

ФГБНУ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФАРМАКОЛОГИИ ИМЕНИ В.В. ЗАКУСОВА»
ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА» МИНЗДРАВА РОССИИ
ФГБОУ ДПО «РОССИЙСКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ НЕПРЕРЫВНОГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ» МИНЗДРАВА РОССИИ

Л.Н. Неробкова, Г.Г. Авакян,
Т.А. Воронина, Г.Н. Авакян

Клиническая электроэнцефалография. Фармакоэлектроэнцефалография



Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2018

**СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ.
ВИЗУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, СФЕРА ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ,
КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ.
КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ.
ПАТТЕРНЫ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ.
ПАТТЕРНЫ КОМЫ**

Л.Н. Неробкова; при участии С.Б. Ткаченко, Ю.Б. Филатовой

Электрическая активность головного мозга представляет собой нерегулярную кривую сложного строения в виде волн различной длительности и амплитуды. На первом этапе расшифровки ЭЭГ необходимо просмотреть ее всю от начала до конца, чтобы составить о ней общее представление (условия регистрации, наличие артефактов, реакция на нагрузки, наличие пароксизмальной и локальной патологической активности).

Анализ ЭЭГ, выбранной из дискового архива для визуального и математического анализа ЭЭГ и формирования заключения, включает:

- редактирование записи, связанное с удалением артефактов;
- выделение участков, представляющих интерес для математического анализа;
- математический анализ записей с получением на экране его результатов в числовом и графическом виде;
- специальные преобразования (например, фильтрацию), а также другие вспомогательные операции (необходимо проводить для идентификации определенных паттернов ЭЭГ);
- документирование исследования, состоящее в выдаче на печать числовых и графических результатов.

Формирование медицинского заключения. При диагностической оценке ЭЭГ учитывают частотный состав ЭЭГ, ее компоненты и характер организации (паттерн) биоэлектрической активности. Чтобы правильно описать и оценить ЭЭГ, важно хорошо владеть специальной терминологией, принятой Международной федерацией клинической нейрофизиологии.

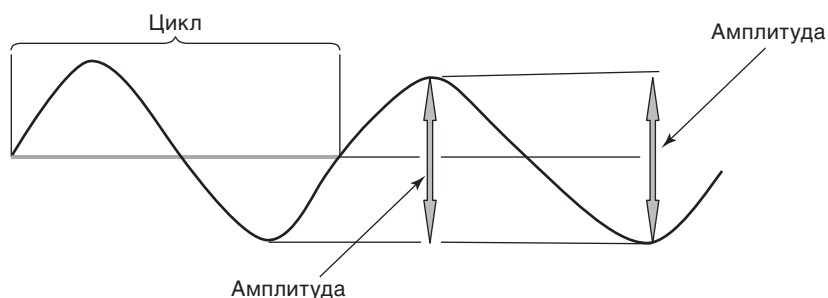


Рис. 2.1. Схема определения амплитуды и периода отдельной волны

Волна — одиночное колебание потенциала любой амплитуды и формы (рис. 2.1).

Амплитуда волны — величина колебания потенциала от пика до пика, измеряется в микровольтах и милливольтках.

Период (цикл) — длительность интервала между началом и концом одиночной волны или комплекса волн. Период отдельных волн ритма ЭЭГ обратно пропорционален частоте этого ритма.

Частота — число волн или комплексов волн в секунду.

Полоса частот — часть спектра синусоидальных колебаний электромагнитных излучений, лежащая в определенных пределах.

Диапазон частот — участок частотного спектра изменчивости потенциалов головного мозга, ограниченный определенными частотными рамками. Современная классификация частот выделяет следующие диапазоны: δ -диапазон — 0,5–4 колебаний/с, θ -диапазон — 4,5–7 колебаний/с, α -диапазон — 8–12 колебаний/с, β_1 -диапазон — 16–20 колебаний/с, β_2 -диапазон — 20–35 колебаний/с, γ -диапазон — выше 35 колебаний/с.

Компонент — любая отдельная волна или комплекс волн, различаемых на ЭЭГ.

Комплекс (волновой комплекс) — активность, состоящая из двух или нескольких волн характерной формы, отличных от основного фона, и имеющая тенденцию сохранять свою структуру при повторении.

Ритм ЭЭГ — спонтанная электрическая активность мозга, состоящая из волн, имеющих относительно постоянный период (рис. 2.2).

На ЭЭГ взрослого человека выделяют α - и β -ритмы, а также сенсомоторный, или σ -ритм — 13–15 колебаний/с.

Патологическими для взрослого бодрствующего человека являются δ - и θ -ритмы.

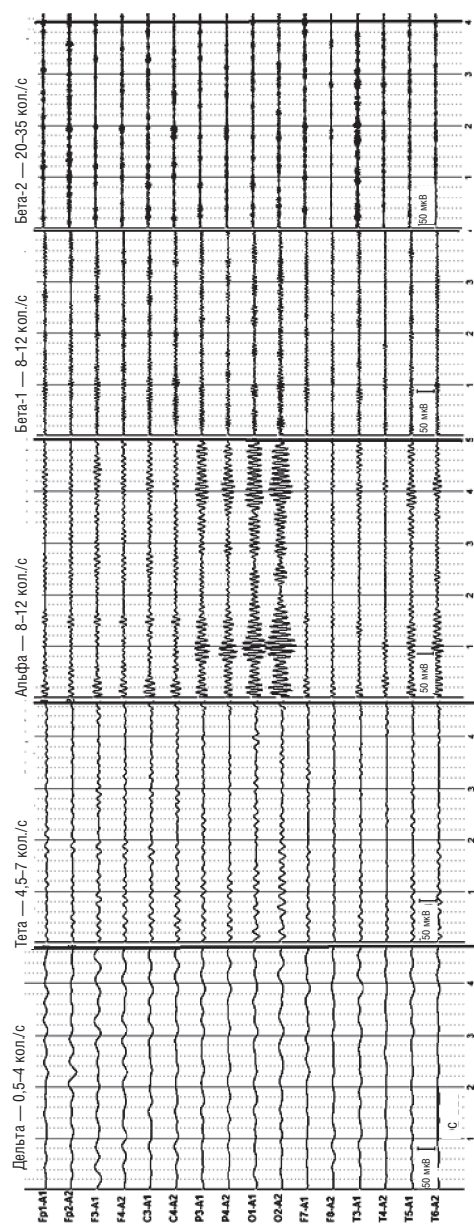


Рис. 2.2. Примеры электроэнцефалографических ритмов различных частотных диапазонов

Индекс — относительный показатель выраженности какой-либо активности ЭЭГ. Индекс α (θ , δ и т.д.) — время (в %), в течение которого на каком-либо отрезке кривой выражена данная активность. Интегральный индекс, характеризующий структуру ЭЭГ в целом, отношение интенсивности быстрых ($\alpha + \beta$) и медленных (δ - и θ -) ритмов.

Визуальный анализ ЭЭГ включает описание главных, наиболее выраженных компонентов α -, β -, θ - и δ -ритмов по степени выраженности, частоте, амплитуде (очень низкая — до 10 мкВ, низкая — до 20 мкВ, средняя — 40–50 мкВ, высокая до 70–80 мкВ, очень высокая — выше 80 мкВ) и по зональным различиям.

Кроме того, отмечают локальные патологические знаки, наличие пароксизмальной и эпилептической активности, описывают отдельные типы биоэлектрических потенциалов и их характер.

Основные виды активности электроэнцефалограммы

α -Активность представляет собой синусоидальные колебания частотой 8–13 Гц и амплитудой 40–100 мкВ, выявляется при проведении ЭЭГ в состоянии пассивного бодрствования. α -Ритм — регулярная волновая активность с частотой 8–12 Гц. Он характеризуется спонтанными изменениями амплитуды (модуляции), выражающимися в чередующемся нарастании и снижении амплитуды волн с образованием так называемых веретен длительностью от 2 до 8 с. В норме α -ритм доминирует в затылочных отделах мозга, убывает по амплитуде от затылка ко лбу, симметричен по частоте и амплитуде, к тому же наблюдается функциональная асимметрия с незначительным превышением амплитуды в доминирующем полушарии вследствие функциональной асимметрии мозга. Индекс α -активности в затылочно-теменных отделах коры составляет 75–95% (рис. 2.3).

Важно отметить, что в показателях биоэлектрической активности мозга существуют некоторые индивидуальные различия. Известно, что на ЭЭГ некоторых здоровых лиц α -ритм отсутствует (10–30% общей выборки), а в некоторых случаях α -активность усилена по сравнению с наиболее часто встречающимися вариантами нормы. Появление высокоамплитудного α -ритма в височных областях может свидетельствовать об эпилептиформных изменениях. Высокая амплитуда более характерна для замедленного α -ритма. При асимметрии α -активности по амплитуде более чем на 35–50% следует предположить наличие патологического процесса. Признаки дезорганизации α -ритма значимы, если периоды соседних волн отличаются на 1–2 Гц и более, при этом форма α -волн искажена, а модуляции амплитуд нечеткие или беспорядочные.

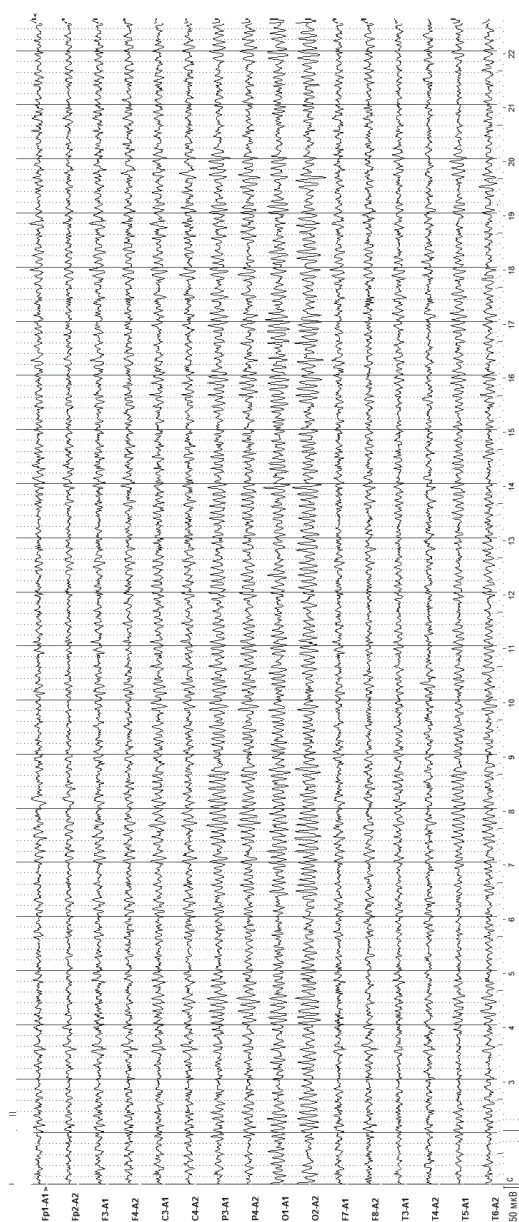


Рис. 2.3. Мужчина, 41 год. На электроэнцефалограмме регистрируется моделированный α -ритм, доминирующий в затылоч-но-теменных отведениях. Амплитуда — 50–70 мкВ, индекс — 72–24%

Депрессия α -ритма и замедление его частоты также наблюдаются при заболеваниях, сопровождающихся гипертермией.

Критерии патологии при оценке α -ритма. Нарушения функционального или морфологического характера в первую очередь сказываются на параметрах α -ритма.

- Постоянное наличие α -ритма (индекс $>50\%$) в лобных отделах мозга при биполярной регистрации с электродов, наложенных с малыми межэлектродными расстояниями (рис. 2.4; 2.6, см. цв. вклейку).
- Амплитудная межполушарная асимметрия $>30\%$ (рис. 2.5; 2.6, см. цв. вклейку).
- Частотная асимметрия >1 колебаний/с (рис. 2.7, см. цв. вклейку).
- Нарушение образа: нарушение синусоидальности волн, отсутствие модуляции, появление пароксизмального ритма (рис. 2.5, 2.8, 2.9). Наличие аркообразного α -ритма (рис. 2.8, 2.9).
- Изменения количественных параметров, отсутствие стабильности по частоте, снижение амплитуды <20 мкВ или повышение >90 мкВ, снижение индекса α -ритма $<50\%$ вплоть до его полного отсутствия (рис. 2.7, см. цв. вклейку).

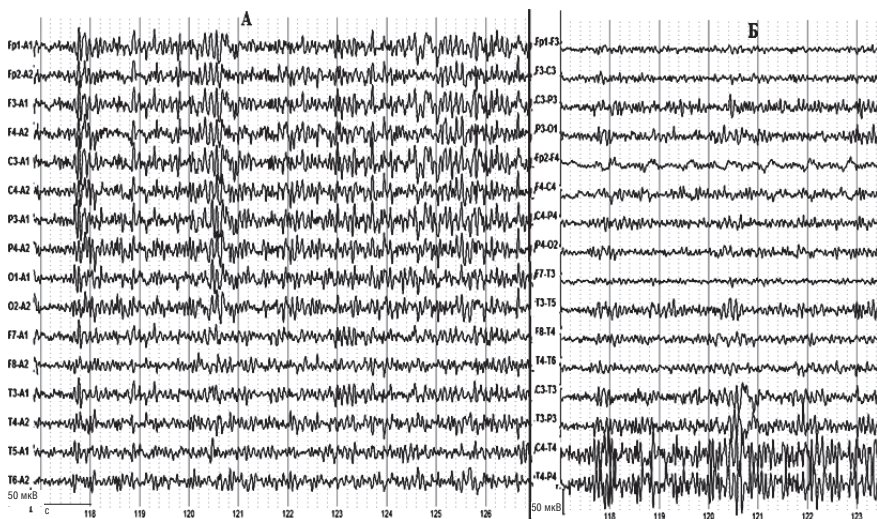


Рис. 2.4. Мужчина, 45 лет. Киста правой височной области. На электроэнцефалограмме отмечаются постоянное наличие α -ритма (индекс $>50\%$) в лобных отделах мозга, отсутствие модуляции, появление пароксизмального α -ритма, нарушение синусоидальности волн (А — монополярный монтаж; Б — продольный биполярный монтаж)

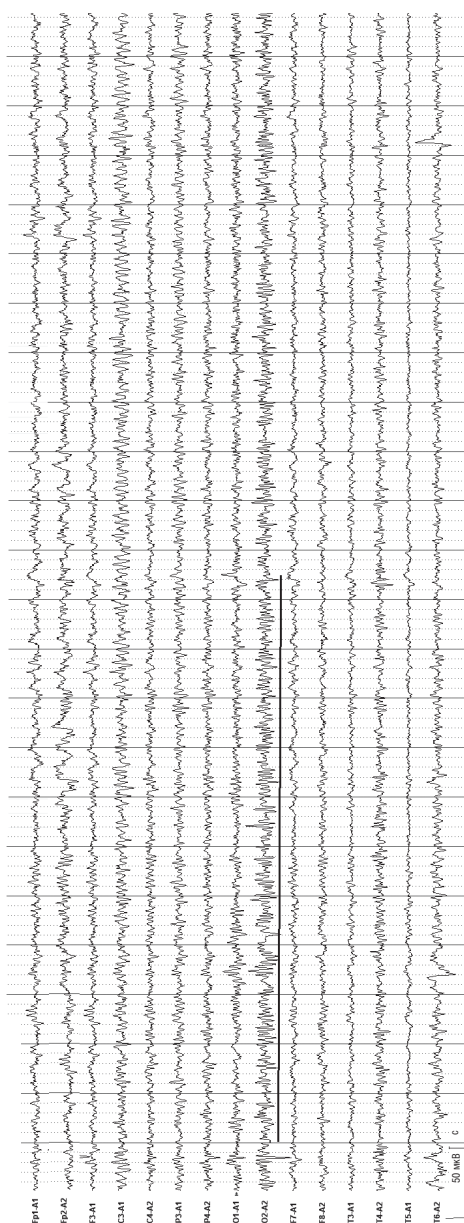


Рис. 2.5. Мужчина, 16 лет. Киста правой передней области. На электроэнцефалограмме отмечаются амплитудная межполушарная асимметрия α -ритма >30%, отсутствие модуляции, появление пароксизмальных α -волн

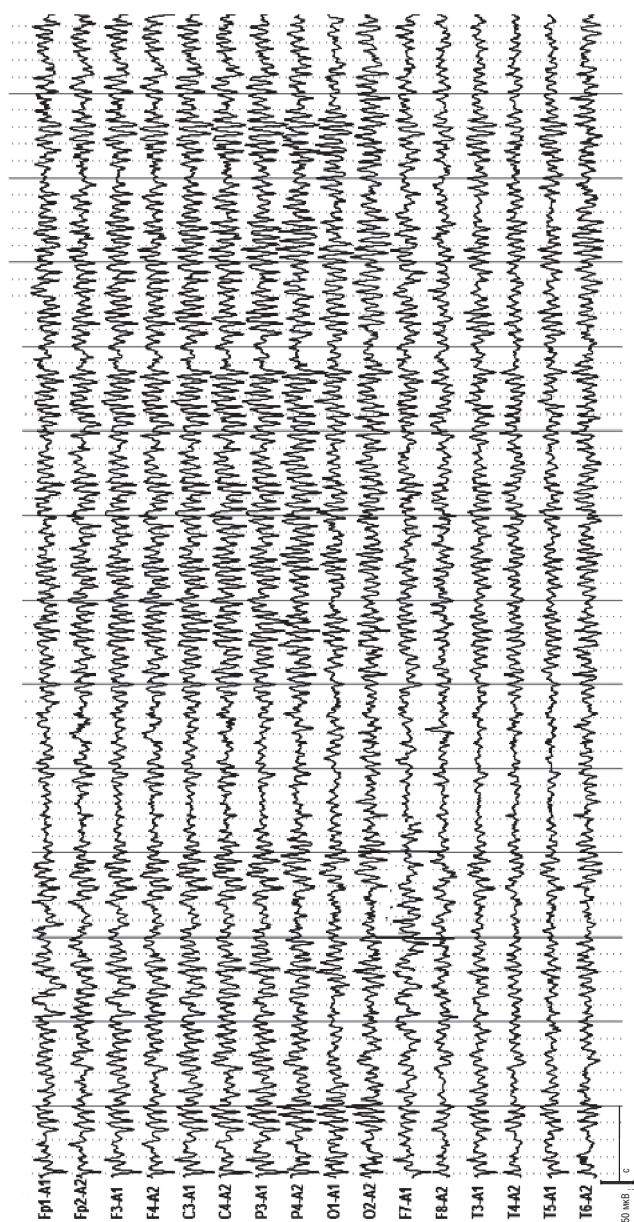


Рис. 2.8. Женщина, 23 года. Киста правой передней области. На электроэнцефалограмме отмечаются постоянное наличие α -ритма в лобно-центрально-теменных отделах мозга, отсутствие модуляции, появление аркообразного α -ритма

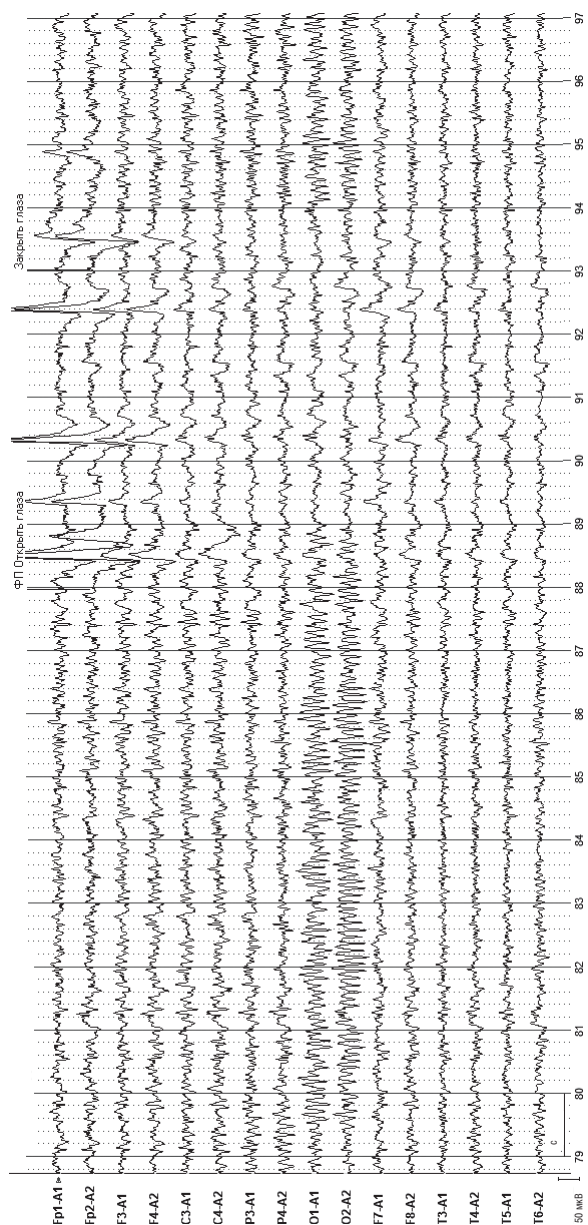


Рис. 2.9. Женщина, 63 года. Жалобы на сильные головные боли и подъем артериального давления. При электроэнцефалограмме отмечаются наличие аркообразного α -ритма в затылочных отделах мозга и отсутствие модуляции. При ультразвуковой доплерографии выявлено нарушение кровообращения в бассейне среднелобовой артерии слева

μ-Активность. По частоте и амплитуде μ -активность соответствует α -активности, но имеет характерную аркоподобную форму с большой разницей в полупериодах. μ -Ритм (μ -ритм, роландический ритм, сенсомоторный ритм, аркообразный ритм, гребенчатый ритм, дугообразный ритм) — ритм ЭЭГ в полосе частот 7–11 Гц. Он представляет собой аркообразные волны, регистрируемые в состоянии бодрствования в центральных и центрально-височных отделах мозга. Наблюдается у 5–15% людей. μ -Ритм связан с проприоцептивной чувствительностью. Он блокируется или уменьшается при движениях контралатеральных конечностей или тактильных раздражениях. μ -Ритм активируется во время психической нагрузки и психического напряжения. Выполнение любых движений независимо от их структуры всегда сопровождается блокированием μ -ритма. Этот ритм также блокируется мысленным представлением движения, состоянием готовности к движению или тактильной стимуляцией. Важнейшая особенность μ -ритма состоит в том, что он изменяется только под влиянием проприоцептивных раздражителей и не реагирует или мало реагирует на воздействие других сигналов (световых, звуковых). Он выражен у слепых, компенсирующих потерю зрения развитием тактильного и двигательного исследования среды, и встречается в 3 раза чаще по сравнению со зрячими пациентами. μ -Ритм выражен у спортсменов в 5 раз чаще, чем у лиц, не занимающихся спортом. У детей, страдающих аутизмом, не наблюдается депрессии μ -ритма. До настоящего времени роландический ритм не имеет четкого диагностического значения, однако наличие аркообразного ритма в центрально-височных отделах может свидетельствовать о нарушении мозгового кровообращения в бассейне среднемозговой артерии (рис. 2.10).

β-Активность представляет собой колебания частотой 14–40 Гц и амплитудой до 15–20 мкВ. Она выявляется преимущественно в передних отделах головного мозга во время активного бодрствования. В структуре β -активности выделяют низкочастотную (β_1 -активность с частотой от 13 до 22–24 Гц) и высокочастотную (β_2 -активность с частотой >22–24 Гц). Наиболее сильно этот ритм выражен в лобных областях, но при различных видах интенсивной деятельности он резко усиливается и распространяется на другие области мозга: при предъявлении нового неожиданного стимула, умственном напряжении, эмоциональном возбуждении.

Наличие высокочастотных ритмов (β_1 -, β_2 -, γ -ритм) также является критерием патологии, выраженной тем больше, чем больше частота сдвинута в сторону высоких частот и чем больше увеличена амплитуда

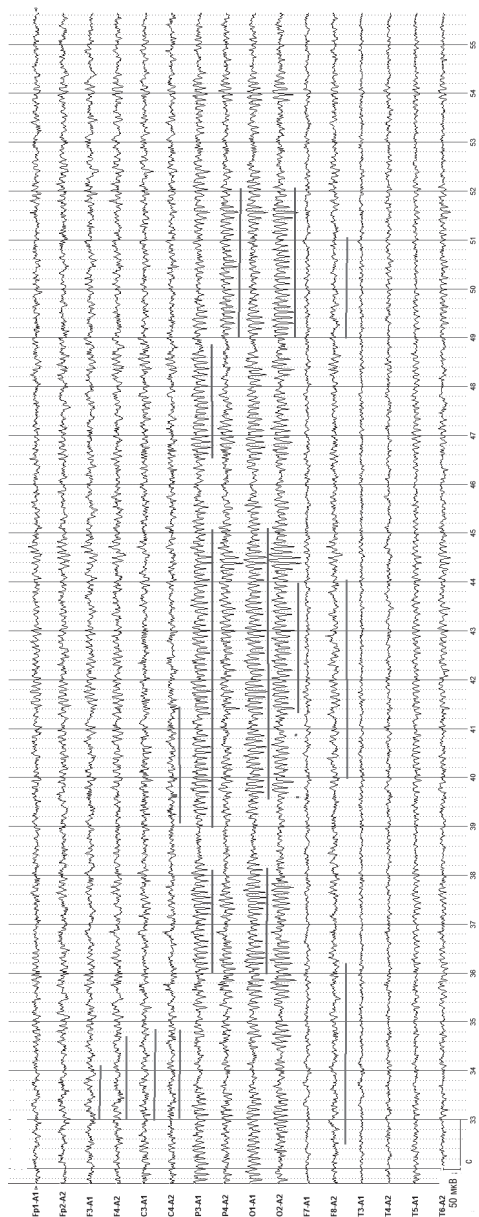


Рис. 2.10. Женщина, 60 лет. На электроэнцефалограмме отмечается наличие аркообразного α -ритма (μ -ритма) в теменно-затылочных отделах мозга и локальной δ -активности в височно-центральных отделах правого полушария. На ультразвуковой доплерографии выявлено нарушение кровообращения в бассейне среднелозговой артерии справа

высокочастотного ритма. Усиление колебаний этих форм волн свидетельствует о проявлении ирритативных нарушений в коре головного мозга и изменений деятельности гипоталамо-диэнцефальных образований. Отмечено повышение представленности β -волн при интернет-зависимости.

Критериями патологии являются:

- доминирование низкочастотного β -ритма по всей конвекситальной поверхности мозга (рис. 2.11, 2.14);
- пароксизмальные разряды β -активности (рис. 2.11, 2.12);
- очаговая локализация β -ритма, особенно с повышением его амплитуды (рис. 2.13);
- грубая межполушарная асимметрия по амплитуде ($>50\%$) (рис. 2.11, 2.14);
- приобретение β -ритмом α -подобного ритмичного синусоидального образа (рис. 2.13);
- увеличение амплитуды β -ритма >7 мкВ (рис. 2.11, 2.12).

θ -Активность — это медленноволновая активность частотой 4–7 Гц различной амплитуды. Международная федерация обществ электроэнцефалографии и клинической нейрофизиологии к θ -ритму рекомендует относить колебания с частотой от 4 до 8 Гц. Период этих колебаний составляет 150–250 мс. Во время бодрствования волны θ -ритма представлены на ЭЭГ человека в виде отдельных колебаний или небольших групп волн с амплитудой 20–60 мкВ. θ -Активность на ЭЭГ взрослого здорового человека в бодрствующем состоянии составляет очень небольшой процент, усиливается при эмоциональном возбуждении и во время дремоты. Низкоамплитудный θ -ритм (25–35 мкВ) рассматривается как нормальный компонент ЭЭГ человека. В норме θ -ритм регистрируется у детей раннего и старшего возраста и взрослых во время сонливости. В небольшом количестве и при амплитуде ниже амплитуды α -ритма θ -активность встречается на ЭЭГ бодрствующих взрослых людей при решении когнитивных заданий (тестов) на обучение и память. Появление θ -активности на ЭЭГ в другие промежутки времени свидетельствует о снижении уровня функциональной активности коры и всего мозга в целом. Наличие θ -активности с амплитудой >40 мкВ и $>15\%$ от всего диапазона частот свидетельствует о патологических изменениях, обусловленных фокальными повреждениями подкорковых структур, метаболическими изменениями (метаболические энцефалопатии), глубокими повреждениями по средней линии, в некоторых случаях — о гидроцефалии. Генерация корковой θ -активности проецируется через таламокортикальные проекции и находится под