

УДК 616.8-073.97

ББК 56.12-43

К49

01-УПС-2929

Авторы:

Неробкова Любовь Николаевна — канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории психофармакологии ФГБНУ «НИИ фармакологии им. В.В. Закусова»;

Авакян Георгий Гагикович — канд. мед. наук, доцент кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России;

Воронина Татьяна Александровна — д-р мед. наук, профессор, руководитель лаборатории психофармакологии ФГБНУ «НИИ фармакологии им. В.В. Закусова», заслуженный деятель науки РФ;

Авакян Гагик Норайрович — д-р мед. наук, профессор кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, заслуженный деятель науки РФ.

К49 Клиническая электроэнцефалография. Фармакоэлектроэнцефалография / Л. Н. Неробкова [и др.]. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. — 288 с. : ил. — (Серия «Библиотека врача-специалиста»).

ISBN 978-5-9704-4519-8

С каждым годом метод клинической электроэнцефалографии становится все более востребованным для дифференциальной диагностики ряда заболеваний центральной нервной системы. В книге приведены современные способы регистрации электроэнцефалографии, функциональные пробы, методы обработки и математического анализа электроэнцефалограмм. Рассмотрены особенности электроэнцефалограмм при различных функциональных состояниях. Особое внимание уделено видеоэлектроэнцефалографическому мониторингу, а также фармакоэлектроэнцефалографическим исследованиям и методам их стандартизации.

Издание предназначено врачам функциональной диагностики, неврологам, психиатрам, слушателям циклов повышения квалификации и профессиональной подготовки врачей, а также аспирантам, клиническим ординаторам и студентам старших курсов медицинских вузов.

УДК 616.8-073.97

ББК 56.12-43

Права на данное издание принадлежат ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа». Воспроизведение и распространение в каком бы то ни было виде части или целого издания не могут быть осуществлены без письменного разрешения ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа».

© Коллектив авторов, 2018

© ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа»,
2018

© ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа»,
оформление, 2018

ISBN 978-5-9704-4519-8

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Список сокращений и условных обозначений	6
Введение. История развития клинической электроэнцефалографии и фармакоэлектроэнцефалографии. Общие представления о методических основах электроэнцефалографии. Значения электроэнцефалографии в клинической и экспертной практике	7
Глава 1. Техника и методика регистрации электроэнцефалографии. Техническое обеспечение: электроэнцефалографические установки, типы электродов, схемы расположения электродов и коммутация (монтажи) (протокол проведения исследования)	13
Глава 2. 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)	22
Глава 3. Электроэнцефалограмма при различных функциональных состояниях: бодрствование, ориентировочная реакция, направленное внимание. Электроэнцефалограмма при эмоциональном возбуждении, электроэнцефалограмма сна	89
Глава 4. Функциональные пробы при электроэнцефалографическом исследовании: реакция активации (открывание–закрывание глаз), ритмическая фотостимуляция, гипервентиляция, депривация сна	93
Глава 5. Планирование электроэнцефалографического исследования. Стратегия записи электроэнцефалограммы: порядок выполнения функциональных проб, их характер и продолжительность. Подготовка обследуемого и проведение обследования (Л.Н. Неробкова; при участии С.Б. Ткаченко)	134
Глава 6. Математические методы анализа электроэнцефалограммы. Частотный и спектрально-когерентный анализ электроэнцефалограммы. Определение α -(θ -, δ -)индекса. Когерентность. Метод локализации эквивалентных дипольных источников электроэнцефалограммы (Л.Н. Неробкова; при участии С.Б. Ткаченко)	144
Глава 7. Видеоэлектроэнцефалографический мониторинг. Введение. Показания и противопоказания. Техническое обеспечение. Описание метода. Правила проведения. Диагностический алгоритм (Г.Н. Авакян; при участии А.В. Анисимовой, С.О. Айвазяна, В.О. Генералова)	151

7.1. Сравнение результатов стандартной электроэнцефалографии длительностью до 20 мин и видеоэлектроэнцефалографического мониторинга длительностью 4–24 ч, включающего запись сна.....	154
7.2. Задачи видеоэлектроэнцефалографического мониторинга на разных этапах ведения пациентов с эпилепсией и эпилептическими синдромами.....	156
Глава 8. К вопросу о методологии и стандартизации метода электроэнцефалографии в фармакоэнцефалографических исследованиях (Л.Н. Неробкова, Г.Н. Авакян)	183
Глава 9. Фармакоэлектроэнцефалографические исследования	190
9.1. Фармакоэлектроэнцефалографические исследования при анализе эффектов противоэпилептических препаратов в клинической практике.....	190
9.2. Фармакоэлектроэнцефалографические исследования при анализе эффектов антипаркинсонических препаратов в клинической практике	215
Заключение.....	228
Список литературы	230
Приложения	238
Приложение 1. Алгоритм описания электроэнцефалограммы.	
Интерпретация электроэнцефалографических данных.	
Критерии нормы и патологии электроэнцефалограммы покоя. Признаки нормы и патологии при оценке функциональных нагрузок. (Протокол написания заключения. Заключение и интерпретация результатов. Выдача результатов исследования пациенту).....	238
Приложение 2. Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению рутинной электроэнцефалографии (При участии О.В. Беляева, Д.В. Самыгина)	247
Приложение 3. Возможности аппаратно-программного комплекса «НЕЙРО-КМ» для топографического картирования электрической активности мозга	262
Приложение 4. Пособие по клинической электроэнцефалографии.....	270
Предметный указатель	281

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее издание представляет собой обобщенный результат многолетнего сотрудничества неврологов кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России и фармакологов лаборатории психофармакологии ФГБНУ «Институт фармакологии им. В.В. Закусова». С каждым годом метод клинической электроэнцефалографии (ЭЭГ) становится все более востребованным для дифференциальной диагностики ряда заболеваний центральной нервной системы (ЦНС). Необходимость применения клинического ЭЭГ-исследования обусловлена тем, что эти данные должны учитываться при обследовании как здоровых людей при профессиональном отборе, особенно работающих в стрессовых ситуациях или во вредных условиях производства, так и пациентов с различными патологическими состояниями для решения дифференциально-диагностических задач, что особенно важно на ранних стадиях заболевания для выбора наиболее эффективных методов лечения и контроля проводимой терапии.

Широкий полиморфизм клинических проявлений и вариабельность циркадных ритмов, пароксизмальных состояний, в первую очередь эпилептических приступов, часто приводит к диагностическим ошибкам, неадекватному назначению терапии и необоснованной медикаментозной нагрузке пациентов. В то же время для клинициста важна оценка биоэлектрической активности головного мозга не только в момент пароксизма, но и в межприступном периоде. В связи с этим все большее значение, в том числе для подбора дифференцированного медикаментозного лечения и оценки динамики проводимой терапии, приобретает метод видеоэлектроэнцефалографического (видео-ЭЭГ) мониторинга.

С учетом большого опыта авторов по экспериментальному изучению бензодиазепиновых транквилизаторов, противосудорожных и психотропных препаратов (нейролептиков, психостимуляторов, ноотропов) особое место в монографии занимают методические подходы и результаты клинического фармакоэлектроэнцефалографического (фармако-ЭЭГ) исследования.

Глава 2

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.

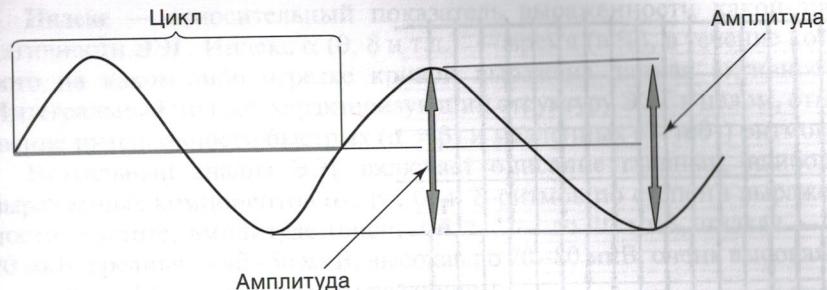


Рис. 2.1. Схема определения амплитуды и периода отдельной волны

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

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

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.

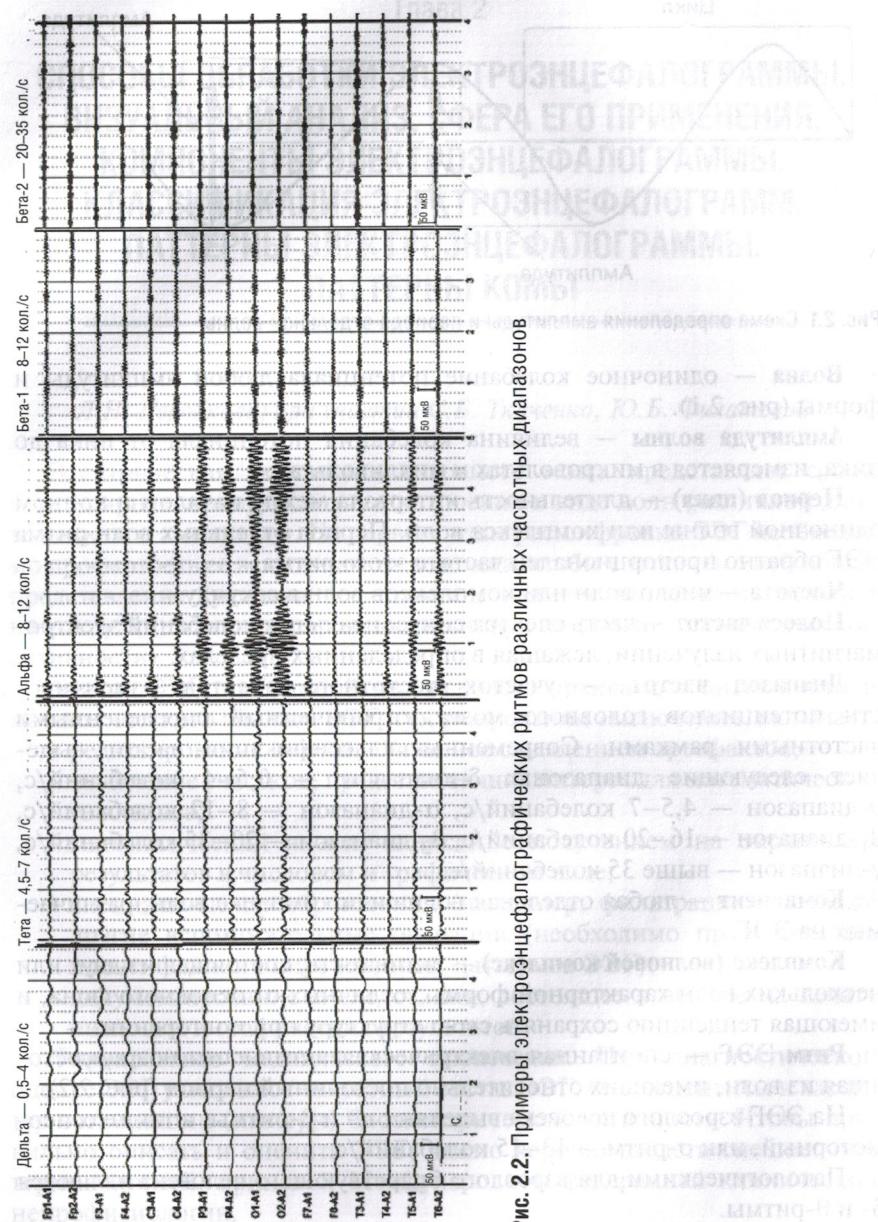


Рис. 2.2. Примеры электроэнцефалографических ритмов различных частотных диапазонов

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 усиlena 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.

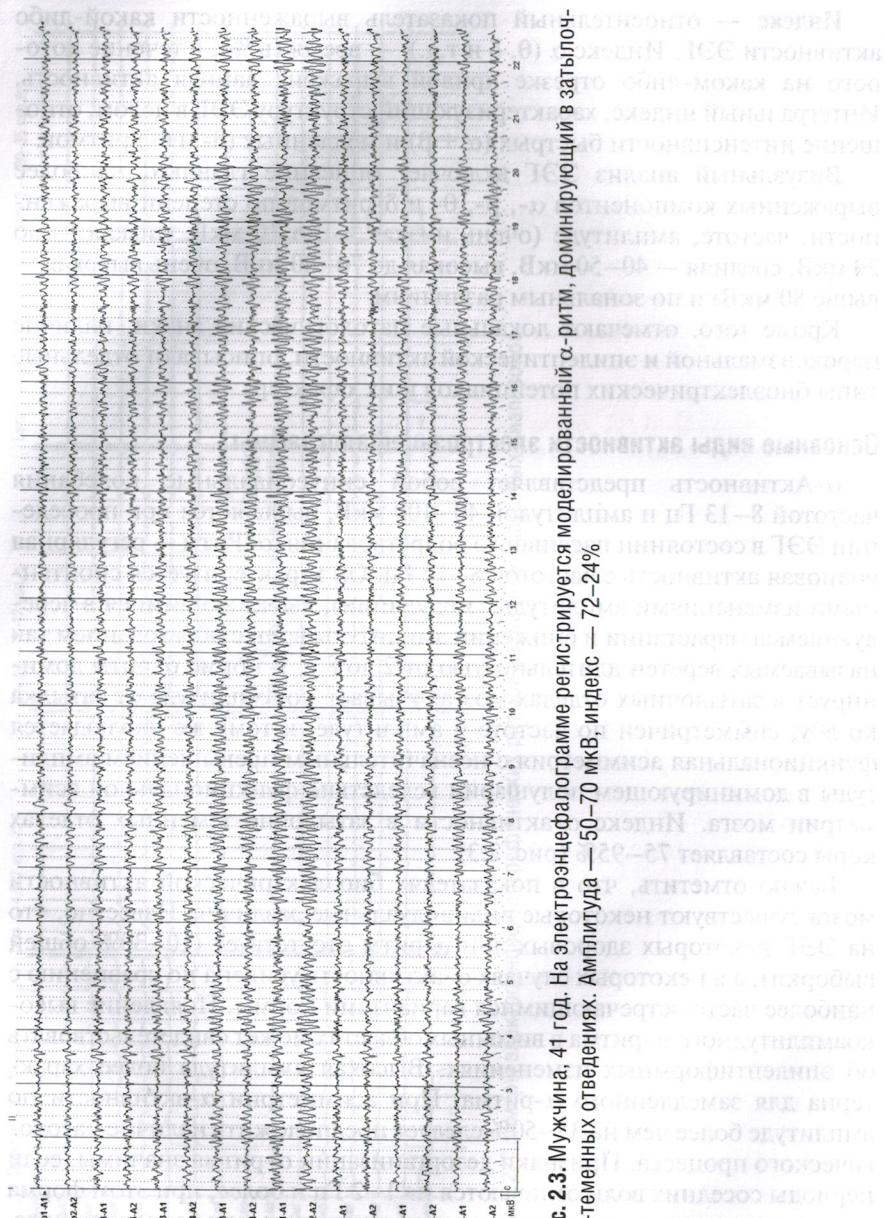


Рис. 2.3. Мужчина, 41 год. На электроэнцефалограмме регистрируется моделированный α -ритм, доминирующий в затылочных теменных отведениях. Амплитуда — 50–70 мкВ, индекс — 72–24%.

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).

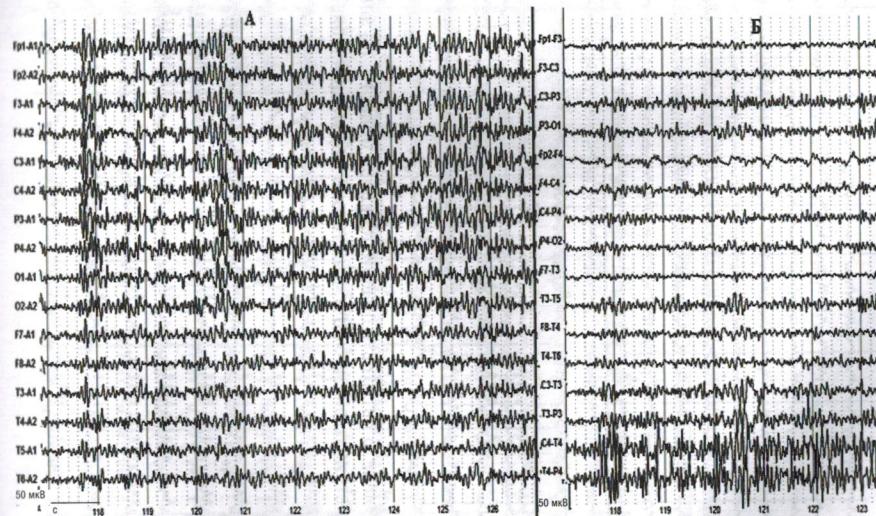


Рис. 2.4. Мужчина, 45 лет. Киста правой височной области. На электроэнцефалограмме отмечаются постоянное наличие α -ритма (индекс >50%) в лобных отделах мозга, отсутствие модуляции, появление пароксизмального α -ритма, нарушение синусоидальности волн (А — монополярный монтаж; Б — продольный биполярный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

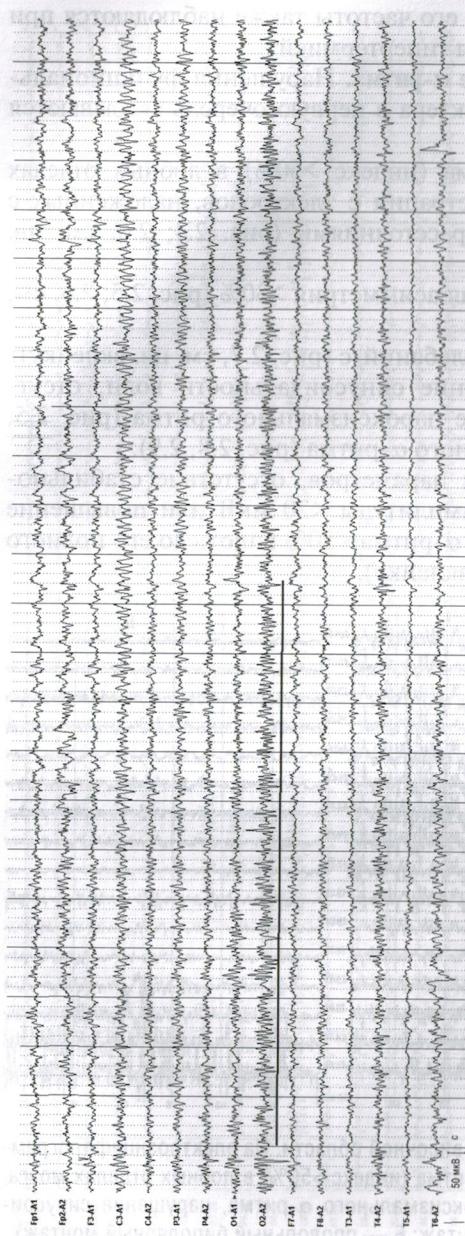


Рис. 2.5. Мужчина, 16 лет. Киста правой передней области. На электроэнцефалограмме отмечается амплитудная межполушарная асимметрия α -ритма >30%, отсутствие модуляции, появление пароксизмальных α -волн

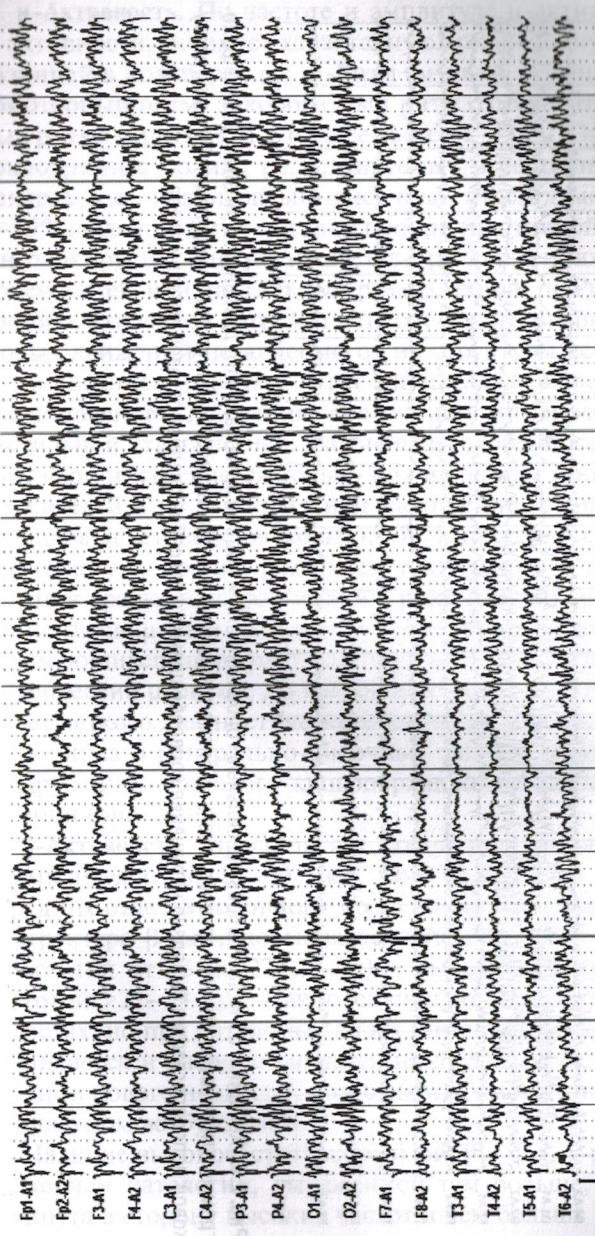


Рис. 2.8. Женщина, 23 года. Киста правой передней области. На электроэнцефалограмме отмечается постоянное наличие α -ритма в лобно-центрально-теменных отделах мозга, отсутствие модуляции, появление архобразного α -ритма

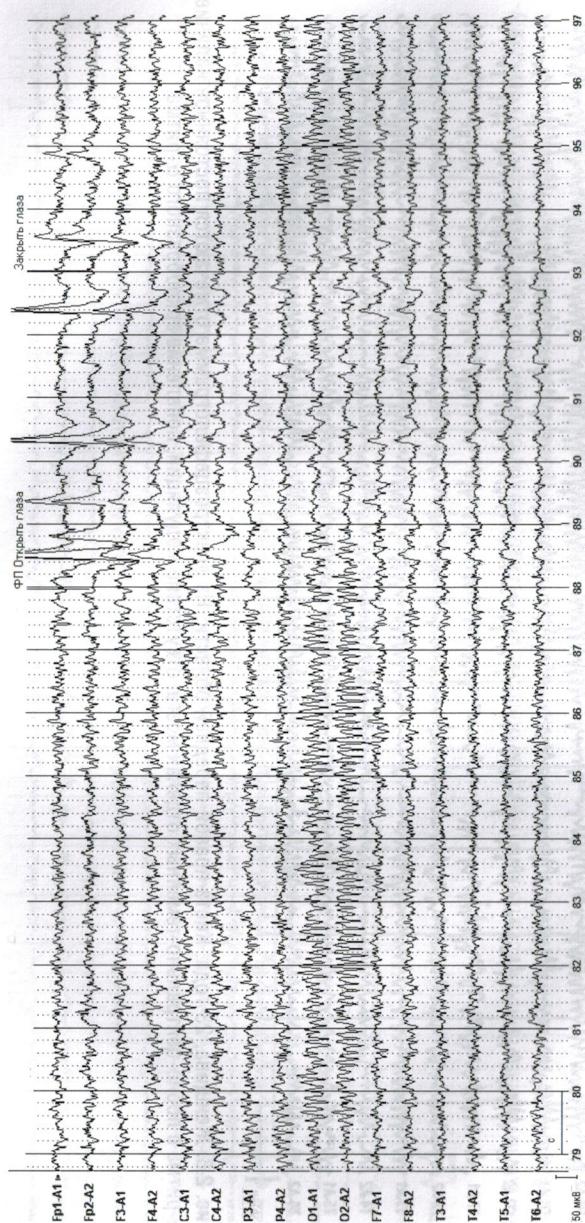


Рис. 2.9. Женщина, 63 года. Жалобы на сильные головные боли и подъем артериального давления. При электроэнцефалограмме отмечаются наличие аркообразного α -ритма в затылочных отделах мозга и отсутствие модуляции. При ультразвуковой допплерографии выявлено нарушение кровообращения в бассейне среднемозговой 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 большая частота сдвинута в сторону высоких частот и чем больше увеличена амплитуда