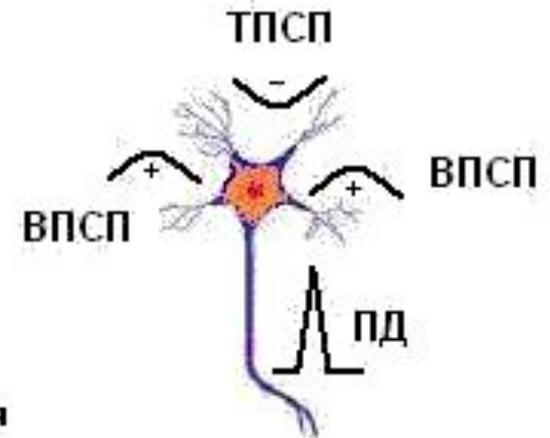


ПРИНЦИПЫ АНАЛИЗА ЭЭГ
Эпилепсия 1

Определение

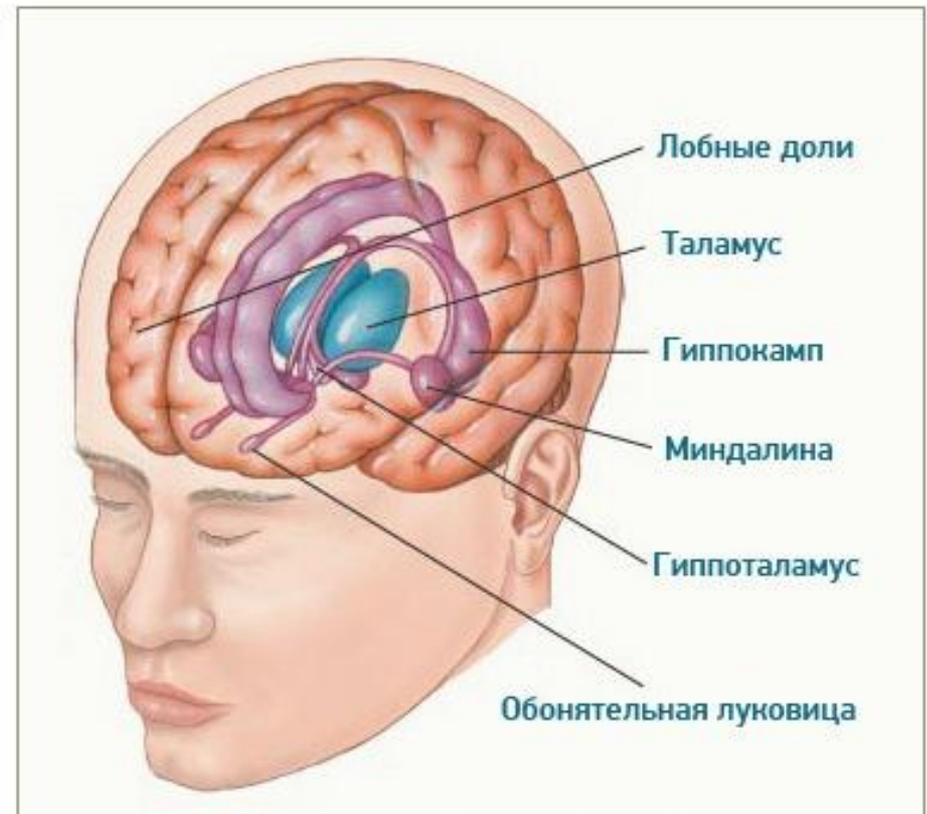
Эпилепсия является одним из распространенных хронических заболеваний головного мозга. Согласно определению, эпилепсия — это хроническое заболевание головного мозга, характеризующееся повторными непровоцируемыми приступами нарушения двигательных, чувствительных, вегетативных, мыслительных или психических функций, возникающих вследствие чрезмерных нейронных разрядов (ILAE, 1989).

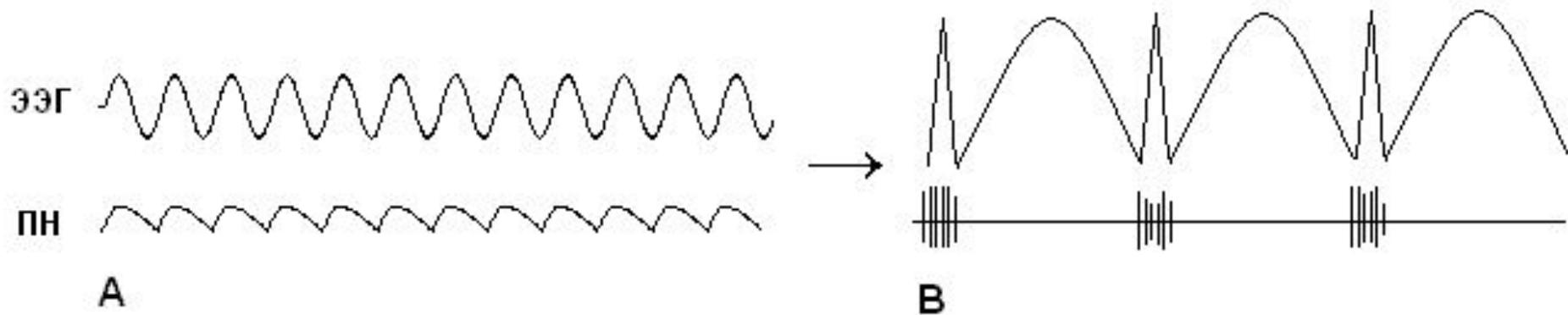
Нейрон. Возбуждающие и тормозные ПСП, потенциал действия.



Обычная спонтанная ЭЭГ, ее основные ритмы возникают в результате пространственной и временной суммации постсинаптических потенциалов (ПСП) большого количества корковых нейронов. Временные характеристики процесса суммации достаточны медленны по сравнению с длительностью ПД.

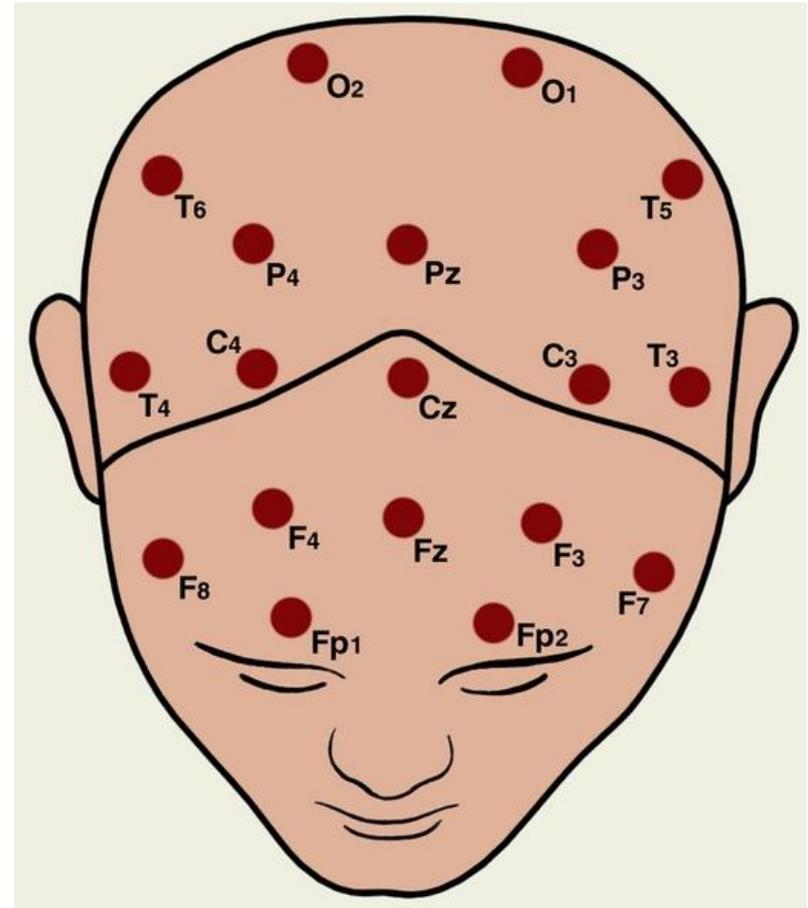
Определенная степень синхронизации задается различными подкорковыми структурами, которые выполняют роль «водителя ритма» или пейсмекера. Среди них наиболее значимую роль в генерации ритмов ЭЭГ играет таламус.





Определяющая роль ПД в формировании паттернов ЭЭГ возникает в ситуациях, когда значительное количество нейронов синхронизируется и одновременно выдает пачки или «вспышки» ПД. При этом острые компоненты ЭЭГ (спайки, острые волны) отражают не отдельные ПД, а скорее всю «пачку» потенциалов действия.

фронтальные (F1, F2.,
F3 F4, Fz);
лобные полюса (Fp1, Fp2);
центральные (C1, C2, C3,
C4, Cz);
париетальные (P1, P2 P3 P4,
Pz);
темпоральные (T1, T2, T3,
T4, T5, Tz);
окципитальные (O1,O2, Oz).



Эпилептиформная активность

- Интерпретативный термин, обозначающий определенные типы колебаний и графоэлементы, характерные для людей, страдающих эпилепсией.
- *Этот термин применяется к характеристике активности мозга вне приступа.* Поскольку связь этой активности с наличием эпилепсии у исследуемого носит *вероятностный характер*, применяется корректно осторожный термин **«эпилептиформная», а не «эпилептическая».**
- Последний термин можно использовать, когда картина ЭЭГ и состояние больного не вызывает сомнений относительно наличия у него эпилепсии.

Согласно классификации нарушений ЭЭГ различают 9 межприступных (интериктальных) и два приступных (иктальных) эпилептиформных паттерна

Межприступные эпилептиформные изменения:

- пики (спайки);
- острые волны;
- доброкачественные эпилептиформные нарушения детства (ДЭНД, «роландические» комплексы);
- комплексы пик-медленная волна;
- комплексы пик-медленная волна 3 Гц;
- медленные комплексы пик-медленная волна;
- множественные пики (полиспайки);
- гипсаритмия;
- фотопароксизмальный ответ (фотопароксизмальная реакция)

Иктальные эпилептиформные изменения:

- ЭЭГ приступа;
- ЭЭГ статуса

Спайк

- **Спайк (англ. spike — острое).** Соответственно названию этот потенциал имеет острую форму.
- Длительность его — **15-70 мс.**
- Амплитуда, как правило, превосходит амплитуду фоновой активности и **может достигать сотен или даже тысяч микровольт.** Спайки могут иметь и меньшие амплитуды, что зависит от размера и глубины залегания источника этих колебаний и ориентации этого источника по отношению к регистрирующим электродам. Спайки имеют поверхностно-негативную фазу, т.е. под электродом, подключенным к отрицательному входу усилителя, источник этого типа потенциалов дает на записи пик с заостренной вершиной, направленной кверху.
- Спайки чаще всего группируются в короткие или более длинные пачки, образуя феномен, носящий название **«множественные спайки».**

Острая волна

- Близким по происхождению феноменом является острая волна.
- Внешне она напоминает спайк и отличается от него только растянутостью во времени.
- *Длительность острой волны больше 70 мс.*
- Амплитуда может достигать тех же значений, что и амплитуда спайков.

- Поскольку β -волны имеют небольшую длительность, при возрастании их амплитуды более чем до 40-50 мкВ они автоматически приобретают заостренную форму, что характерно для некоторых форм эпилепсии.
- Такого рода колебания в клинической электроэнцефалографии обычно не называют β -ритмом, а обозначают как острые волны с указанием частоты, подчеркивая тем самым их патологический характер.
- Аналогичным образом нарастание амплитуды α -волн выше 150-200 мкВ, как правило, приводит к заострению их вершин, и в таком случае их также трактуют не как обычные α -колебания, а как острые α -подобные волны, особенно когда они следуют в виде вспышек на более низкоамплитудном фоне.

- Важной характеристикой спайков и острых волн является их *четкое отличие от фоновой активности, которую они обычно превышают по амплитуде.*
- **Острые феномены с соответствующими параметрами, нечетко отличающиеся от фоновой активности, не обозначаются как острые волны или спайки, и их, в строгом смысле слова, не относят к эпилептиформной активности.**
- Тип нормальной активности, определяемый как «быстрый α -вариант» из-за высокой частоты (14-20 Гц) и высокой амплитуды (>50 мкВ), как правило, имеет заостренную форму, однако совпадение остальных его характеристик с обычным α -ритмом позволяет правильно его интерпретировать как вариант нормы.

Ритмическая α - и β -активность высокой амплитуды, которая обычно имеет заостренную форму, не является вполне нормальной и наиболее характерно наблюдается у больных эпилепсией, в связи с чем при описании ее используют термин «***заостренная***» (***sharp-appearing***) ***α - или β -активность***, рассматривая ее как признак снижения порога судорожной готовности, не говорящий с определенностью о наличии эпилепсии у данного субъекта.

Спайк-волна.

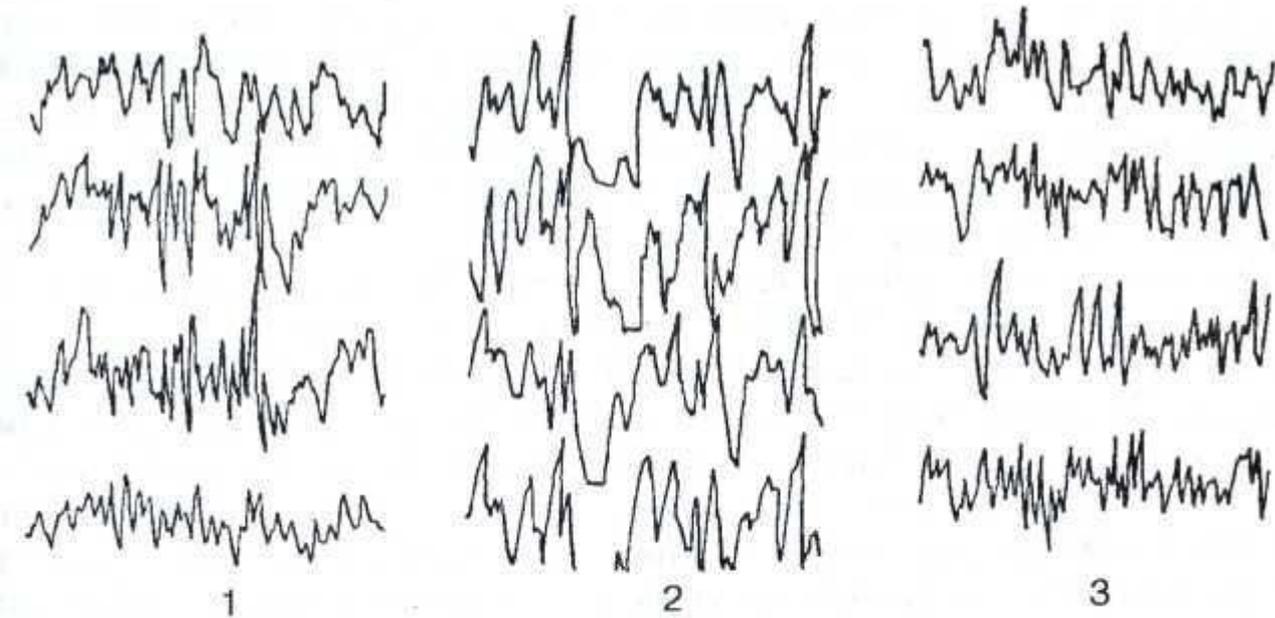
- Комплекс, возникающий от комбинации спайка с медленной волной. Как правило, эти комплексы имеют высокую амплитуду, причем амплитуды спайка и волны, входящих в комплекс, обычно коррелируют, хотя часто спайк или волна оказывается ниже или выше по амплитуде.
- Комплексы спайк-волна обычно следуют сериями повторяющихся феноменов, причем комплексы в серии бывают иногда столь стереотипны, что при наложении почти точно совпадают.
- Часто несколько спайков комбинируются с одной волной. Такой комплекс называется «множественные спайки-волна».

Острая волна-медленная волна

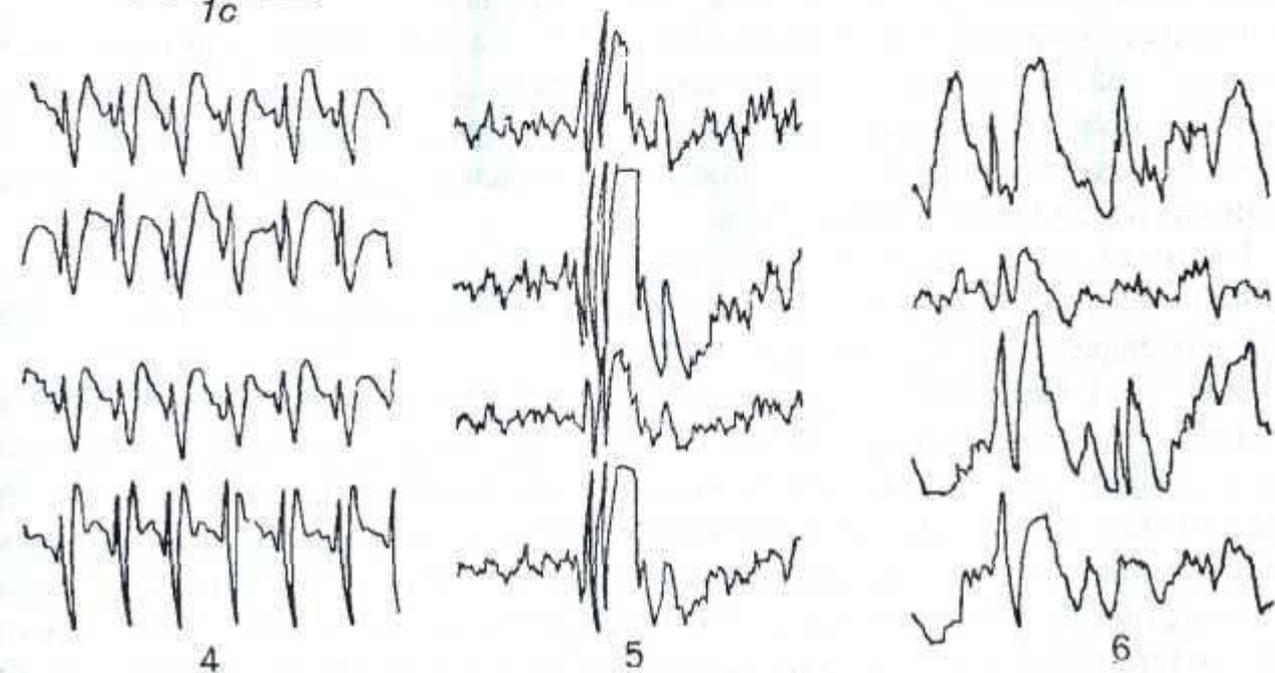
- Этот комплекс напоминает по форме комплекс спайк-волна, но имеет большую длительность.
- Обычно медленная волна имеет большую длительность, чем волна, следующая за спайком в комплексе спайк-волна.

Частота комплексов спайк-волна - **2,5-6 Гц**,
соответственно период составляет **400-160**
мс, частота комплексов острая волна-
медленная волна - обычно **0,7-2 Гц**, период
-1300-500 мс.

Основные типы эпилептиформной активности

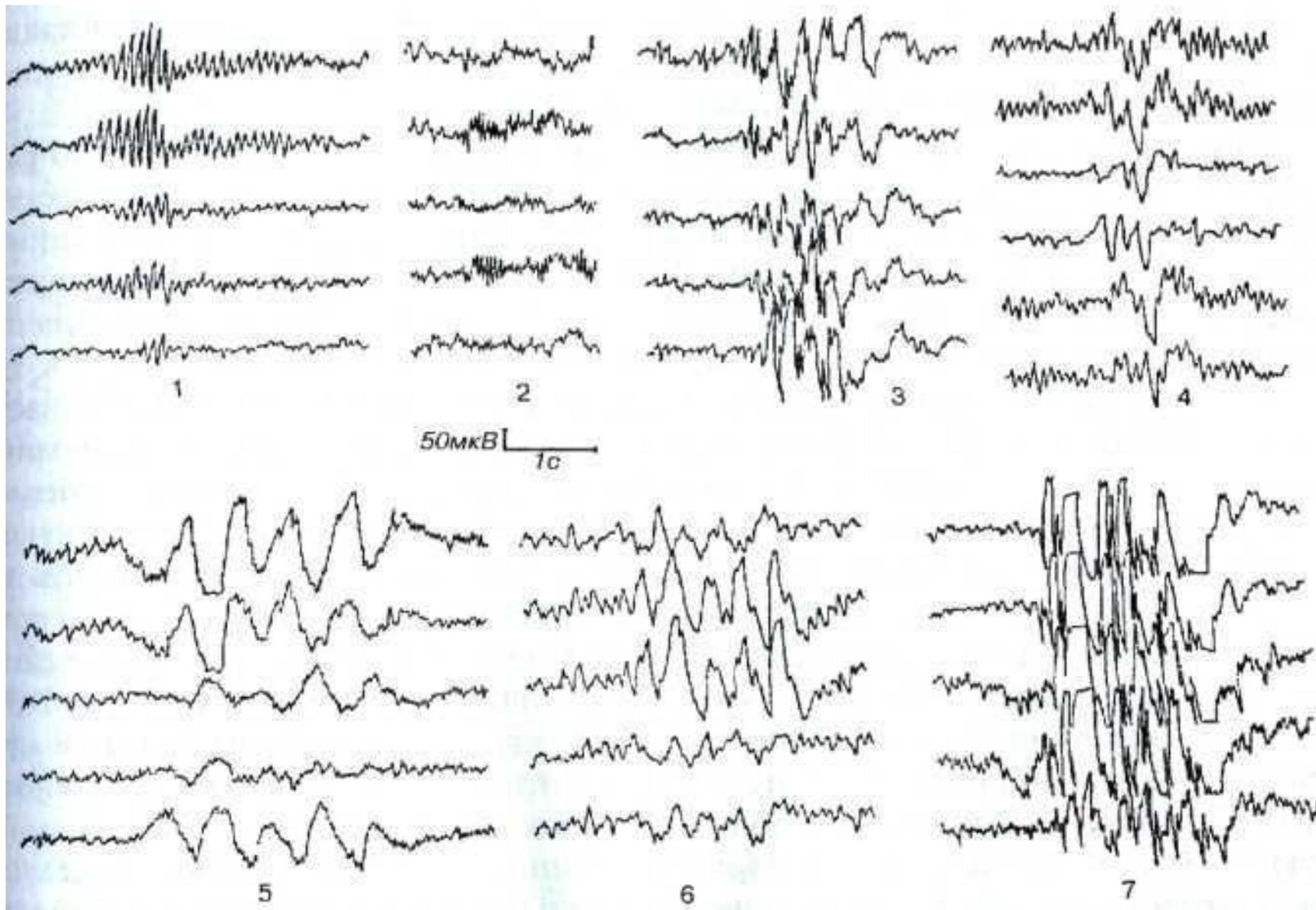


L
1c



1 - спайки; 2 – острые волны; 3 - острые волны в полосе β ; 4 – спайк волна; 5 - множественные спайки-волна; 6 — острая волна-медленная волна. Значение калибровочного сигнала для «4» — 100 мкВ, для остальных записей — 50 мкВ.

- ***Вспышки*** — описательный термин, обозначающий группу волн с внезапным возникновением и исчезновением, четко отличающихся от фоновой активности частотой, формой и (или) амплитудой. Понятие «вспышка» в общем случае не обозначает ненормальности.
- ***Разряд*** — интерпретативный термин, употребляемый для обозначения вспышки эпилептиформной активности.



Вспышки и разряды

1 — α -волн высокой амплитуды; 2 — β -волн высокой амплитуды; 3 — острых волн; 4 — полифазных колебаний; 5 — δ -волн; 6 — θ -волн; 7 — комплексов спайк-волна.

Паттерн эпилептического припадка

Этим термином обозначают обычно разряд эпилептиформной активности, типично совпадающей с эпилептическим приступом. Наиболее характерные типы такой активности соответствуют *типичным, атипичным и миоклоническим абсансам*.

Поэтому обнаружение таких феноменов, даже если не удастся четко оценить состояние сознания пациента, также характеризуется как «паттерн эпилептического припадка».

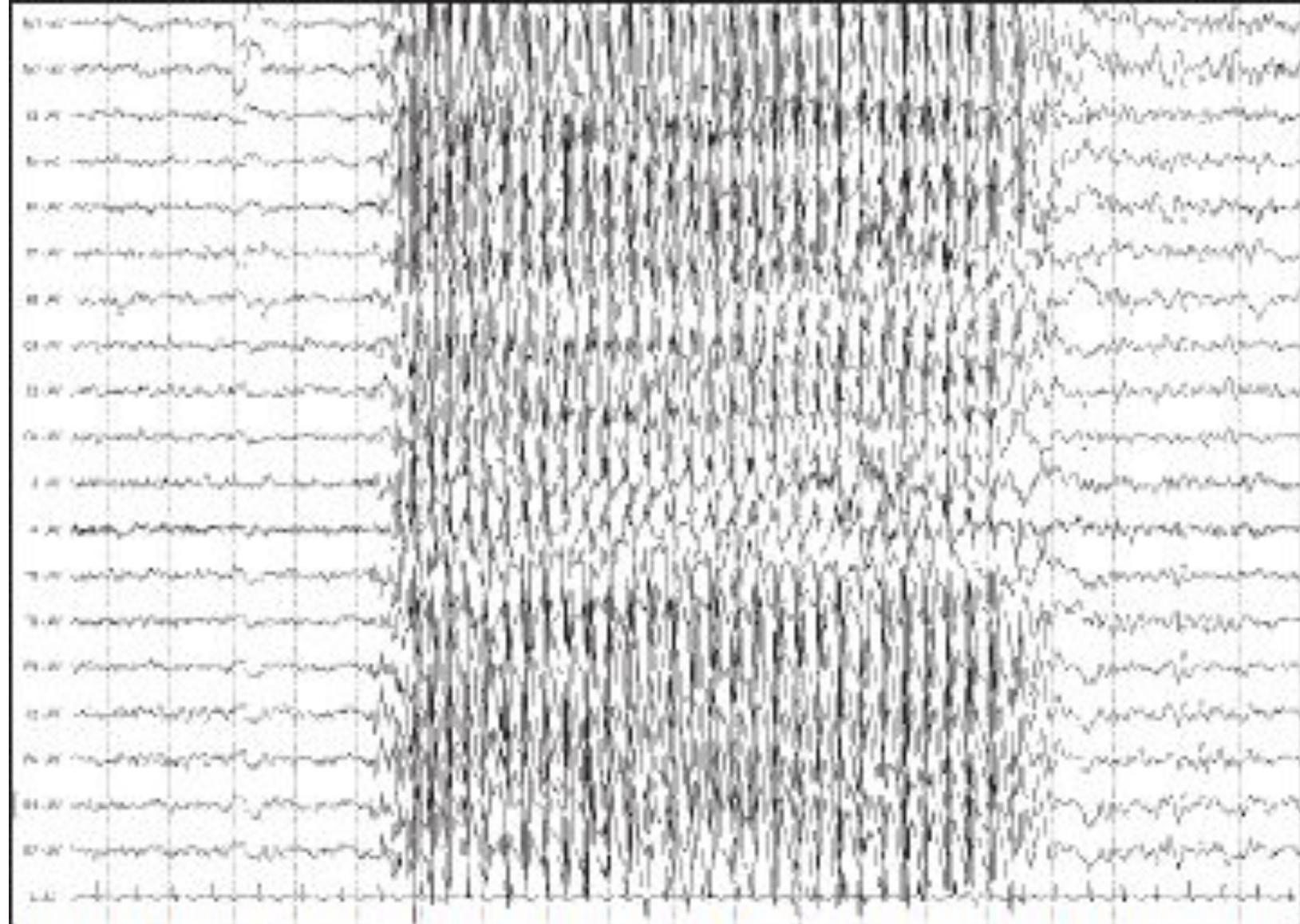
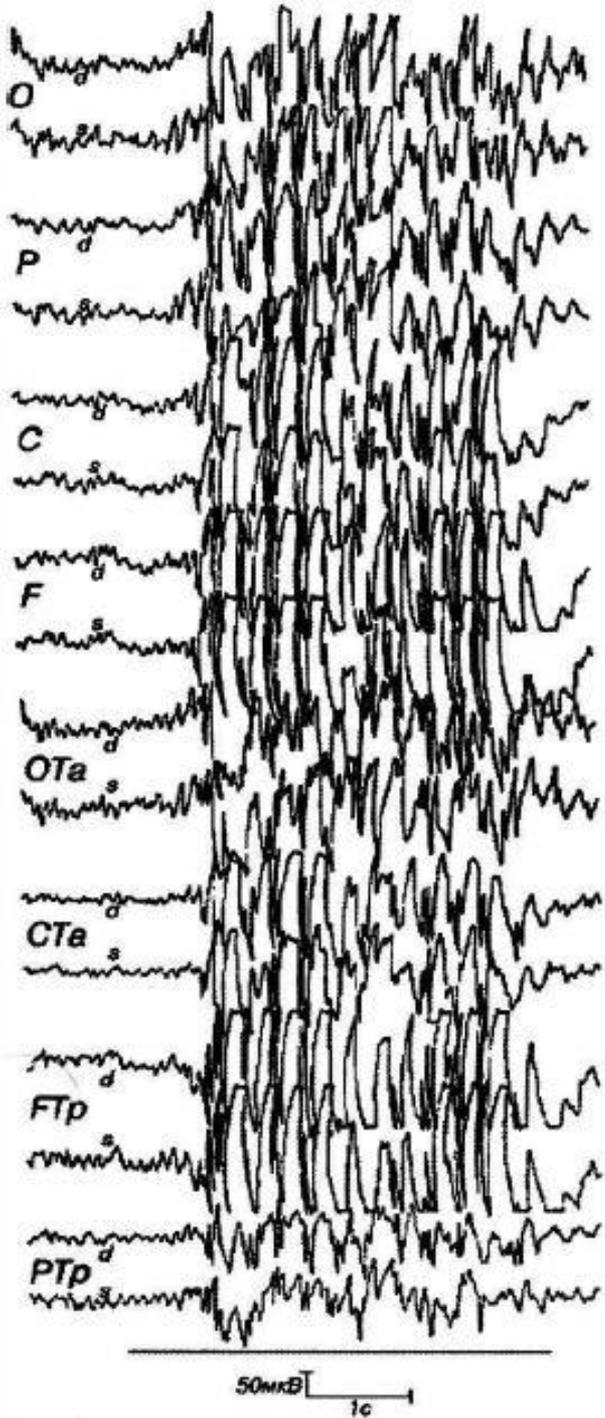


Рисунок 1. Характерный ЭЭГ-паттерн типичного абсанса: генерализованные билатерально-синхронные ритмичные комплексы пик-волна частотой 3 Гц



ЭЭГ во время
миоклонического
приступа,
спровоцированного
мелькающим светом
частотой 20 Гц, при
юношеской
миоклонической
эпилепсии.

- Психомоторные височные приступы, протекающие по типу автоматизмов, часто не содержат в своем составе острых волн и спайков, а проявляются только внезапно возникающей (обычно сначала в одной из височных долей) и затем генерализующейся ритмичной ***высокоамплитудной θ -активностью***.
- Однако четкая приуроченность ее к клиническим проявлениям приступа дает основание характеризовать эту активность также как ***электроэнцефалографический паттерн эпилептического припадка***, несмотря на отсутствие в ЭЭГ типичных эпилептиформных графоэлементов.
- ***Такая интерпретация возможна только в случае сочетанной оценки клиники и ЭЭГ***

Провоцирующие пробы

С целью выявления нарушений ЭЭГ применяются провоцирующие пробы, Наиболее значимые из них следующие:

- Открывание-закрывание глаз.
- Гипервентиляция.
- Ритмическая фотостимуляция.
- Фоностимуляция.
- Депривация сна.
- Стимуляция умственной активности.
- Стимуляция мануальной активности.

Проба на открывание-закрывание глаз (норма)

Служит для установления контакта с пациентом.

При этом медицинский работник убеждается, что пациент находится в сознании и выполняет инструкции. Данная проба позволяет выявить реактивность альфа-ритма и других видов активности на открывание глаз. В норме при открывании глаза блокируется альфа ритм, нормальная и условно нормальная медленноволновая активность.

Проба на открывание-закрывание глаз (патология)

Отсутствие реакции паттернов на открывание глаз — как правило, признак патологической активности.

Блокирование при открывании глаз затылочной пиково-волновой активности у пациентов с доброкачественной затылочной эпилепсией Гасто является важным дифференциальным признаком с симптоматической затылочной эпилепсией.

Следует помнить, что при некоторых формах фотосенситивной эпилепсии, эпилептиформная активность на ЭЭГ возникает в момент закрывания глаз. Это может быть связано с исчезновением фиксации взора при закрытых глазах. Данный феномен был описан Panayiotopoulos (1998) и назван им «fixation off» или фотосенситивностью.

Как и эпилептические припадки, эпилептиформная активность на ЭЭГ регистрируется не постоянно.

При некоторых формах эпилептических расстройств она наблюдается только во время сна, иногда провоцируется определёнными жизненными ситуациями или формами активности пациента.

Следовательно, надёжность диагностики эпилепсии прямо зависит от возможности длительной регистрации ЭЭГ в условиях достаточно свободного поведения обследуемого.

Для этой цели разработаны ***специальные портативные системы долгосрочной (12-24 ч и более) записи ЭЭГ в условиях, приближенных к обычной жизнедеятельности.***

Гипервентиляция

Реально проводима у детей после 3-х лет. Продолжительность от 3 мин у детей до 5 мин у взрослых. Гипервентиляцию нельзя проводить в самом конце записи ЭЭГ, так как патологическая активность нередко появляется спустя некоторое время после окончания пробы. Основное назначение гипервентиляции — выявление генерализованной пик-волновой активности, а иногда и визуализация самого приступа (обычно абсанса).

- Патологическая реакция на гипервентиляцию включает только появление на ЭЭГ пик-волновой активности или выраженной асимметрии паттернов.
- Принципиально важно, что любая другая реакция, в том числе и появление дельта активности, — индивидуальный вариант нормы.

Ритмическая фотостимуляция

Является важнейшей пробой для выявления патологической активности при фотосенситивных формах эпилепсии. Используется классическая методика Jeavons & Harding (1975).

Лампа стробоскопа должна находиться на расстоянии 30 см от закрытых глаз пациента. Необходимо использование широкого спектра частот, начиная от 1 вспышки в сек и, заканчивая частотой 50 Гц. Наиболее эффективна в выявлении эпилептиформной активности стандартная РФС с частотой 16 Гц.

Возможны следующие реакции на РФС

1. Отсутствие очевидной реакции.
2. Усвоение ритма: появление колебаний на ЭЭГ синхронно со вспышками при РФС.
3. Фотомииоклонический ответ: «трепетание» век и подергивание периокулярной мускулатуры (миоклонический гиперкинез) синхронно со вспышками света. Это отражается на ЭЭГ отчетливым «ритмическим миографическим артефактом» в передних отведениях.
4. Фотопароксизмальный ответ: появление при РФС эпилептиформной активности, чаще возникают короткие разряды генерализованной быстрой (4 Гц и выше) полипик-волновой активности.

Пример заключения

СОСТОЯНИЕ КОРЫ:

Альфа-ритм регулярный модулированный, заостренный, частота 9 Гц, амплитуда 40-70 мкВ, регионарное распределение правильное. При РФС наблюдается следование в диапазоне частот 7 Гц в затылочных отведениях. При первом предъявлении сенсорного сигнала возникает ориентировочная реакция в виде десинхронизации альфа-ритма. В течение первых 30 сек нет выраженной реакции основного ритма на ГВ.

СОСТОЯНИЕ ГЛУБИННЫХ РЕГУЛЯТОРНЫХ СТРУКТУР:

На ЭЭГ регистрируются генерализованные билатерально-синхронные монофазные и двухфазные острые волны альфа-диапазона, острые монофазные и двухфазные пики. РФС не влияет на изменения ЭА. ГВ усиливает изменения ЭА до пароксизмального разряда. Восстановление исходной фоновой активности происходит через 20 сек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Уровень развития ЭА коры соответствует возрастной норме

Данные ЭЭГ указывают:

на выраженные пароксизмальные изменения ЭА дизэнцефального генеза, выявляющиеся при функциональной нагрузке; снижение порога судорожной готовности.

Пример заключения

СОСТОЯНИЕ КОРЫ:

Альфа-ритм дезорганизованный, низкой частоты [7-8 Гц], амплитуда 40-70 мкв, регионарное распределение правильное. При РФС наблюдается следование на частоте 8 Гц в затылочных отведениях.

При первом предъявлении сенсорного сигнала ориентировочная реакция отсутствует. В течение первых 30 сек при ГВ наблюдается замена альфа-ритма медленными ритмами.

СОСТОЯНИЕ ГЛУБИННЫХ РЕГУЛЯТОРНЫХ СТРУКТУР:

При ГВ в затылочных и теменных отделах регистрируются билатерально-синхронные группы острых волн тета-диапазона. ГВ усиливает изменения ЭА. Восстановление исходной фоновой активности происходит через 20 сек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Уровень развития ЭА коры соответствует возрастной норме.

Данные ЭЭГ указывают:

на негрубые функциональные изменения ЭА нижнестволового генеза.

Пример заключения

ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЬФА-РИТМА:

Альфа-ритм дезорганизованный, частота 9, 10 кол/с, амплитуда 40-70 мкВ, регионарное распределение правильное. При РФС наблюдается десинхронизация АЛЬФА-ритма независимо от частоты стимуляции; реакция следования на РФС отсутствует. При первом предъявлении сенсорного сигнала возникает ориентировочная реакция в виде десинхронизации альфа-ритма. В течение первых 30 сек нет выраженной реакции основного ритма на ГВ.

В левом полушарии наблюдается редуцированный альфа-ритм.

ДИФФУЗНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ:

На этом фоне наблюдаются острые двухфазные и трехфазные волны бета-диапазона без четкой локализации, диффузные бета-колебания, двухфазные пики без четкой локализации.

ЛОКАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭА:

В лобной, центральной, передневисочной областях левого полушария регистрируются двухфазные и трехфазные острые волны альфа-диапазона, двухфазные и трехфазные острые волны тета-диапазона, разряды острых волн тета-диапазона, отдельные комплексы медленная волна-острая волна. ГВ усиливает локальные изменения. Влияние ГВ сохраняется более 30 сек.

В лобной, центральной, передневисочной областях правого полушария регистрируются зеркальные локальные изменения в виде двухфазных и трехфазных острых волн альфа-диапазона, двухфазных и трехфазных острых волн тета-диапазона, разрядов острых волн тета-диапазона, отдельных комплексов медленная волна-острая волна. ГВ усиливает локальные изменения. Влияние ГВ сохраняется более 30 сек.

СОСТОЯНИЕ ГЛУБИННЫХ РЕГУЛЯТОРНЫХ СТРУКТУР:

В лобных и центральных отделах отмечаются билатерально-синхронные группы острых волн тета-диапазона. РФС усиливает изменения ЭА. ГВ усиливает изменения ЭА. Влияние ГВ сохраняется более 30 сек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Данные ЭЭГ указывают:

на умеренные изменения ЭА по общемозговому типу;
на пароксизмальные изменения ЭА в корковых
отделах лобно-центрально-передневисочной области
левого полушария; зеркальные локальные изменения
ЭА в правом полушарии;
на функциональные изменения ЭА верхнестволового
генеза.