки.

В обеих группах (как у больных эпилепсией, так и у здоровых испытуемых) под влиянием ПеМП прослеживались генерализованные гиперсинхронные вспышки в θ -диапазоне. Они наблюдались у 75% больных эпилепсией и у 61% здоровых испытуемых. Обращает на себя внимание то, что возникновение генерализованной гиперсинхронной активности не зависело от характера биоритмики фоновой ЭЭГ. Она с одинаковым успехом возникала как у лиц с хорошо выраженным в затылочных и теменных областях высокоамплитудным α -ритмом, так и при плоских ЭЭГ с отсутствием α -активности (рис. 1), причем в последнем случае под влиянием ПеМП иногда в задних отделах мозга возникал α -ритм.

Генерализованные вспышки гиперсинхронной медленноволновой активности, возникающие под влиянием ПеМП, имели существенные отличия от наблюдаемых при гипервентиляционной пробе. Характер вспышки можно было охарактеризовать как «залповый»: он был кратким по времени и обычно не превышал 1 с, амплитуда была близкой по величине во всех отведениях и превышала 150 мкВ. В большинстве наблюдений частота приближалась к верхней границе θ -ритма. Эти вспышки были единичными.

Выявлено также, что в обеих группах (55,6% здоровых испытуемых, 60% больных эпилепсией) под воздействием ПеМП у лиц, реагирующих изменением амплитуды α -ритма, повышался и индекс медленноволновой активности, особенно в диапазонах θ_1 и θ_2 . Повышение индекса медленноволновой активности было ниже, чем это наблюдалось под влиянием гипервентиляционной пробы, и зависело от стороны воздействия. При воздействии ПеМП на кисть левой руки оно достоверно отличалось от фона ($p < 0,05$), но не имело достоверных различий с показателями при гипервентиляционной пробе. Индекс медленноволновой активности при воздействии ПеМП на кисть правой руки изменялся незначительно и достоверных различий с

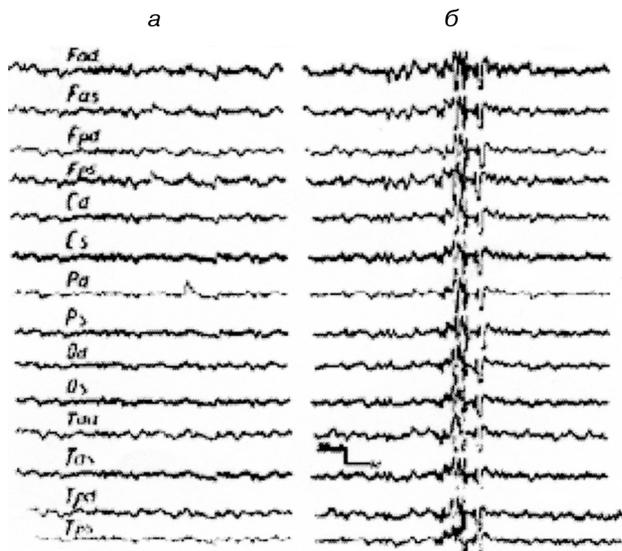


Рис. 1. ЭЭГ здорового испытуемого.
а – фоновая; б – после воздействия ПеМП.

фоном не выявлял, но в сопоставлении с гипервентиляционной пробой, как и в фоновой регистрации, было получено достоверное ($p < 0,05$) различие. Кроме того, при воздействии на левую руку наблюдалось замедление до 0,5 Гц α -ритма у 60% больных и 44,5% здоровых испытуемых. Эти изменения были нехарактерны при воздействии на правую руку и наблюдались у 20% больных и 11,1% здоровых испытуемых. Таким образом, выявлялась особенность частотного изменения α -ритма при воздействии ПеМП: левостороннее достоверно ($p < 0,05$) отличалось от правостороннего.

В δ - и θ_1 -диапазоне спектральная мощность и когерентность на воздействие ПеМП в разнице фон – проба ПеМП (по группе испытуемых) достоверно ($p < 0,05$) изменялась в передних отделах полушарий, в θ_1 - и α -диапазонах – в задних. Эти изменения характеризовались особенностями и были неравнозначными для полушарий. В δ -диапазоне усиление спектральной мощности преобладало в передне-лобных областях в полушарии, противоположном стороне воздействия. В α - и θ -диапазонах усиление спектральной мощности на воздействие ПеМП независимо от стороны его приложения устойчиво регистрировалось в правой гемисфере, в теменной области, что и демонстрируют усредненные различия (фон – проба ПеМП) по группе испытуемых (рис. 2) в двух экспериментах (при воздействии на правую и левую кисть).

Итак, под влиянием ПеМП отмечена явная тенденция к усилению синхронизации ЭЭГ в диапазоне не только α -частот, но также и в медленноволновом, особенно θ -диапазоне. Сторону воздействия отличают более выраженные биоэлектрические изменения, наблюдаемые при левосторонней направленности ПеМП, приближающиеся по показателям индекса медленноволновой активности, а также снижение частоты α -ритма при гипервентиляционной пробе. В этом отличие от правостороннего воздействия. Выявленная находка позволяет предположить различие роли полушарий в восприятии магнитного поля. Учитывая особенности влияния ПеМП на биоэлектрическую активность головного мозга, усиление процессов генерализации при восприятии

правым полушарием (с кисти левой руки), можно предположить, что эффекты ПеМП реализуются главным образом с участием правого полушария.

По группе больных эпилепсией, подобранных без эпилептических очаговых проявлений в фоновой регистрации, выявляли биоэлектрические очаговые характеристики, возникающие под влиянием ПеМП. В большинстве воздействий они графологически были представлены специфической эпилептической активностью в виде комплексов «острая волна–медленная волна» или «пик-волна», реже – гиперсинхронной медленноволновой активностью.

Признаки очаговости регистрировались при воздействии ПеМП главным образом при расположении эпилептических очагов в передне-лобных, теменных, задневисочных областях. Усиление признаков очагов раздражения под влиянием ПеМП позволяет рассматривать его использование как один из методов диагностики расположения очага. При этом они были наиболее графологически выраженными при расположении очага в теменных областях правого полушария.

Кратковременные гиперсинхронные импульсные изменения биоэлектрической активности головного мозга при воздействии ПеМП могут быть рассмотрены как отражение взаимодействий нервных и гуморальных внутримозговых механизмов. Эти вспышки, прежде всего, дают информацию о механизмах функционирования при сонстройке нервных и гуморальных систем. Как известно из литературы [3], правая гемисфера в отличие от левой более тесно связана с диэнцефальными образованиями. Вероятно, в этом взаимоотношении имеются определенные предпосылки гиперсинхронной импульсной активности, несущей глубокий смысл о сгустке гуморальных и нервных взаимодействий при бессознательном восприятии изменений в филогенетически устоявшихся постоянных информационных воздействиях.

Межполушарная особенность в виде облегченности проявлений биоэлектрических признаков очагового раздражения в теменной области правого полушария, на наш взгляд, является сформировавшейся в онтогенезе качественной характеристикой восприятия магнитного поля высшими отделами мозга человека. Биоэлектрические знаки локальной эпилептической очаговости при воздействии ПеМП были выявлены и у 22% здоровых испытуемых.

Таким образом, на основании исследований, проведенных как у здоровых испытуемых, так и у больных эпилепсией, однозначным является заключение о провоцирующей эпилептическую активность характере воздействия переменного магнитного поля. Любое использование

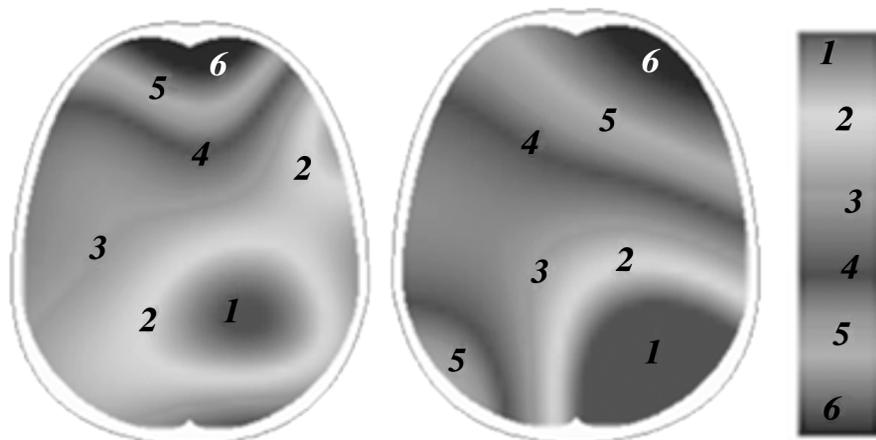


Рис. 2. Изменение спектральной мощности под влиянием ПеМП.

Представлены усредненные данные по результатам разницы спектральной мощности в θ_2 -диапазоне фоновой ЭЭГ и ЭЭГ при воздействии ПеМП на правую и левую руку у здоровых испытуемых (а) и у больных эпилепсией (б).

Обозначения на шкале: 1 – максимальное значение – 22–25 мкВ²/Гц, 2 – 19–22 мкВ²/Гц, 3 – 16–19 мкВ²/Гц, 4 – 13–16 мкВ²/Гц, 5 – 10–13 мкВ²/Гц, 6 – 7–10 мкВ²/Гц.

источников магнитного поля при эпилепсии требует обязательного предварительного электроэнцефалографического контроля. При отсутствии возможности такого контроля их применение не показано. Что касается электрических бытовых приборов, многие из которых в рабочих режимах имеют электромагнитные поля, то требуются их санитарно-гигиенические оценки, а также дополнение защитными экранами с определением безопасного расстояния от пользователя. Во внимание должно приниматься и то, что эта особенность регистрируется не только при непосредственном воздействии постоянного магнитного поля на голову [4], но, как показали наши данные, и при воздействии направленных источников переменного магнитного поля на отдельные поверхностные участки тела.

Усиление синхронизации биоэлектрической активности головного мозга при воздействии ПемП, вероятно, связано с неспецифическими системами мозга. Из этого положения логично вытекает усиление проявления эпилептических очагов, что имеет практическое значение для повседневной диагностики. При этом необходимо учитывать межполушарную особенность восприятий ПемП – локализацию усиления процессов синхронизации в теменной области правого полушария.

Выводы

1. Кратковременные локальные воздействия переменного магнитного поля повышают функциональную активность синхронизирующих механизмов головного мозга, что проявляется при визуальной оценке ЭЭГ генерализованными гиперсинхронными медленноволновыми всплыв-

ками у здоровых испытуемых и повышением их индекса у больных эпилепсией. Оценка спектральной мощности выявляет ее повышение в группах здоровых испытуемых и больных эпилепсией, в α - и медленноволновом диапазонах (преимущественно θ_2).

2. Независимо от латерализации локально направленного воздействия магнитного поля выявляются устойчивые изменения биоэлектрической активности головного мозга в задних отделах теменной области правого полушария.

3. Согласно полученным нами данным, корковый анализатор восприятия магнитного поля у правой, вероятно, представлен структурами задних отделов теменной области правого полушария, а пути, проводящие эффекты изменения магнитного поля, представлены проводниками глубокой (проприоцептивной) чувствительности.

4. Воздействие переменного магнитного поля может быть рекомендовано к использованию в клинической электроэнцефалографии для диагностики эпилепсии, в частности для латерализации очага, особенно в спорных случаях правополушарного расположения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.А., Макарова И.И. Среда обитания и реактивность организма. – Тверь, 2001.
2. Бинги В.Н., Миляев В.А., Саримов Р.М., Заруцкий А.А. // Биомед. техн. и радиоэлектрон. – 2006. – № 8–9. – С. 48–58.
3. Жаворонкова Л. А. Правши-левши. Межполушарная асимметрия биопотенциалов мозга человека. – М., 2009.
4. Kramarenko A.V., Tan U. // Int. J. Neurosci. – 2003. – Vol. 113, N 7. – P. 1007–1019.

Поступила 06.06.12

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2012
УДК 618.177-07:616.153.915-39

Л.И. Колесникова, Л.А. Гребенкина, Б.Я. Власов, М.А. Даренская, А.В. Лабыгина, Л.В. Сутурина, Л.Ф. Шолохов, Е.С. Шаульская*

СИСТЕМА ПЕРОКСИДАЦИИ ЛИПИДОВ – АНТИОКСИДАНТНАЯ ЗАЩИТА ПРИ КОНТРАЦЕПЦИИ И ЭНДОКРИННОМ БЕСПЛОДИИ

ФГБУ Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека Сибирского отделения РАМН, Иркутск

*Гребенкина Людмила Анатольевна, канд. биол. наук, ст. науч. сотруд. лаборатории патофизиологии репродукции. 664003, Иркутск, ул. Тимирязева, д. 16. E-mail: gleblud@mail.ru

♦ Представлены результаты исследования характера изменений параметров системы перекисное окисление липидов (ПОЛ) – антиоксидантная защита (АОЗ) у 38 фертильных женщин, принимающих комбинированные оральные контрацептивы (КОК) на фоне ятрогенной ановуляции, и у 33 женщин с бесплодием на фоне ановуляции, обусловленной функциональной гиперпролактинемией. У фертильных женщин, принимающих контрацептивы, и у пациенток с бесплодием вследствие функциональной гиперпролактинемии установлена однонаправленность изменений системы ПОЛ–АОЗ. Обнаруженные количественные изменения параметров ПОЛ – АОЗ обсуждаются в связи с высокой редокс-емкостью глутатионового буфера, а также полифункциональной ролью ретинола как антиоксиданта и прогормона.

Ключевые слова: липопероксидация, антиоксидантная защита, гиперпролактинемия, ановуляция, контрацептивы

L.I. Kolesnikova, L.A. Grebenkina, B.Ya. Vlasov, M.A. Darenskaya, A.V. Labygina, L.V. Suturina, L.F. Sholokhov, E.S. Shaulskaaya

THE SYSTEM OF PEROXIDATION OF LIPIDS AS A ANTIOXIDANT PROTECTION UNDER CONTRACEPTION AND ENDOCRINE INFERTILITY

The research center of family health and human reproduction of Siberian branch of the Russian academy of medical sciences, Irkutsk

♦ The article presents the results of study of character of variations of parameters of the peroxidation-antioxidant protection system. The experimental sample included 38 fertile women taking complex oral contraceptive pills against the background of iatrogenic anovulation and 33 women with infertility against the background of anovulation conditioned by functional hyperprolactinemia. In fertile women taking contraceptive pills and in female patients with infertility conditioned by functional hyperprolactinemia the unilaterality of changes in peroxidation - anti-oxidant protection system is established. The established qualitative changes of parameters of the peroxidation - anti-oxidant protection system are discussed in connection with high redox-capacity of glutathione buffer and poly-functional role of retinol as an anti-oxidant and pro-hormone.

Key words: lipoperoxidation, ant-oxidant protection, hyperprolactinemia, anovulation, contraceptive pills