



А. Л. Горелик ©  
СПб НИПНИ им. В. М. Бехтерева,  
ИФБ им. И. М. Сеченова РАН  
2015

## Электрофизиологические методы исследования головного мозга :



история;

современность;

перспективы

# Неудобные вопросы:

---

- ◎ **ЗАЧЕМ** нам это надо?
- ◎ **ЗАЧЕМ** человеку мозг?
- ◎ **Как связаны между собой психика и мозг?**

*«...поистине мистическая связь психики с мозгом  
и в наш просвещённый век способна лишить смысла жизни  
и физиолога, и философа!»*

*Г. Уолтер*

# Психика и мозг:



Сенсоры и  
манипуляторы



Психика



Пользователь



# Нейрофизиологическое обеспечение психической деятельности:



# Исходные постулаты:

---

- Между психикой и мозгом имеется тесная и глубокая взаимосвязь;
- Природа этой связи нам пока неизвестна;
- Изучение механизмов мозга позволяет приблизиться к пониманию, в т. ч., и психических механизмов

# Терминология:

- Психологическая физиология;
- Психофизиология;
- Психологическая неврология;
- Нейрофизиология;
- Физиология высшей нервной деятельности

## Определение:

**Электрофизиология** – это методология исследования функций организма посредством регистрации происходящих в нем биоэлектрических процессов и измерения их параметров

**Осторожно, вранье!!!**

**Психика не является продуктом деятельности мозга!**

# Терминология:

---

*«Механизм принятия решения»;*

*«Ассоциативная деятельность»*

*И т. д., и т. п....*

**Осторожно,  
«каша» в головах!!!**

# Предыстория:



- Итальянский врач, анатом, физиолог и физик, один из основателей электрофизиологии и учения об электричестве, основоположник **экспериментальной электрофизиологии**
- Первым исследовал электрические явления при мышечном сокращении («животное электричество»)
- Обнаружил возникновение разности потенциалов при контакте разных видов металла и электролита

**Луиджи**

**Гальвани**

**(1737 – 1798)**

*гальванометр,  
гальванизация,  
гальванотерапия,  
гальванопластика...  
...Франкенштейн*

# Предыстория:

---

- 1849 г., *Du Bois Reymond* - первая публикация о наличии токов в центральной нервной системе;
- 1870 г., *Фритч и Гитциг* - при раздражении током некоторых областей боковой части мозга трупа на противоположной стороне тела возникают движения;
- 1875 г., *R. Caton, В. Я. Данилевский* – наличие спонтанной и вызванной электрической активности в мозге собаки;
- 1912 г., *П. Ю. Кауфман* - связь электрических потенциалов мозга с «внутренней деятельностью мозга» и их зависимость от изменения метаболизма мозга, воздействия внешних раздражений, наркоза и эпилептического припадка



**Владимир  
Владимирович  
Правдич-Неминский  
(1879 –1952)**

**один из основоположников  
электроэнцефалографии**

# История:

- В 1913 году Правдич-Неминский опубликовал первую электроэнцефалограмму, записанную с мозга собаки - причем сделал это без повреждения скальпа животных, с помощью струнного гальванометра
- *Правдич-Неминский:*
  - ввел термин «электроцереброграмма» - запись электрической активности мозга;
  - предложил первую классификацию частот электроэнцефалограмм, которая легла в основу современных классификаций (альфа- и бета-ритмы);
  - обнаружил ритмичность в деятельности головного мозга;
  - первым зарегистрировал (1925) реакцию «десинхронизации»;
  - предложил (1951) метод тоноэлектроцеребрографии, позволяющий судить об электрической активности головного мозга в определенные фазы сердечной деятельности



Ганс БЕРГЕР

(Hans BERGER)

(21.05.1873 – 1.06.1941)

**В 1928 впервые зафиксировал при помощи гальванометра на бумаге в виде кривой электрические сигналы от поверхности головы, генерируемые ГОЛОВНЫМ МОЗГОМ**

# История...

Грей Уолтер

(William Grey Walter)

(19.02.1910 – 06.05.1977):



*...Нейрофизиология тех лет (30-40-е годы 20 в.) – это нейроморфология и немножко Павлова...*

Расцвет – «золотое» двадцатилетие: 50-60-е годы. «Сближение» ЭЭГ и физиологии.

Торжество ЭЭГ в нейрохирургии. Школа Н. П. Бехтеревой.  
Вживленные электроды.

Открытия физиологов (ретикулярная формация).

Изобретение новых методик: ВП, ЭНМГ, полисомнографии.

Попытки матобработки ЭЭГ. Школа М. Н. Ливанова.

Представления о механизмах интегративной деятельности ГМ.  
Школа А. Р. Лурии.

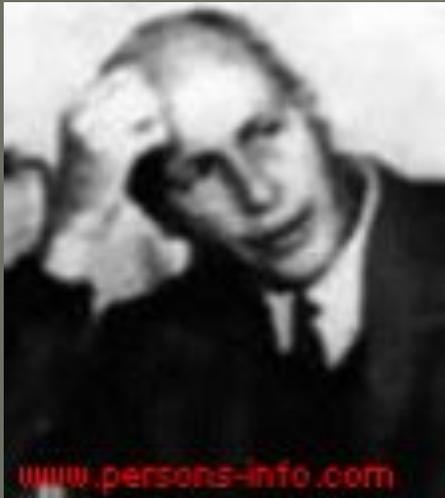
Формирование Международной Ассоциации национальных обществ энцефалографистов.

Возникновение и развитие компьютерной ЭЭГ.

Исследования влияний электрического тока на нервный субстрат.

**Сегодня ЭЭГ – главный метод ФД ГМ**

# История:



Джузеппе МОРУЦЦИ



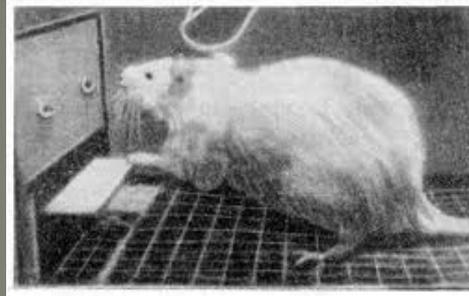
Горацио МЭГОУН

1949 год:  
канадские ученые  
Горацио Мэгоун и  
Джузеппе Моруцци  
показали роль  
ретикулярной формации  
в поддержании  
уровня  
активации коры

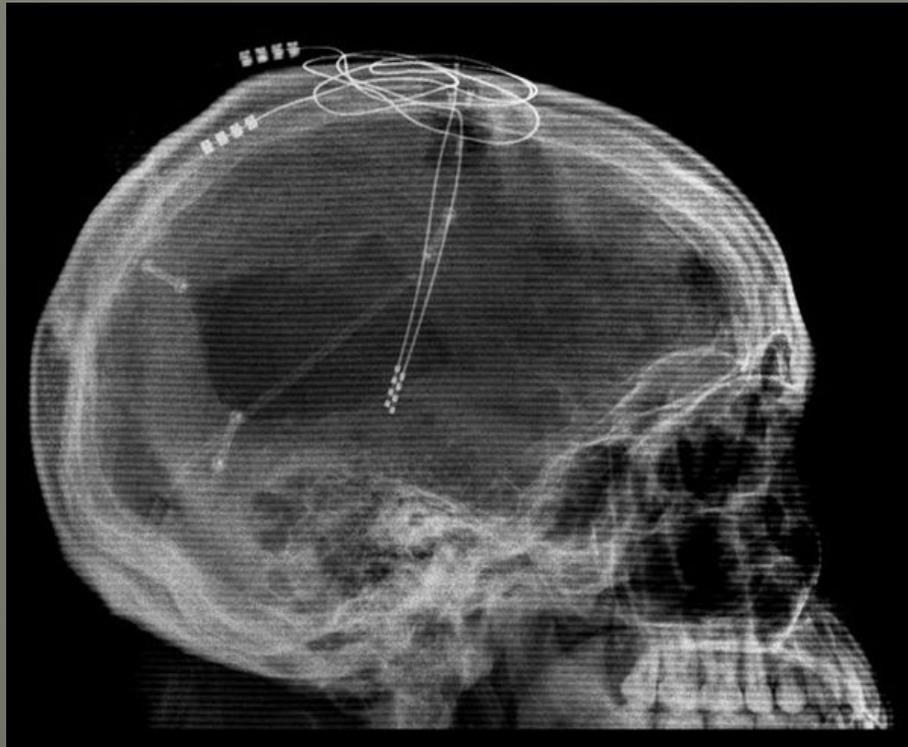
# Электростимуляция мозга и вживленные электроды:



- Уайлдер  
Грейвс  
Пенфилд  
(1891 —1976)  
канадский  
нейрохирур  
г

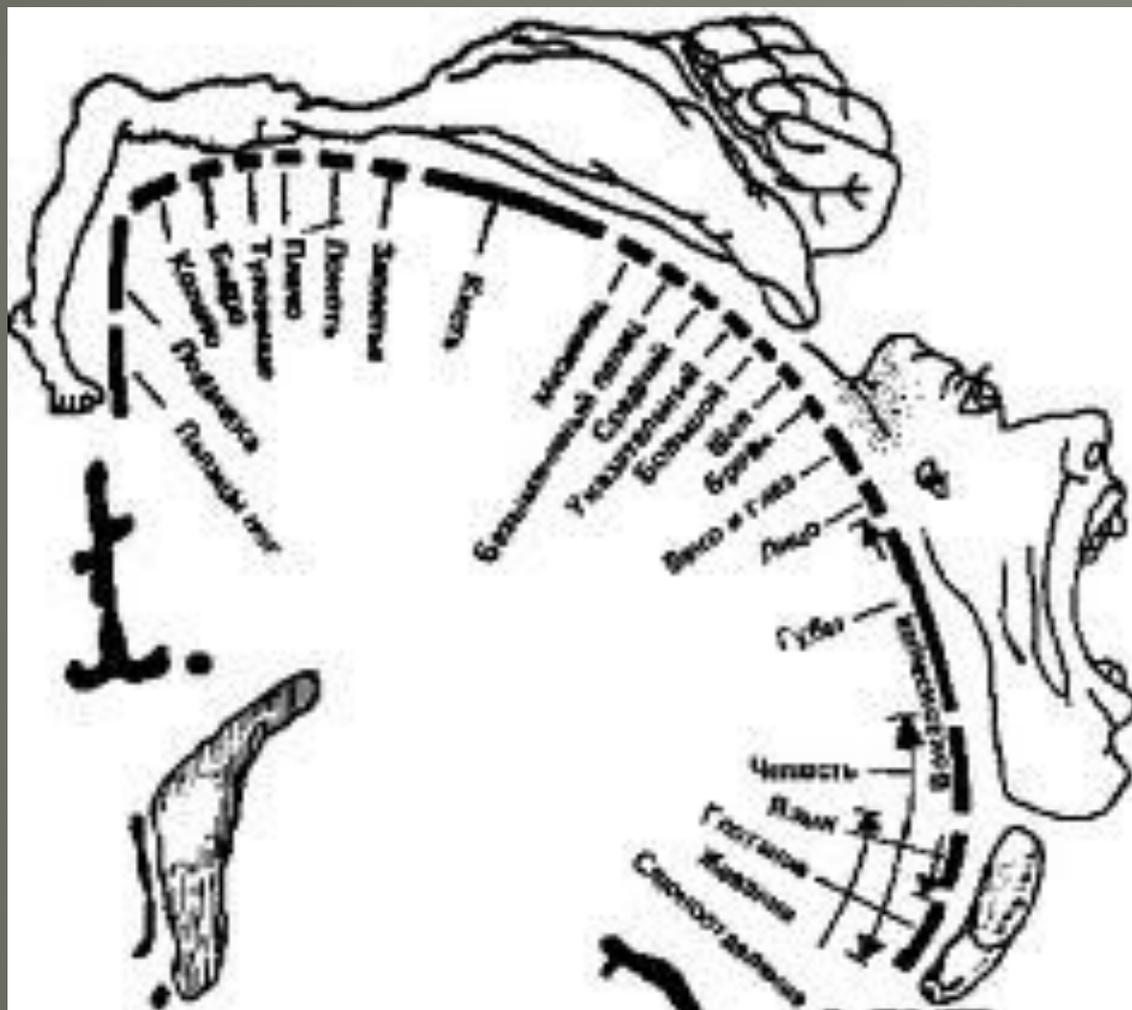


- Герберт  
Генри  
Джаспер  
(1906 —1999)  
канадский  
нейрофизио  
лог



- Наталья  
Петровна  
Бехтерева  
(1924 – 2008)

# Гомункулус Пенфилда:



Функциональная специализация корковых полей

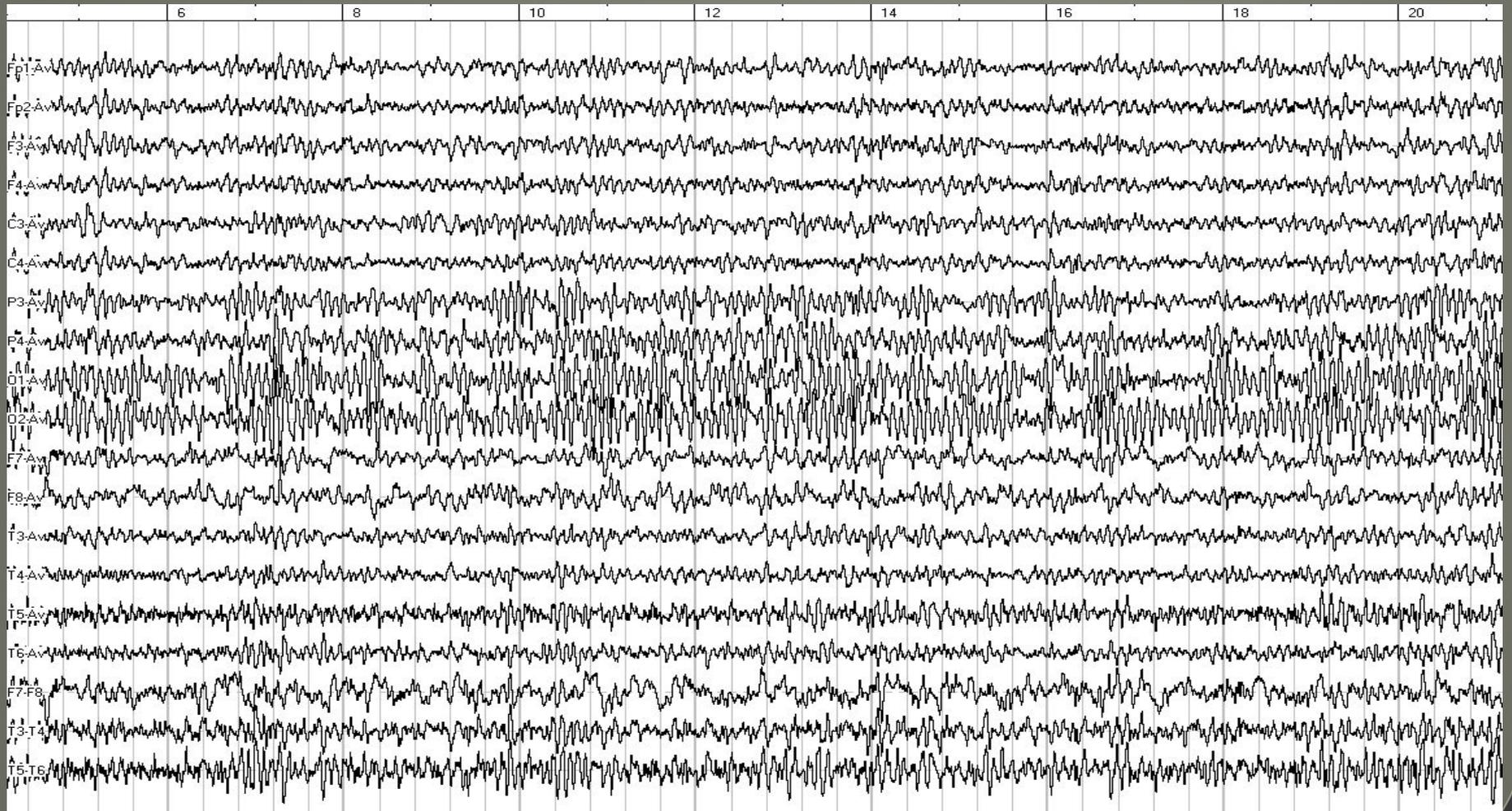
Корковое представительство частей тела и функций

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ:

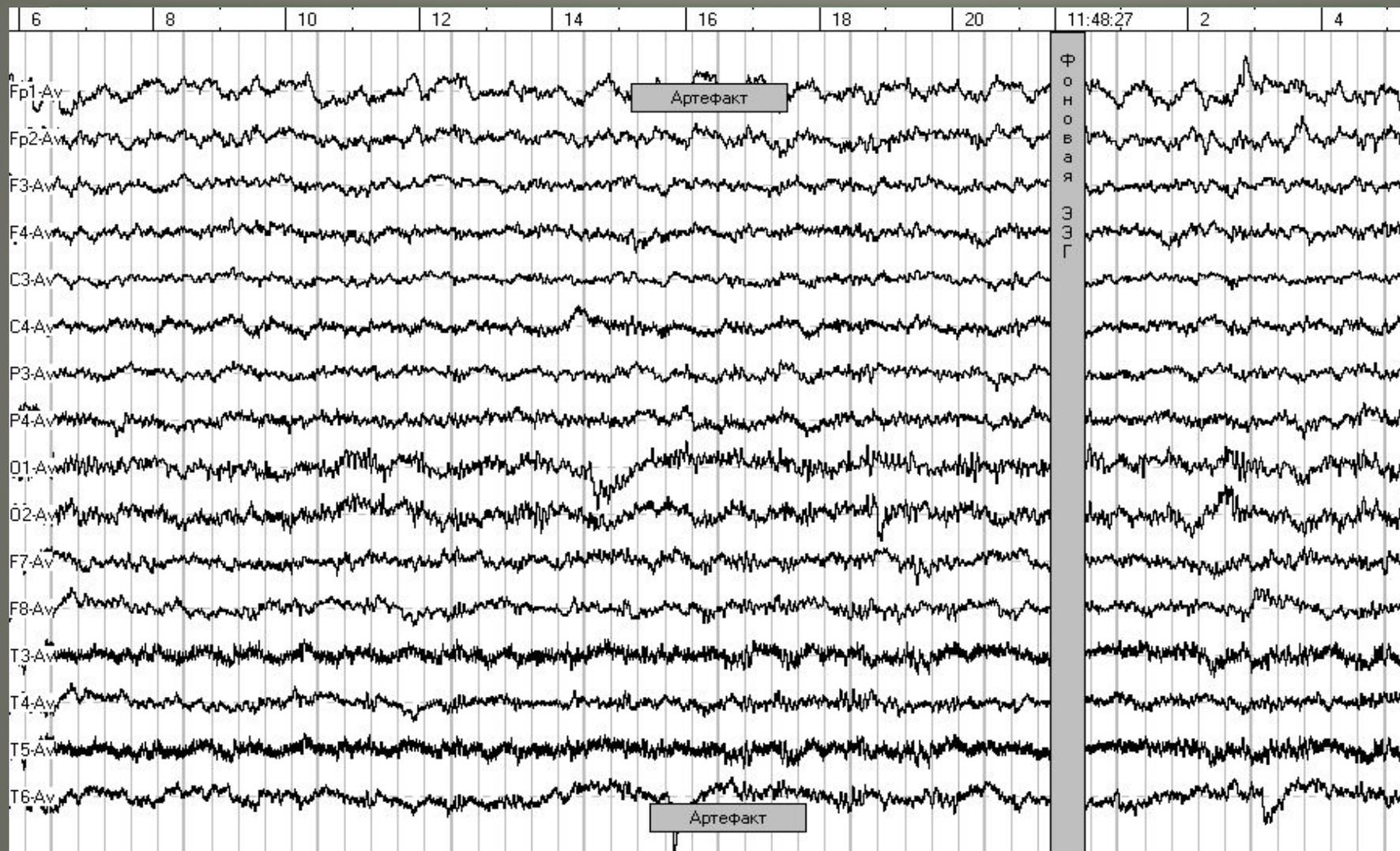
---

Электроэнцефалограмма –  
это график колебаний разности  
потенциалов между стандартными  
точками на скальпе и стандартными  
референтными точками

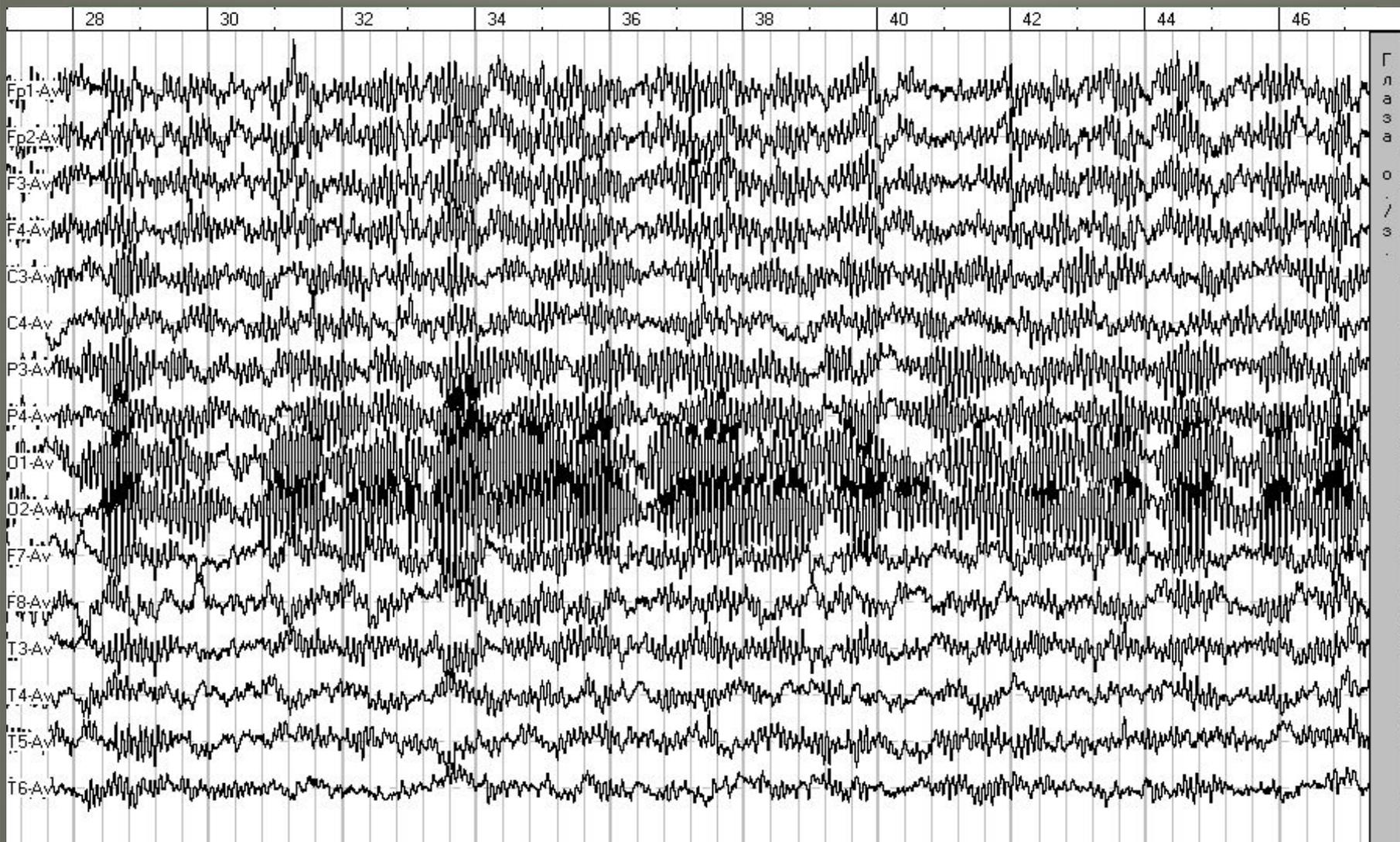
# «Условная норма»



# Вариант: «активированная норма»



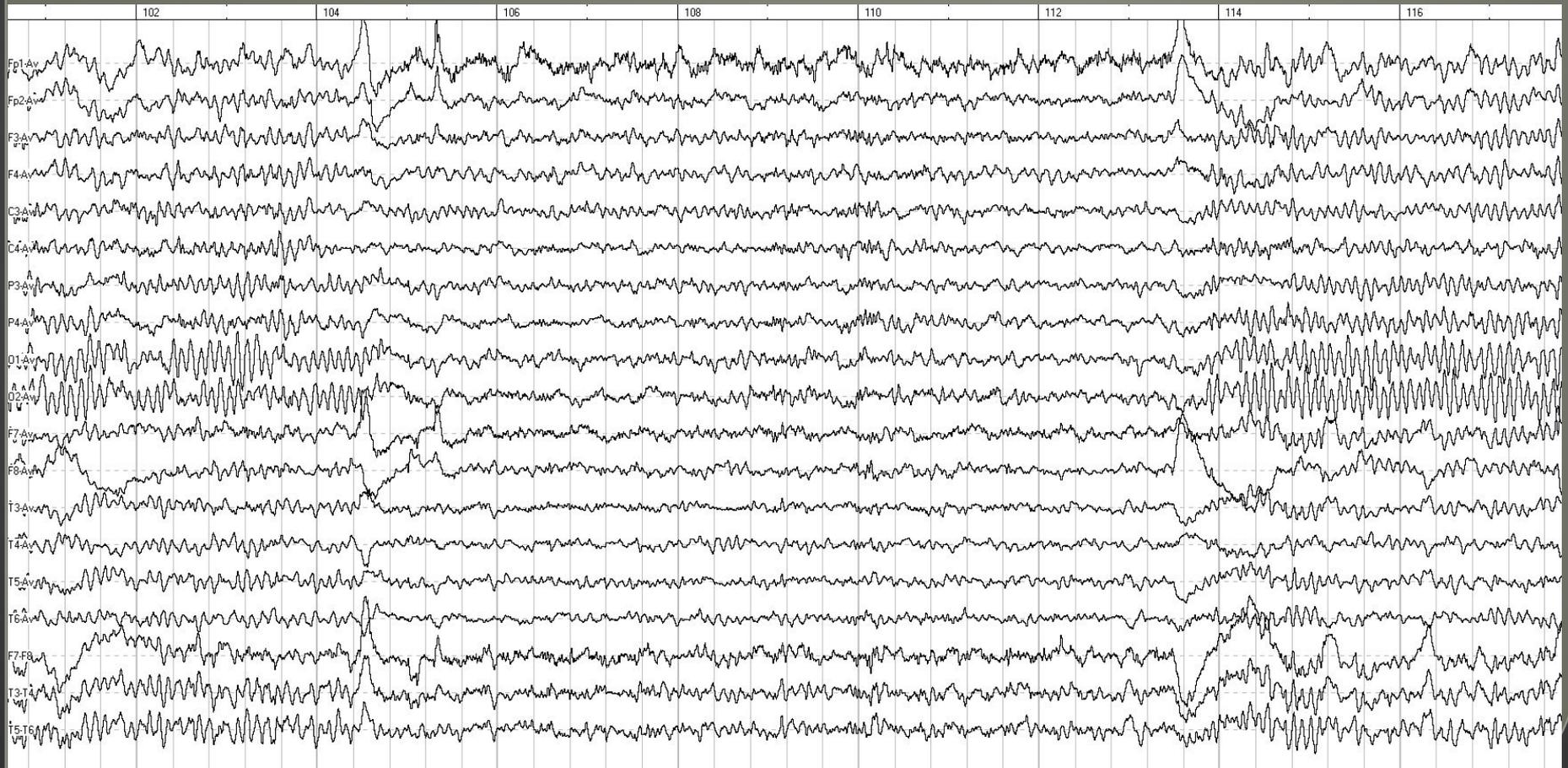
# Вариант: «синхронизированная норма»



Г л а з а  
о / з

# Феномен ЭЭГ:

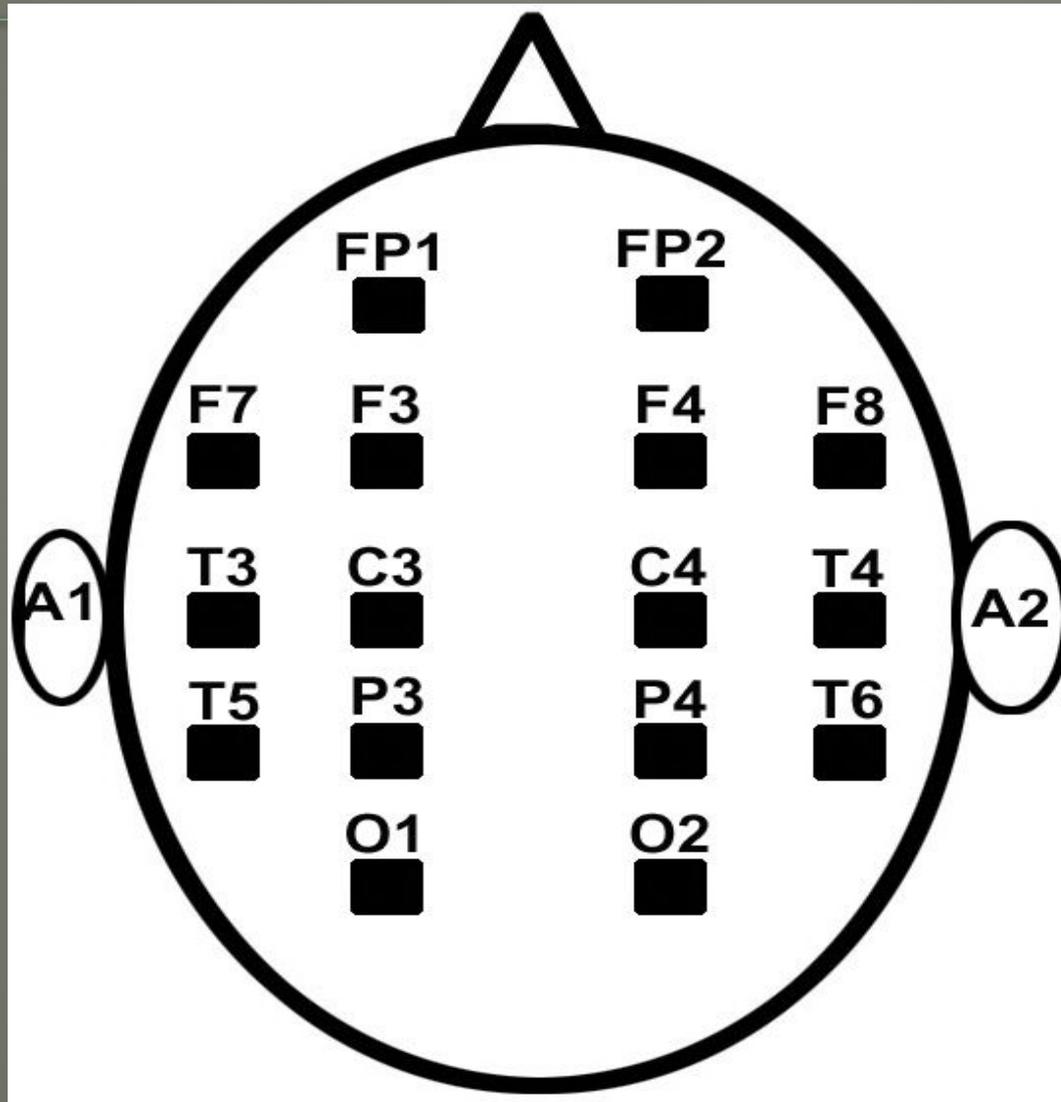
## Реакция десинхронизации:



## Осторожно, вранье!!!

- ◎ Заблуждение: ЭЭГ есть способ диагностики эпилепсии...
- ◎ 99% полезной информации содержится в фоновой записи!!!
- ◎ Мы просто не умеем её извлекать...

# Международная схема отведений ЭЭГ «10 – 20» Г. Джаспера в модификации Юнга



# Стандартные частотные диапазоны ЭЭГ:

- ◎ Delta: 1,5 – 4 Гц
- ◎ Teta: 4 – 7,5 Гц
- ◎ Alpha: 7,5 – 14 Гц
- ◎ Beta 1: 14 – 20 Гц
- ◎ Beta 2: 20 – 30 Гц
- ◎ Gamma: 30 – 40 Гц

Колебания сигнала ЭЭГ в каждом диапазоне имеют свои характерные особенности;

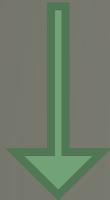
Между отдельными диапазонами имеются сложные, нелинейные взаимосвязи

**Осторожно, вранье!!!**

**ЭЭГ не является простой суммацией БЭА нейронов коры ГМ!**

# Международный стандарт

ОСТОРОЖНО – ХАЛТУРА!!!



- FP 1 – REF
- FP2 – REF
- F3 – REF
- F4 – REF
- .....
- T5 – REF
- T6 – REF

Главные  
монтажи:

Монополярный  
ушной

Биполярный

Усредненный

# Маленький секрет:

---

Биполярные отведения по Адамовичу:

○ F7 – F8

○ T3 – T4

○ T5 – T6

○ A1 – A2

# «Структурно-аналитические» уровни ЭЭГ:

---

- ЭЭГ-сигнал регистрируется только от коры – 1 уровень;
- Специфику работы стволовых структур можно косвенно оценить по ее отражению в корковых биоэлектрических феноменах – 2 уровень;
- Медиобазальные структуры (лимбико-ретикулярный и стриопаллидарный комплексы) могут быть оценены косвенно по специальным отведениям В. А. Адамовича – 3 уровень

# ЭЭГ – не диагноз!!!

---

До настоящего времени обнаружить какие-либо специфические изменения при различных нервно-психических заболеваниях не удалось. Наоборот, было показано, что различные патологические проявления на ЭЭГ могут встречаться при одинаковых нейропсихопатических состояниях и одни и те же - при разных.

Объясняется это тем, что биоэлектрическая активность мозга отражает не характер патологического процесса, а функциональное состояние мозга в момент исследования. Вместе с тем, при некоторых синдромах данные ЭЭГ позволяют уточнить их структуру и степень выраженности их нарушений.

*ЭЭГ имеет большое значение для уточнения характера и динамики течения нервно-психического заболевания, для оценки состояния компенсации нарушенных функций, а также для экспертных решений.*

# ЭЭГ – не диагноз!!!



- Н. П. Бехтерева:
- *«Трудность распознавания природы патологического процесса в значительной мере определяется тем обстоятельством, что в ЭЭГ мы всегда регистрируем не сам патологический процесс, не те морфологические нарушения, которые связаны с его возникновением, а ту реакцию мозговой ткани, которая развивается в ответ на появление патологического очага, сопровождаясь изменениями биоэлектрической активности»*

# Вывод

---

**Вы не можете требовать от врачей  
ФД готовых диагнозов и лечебных  
рекомендаций, НО!!!**

***Вы обязаны требовать соблюдения  
протокола и внятного заключения***

# ЭЭГ в нейрохирургии

## Области применения:

---

- - первичная и дифференциальная диагностика, оценка функционального состояния ГМ в рамках общепринятого Протокола обследования;
- - контроль в динамике, прогноз;
- - интраоперационная ЭЭГ:
- - контроль глубины наркоза;
- - контроль физиологической допустимости вмешательства;
- - электрокортикография;
- - электросубкортикография;
- - нейрореаниматология:
- - экспертиза глубины и тяжести поражения (корково-подкорковое рассогласование);
- - экспертиза электрической смерти мозга.

# ЭЭГ в нейрохирургии

## Особенности ЭЭГ при черепно-мозговой травме

Изменения БЭА напрямую зависят от глубины и тяжести поражения мозга. Диапазон – от минимальных функциональных до полной дезорганизации, корково-подкоркового рассогласования, стволового разобщения, а также характерных коматозных паттернов. Не менее разнообразны и картины локальных изменений в ЭЭГ.

- Сотрясение головного мозга (СГМ): «активированная» ЭЭГ; неустойчивость функционального состояния; фазовые нарушения и пр. В целом – соответствие ведущему клиническому синдрому – астено-невротическому. В период утраты сознания при СГМ может отмечаться тот или иной «коматозный» ЭЭГ-паттерн, однако в этот период пациенты к нам не попадают.
- Ушиб головного мозга (УГМ) лёгкой степени тяжести по ЭЭГ-проявлениям практически не отличается от СГМ.
- УГМ средней и тяжёлой степеней – нарастают общемозговые и локализованные патологические изменения БЭА. Контузионные и геморрагические очаги, а также – внутримозговые гематомы, дают картину, в целом соответствующую признакам очаговых и объёмных изменений, причём на начальных стадиях патологического процесса при повреждении значительных корковых территорий могут определяться и зоны «электрического молчания».
- Субдуральные и эпидуральные гематомы могут вызывать картину межполушарной асимметрии по фону с появлением диффузных, полиморфных, низкоамплитудных медленных волн на стороне гематомы, либо – снижения амплитуд физиологических ритмов.
- Субарахноидальные кровоизлияния могут давать картину, похожую на проявления арахноидита, вообще воспалительных изменений. Причём, как правило, им будут сопутствовать и признаки **васкулита**.

# ЭЭГ в нейрохирургии

**При тяжёлых УГМ со сдавлением** картина ЭЭГ определяется:

- а) степенью угнетения коры;
- б) степенью сдавления срединных и стволовых структур;
- в) степенью нарушений ликвородинамики;
- г) локализацией, характером и размерами очаговых повреждений.

При особо массивных повреждениях вещества мозга характерным ЭЭГ-симптомом выступают *«Каппа»-волны*.

**Коматозные состояния** также могут формировать разнообразную картину на ЭЭГ, однако, в силу того обстоятельства, что патогенетически кома представляет собой вариант патологического снижения уровня функциональной активности мозга (глубокая дисфункция восходящей активирующей ретикулярной формации), «коматозные» ЭЭГ-паттерны несут в себе признаки, характерные для различных фаз сна и наркоза. В этих случаях ЭЭГ имеет большое прогностическое значение, особенно при динамическом наблюдении. Принцип простой: *чем более мономорфный, более регулярный, более однообразный и менее реактивный характер имеет ЭЭГ, тем сомнительнее прогноз.*

Аналогичны «коматозным» и ЭЭГ-паттерны при так называемых состояниях «малого сознания» - с оговорками касательно причин, их вызвавших (например, сосудистых).

При ЧМТ по механизму **ДАП** характер ЭЭГ-изменений зависит от вида поражения (полушарное, базально-стволовое) и от его тяжести. При самых лёгких формах ДАП в рамках СГМ ЭЭГ-паттерн может вообще не изменяться. При тяжёлых формах – в зависимости от зоны и распространённости поражения

[Диагностический прием – отведения по Адамовичу](#)

# ЭЭГ в нейрохирургии

**Стволовые и базальные ушибы.** В силу анатомических факторов базально-стволовые структуры поражаются совместно, однако в отдельных случаях может иметь место преобладающее поражение либо ствола, либо медиобазальных структур. На ЭЭГ это будет проявляться соответственно.

Предположение: повреждение медиобазальных отделов височных долей с двух сторон происходит вследствие аксиальных смещений головного мозга в момент травмы. При этом происходят локальные аксональные повреждения этих отделов, за счет их травматизации о края тенториального отверстия.

**При последствиях и осложнениях ЧМТ** картина ЭЭГ обусловлена их характером и спецификой. Традиционно внимание энцефалографистов «заточено» на развитие посттравматической эпилепсии – наиболее грозного осложнения травматической болезни головного мозга (ТБГМ).

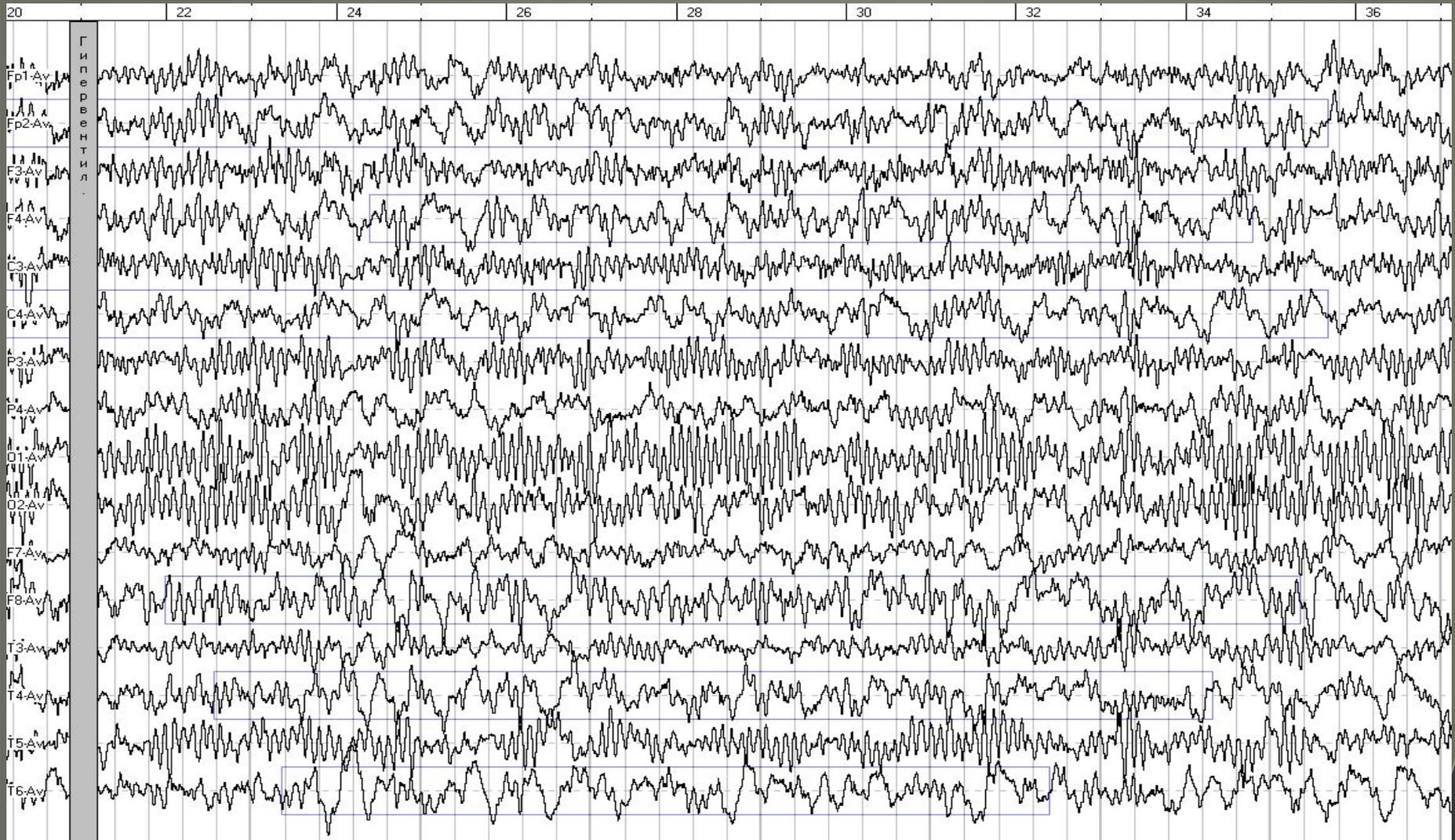
Картины ЭЭГ-изменений в этих случаях не менее разнообразны, чем при иных видах эпилепсии. Особенность: редко встречаются «классические» паттерны. Чаще всего очаговые изменения имеют вид деформированных, полиморфных, комплексоподобных феноменов. Это определяется более грубыми повреждениями коркового вещества с очагами глиоза, атрофии, кистозного перерождения, а также – наличием внемозговых источников раздражения в виде рубцов мозговых оболочек (при несоблюдении требований хирургической техники). Попытки применения разного рода «прокладок» между паутинной и твердой мозговыми оболочками дали спорный результат.

Резюме: в процессе протекания ТБГМ динамика ЭЭГ у пациентов разнонаправлена:

**1.** в сторону восстановления физиологического ЭЭГ-паттерна и регресса общемозговых, стволовых и локальных изменений;

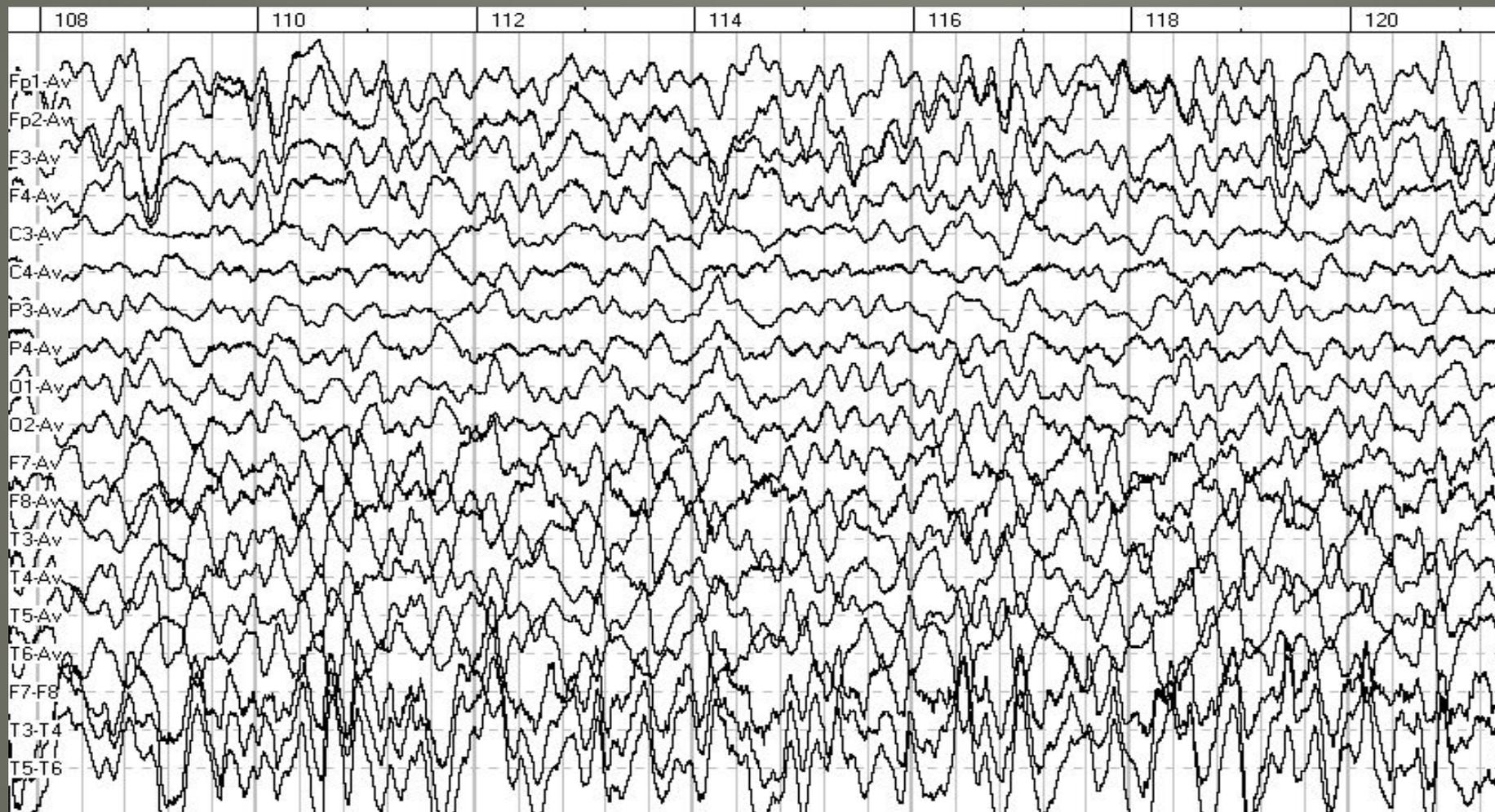
**2.** в сторону развития и формирования последствий и осложнений.

# Тяжелая ЧМТ с обширным поражением правого полушария



ЧМТ

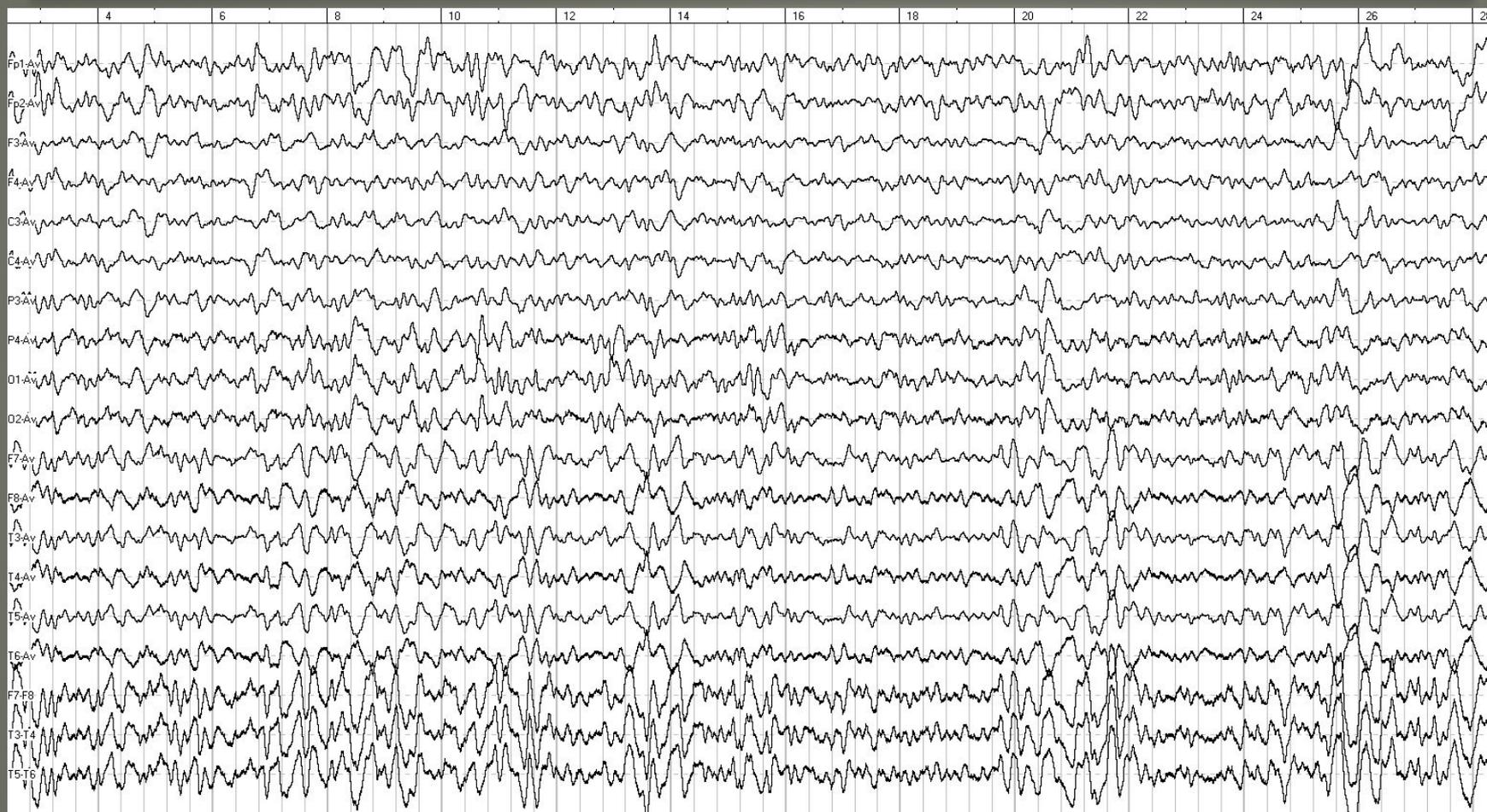
# ЭЭГ в нейрохирургии



ЗЧМТ: УГМ т/ст. базально-стволовой

ЧМТ

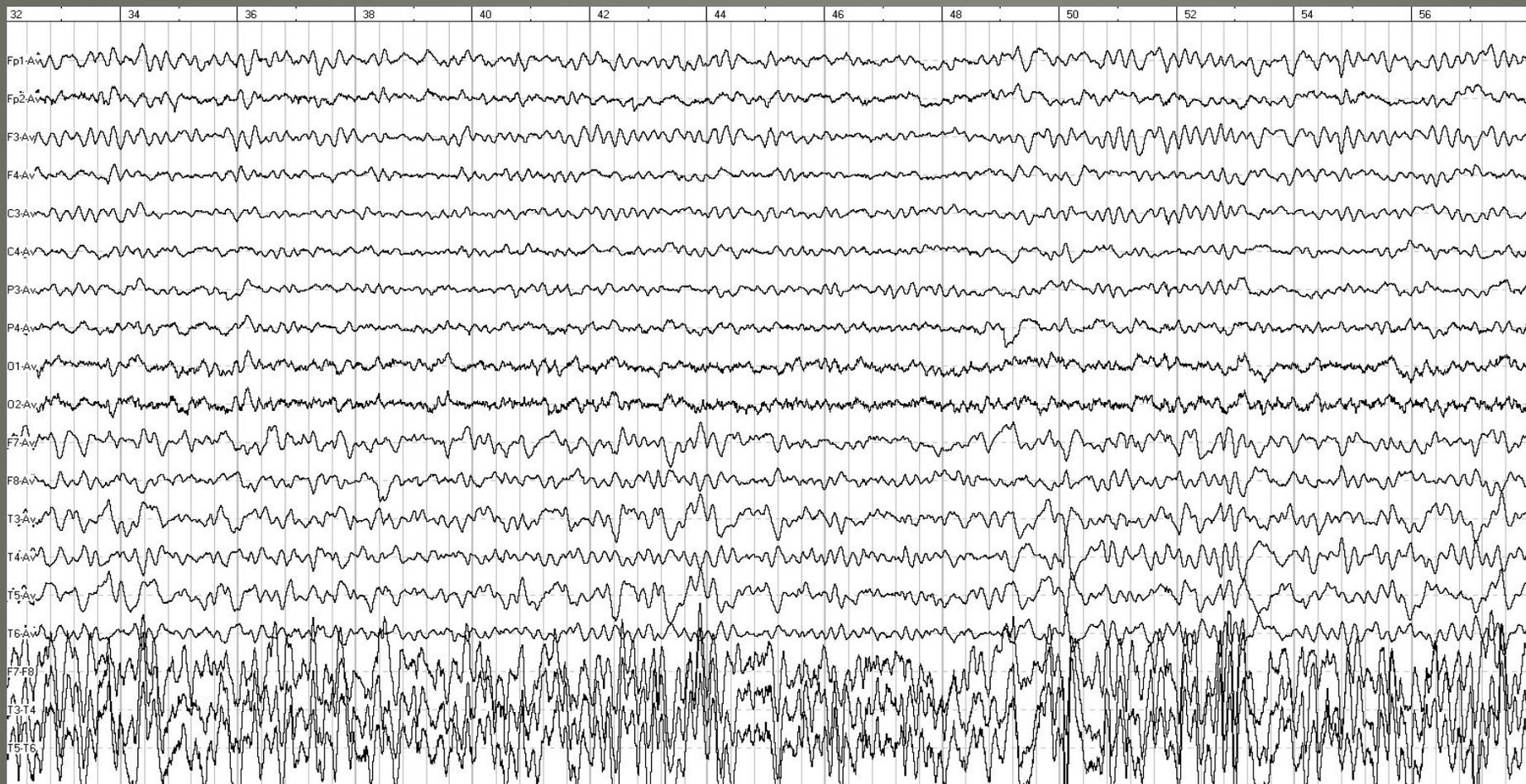
# ЭЭГ в нейрохирургии



Базально-стволовой ушиб

ЧМТ

# ЭЭГ в нейрохирургии



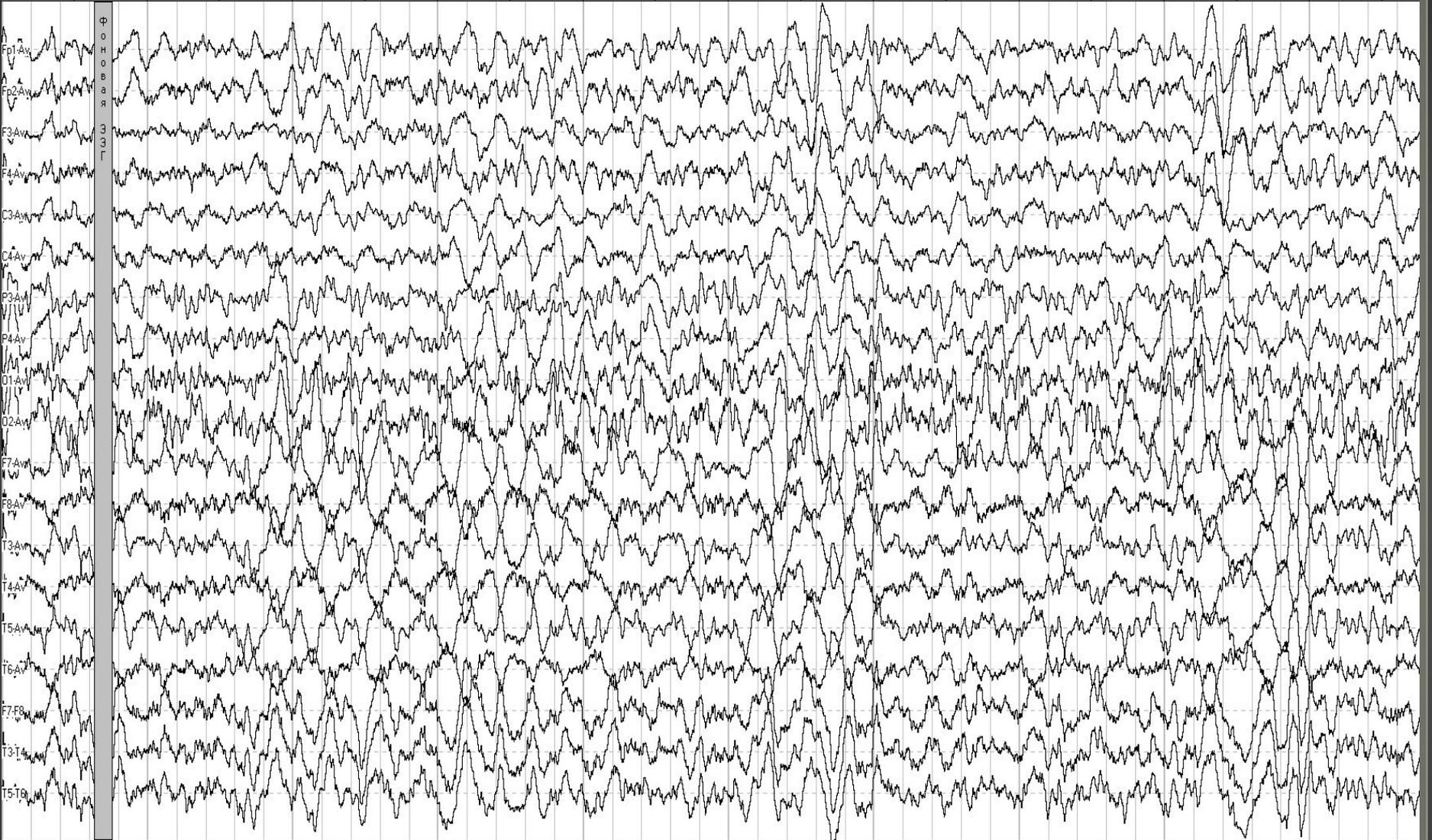
ЗЧМТ: УГМ тяж. ст. Синдром ДАГ

ЧМТ

# ЭЭГ в нейрохирургии



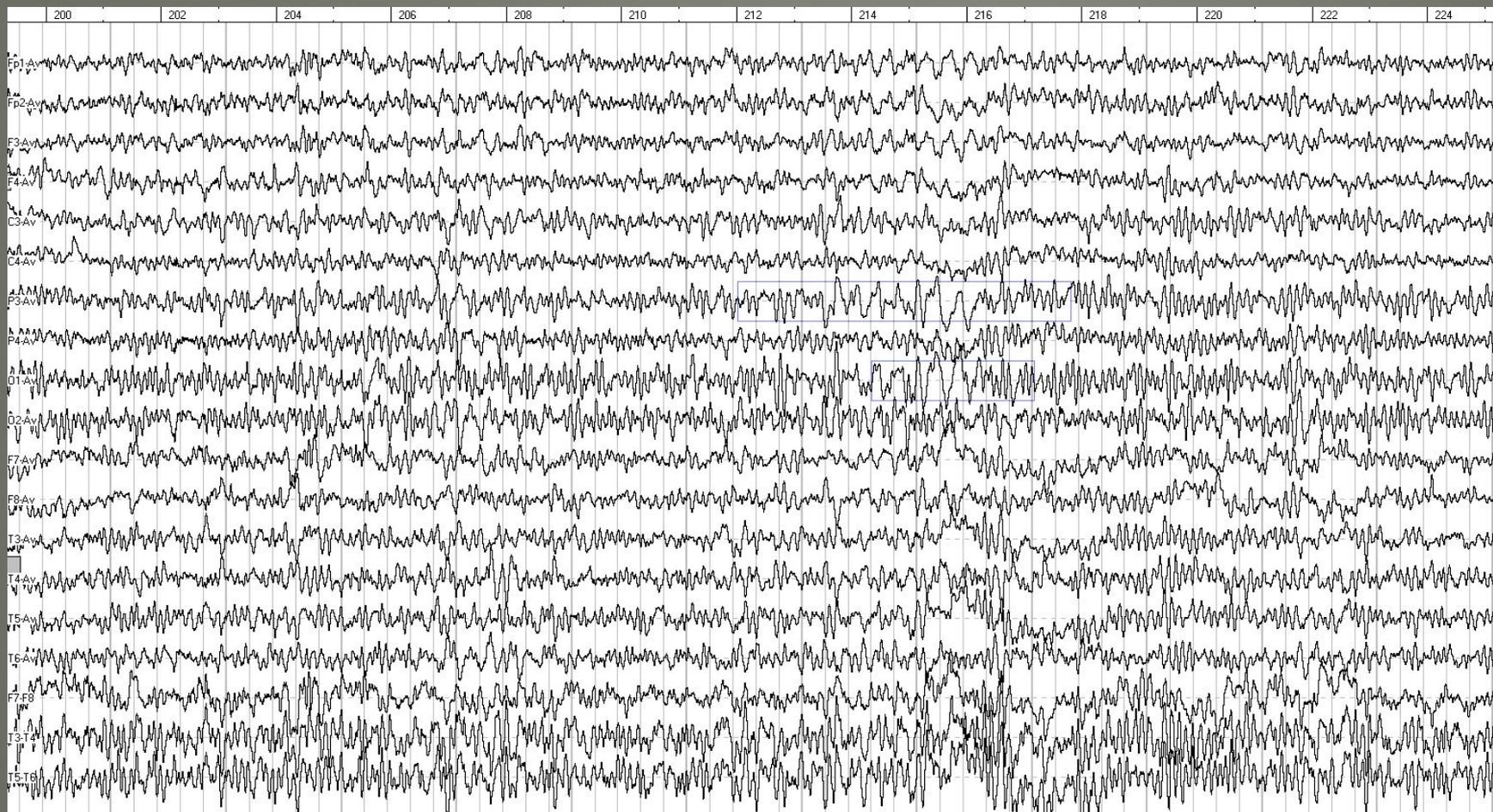
ЗЧМТ: УГМ тяж. ст. Синдром ДАП – динамика



Больная С., 18 лет. ДТП: базально-стволовой ушиб ГМ т. ст. тяжести. ДАП. Тотальная афазия

ЧМТ

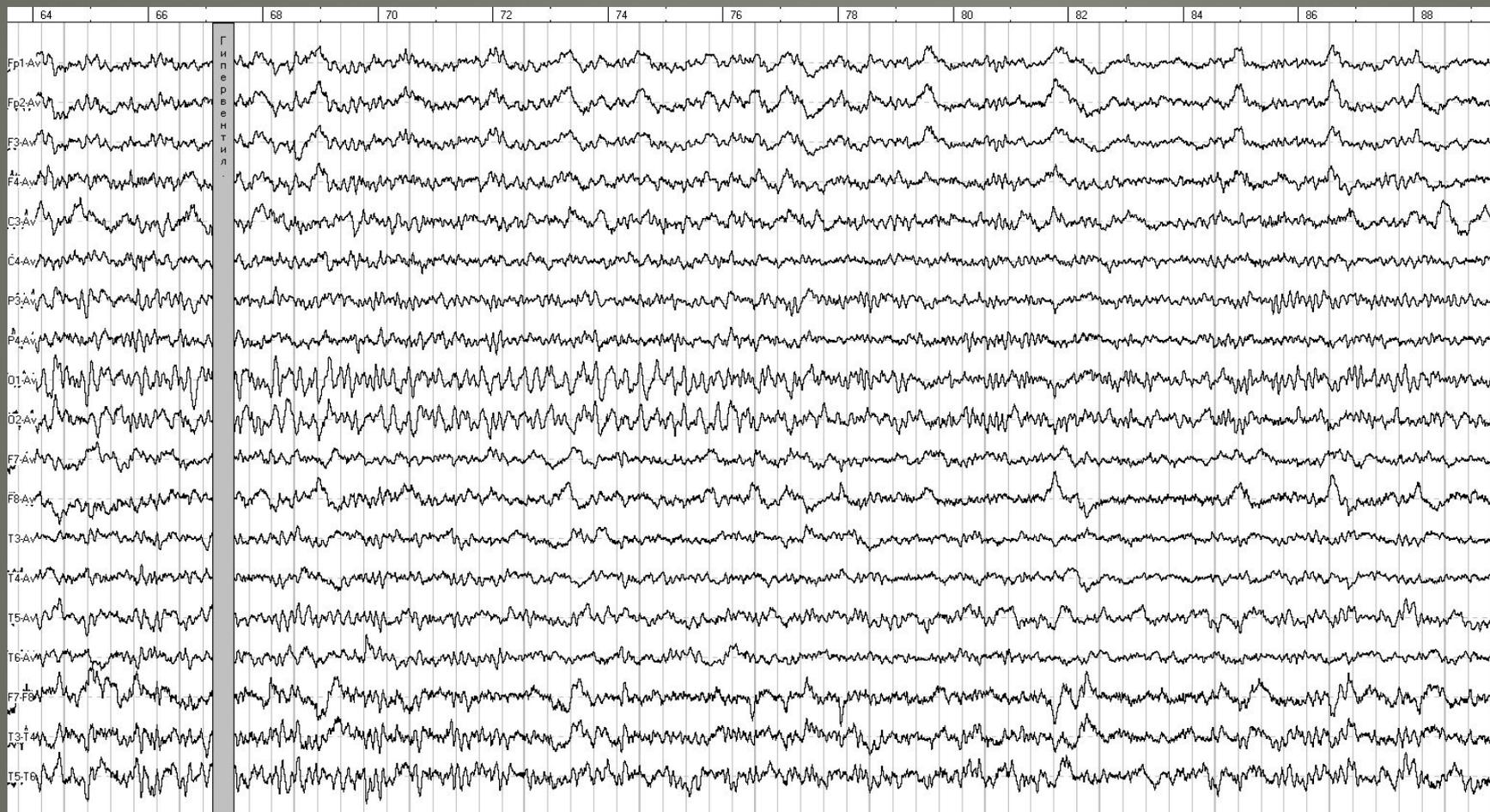
# ЭЭГ в нейрохирургии



ТБГМ, рез. период: посл. тяж. УГМ (2005) с когнитивным снижением и лев. гемипарезом

ЧМТ

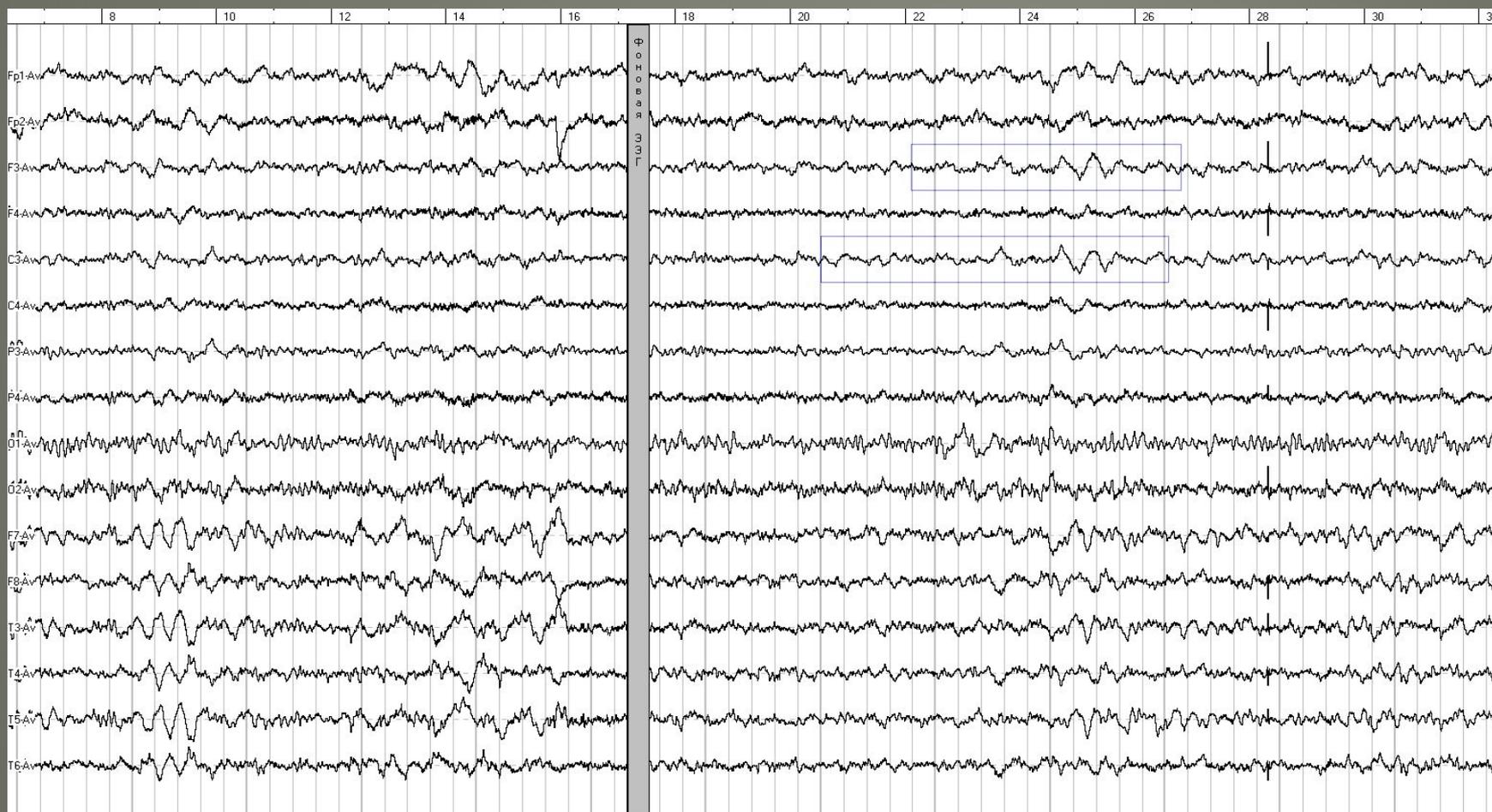
# ЭЭГ в нейрохирургии



ТБГМ, рез. период: посл. первично-ствол. УГМ с когнитивным снижением

ЧМТ

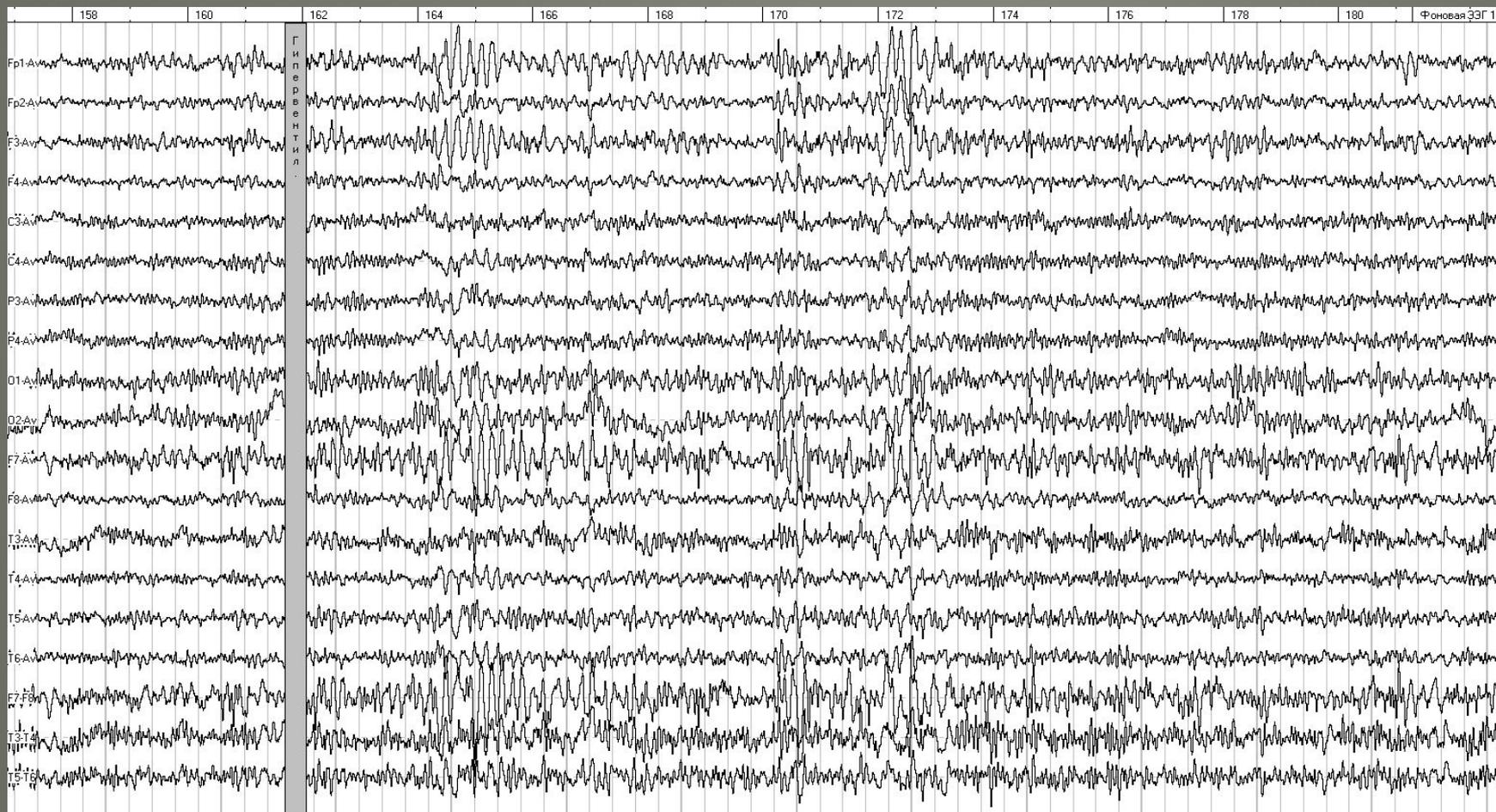
# ЭЭГ в нейрохирургии



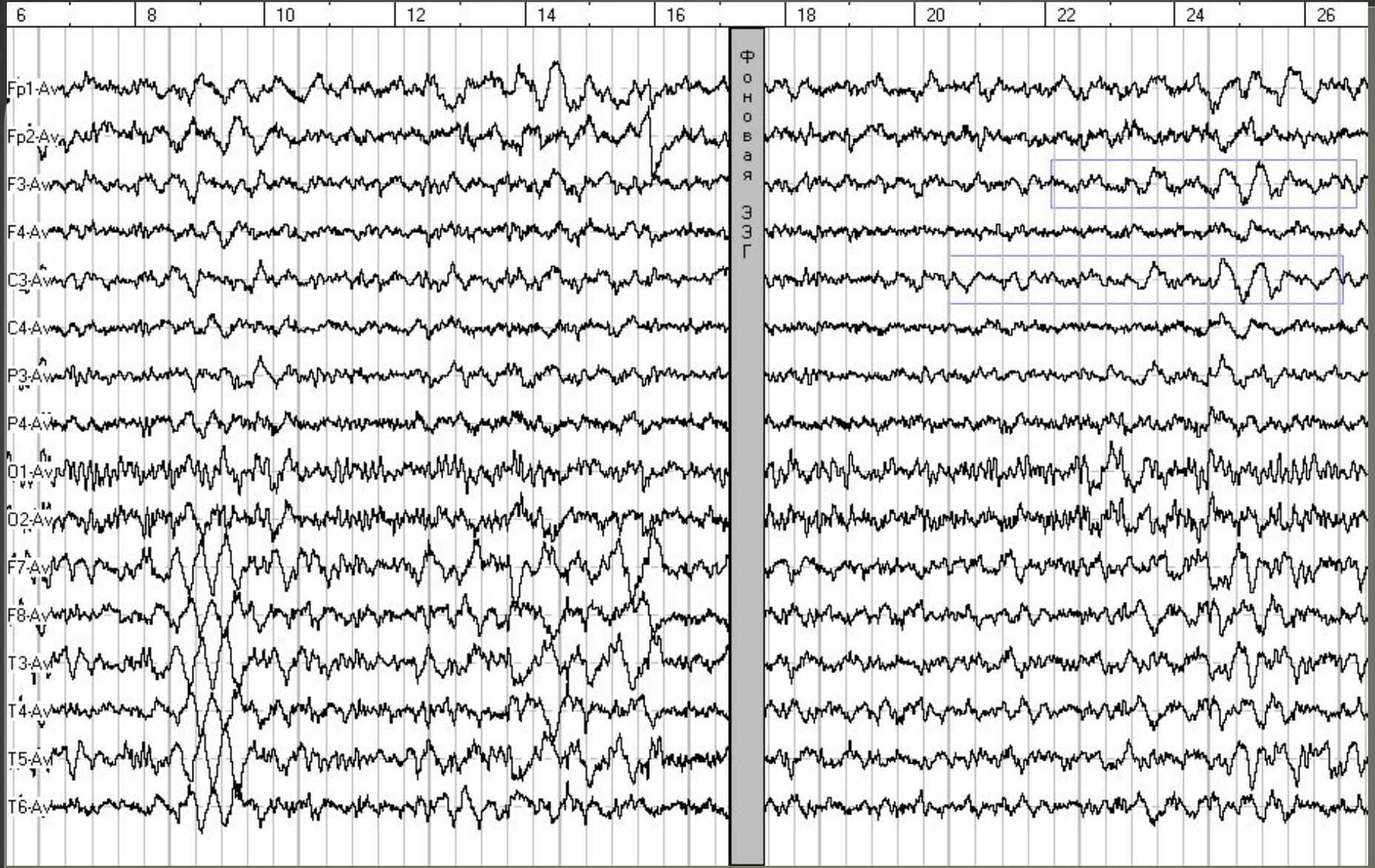
3ЧМТ: УГМ т/ст. с в/м гематомой лев. лобн.-темен. обл. (п/опер.)

ЧМТ

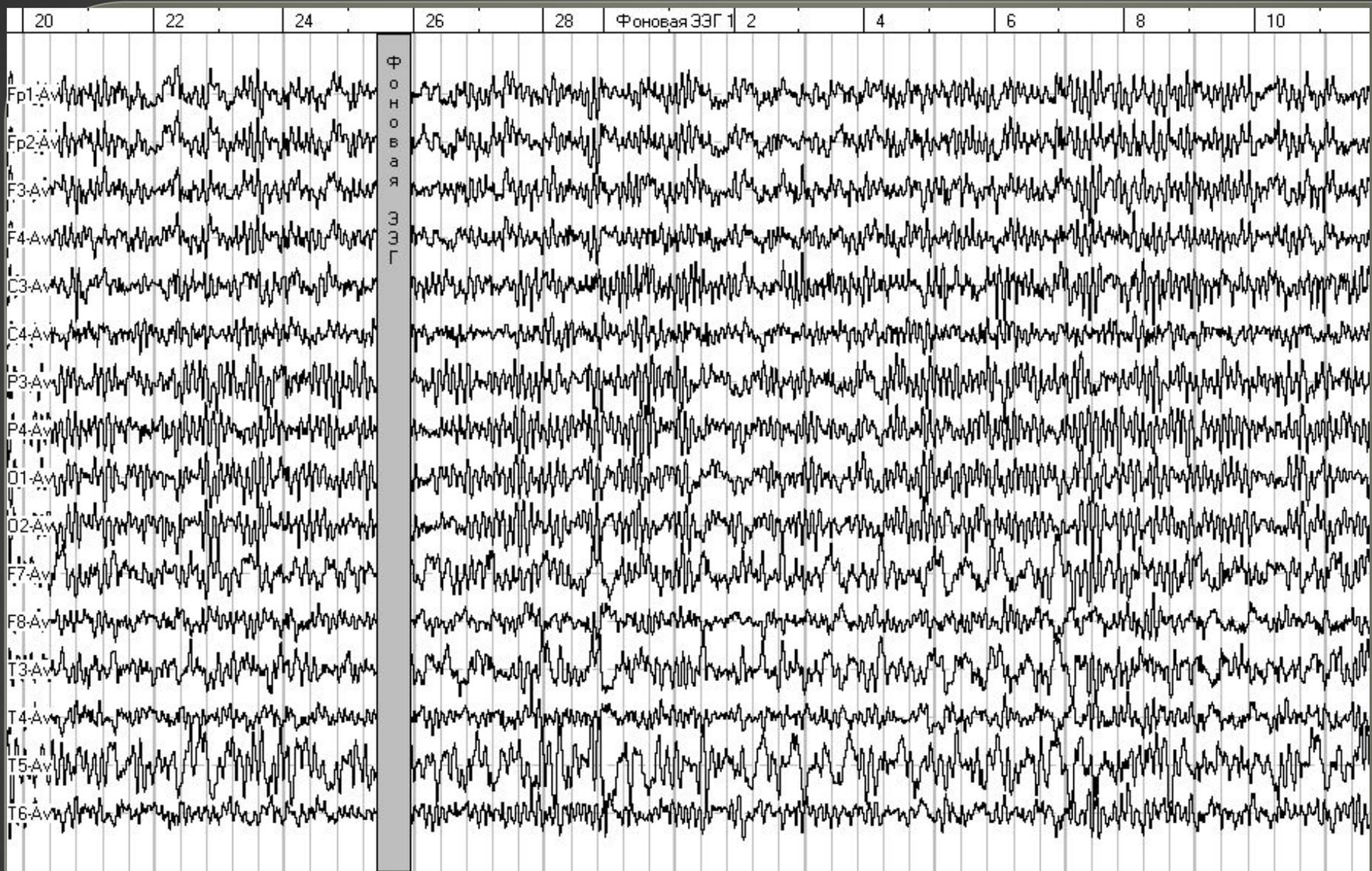
# ЭЭГ в нейрохирургии



ОЧМТ: УГМ тяж./ст. с ОЭДГ лев. лобно-тем.-вис. обл. (удалена)

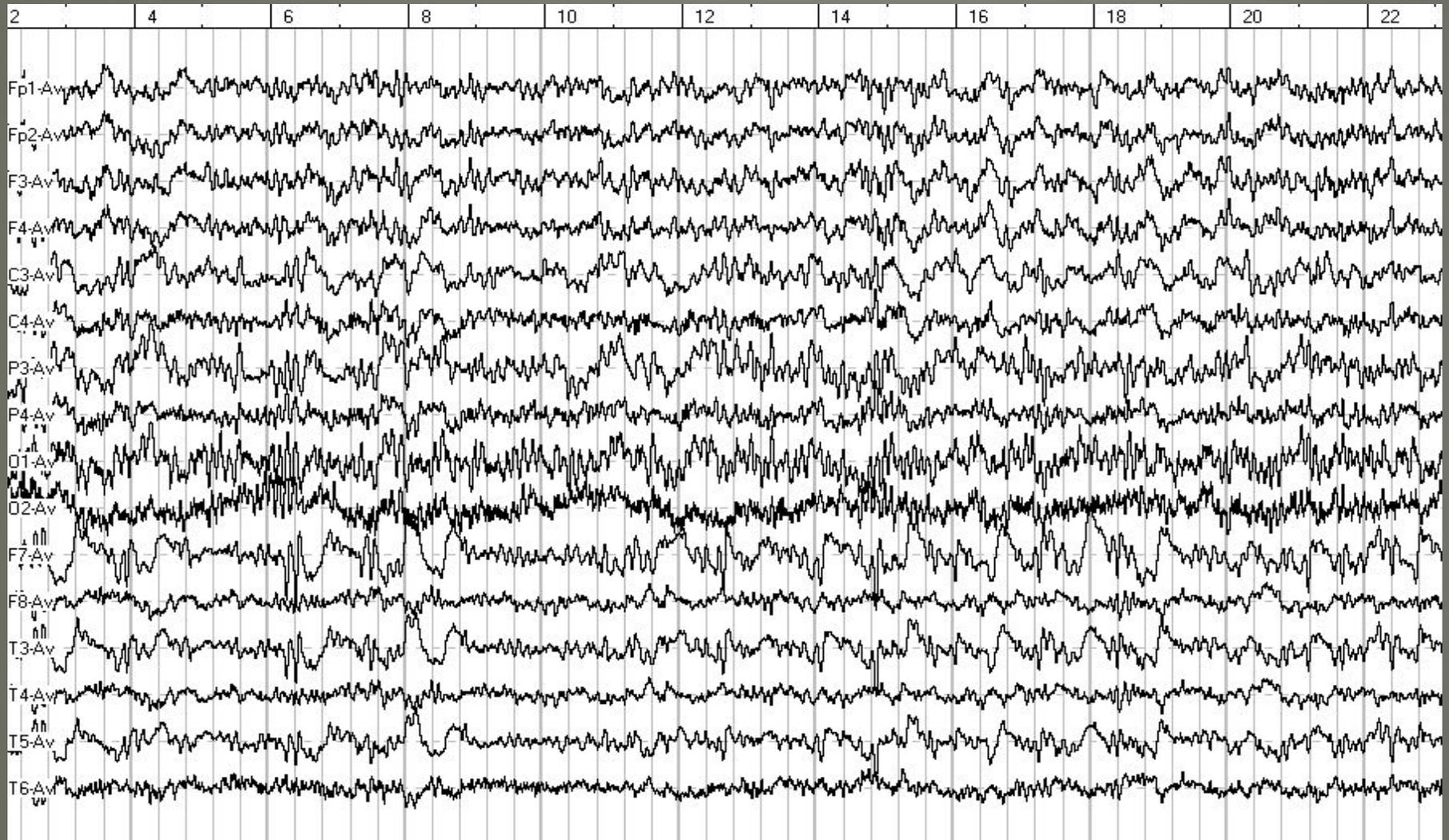


Больной 52-х лет с диагнозом: «Закрытая черепно-мозговая травма: ушиб головного мозга тяжелой степени со сдавлением. Острая внутримозговая гематома левой лобно-теменной доли»



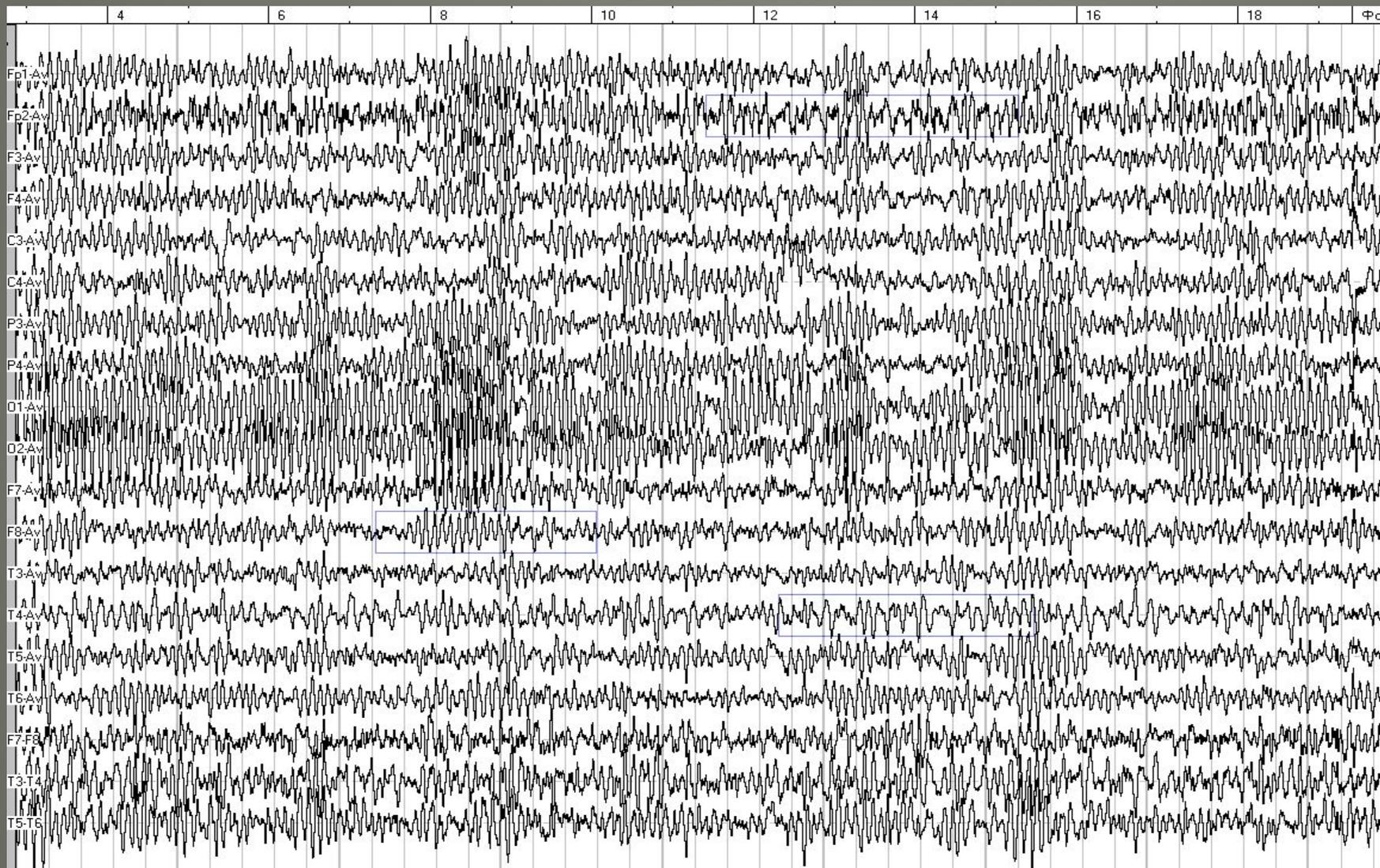
*Больная Б., 36 лет. Последствия ЗЧМТ (контузионный очаг в левой височно-теменной области): посттравматическая эпилепсия*

# ЭЭГ в нейрохирургии

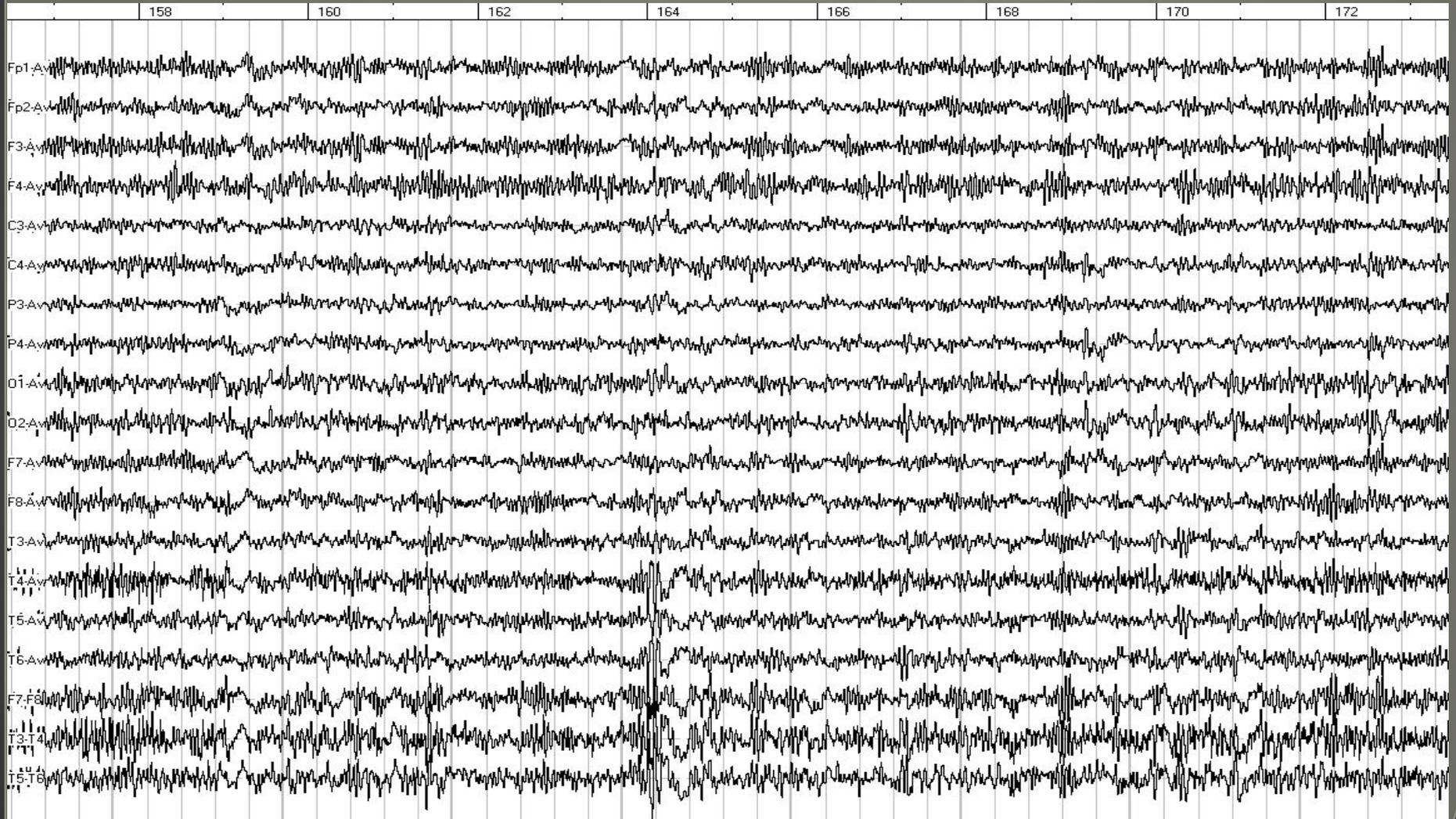


ОНМК по геморрагическому типу в левый таламус

# Дисфорические пароксизмы после ЧМТ



# ЭЭГ в нейрохирургии



Вегетативное состояние после клещевого энцефалита

### Особенности ЭЭГ при опухолях мозга

- С появлением современных методов нейровизуализации диагностическое значение ЭЭГ при очаговых (локальных) поражениях ГМ, в том числе – опухолях, значительно понизилось, ограничиваясь, главным образом, вспомогательными функциями. При этом, однако, существенно возросло её значение как метода интраоперационного контроля, что связано, в первую очередь, с развитием анестезиологических и хирургических технологий
- Литература обширна, начиная с отцов-основателей; одной из основных работ, не потерявших своего значения, остаётся монография Н. П. Бехтеревой «Биопотенциалы больших полушарий головного мозга при супратенториальных опухолях» (Медгиз, Ленинград, 1960)
- Происхождение ЭЭГ- симптомов: опухолевая ткань не продуцирует БЭА; источником изменений БЭА являются: основной - перифокальная зона, а также: корковая область, непосредственно раздражаемая (сдавливаемая) опухолью, подкорковые структуры, сдавливаемые опухолью, нарушение функций проводников (белое вещество, мозолистое тело), влияющее на формирование структуры ЭЭГ-паттерна и на возникновение «симптомов на расстоянии».
- Отсюда принцип: локализация патологического фокуса в ЭЭГ не обязательно соответствует реальному расположению опухоли в мозге!

# ЭЭГ в нейрохирургии

- Общие: зависимость характера ЭЭГ от локализации опухоли и ее размеров, степени сдавления структур мозга и нарушения ликвородинамики, степени злокачественности, а также – от степени компенсации;
- Внутримозговые опухоли дают более выраженные изменения ЭЭГ, чем внечерепные, злокачественные опухоли – более выраженные изменения, чем доброкачественные;
- Как и при иных поражениях ЦНС, при опухолях мозга разделяются общемозговые изменения БЭА (снижение вольтажа, диффузные медленные и сверхмедленные волны «гидродинамического» характера, неустойчивость функционального состояния и пр.), так и локальные, характерные для данной патологии.
- Общемозговые изменения. В отдельных случаях локальных изменений может и не быть, картина будет ограничена только общемозговыми изменениями. В частности, «десинхронизированная» ЭЭГ может наблюдаться при *арахноэктомиах бугорка турецкого седла.*
- Однако больше всего настораживать должны варианты «синхронизированных» ЭЭГ-паттернов:
  - - *аденомы гипофиза* часто дают Альфа-синхронизацию,
  - - при вовлечении *дна 3-го желудочка* – Бета-синхронизацию,
  - - *краниофарингеомы области гипоталамуса* - Тета-синхронизацию;
  - - опухоли оральных отделов промежуточного и среднего мозга могут формировать Дельта-ЭЭГ.
- А «полиморфно синхронизированный» ЭЭГ-паттерн характерен для *подкорковых глиом.*
- **В наши дни при доступности невровизуализации эти тонкости и нюансы имеют скорее ориентировочное и историческое значение**

# ЭЭГ в нейрохирургии

- Локальные изменения. Не существует специфических ЭЭГ-симптомов, указывающих на наличие опухоли мозга, как правило, речь идёт о наличии изменений, свидетельствующих о локальном «объёмном» процессе, что требует дифференциации с абсцессами мозга, эхинококком, кистой, внутримозговой гематомой, аневризмой, АВМ и пр.
- Всегда должны настораживать ЛЮБЫЕ локальные изменения – в особенности те, которые наблюдаются изолированно в одном из отведений (плюс смежные). Так, например, локальное снижение амплитуды фоновой активности в одном отведении само по себе может указывать на дефицит корковых функций в данной области, причём самого разного генеза, но в сочетании с медленными волнами и ирритацией всей конвекситальной коры это снижение чаще всего наблюдается при **глиомах**.
- Наиболее ожидаемым ЭЭГ-симптомом локального объёмного процесса является появление в записи локальных медленных волн. Их специфика:
  - преимущественно Дельта-диапазон;
  - высокая амплитуда;
  - преимущественно «органический» характер: закруглённые, сглаженные вершины;
  - зависимость от глубины «залегания» по отношению к коре: чем дальше от коры – тем в большей степени на медленную волну будут накладываться собственно корковые ритмы; кроме того, синфазность локальных изменений, как правило, указывает на большую глубину очага поражения.
- Вторым по значимости (ожидаемости!) симптомом является появление локальных эпилептиформных изменений, вызванных раздражающим влиянием патологического фокуса на кору (характерно в большей степени для внемозговых опухолей). При этом может наблюдаться очаговое сочетание медленных волн с эпилептиформными разрядами, что существенно повышает вероятность именно опухолевого процесса.

# ЭЭГ в нейрохирургии

- Третьими по значимости выступают «симптомы на расстоянии»:
- - при *медиально-базальной локализации* опухоли – билатерально-синхронные, моноритмичные, симметричные, регулярные Дельта- и Тета-волны, склонные к генерализации;
- - при локализации в *мозолистом теле* – нерегулярные, полиморфные, диффузные и генерализованные медленные волны на фоне общей дезорганизации ЭЭГ-паттерна;
- - при локализации в *лимбической (медиобазальная лобно-височная) коре* – высокая степень асимметрии: на стороне поражения амплитуда медленных волн существенно выше, при этом на здоровой стороне фоновые виды активности имеют более высокую частоту;
- - *опухоли теменно-затылочной области* могут проявляться на ЭЭГ в виде эпиочагов в ипсилатеральном виске в сочетании с раздражением и эпилептизацией в контралатеральной теменно-затылочной области;
- - при *стволовой локализации* опухоли картина ЭЭГ соответствует принципу: чем ниже в стволе располагается патологический очаг, тем регулярнее и симметричнее патологическая активность.
- И здесь следует помнить, что при всех объёмных процессах, особенно – при опухолях, аневризмах, АВМ, в ЭЭГ могут появляться признаки вовлечения височных структур, вплоть до картины височного эпиочага. Это вовсе не означает реального формирования очага (хотя и не исключает!), и не обязательно указывает на наличие, к примеру, метастаза. Поскольку, как известно, у височных структур, в частности – гиппокампа, самые низкие пороги чувствительности, причём в доминантном полушарии они ниже, чем в субдоминантном.

# ЭЭГ в нейрохирургии

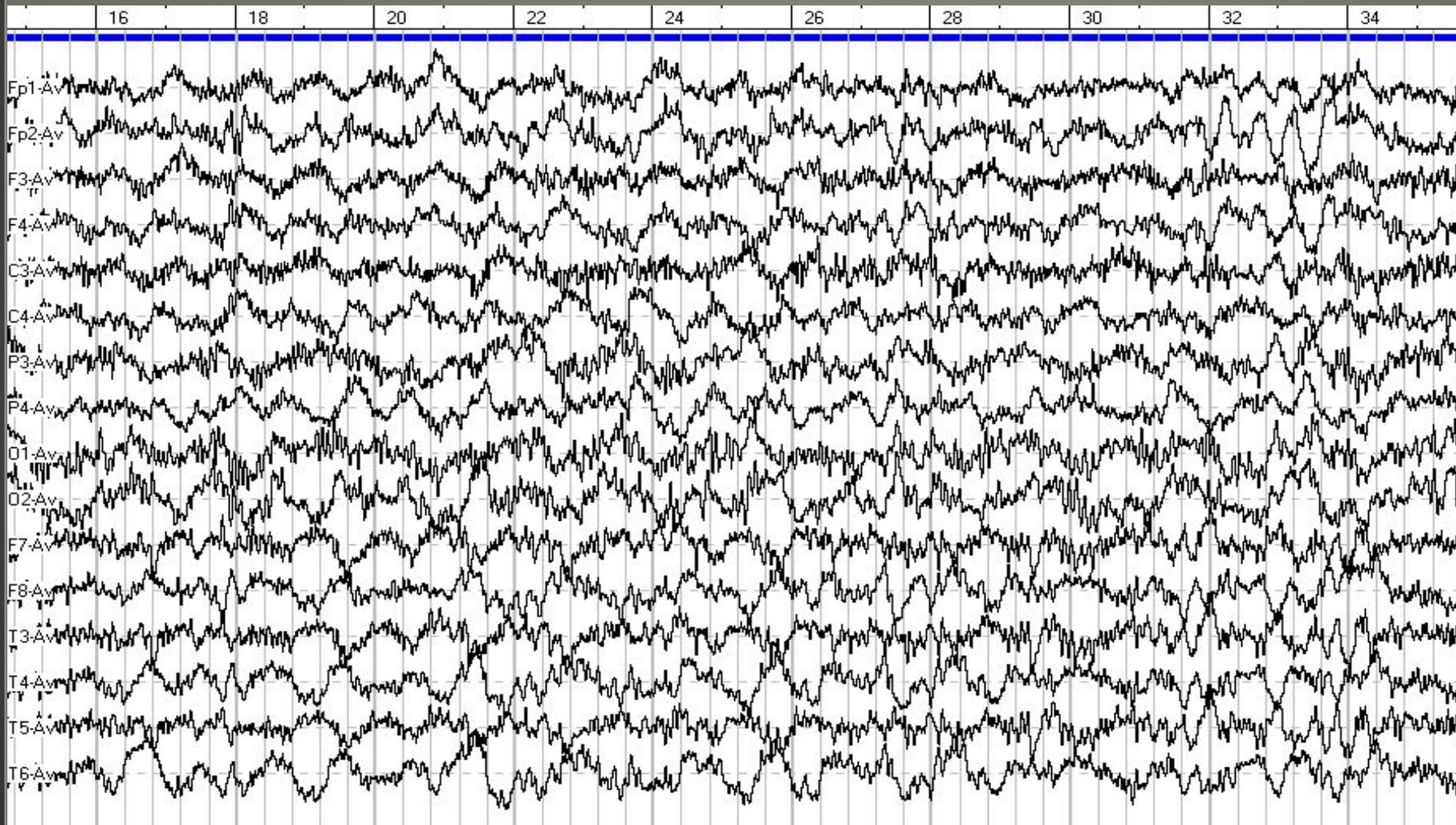
- Характерным для опухолевого процесса при динамическом наблюдении является: постоянство локализации патологических изменений, их постепенное прогрессирование, нарастание диффузных изменений, появление новых фокусов «объёмного» или эпилептиформного характера (метастазы).
- При этом нельзя не отметить, что некоторые опухоли при локализации в области *диэнцефалона* могут вообще не давать локальных изменений в ЭЭГ, потому при впервые обнаруженном «гипоталамическом» ЭЭГ-паттерне больной должен быть направлен на КТГ (МРТ).
- Следует упомянуть и о таком редко применяемом виде физиологической нагрузки как «*двигательная функциональная проба*». Сжимание кулака, контралатерального очагу поражения, в течение 1 минуты, с повторением 3-4 раза, может вызывать в поражённом полушарии появление локальных медленных волн.
- **Резюме:** поскольку, в отличие от цивилизованных стран, в любезном отечестве имеется дефицит нейровизуализационных методик, наша задача состоит в том, чтобы при малейшем подозрении активно направить больного либо на КТГ (МРТ), либо, как минимум, на консультацию к нейрохирургу.

# ЭЭГ в нейрохирургии

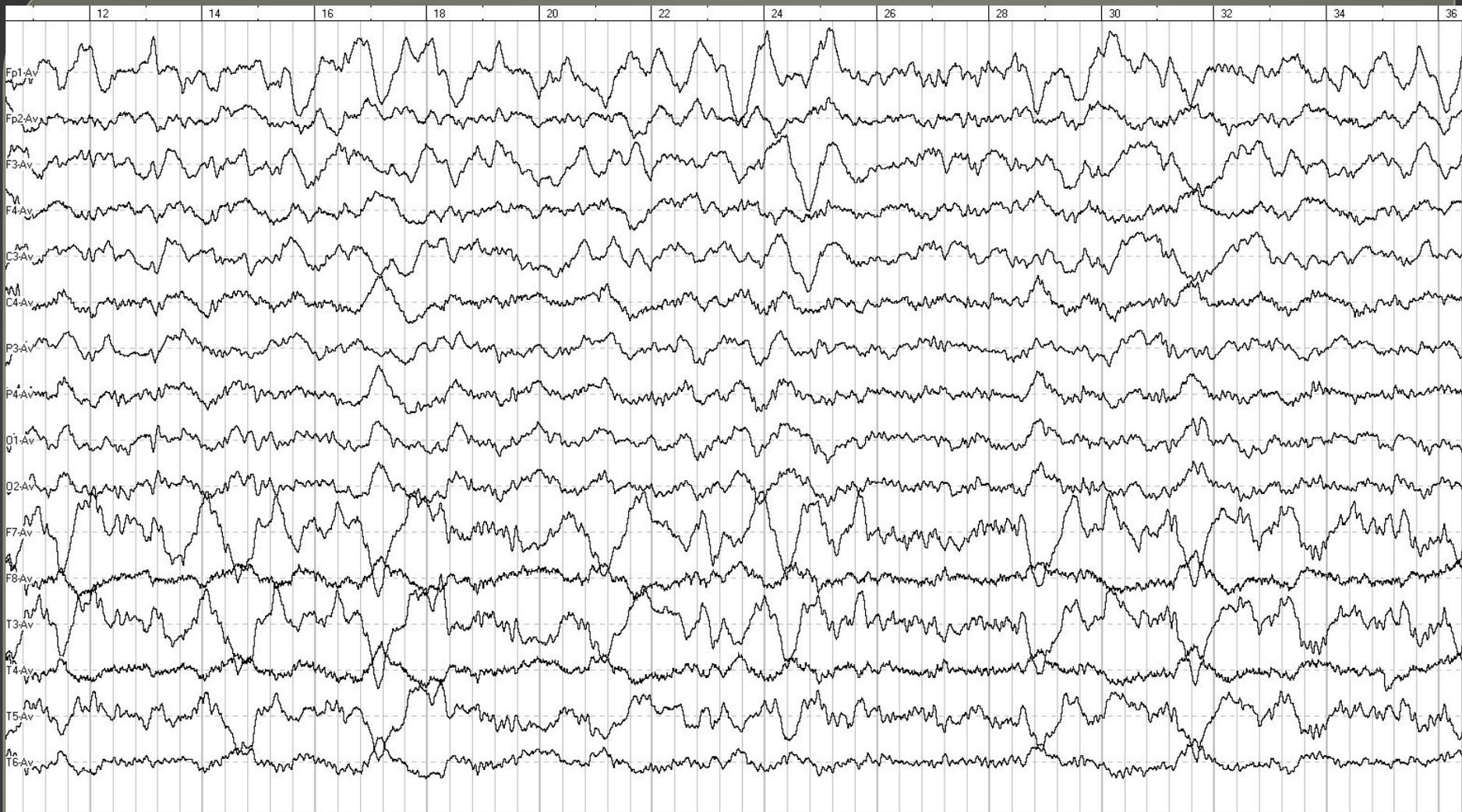
## Между нами:

- *Международный Протокол экспертизы электрической смерти мозга*
- *Вопрос особо актуален для любезного отечества, поскольку напрямую связан с такой привлекательной темой, как трансплантология. Поэтому лучше всего с этой темой не связываться. В крайнем случае – строго придерживаясь Международного Протокола. Сам документ не очень популярен, найти его не просто. В частности, мы его текстом не располагаем, однако известно, что он включает в себя, например, не менее чем 4-часовой ЭЭГ-мониторинг с записью участков ЭЭГ через каждые 10-20 минут. И только если на всем протяжении полученной записи регистрируется изолиния (3,5 мкВ/см – собственный «шум» энцефалографа), мы имеем право констатировать электрическую смерть мозга. При этом необходимо помнить, что наиболее жизнестойкой структурой мозга является таламус. Имеются наблюдения, согласно которым он в состоянии «переживать» погибшую кору на срок до 10 часов! Это может проявляться редкими «стволовыми» вспышками на фоне картины электрической смерти коры.*

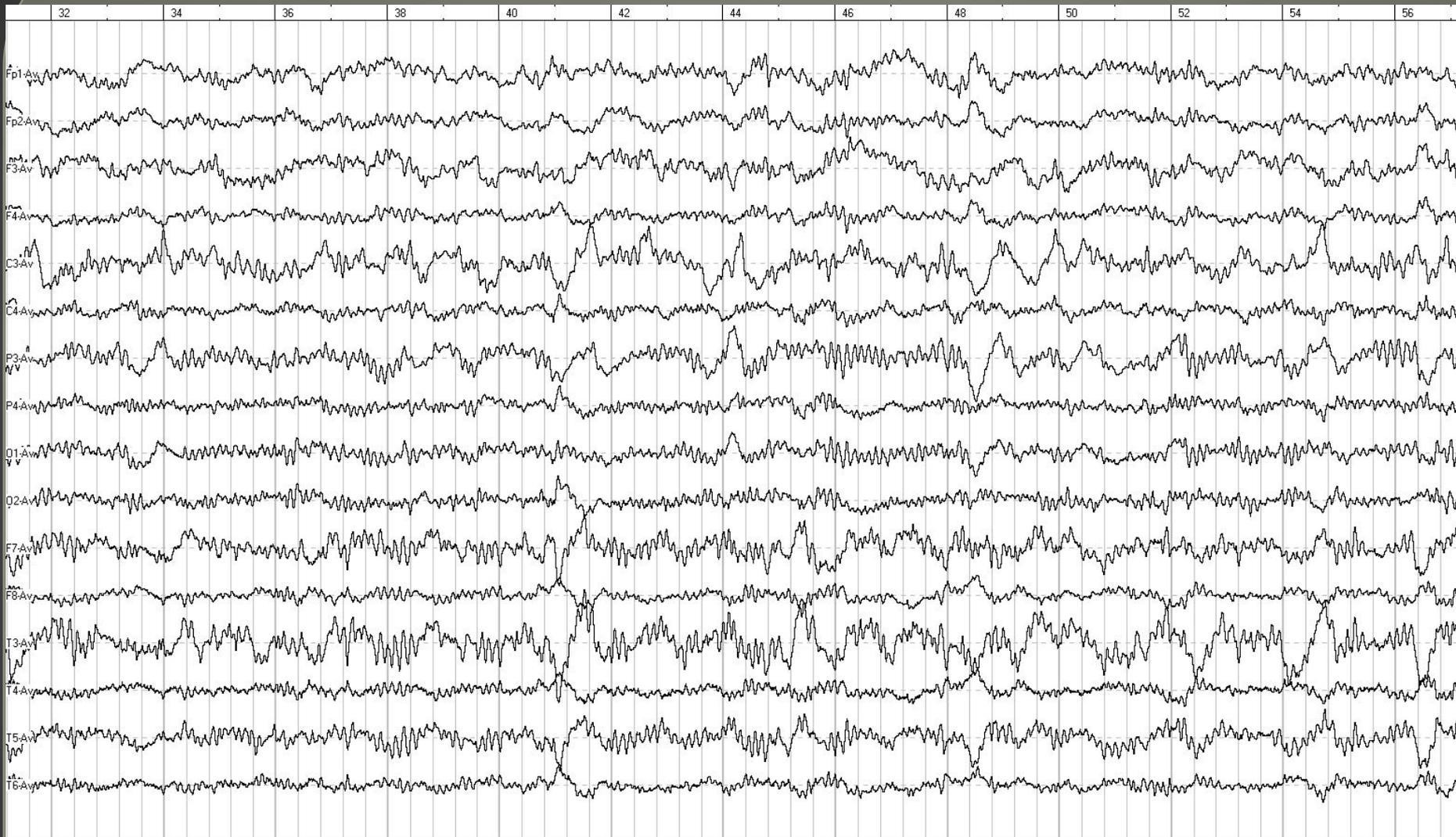
# ЭЭГ в нейрохирургии



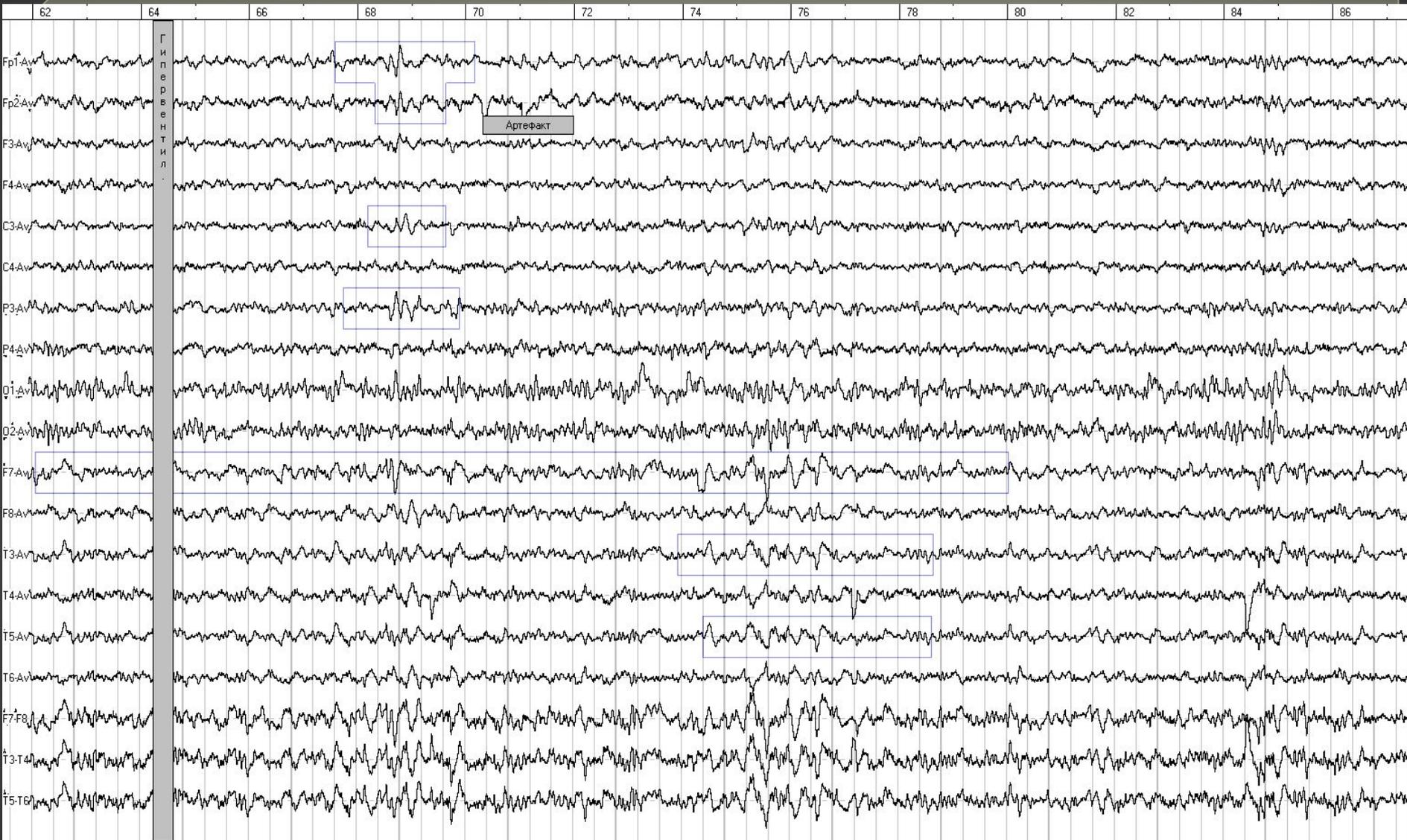
Опухоль правой теменной доли



**Абсцесс левого полушария (после операции)**



Абсцесс левого полушария (через месяц после операции)



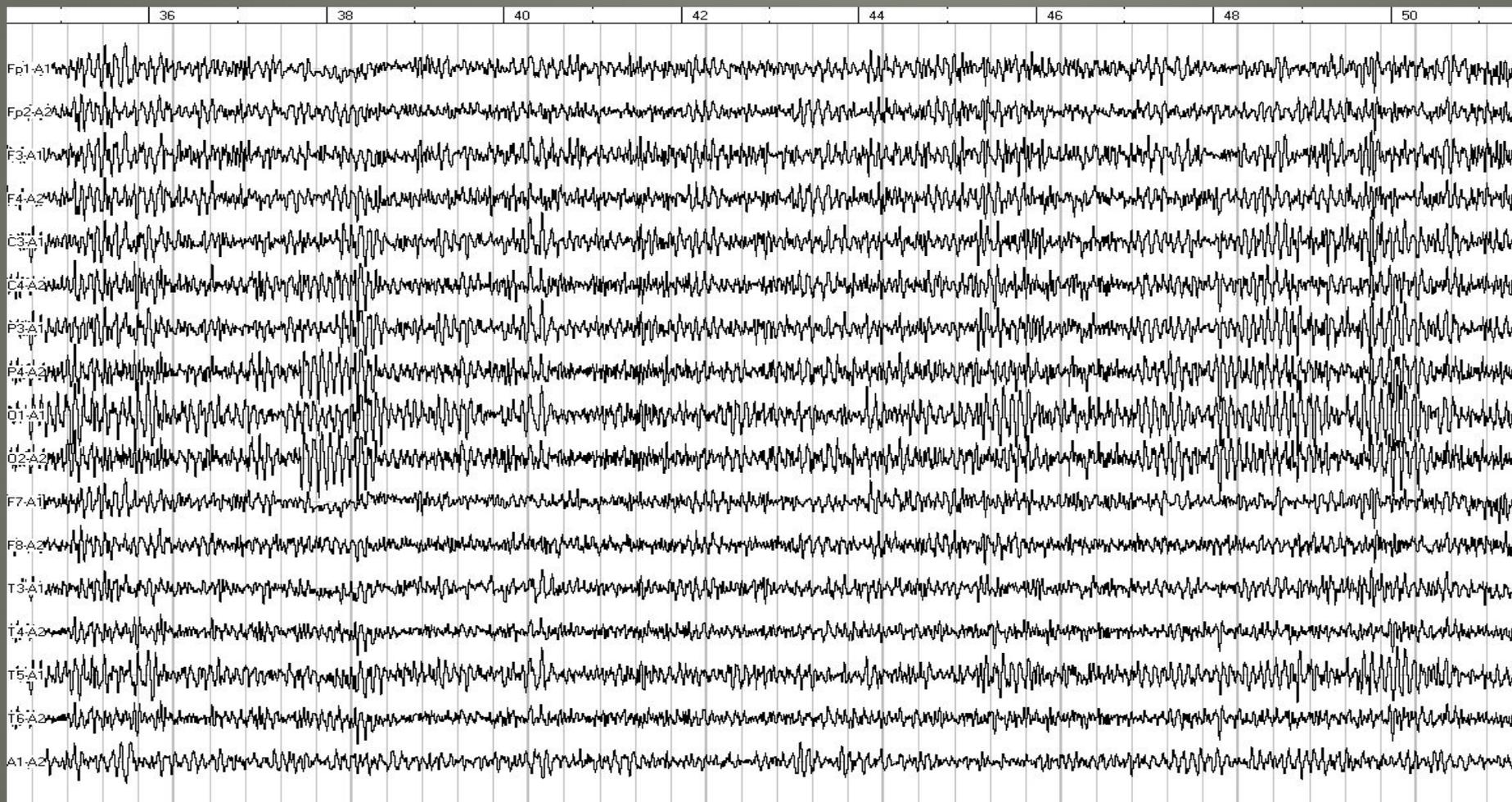
**Последствия абсцесса в левой лобно-височной области**

# ЭЭГ в неврологии



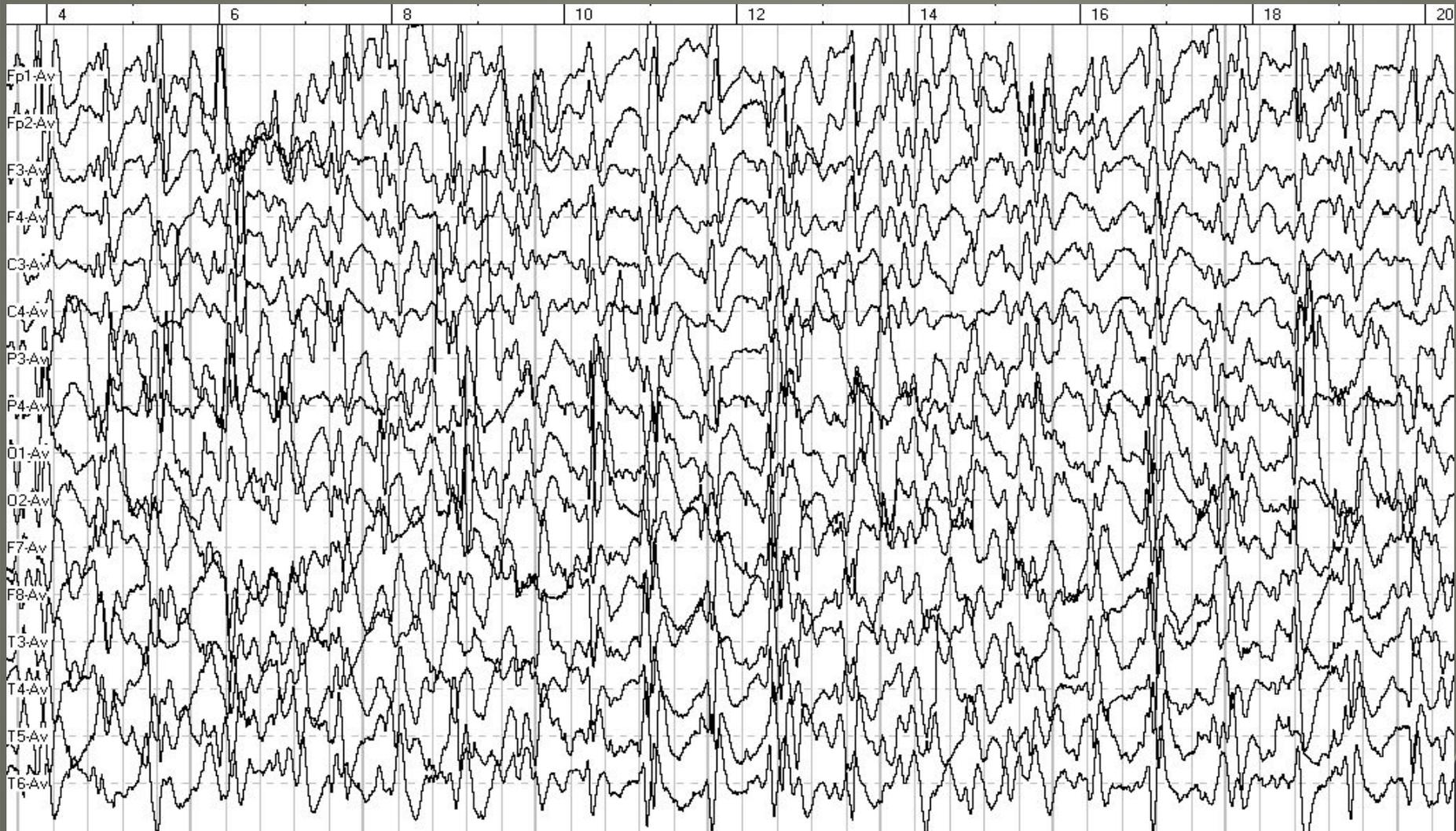
Арахноидит с атрофическими изменениями

# ЭЭГ в неврологии

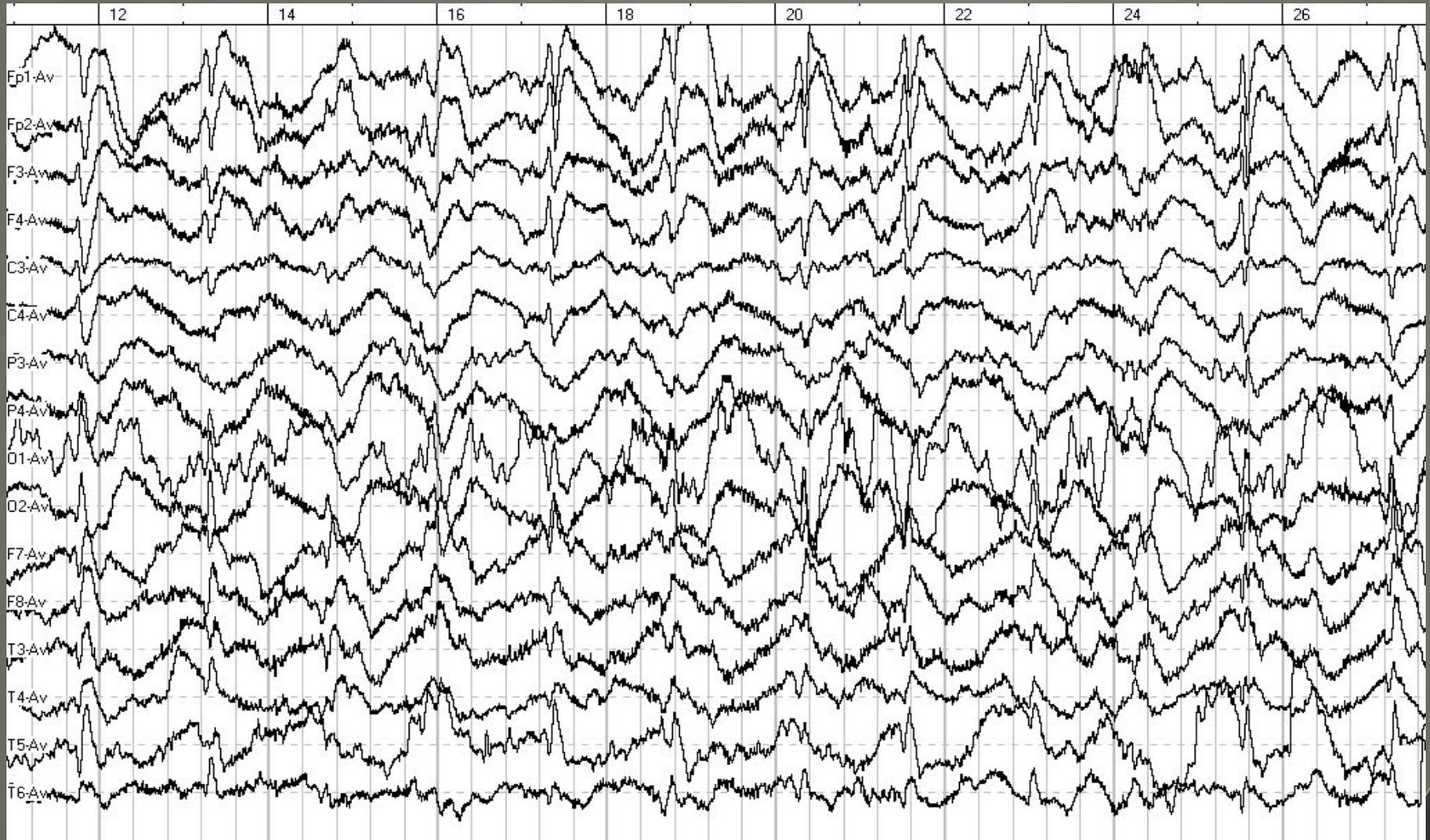


Церебральный атеросклероз с амнестическими нарушениями

# БКЯ – терминальная стадия



# БКЯ – терминальная стадия



# БКЯ – терминальная стадия

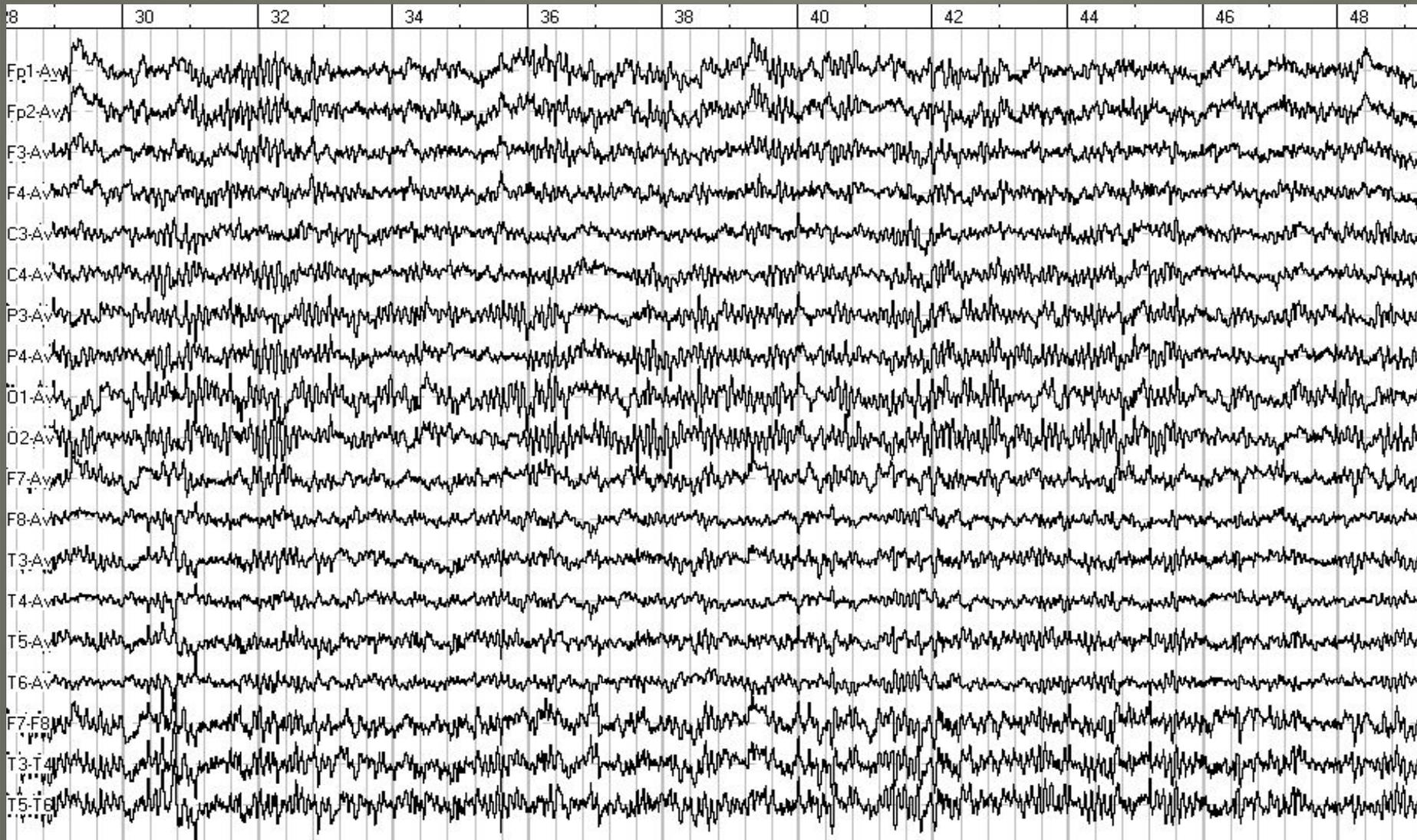


# ЭЭГ В ПСИХИАТРИИ:

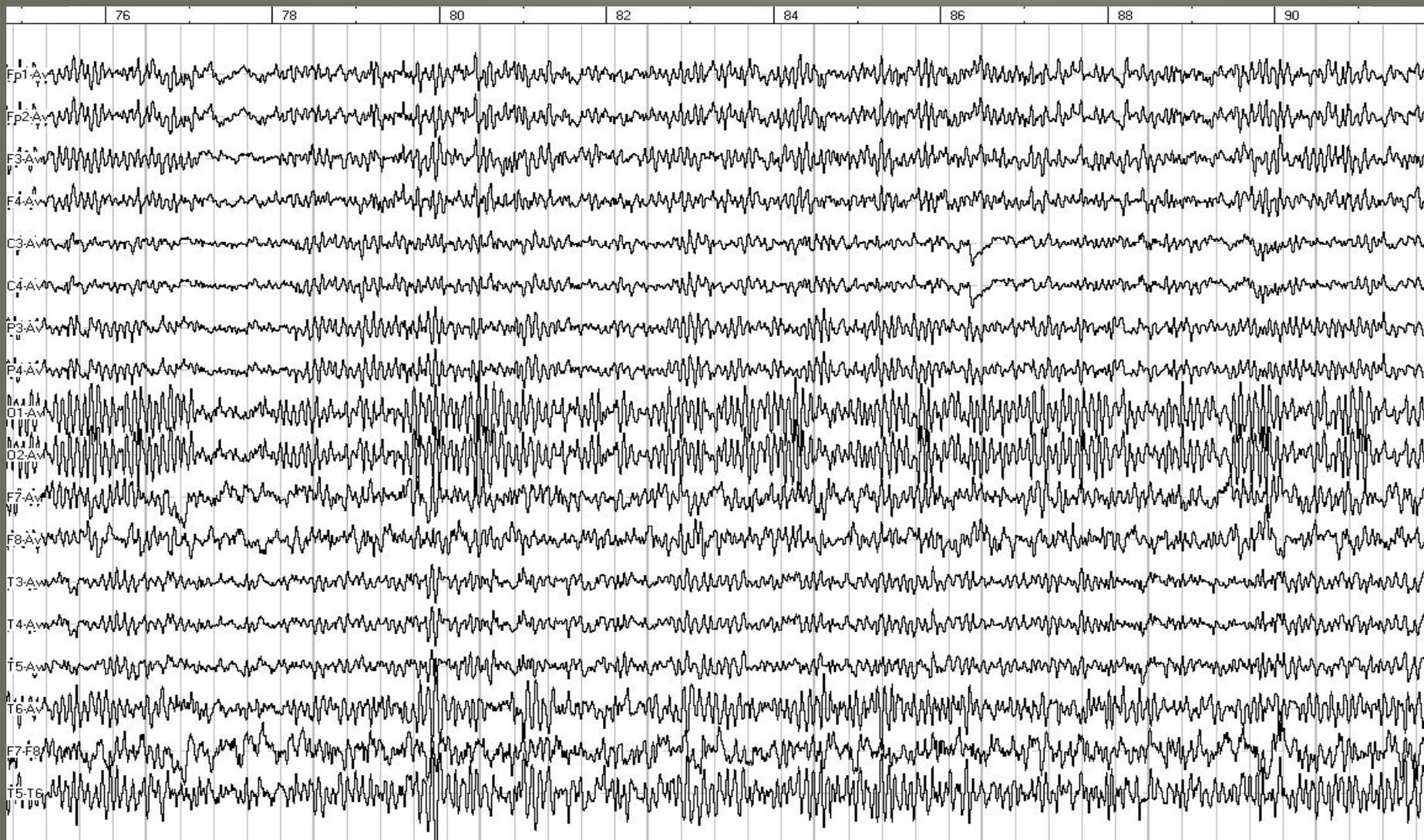
---

- оценка общего функционального состояния ГМ: коры, ствола, медиобазальных структур;
- определение наличия, характера и глубины коморбидной патологии: органической, сосудистой, пр.;
- дифференциальная диагностика и экспертиза;
- контроль в динамике (*эффективность терапии, подбор дозировок, медикаментозные побочные эффекты и пр.*)

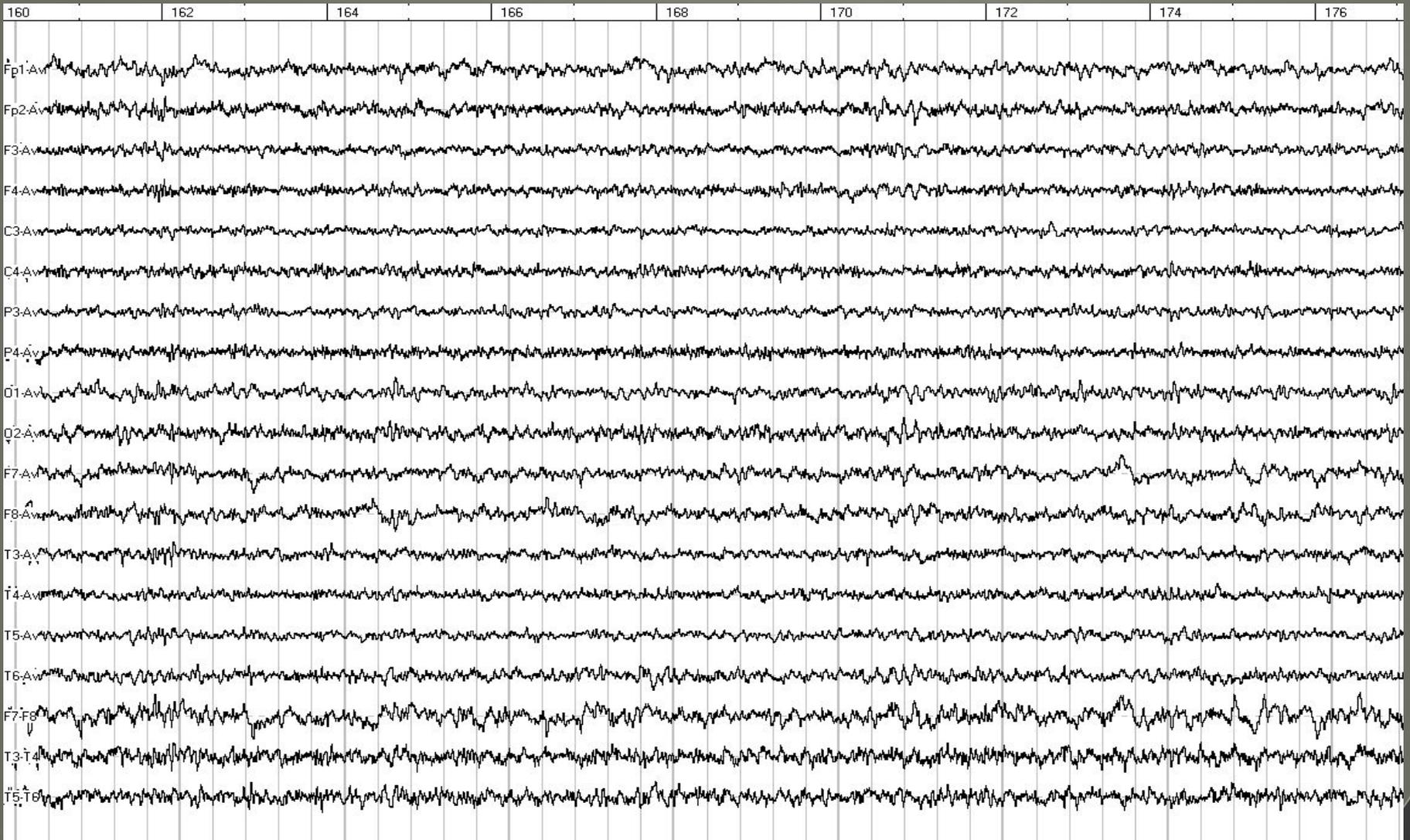
# Шизофрения параноидная



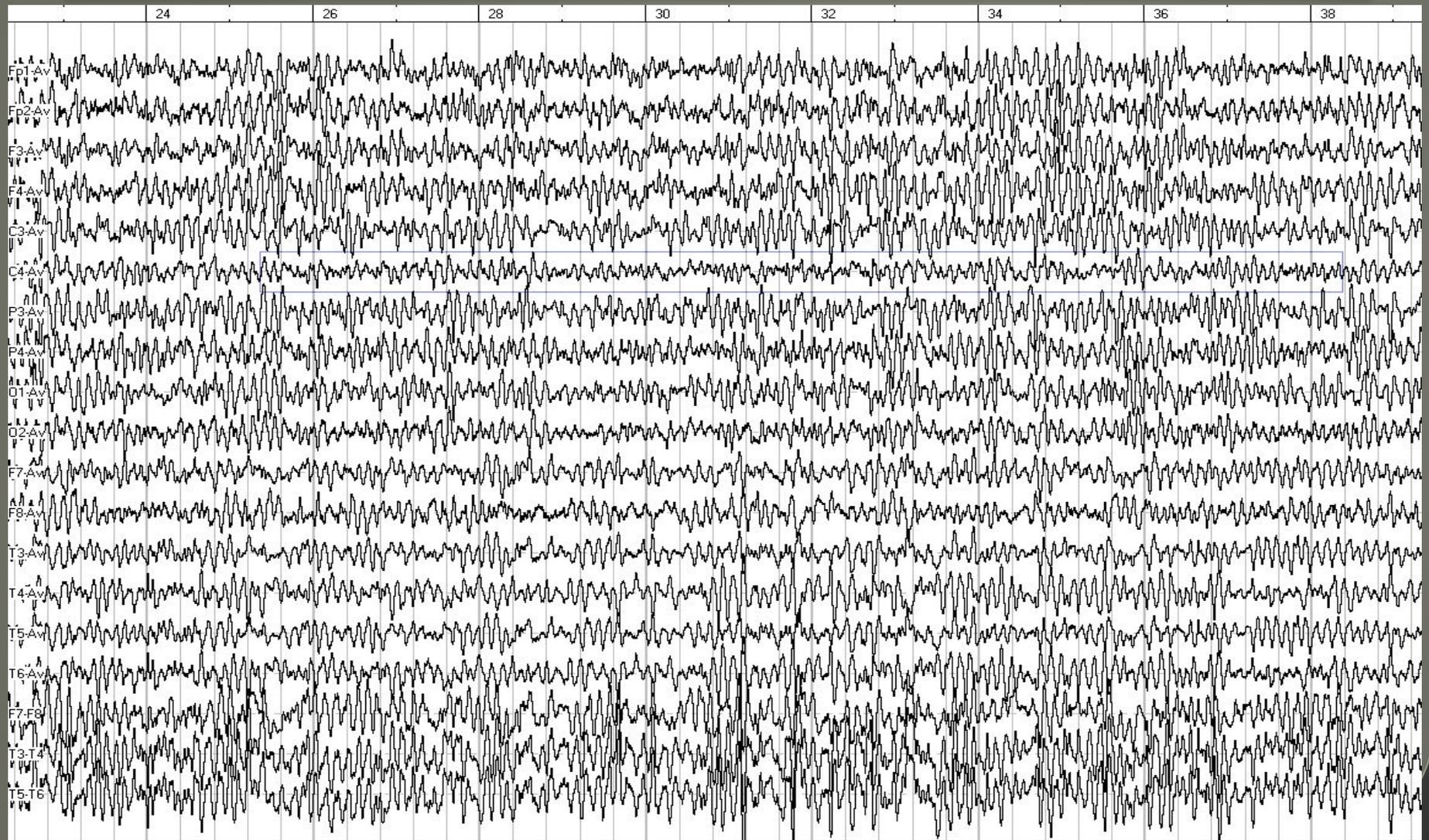
# Шизофрения параноидная



# Шизофрения вялотекущая психопатоподобная



# Депрессия (МДП)





# ЭЭГ при эпилепсии

---

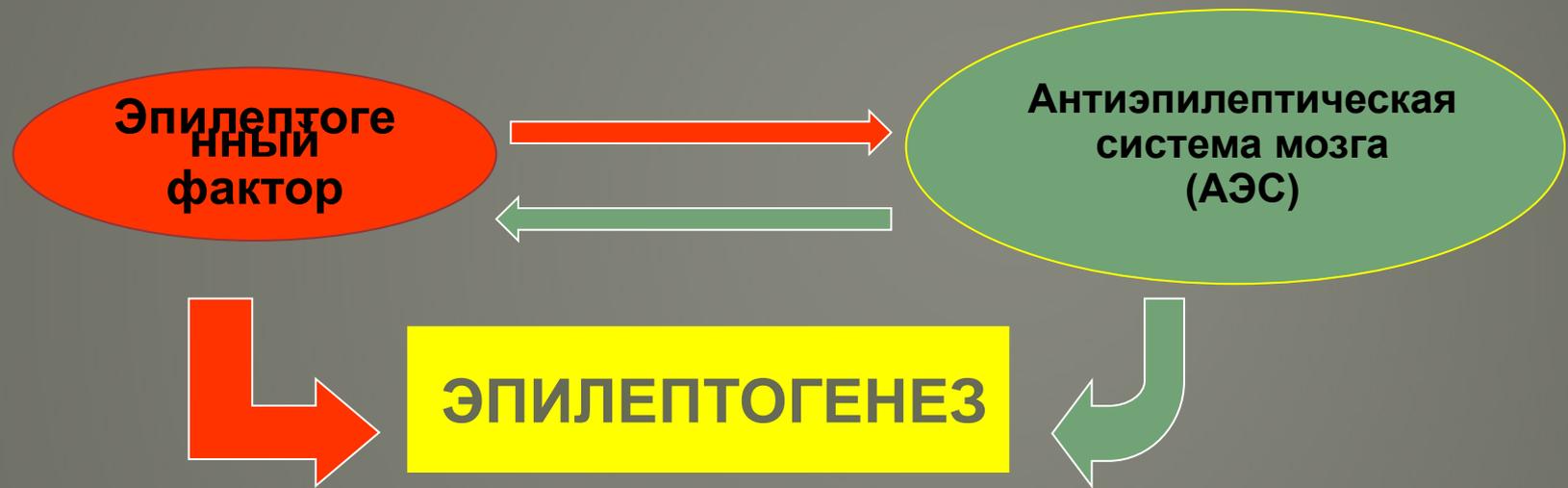
Три уровня противоэпилептической защиты:

**Соседние нейроны;**

Контралатеральные участки мозга;

Мозг в целом (системный уровень)

Морфология корковых звеньев АЭС уточнена последними исследованиями поливалентных функциональных систем мозга, в частности – дефолтной макроскопической сети, изученной с помощью фМРТ (Martijn P. van den Heuvel et al., 2008)



Изучение пространственной организации ЭЭГ у больных с различными эпилептическими синдромами под влиянием ТКМП показало:

**Основой лечебного эффекта может служить оптимизация деятельности наиболее дефицитарных звеньев антиэпилептической системы мозга (АЭС)**

# Гипотеза:

---

1. Ведущая роль в патогенезе идиопатических форм эпилепсии принадлежит несостоятельности АЭС мозга, преимущественно ее подкорковых звеньев

2. В патогенезе посттравматических форм ведущее значение приобретает влияние эпилептогенного очага в сочетании с дефицитарностью преимущественно корковых звеньев АЭС

Учет этих факторов может содействовать более дифференцированному подходу к выбору терапии, в том числе – схем лечебных электровоздействий

# Обобщение

Исходя из представлений о *хвостом ядре* как части ингибиторных механизмов мозга, обширных литературных данных об эффектах поляризации *темпорально-каудальных проекций*, собственного опыта применения разных схем ТКМП при различных видах патологии (*эпилепсии, гиперкинезах, обсессивно-компульсивных синдромах, логоневрозе*) –

сделан вывод о том, что базальные ганглии могут рассматриваться не только как важнейший элемент антиэпилептической системы, а как ядро единой «дефолтной» системы мозга – *ЕДС*, включающей в себя как подкорковые, так и корковые звенья (*дефолтная нейронная сеть*)

*ЕДС* осуществляет динамический контроль кластерообразования, возникающего при рассогласовании афферентных потоков согласно закону Кеннона-Розенблюта (*нейронный пул, получающий импульсацию с недостаточной степенью согласованности, оказывается в условиях частичной денервации*)

Активация этой системы приводит к подавлению патологических кластеров через облегчение процессов согласования

Ассоциативные зоны обеспечивают координированность интегративной деятельности мозга, облегчая восстановление и компенсацию пострадавших функций

*Эти соображения позволили предложить ряд новых схем и режимов ТКМП*

# Динамика модифицированной модели нейронной сети Кропотова – Пахомова

Г. А. Черных, Ю. М. Письмак,  
СПб ГУ

Динамика НС при подаче импульсов в разных режимах :

- ◆ спонтанная синхронизация сети с образованием межнейронных функциональных связей;
- ◆ «разделение» этих связей на «активирующие» и «тормозные»;
- ◆ кластеризация с установлением внутри- и межкластерных связей, образующих собственные функциональные структуры;
- ◆ спонтанное «обнуление» сети при полной синхронизации ее нейронов...

*Ничего не напоминает?..*

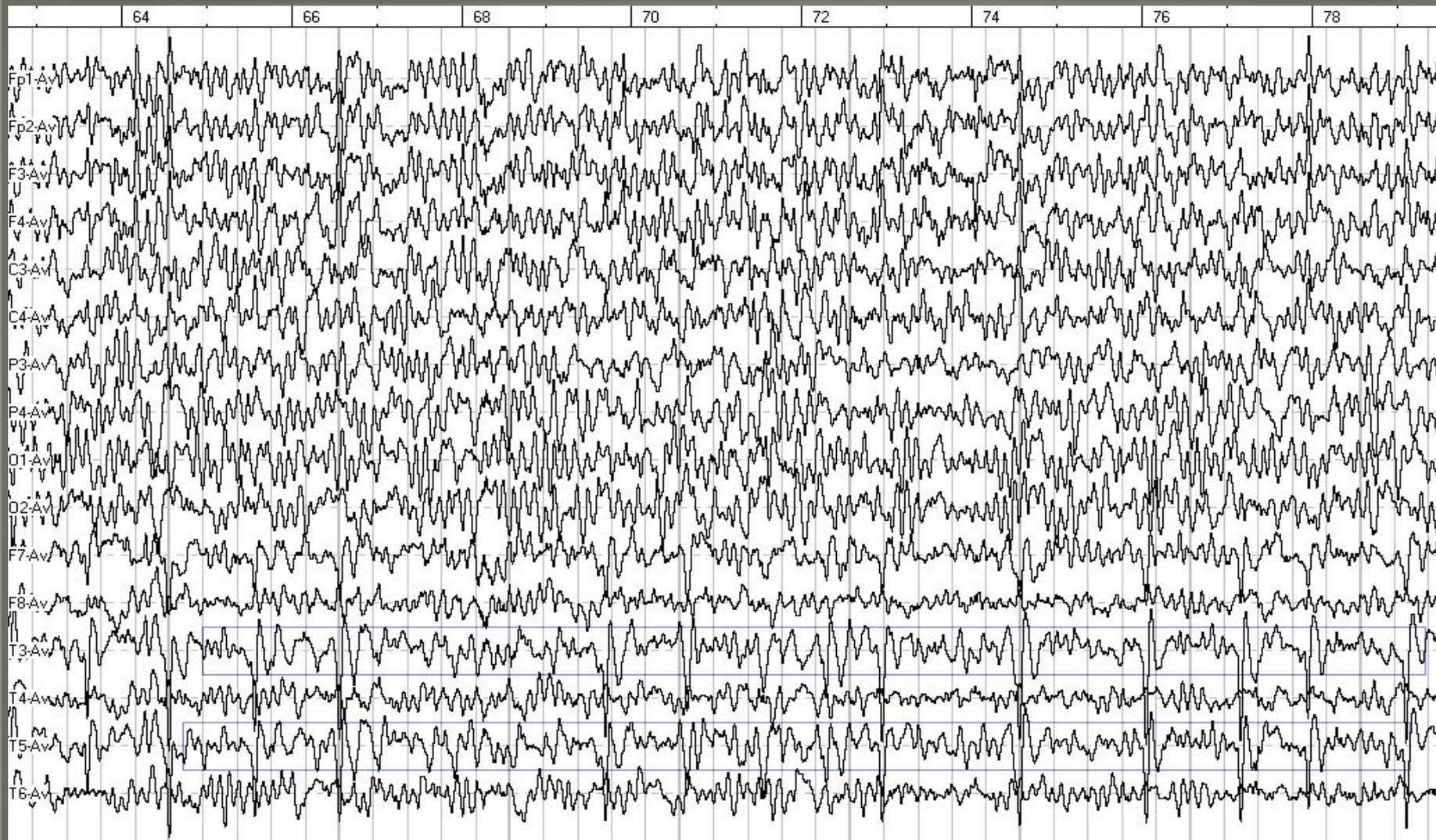
# Гипотеза:

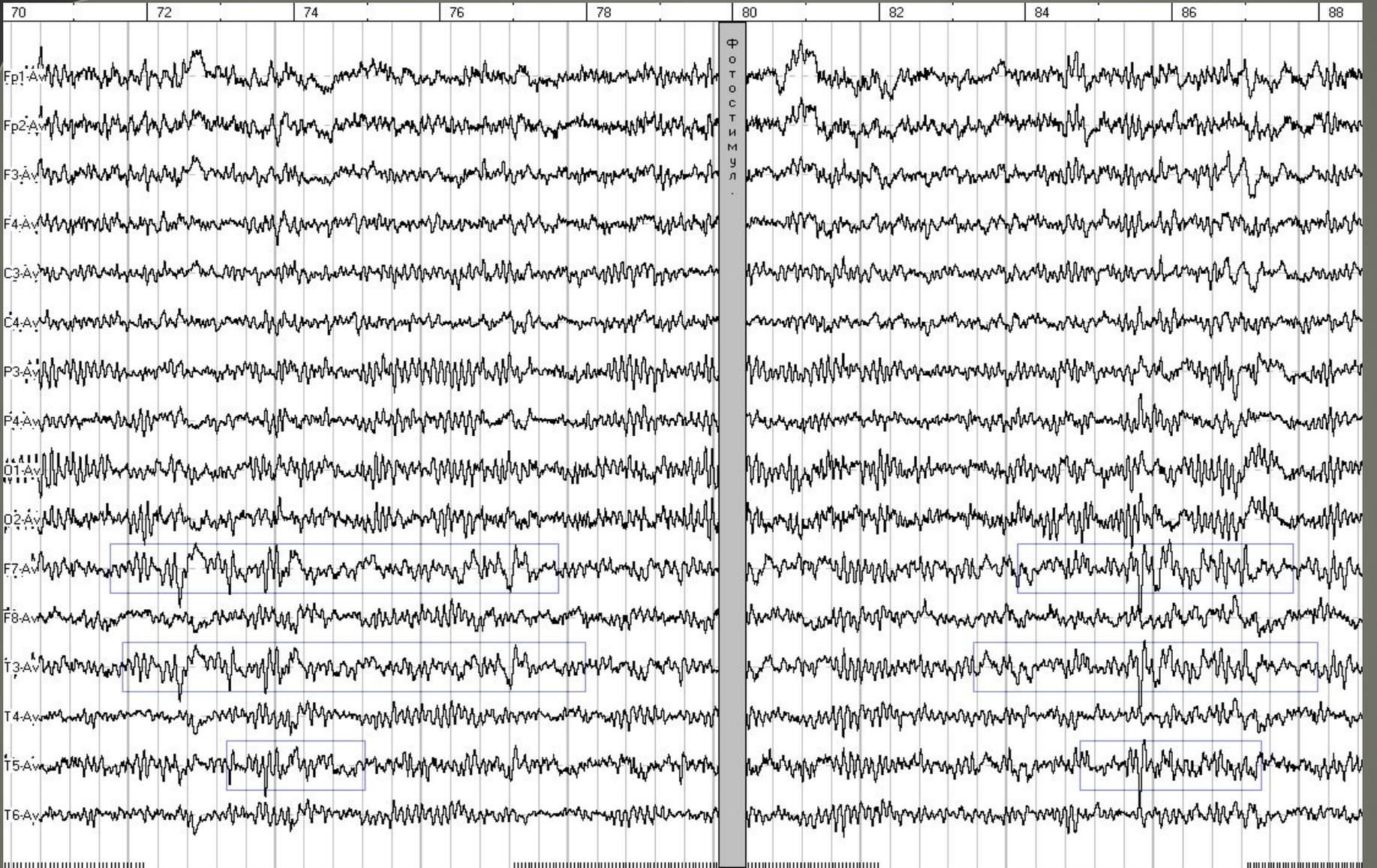
**стриопаллидарный комплекс—  
не только важнейший элемент антиэпилептической системы мозга,  
а ядро некой единой «дефолтной» системы, которая:**

- осуществляет динамический контроль кластерообразования, постоянно возникающего, согласно закону Кеннона-Розенблюта, при той или иной степени рассогласования афферентных и ассоциативных потоков ;
- при высокой степени рассогласования «обнуляет» всю «цепь»;
- МОДУЛИРУЕТ РАБОТУ АССОЦИАТИВНЫХ ЗОН В УСЛОВИЯХ ЧАСТИЧНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ, «СТИРАЯ» ИЗБЫТОЧНЫЕ И НЕЭФФЕКТИВНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВЯЗИ;

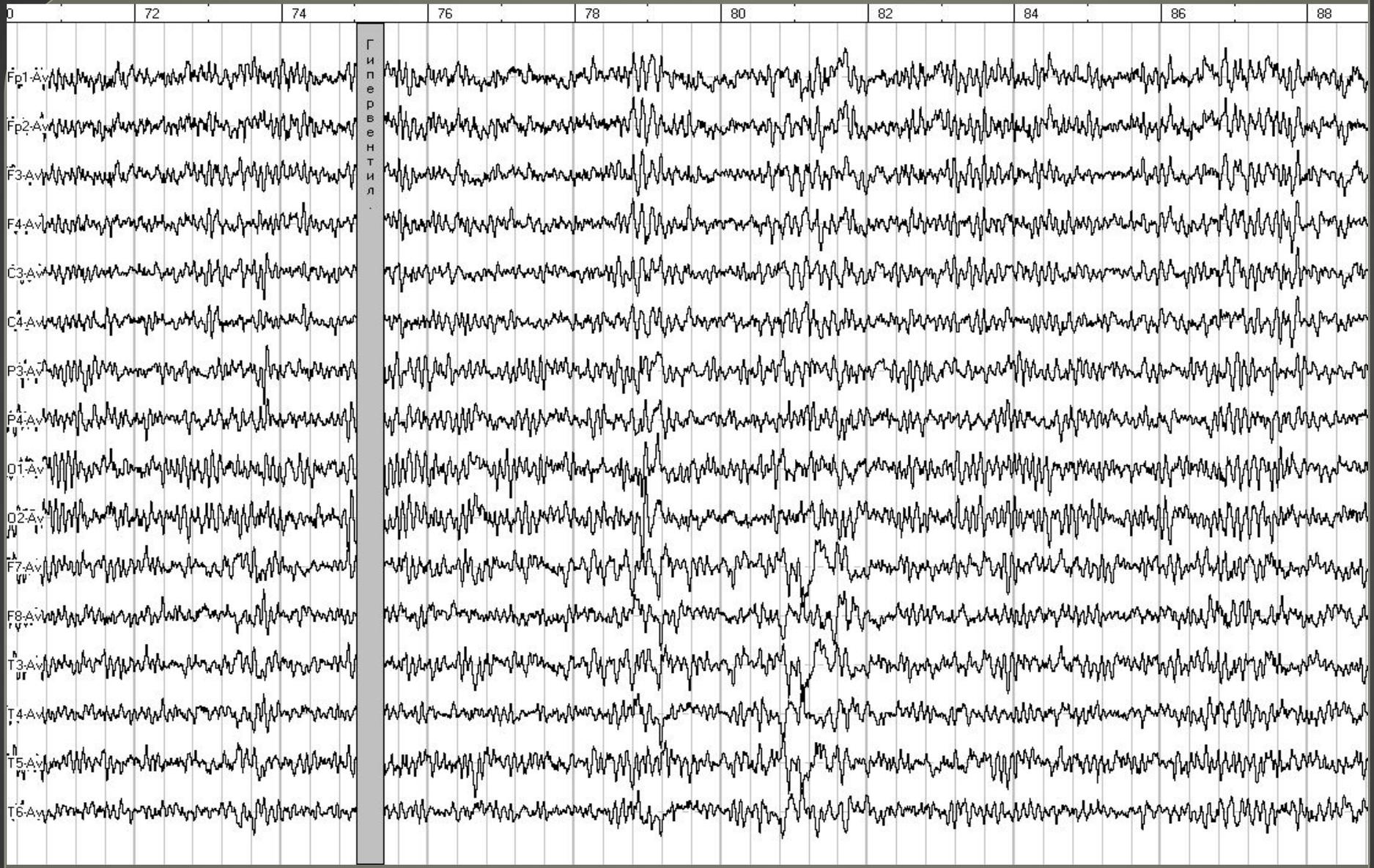
**Возможно, стриопаллидарный комплекс вместе с ассоциативными зонами коры, мозжечком и ретикулярным ядром моста образует единую функциональную систему**

# Классическая височная эпилепсия

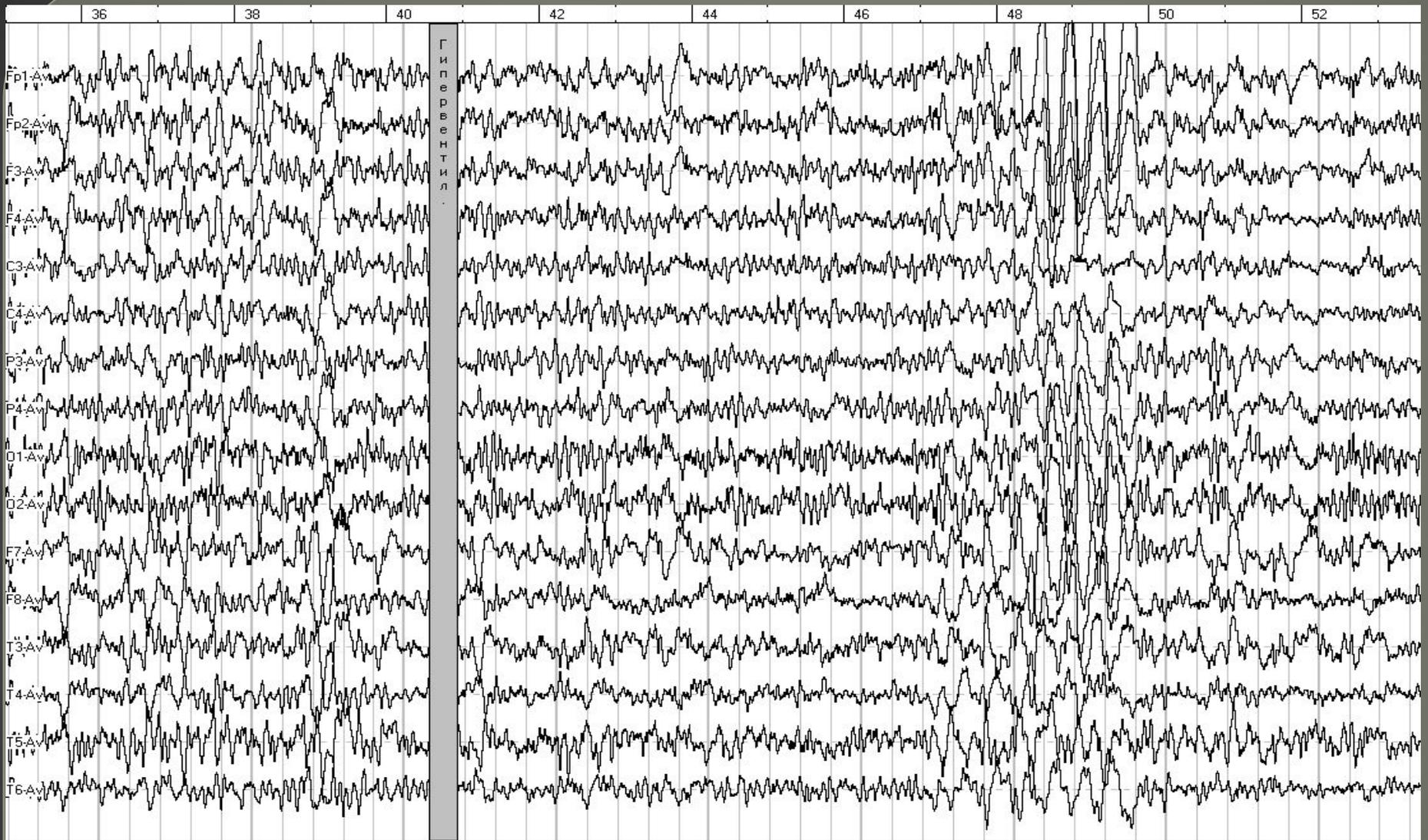




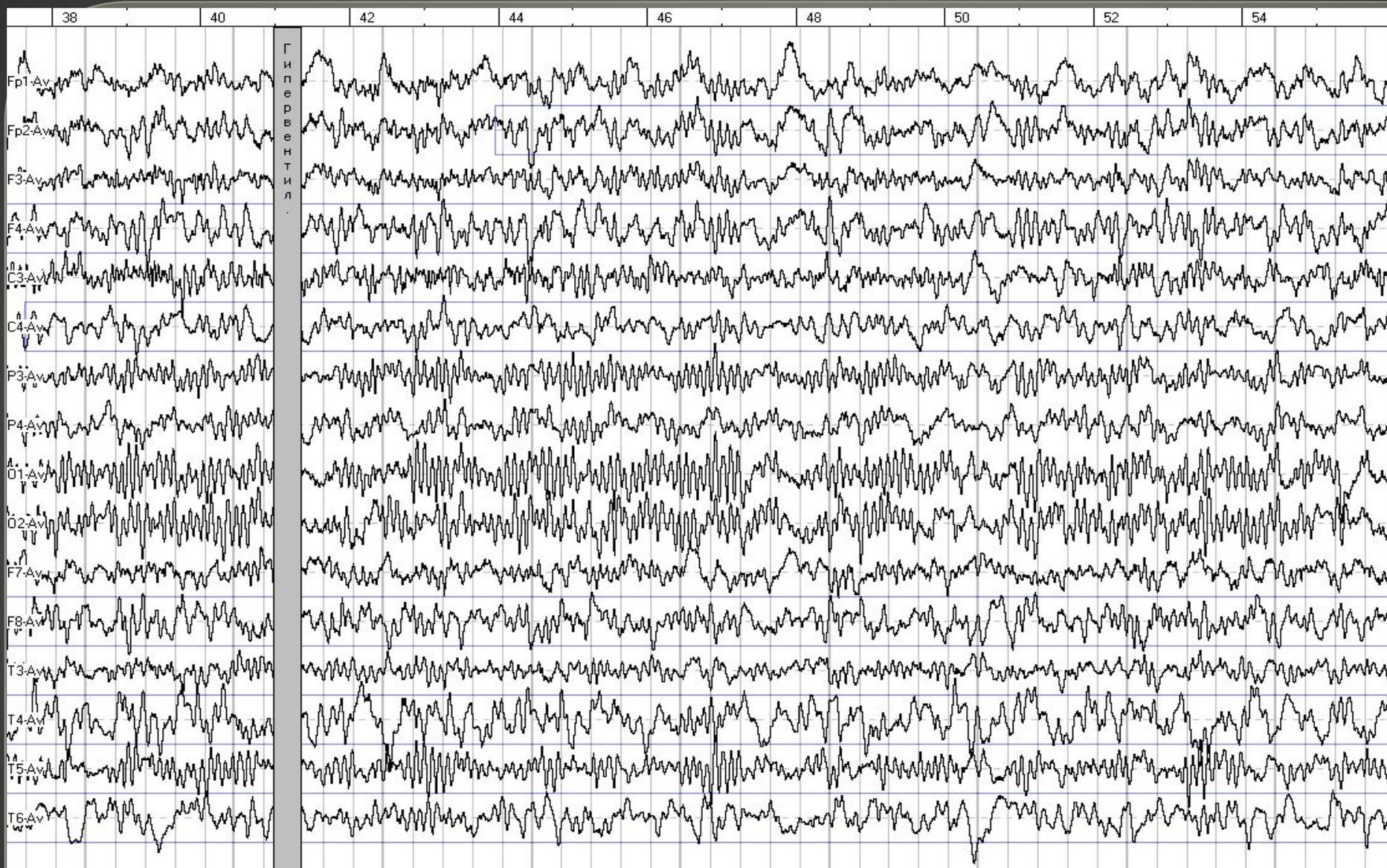
Больная О., 38 лет, страдает эпилепсией со сложными парциальными припадками с 17-летнего возраста



Та же больная. Смена препарата

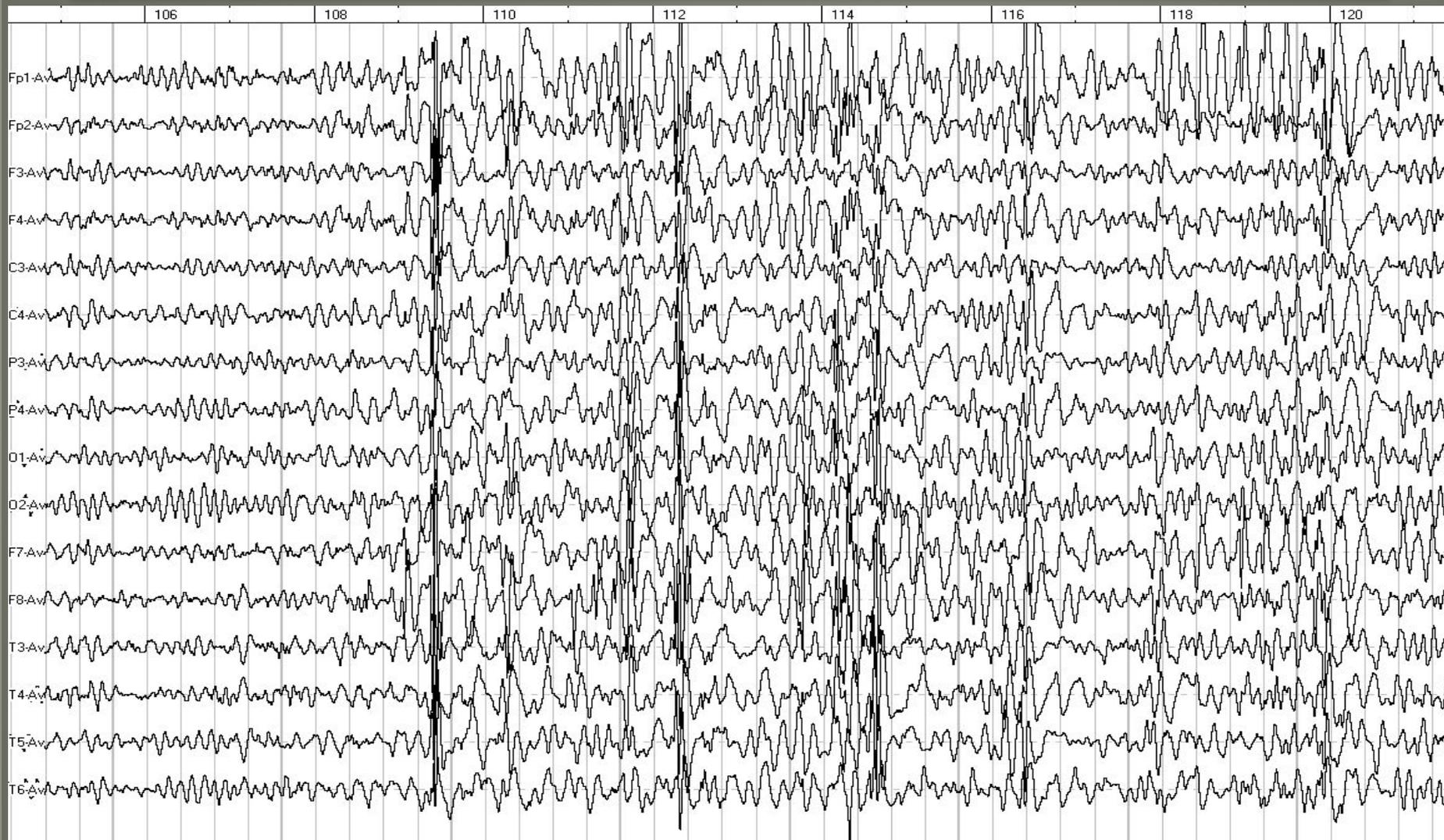


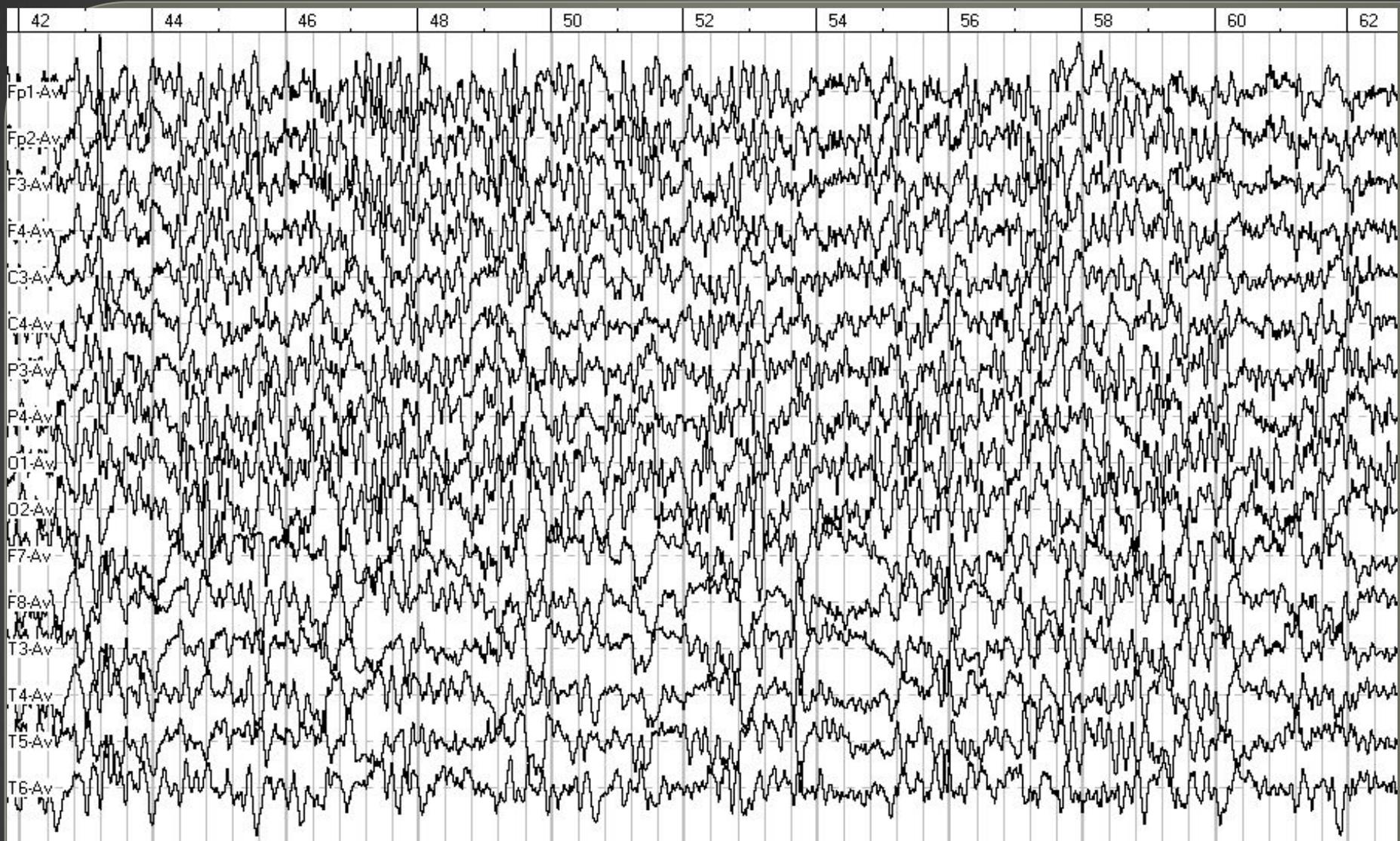
Та же больная. Ухудшение после самостоятельной отмены препаратов



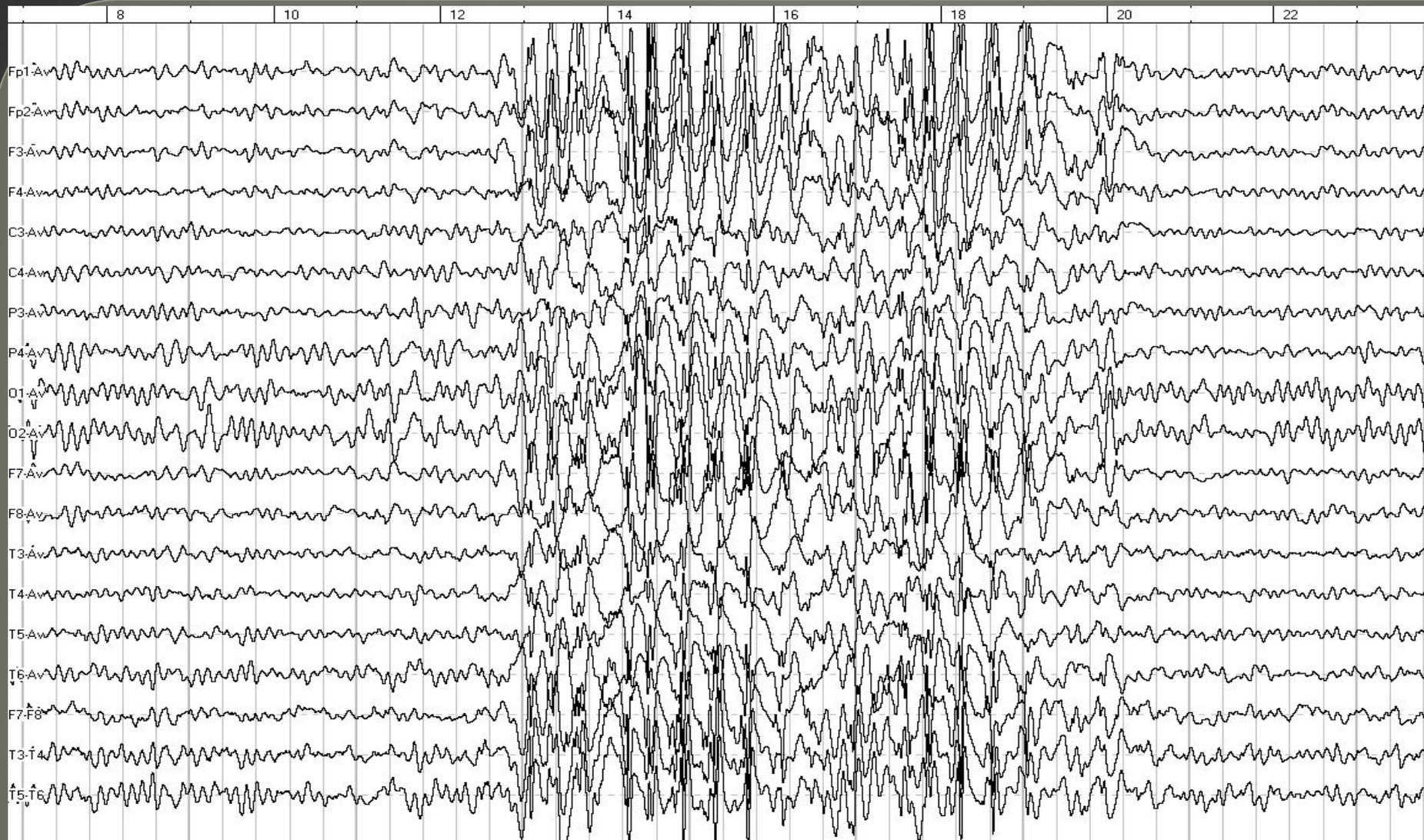
*Больной П., 40 лет, с последствиями тяжелой ЧМТ, оперирован, ГСП развились примерно через 1,5 года после травмы*

# Ребенок 9 лет, эпилепсия лекарственно резистентная (типа Ландау-Клеффнера)

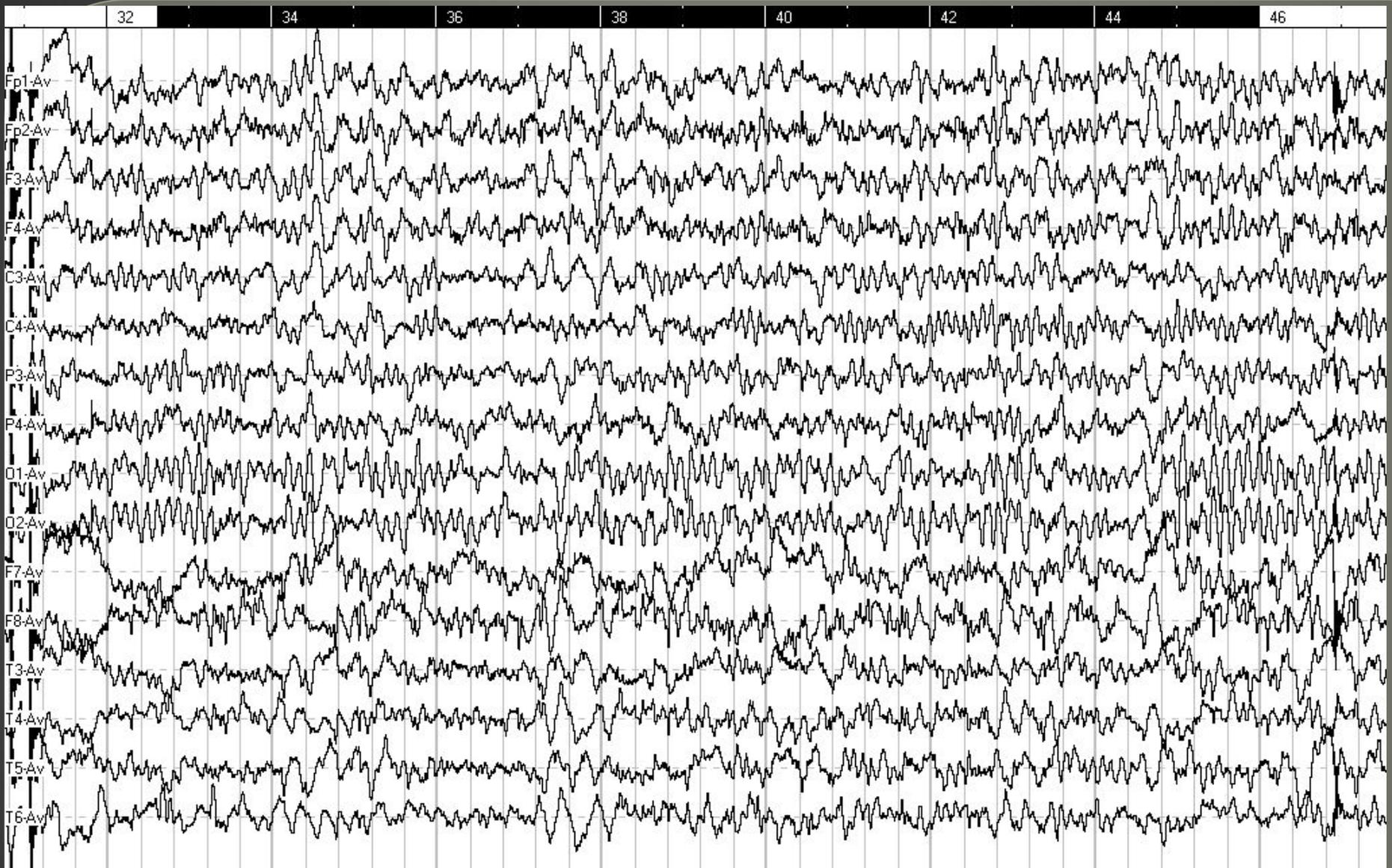




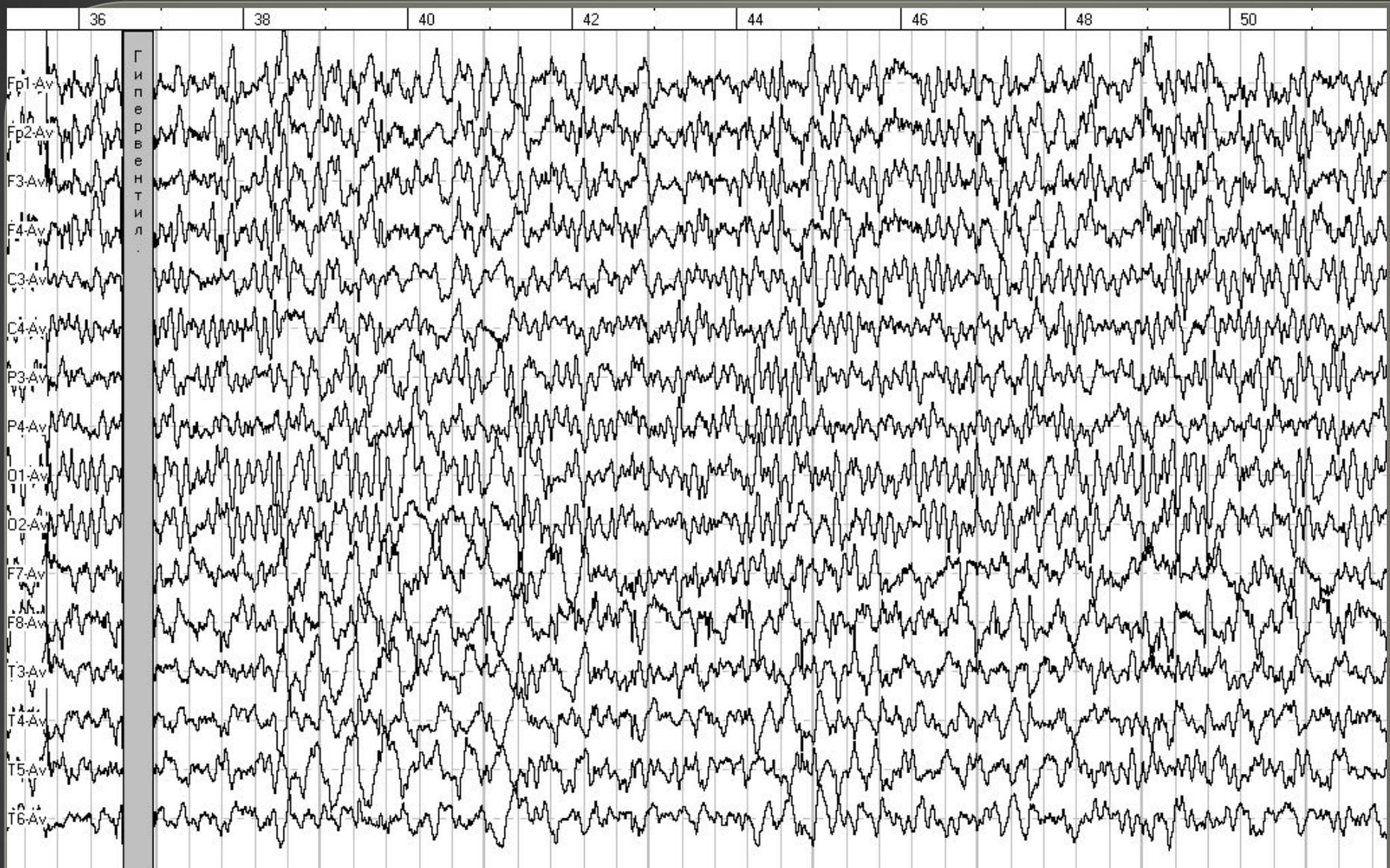
**Судорожный припадок впервые у ВИЧ-инфицированного  
героинозависимого**



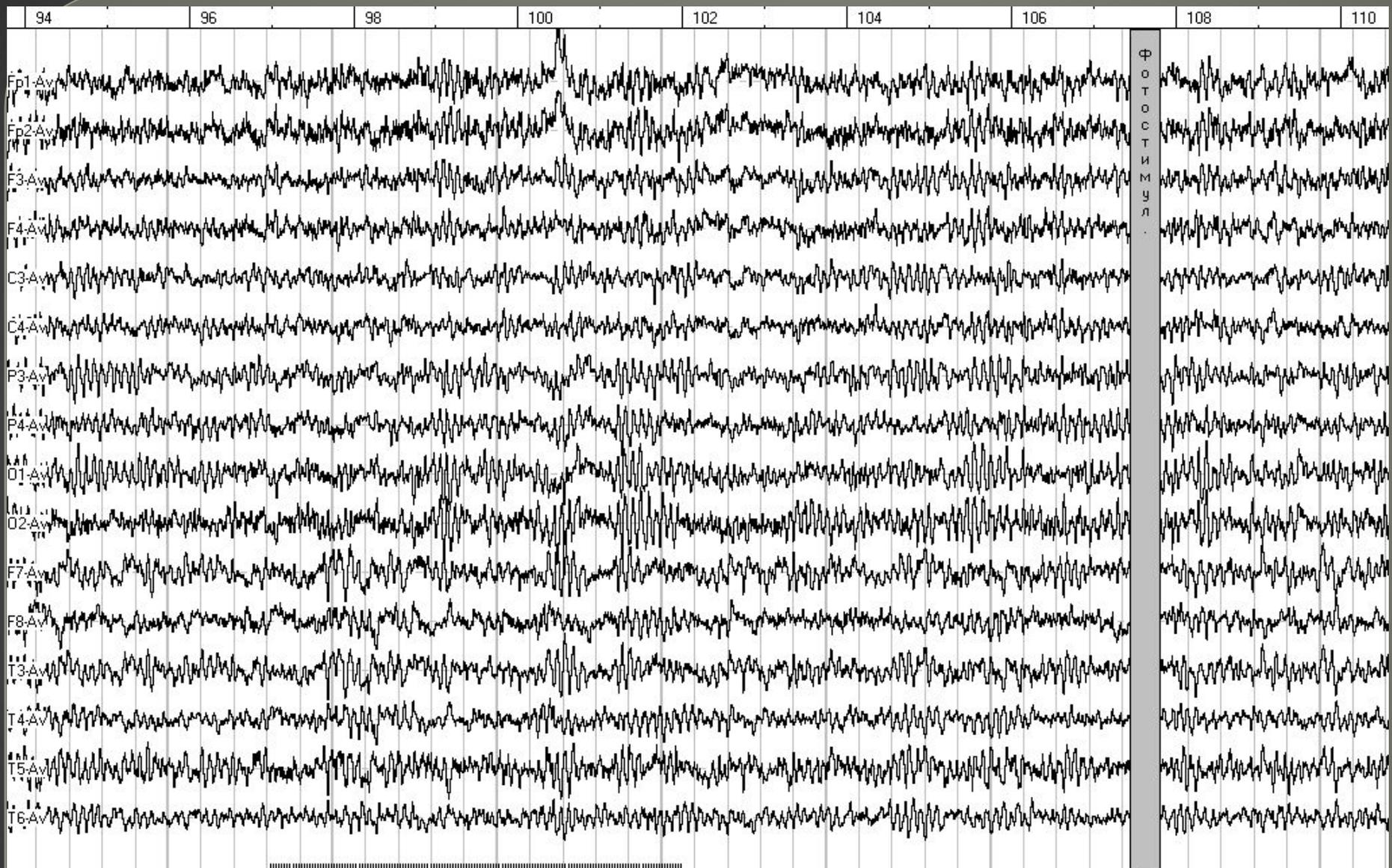
Генерализованный пароксизм (псевдоабсанс)



**Больной 27 лет, эпилепсия бифокальная лекарственно резистентная. В покое: фокусы эпилептической активности в левой лобно-центральной и правой височной областях**

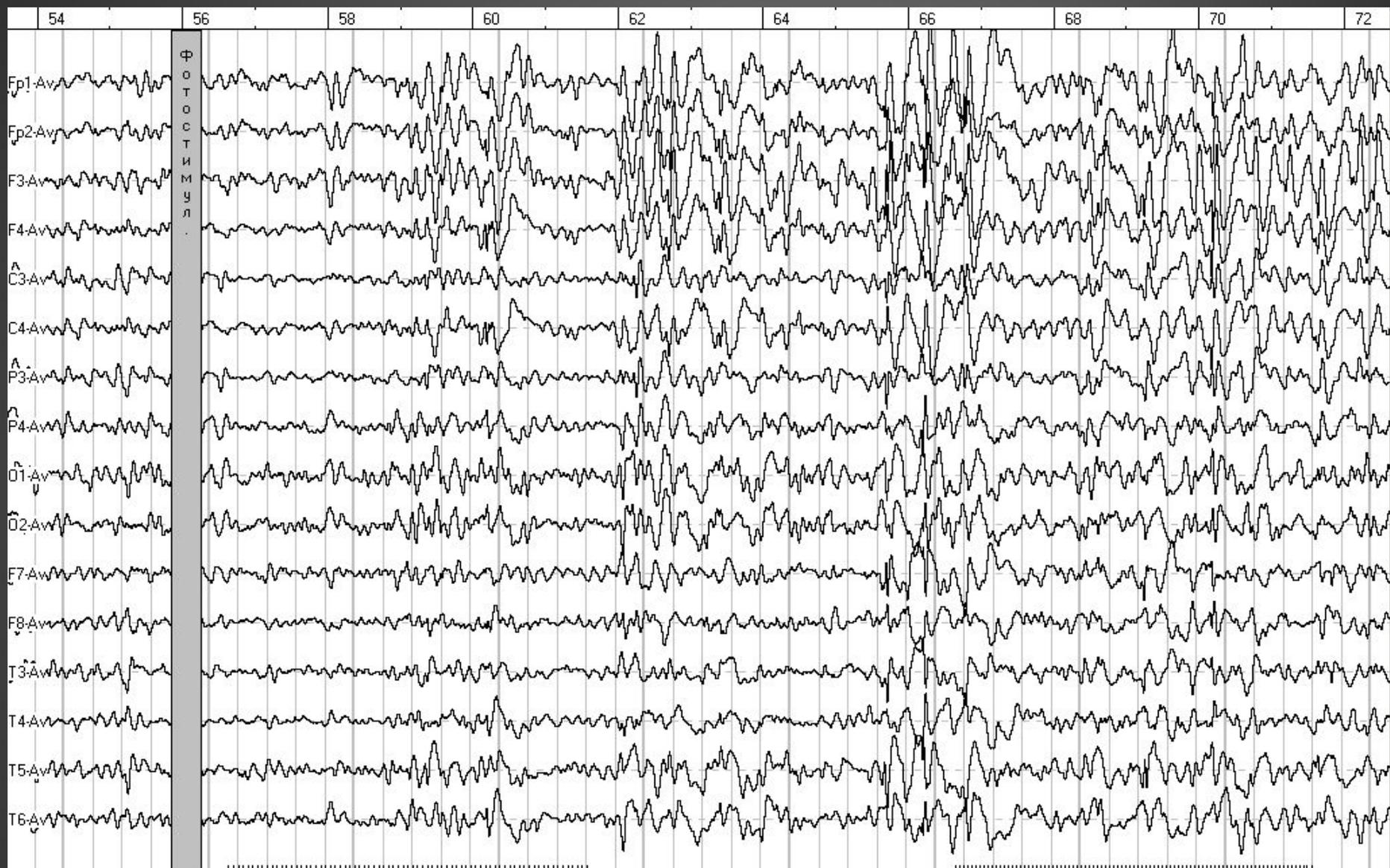


Тот же больной. При ГВ: очаг эпилептической активности в левой височной области



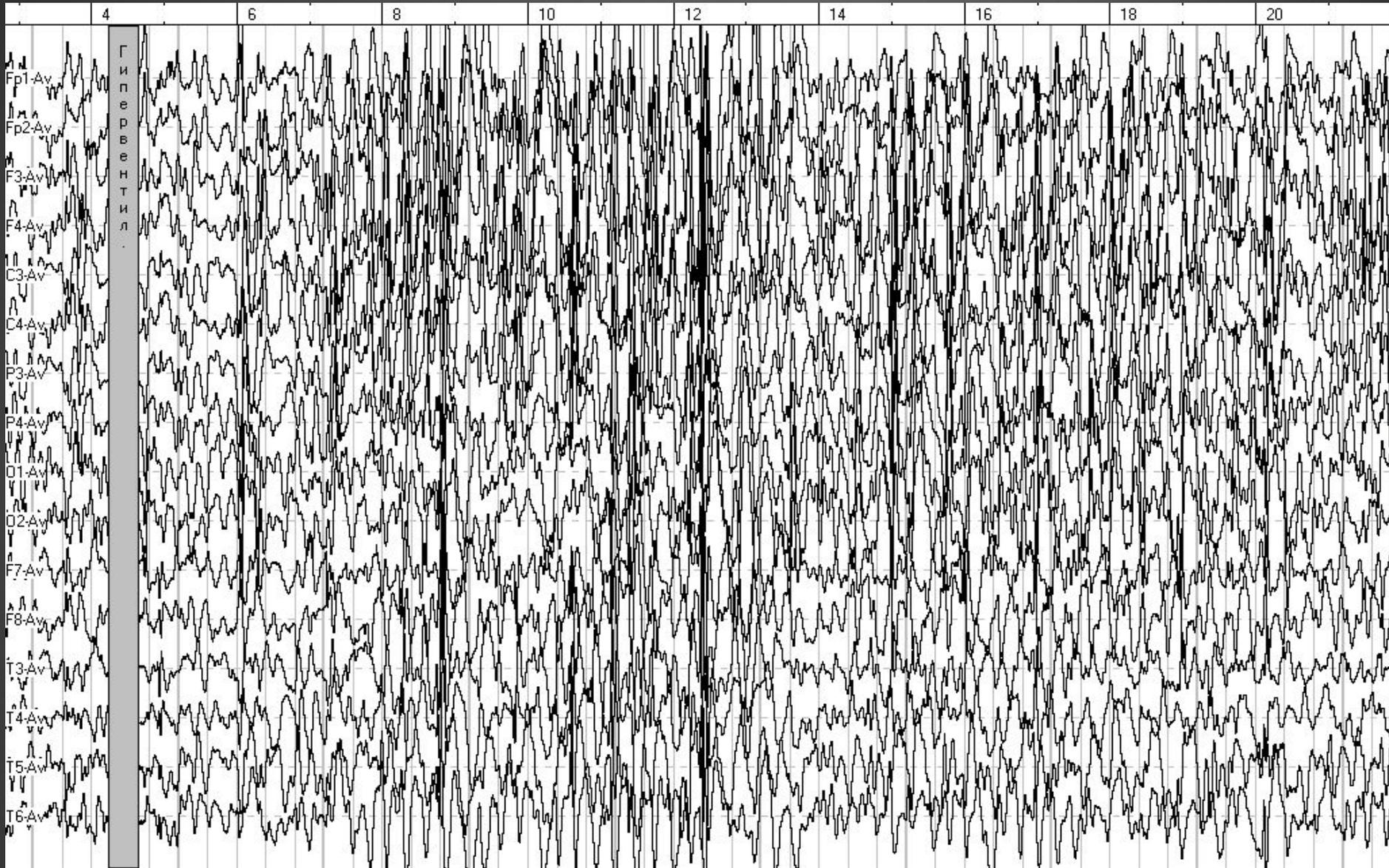
**Больная 40 лет, диагноз: псевдоабсансы.**

**Пример фотопароксизмального ответа в левой височной области на высокочастотную фотостимуляцию**



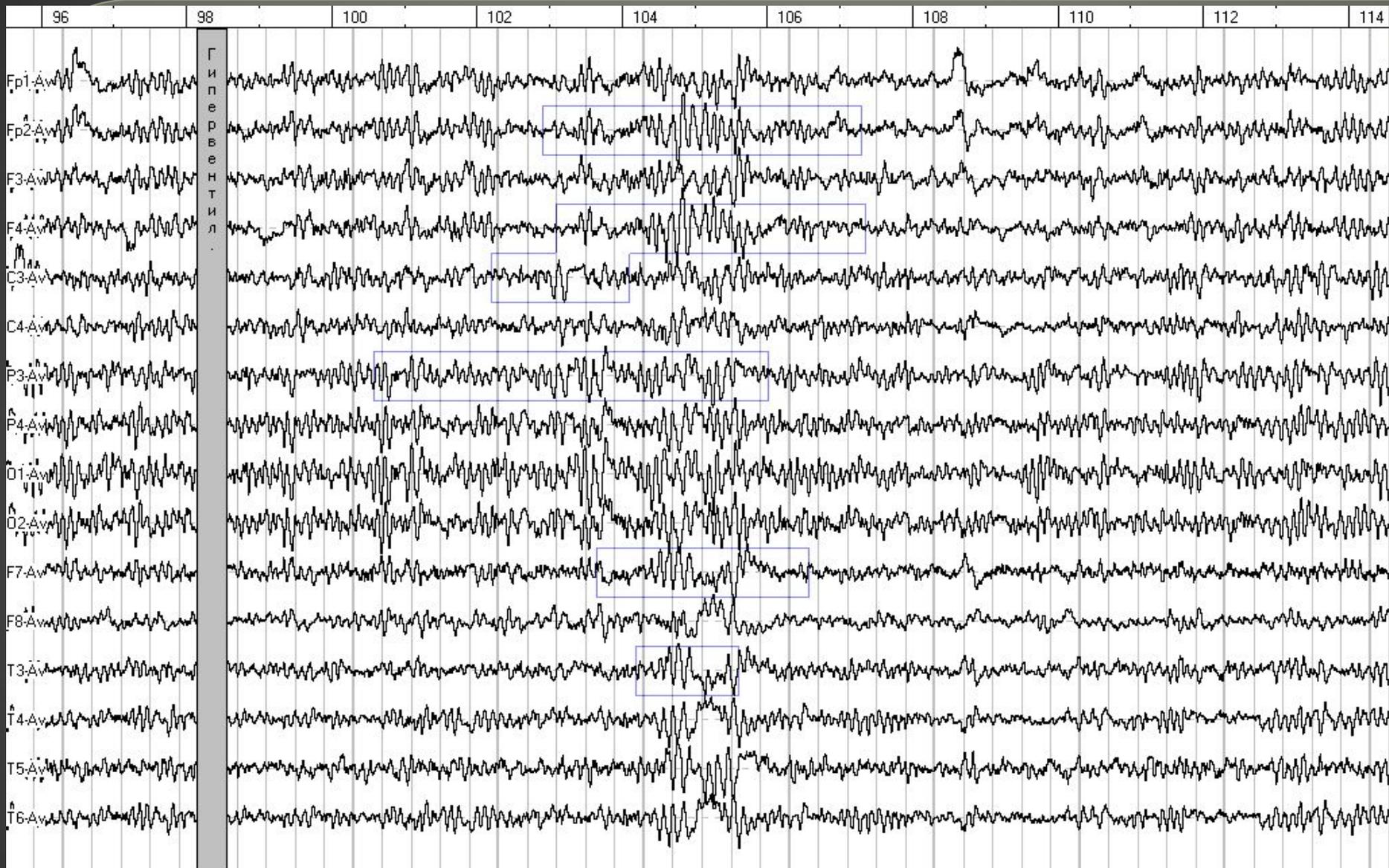
**Больной 12 лет, эпилепсия генерализованная судорожная. Очаги эпиактивности в обеих лобных областях, первичный – в левой. Развитие генерализованной фотопароксизмальной реакции при фотостимуляции**

**Усиление: в 1 см 150 мкВ!!!**

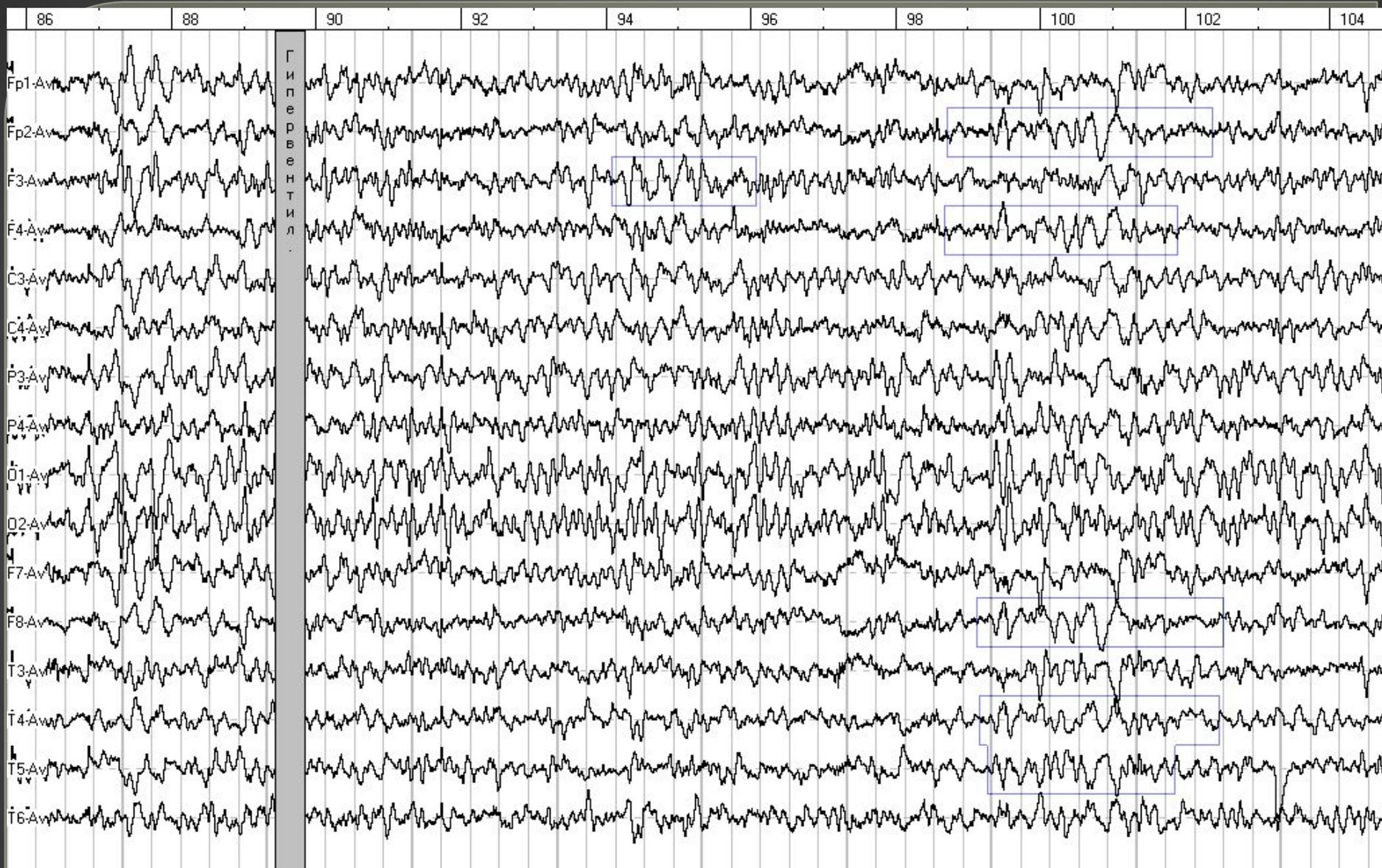


Тот же больной. Генерализация пароксизмальной активности при гипервентиляции.

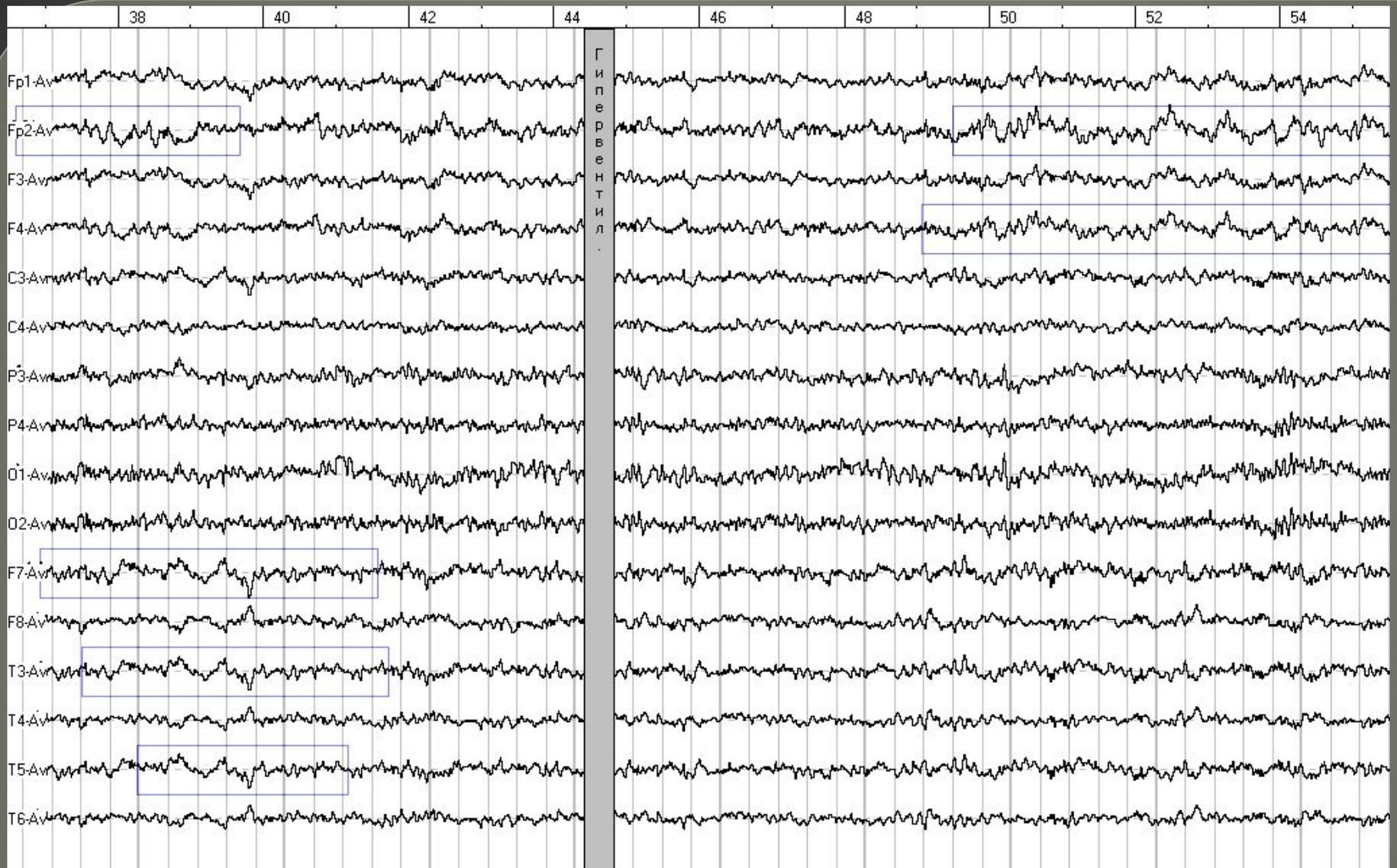
Запись при усилении: 1 см – 70 мкВ. Амплитуда – до 500 мкВ



**Больная 19 лет, впервые развившийся судорожный припадок с потерей сознания. Имеются фокусы эпилептиформной активности в правой лобной и левой височно-теменной областях**

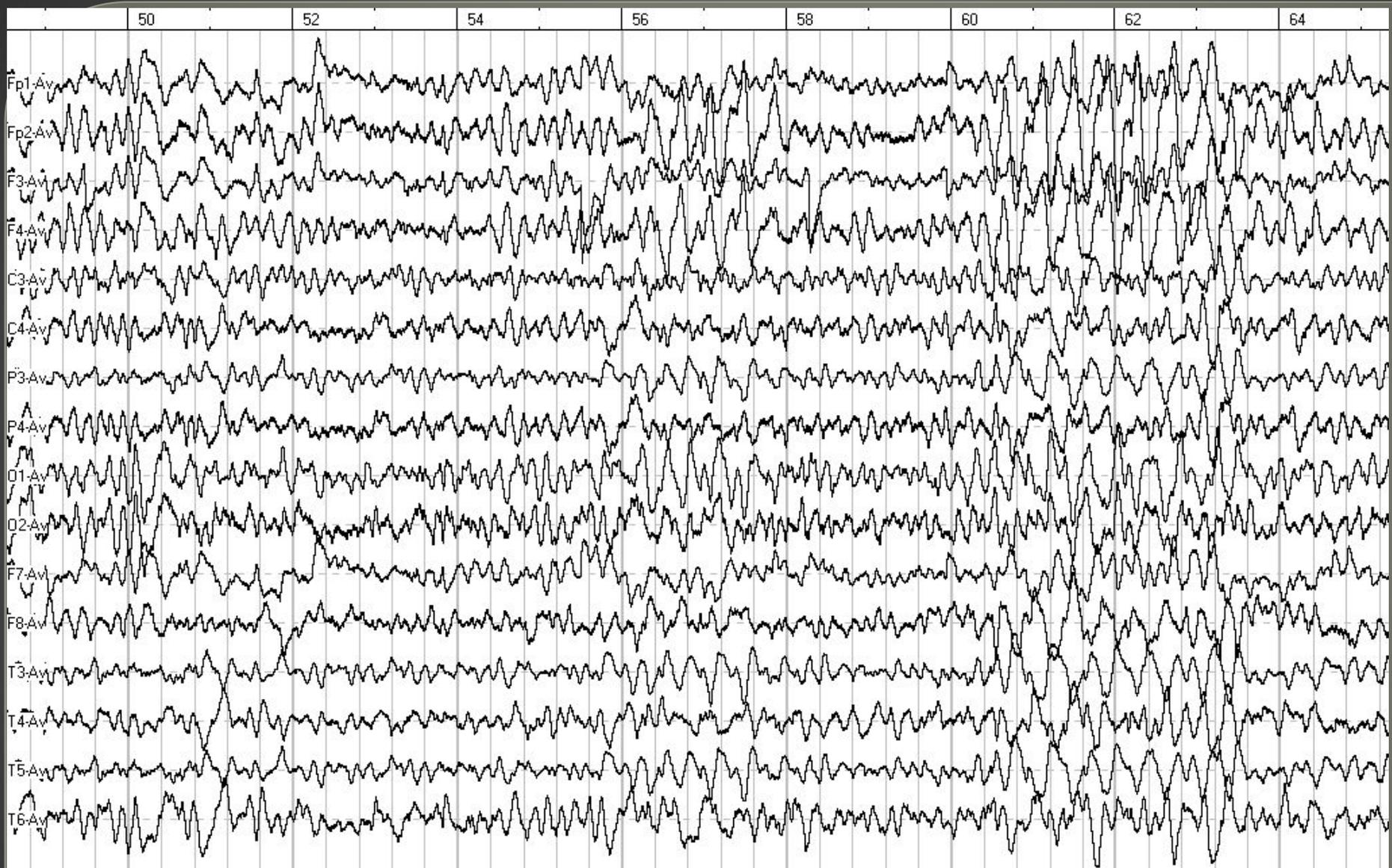


**Больная 29 лет. Симптоматическая полифокальная эпилепсия как последствия перенесенного менингоэнцефалита**



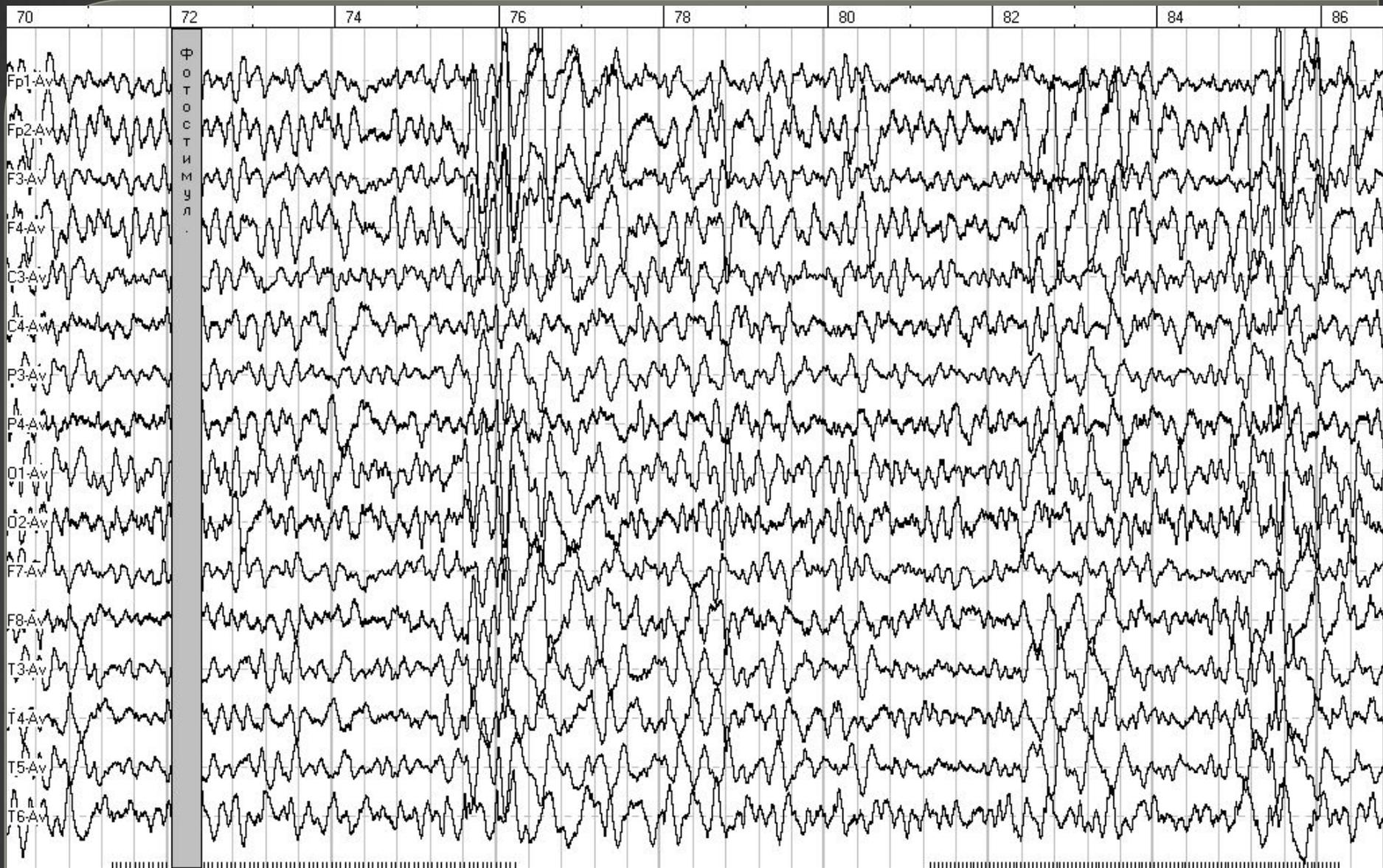
**Больной 30 лет. Симптоматическая эпилепсия: последствия перенесенной ЧМТ.**

**Имеются признаки локальных органических изменений в правой лобной и левой височной областях**



**Больная 24 лет. Эпилепсия с частыми полиморфными приступами.  
Первичный фокус эпилептической активности в правой лобной области**

**Усиление – 100 мкВ!!!**



Та же больная.

Фотопароксизмальные ответы на фотостимуляцию

116

118

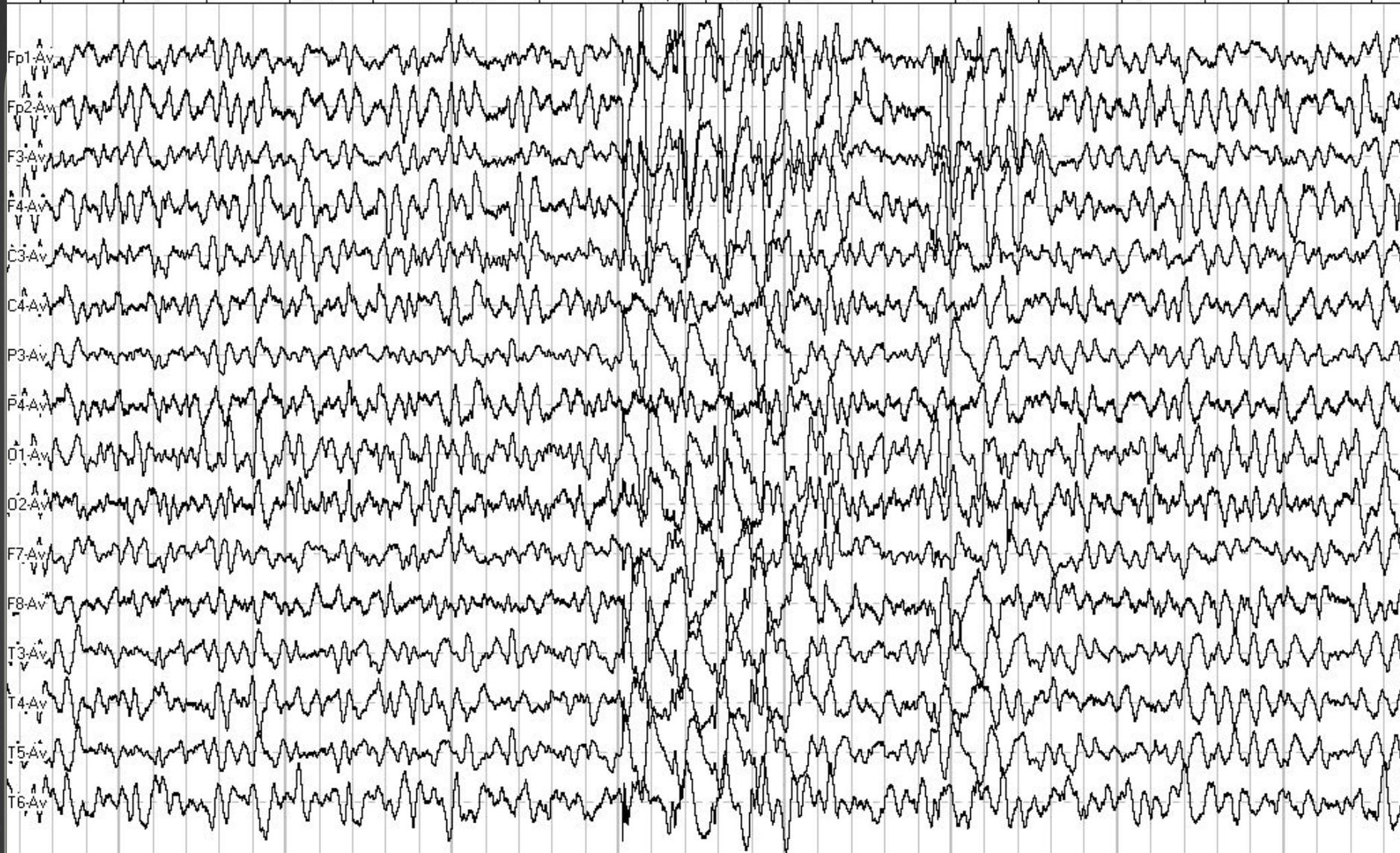
120

Гипервентиляция 12:2 2

4

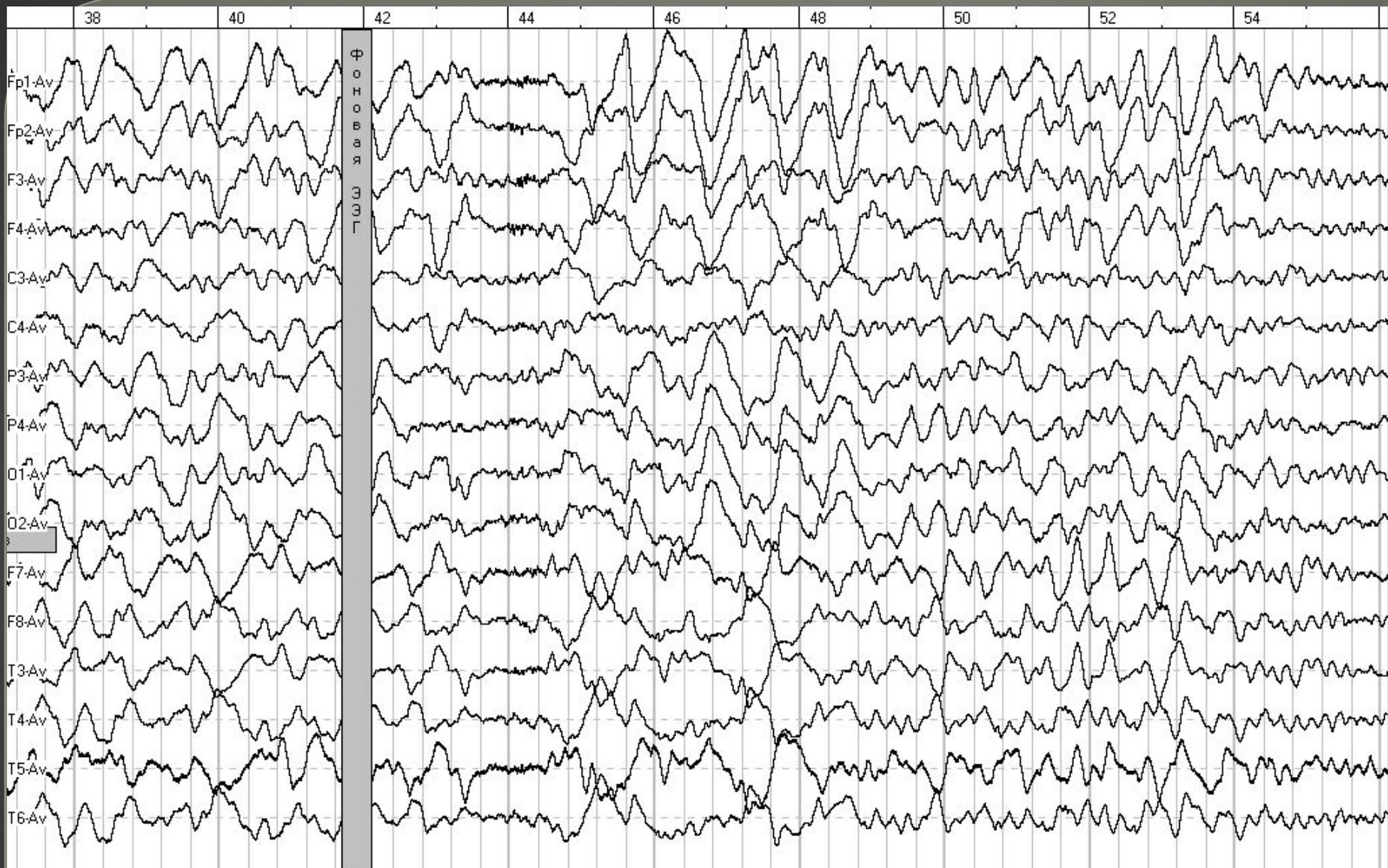
6

8



Та же больная.

Иррадиация пароксизмальной активности по отведениям от правого полушария при ГВ



**Больная М., 26 лет, страдает эпилептической болезнью с 9-летнего возраста; на фоне постоянного приема антиконвульсантов частота генерализованных припадков 1-3 в неделю, «малых» припадков – до 4 в день; настоящее ухудшение вызвано самовольным отказом от приема лекарств**

68

70

72

74

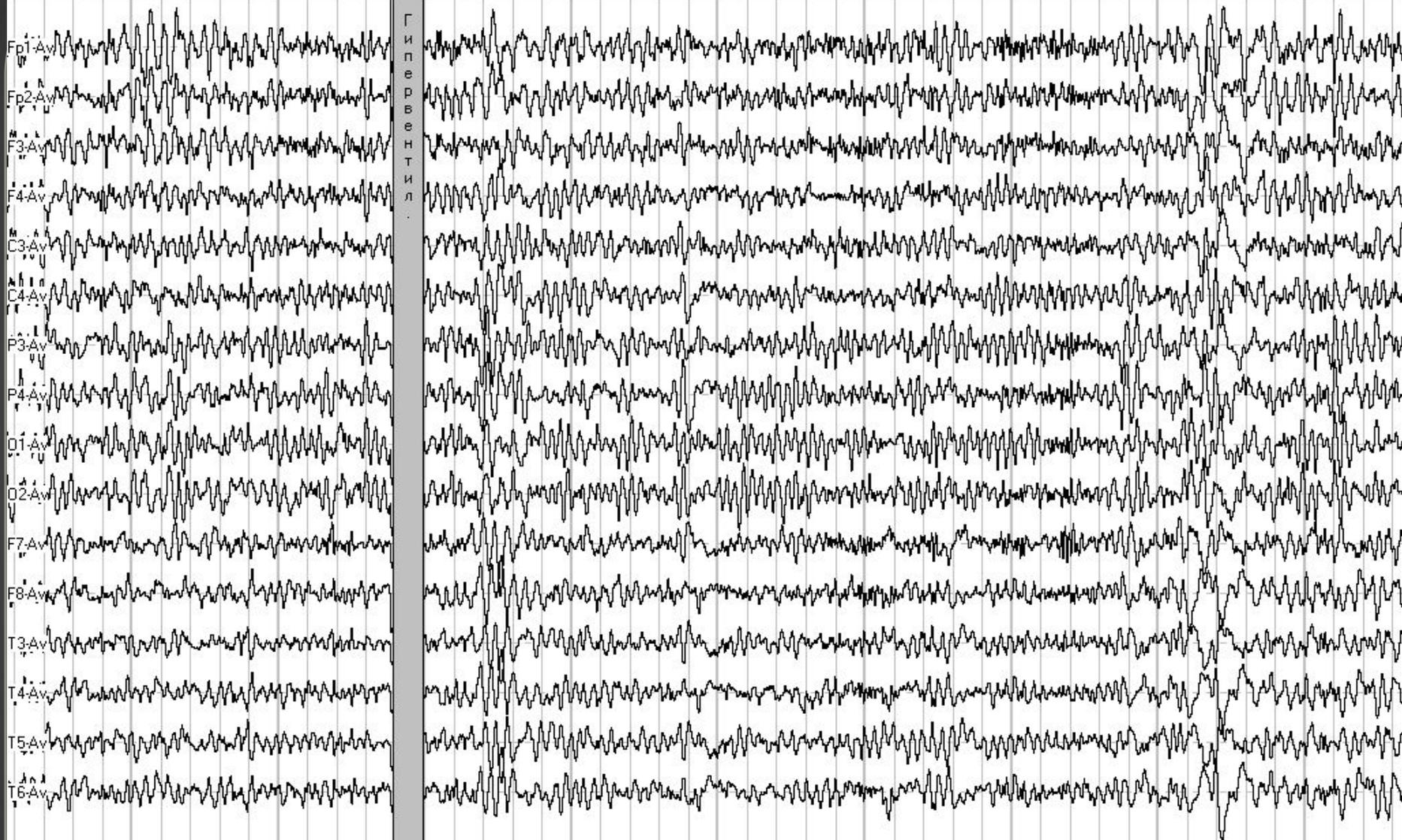
76

78

80

82

84



Та же больная через 3 месяца на фоне массивной  
лекарственной терапии

18

20

22

24

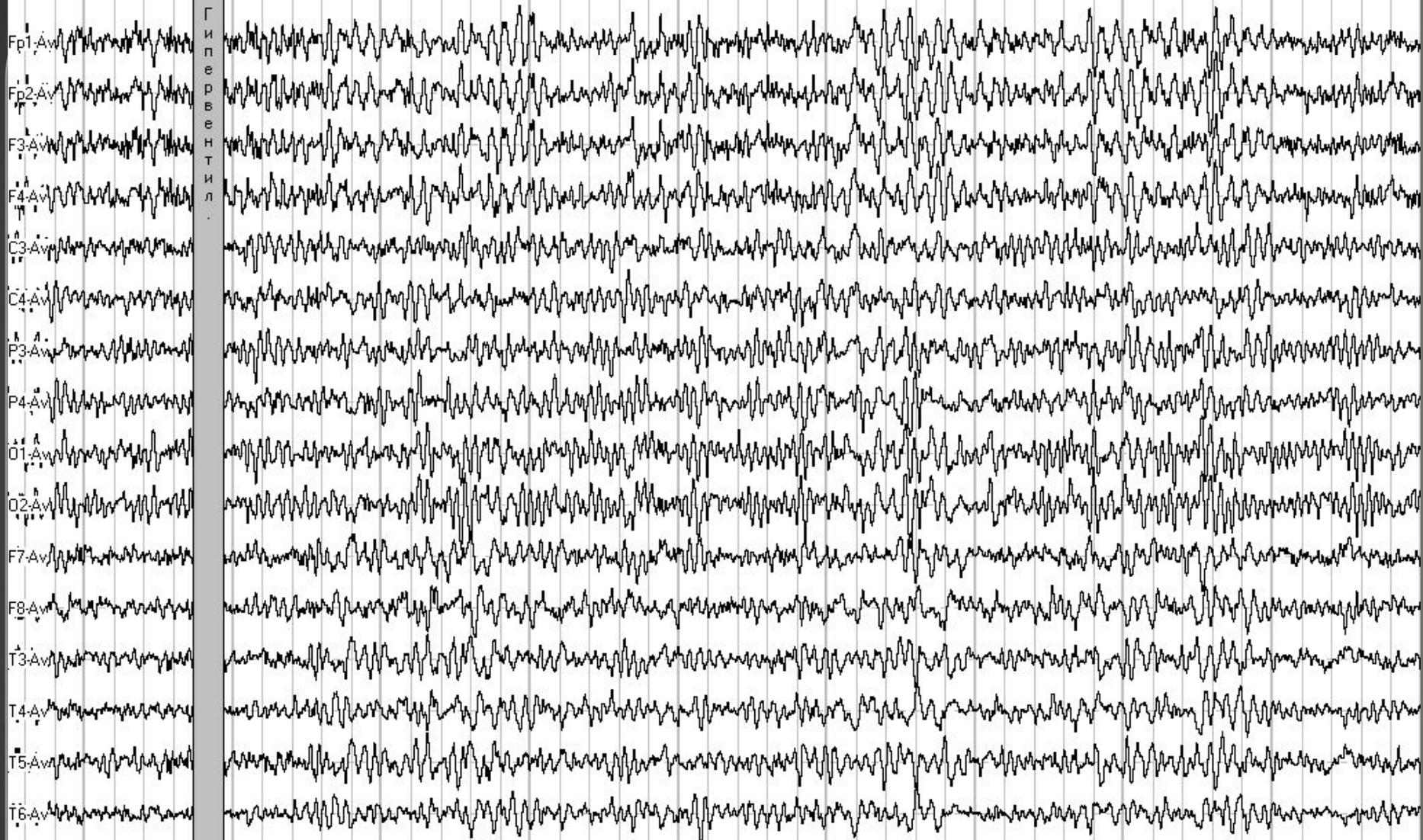
26

28

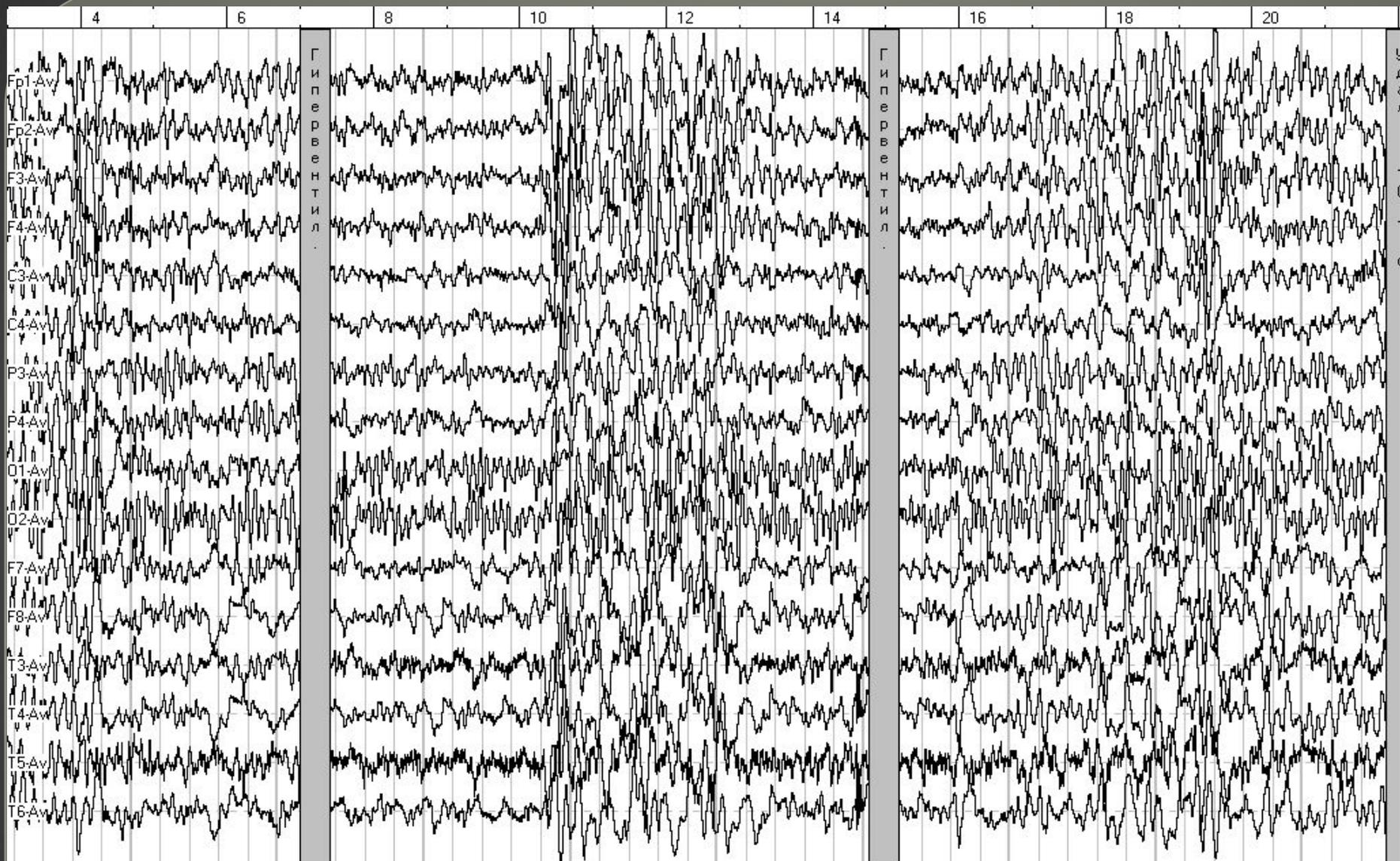
30

32

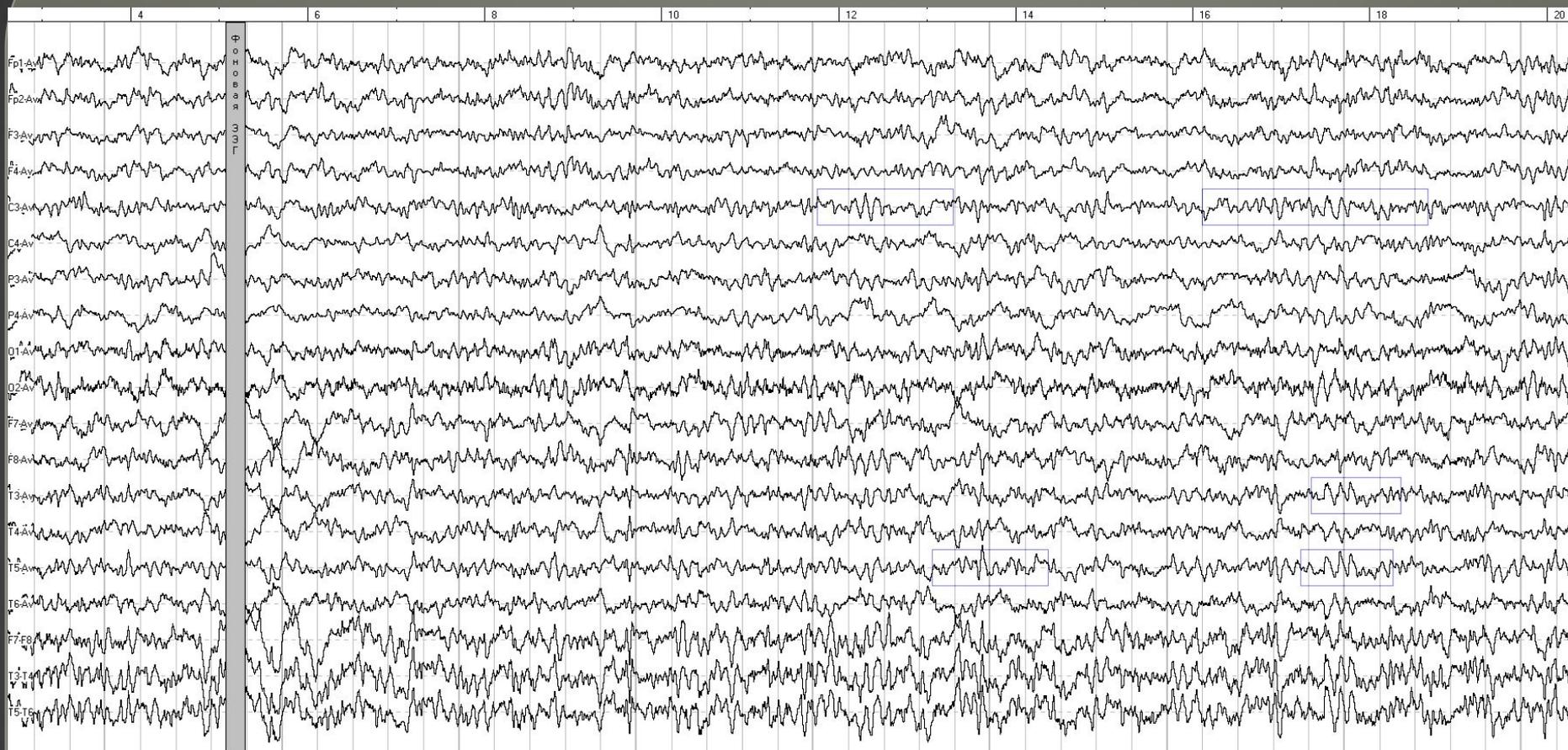
34



Та же больная через 8 месяцев. Клиническая ремиссия на фоне массивной лекарственной терапии.

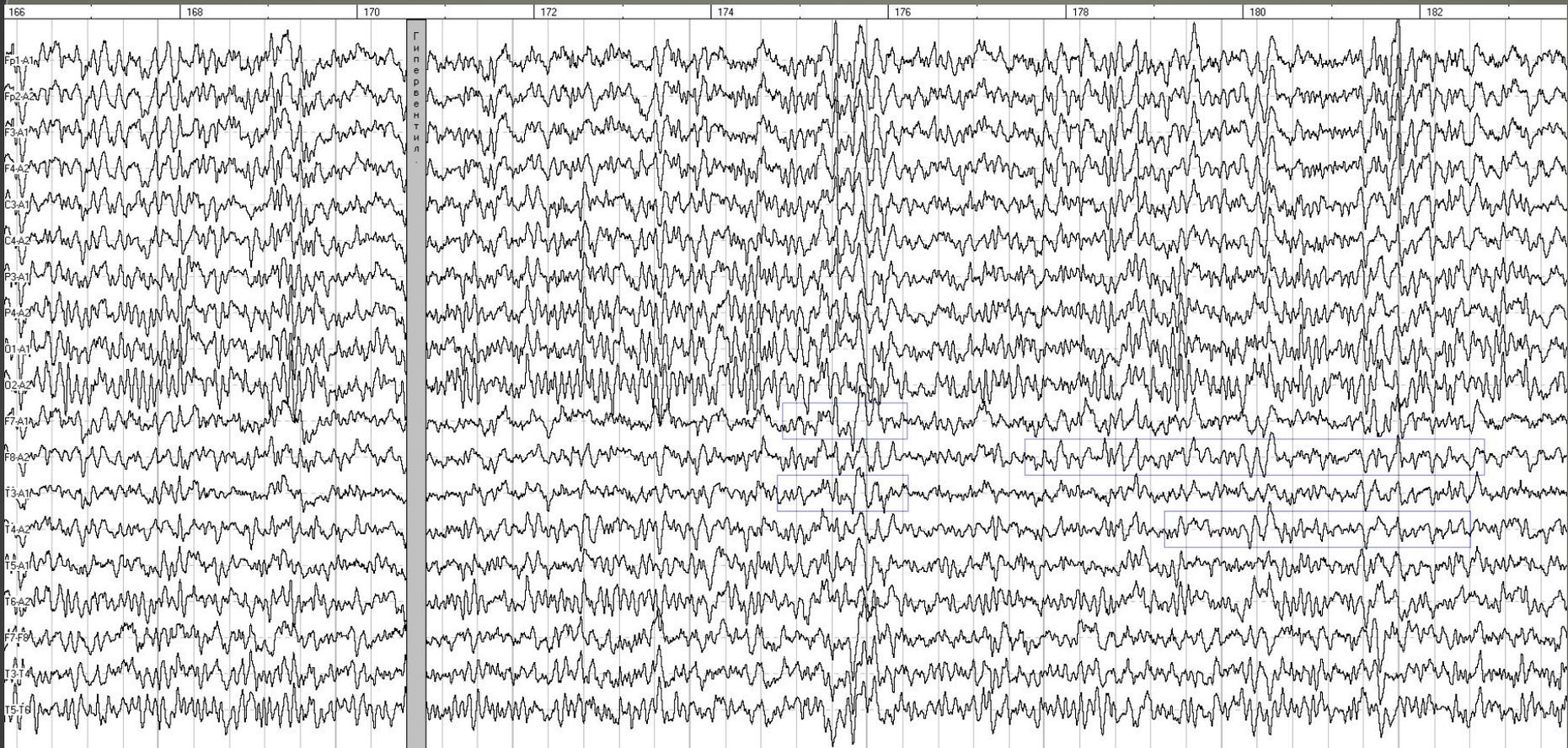


**Больная 18 лет, с полиморфными эпилепсиями с детства, с психотическими нарушениями**



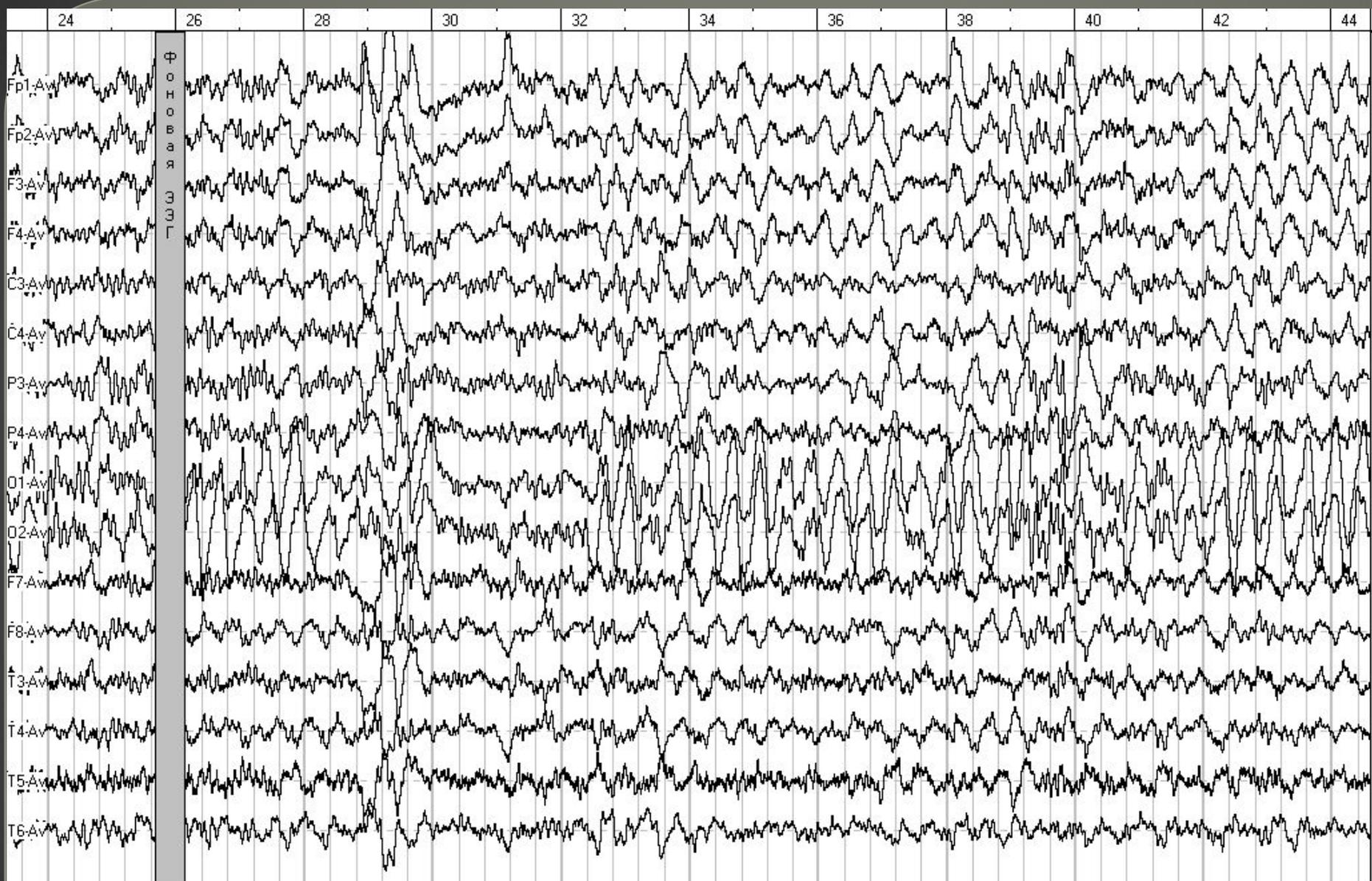
Больной 55 лет с последствиями ОНМК по геморрагическому типу в правом полушарии с прорывом в желудочки от 2012 года.

Эписиндром

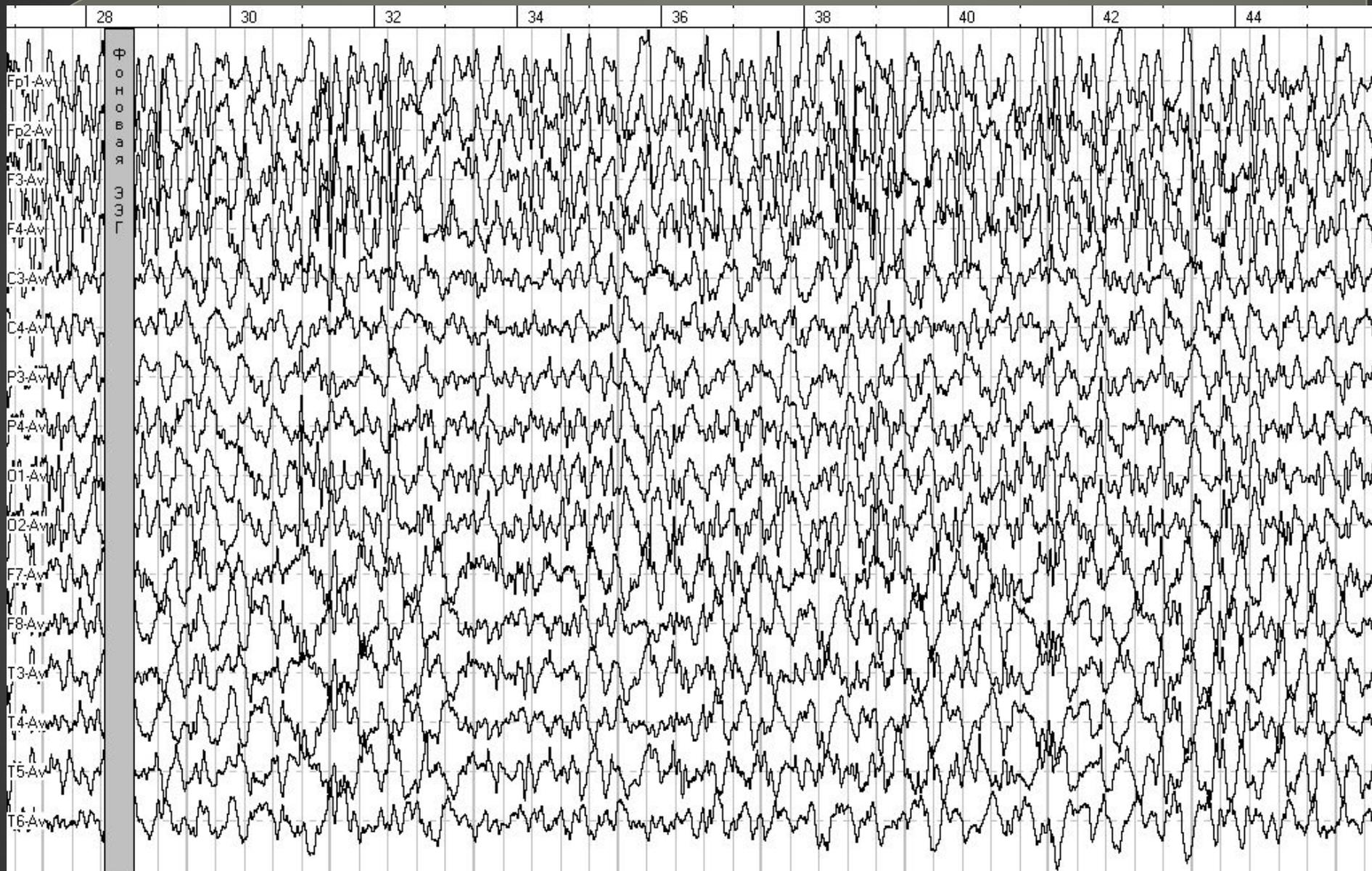


**Больной 22 лет с диагнозом: ТБГМ, резидуальный период, с изменениями личности и когнитивным снижением.**

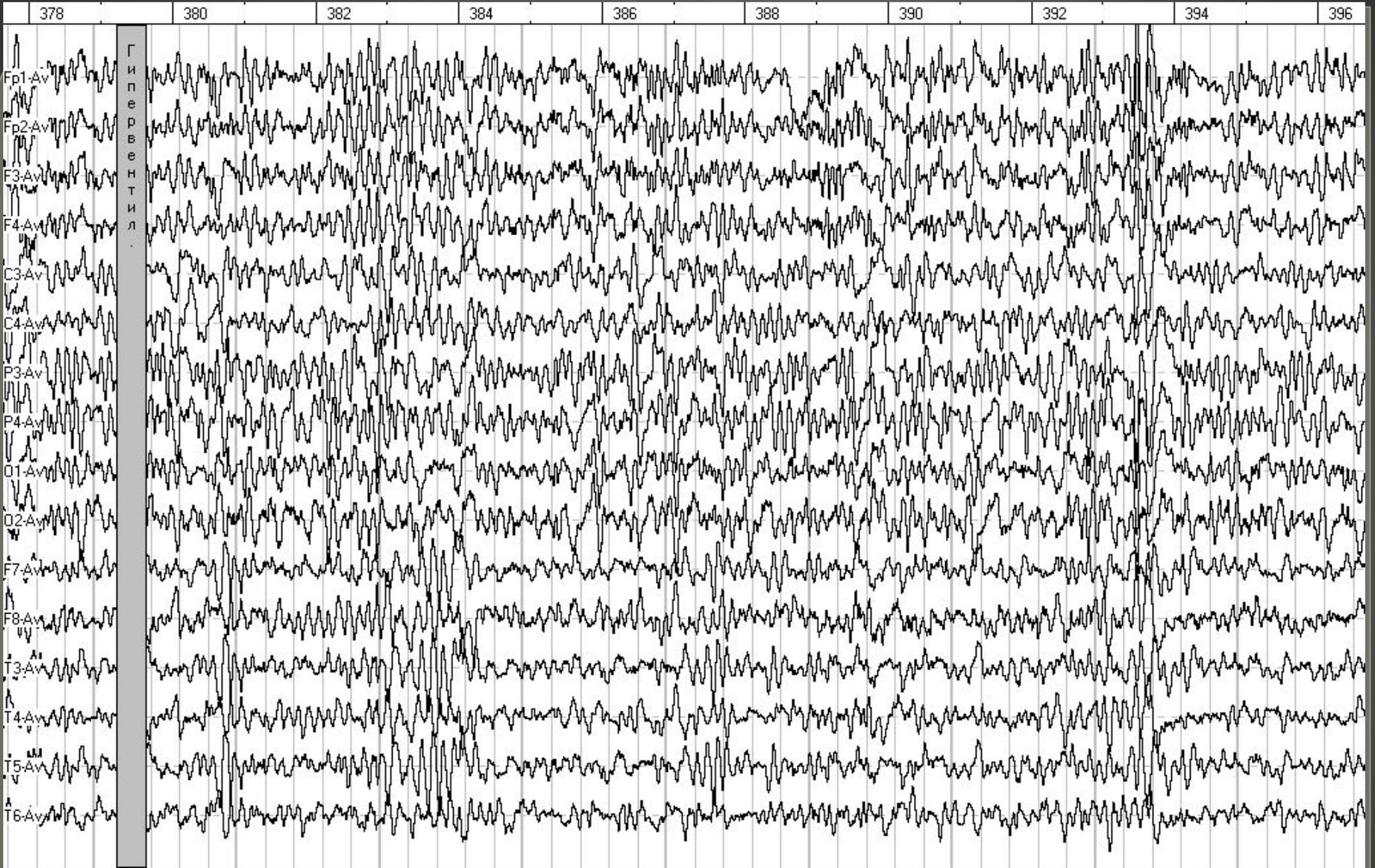
**Группа риска!**



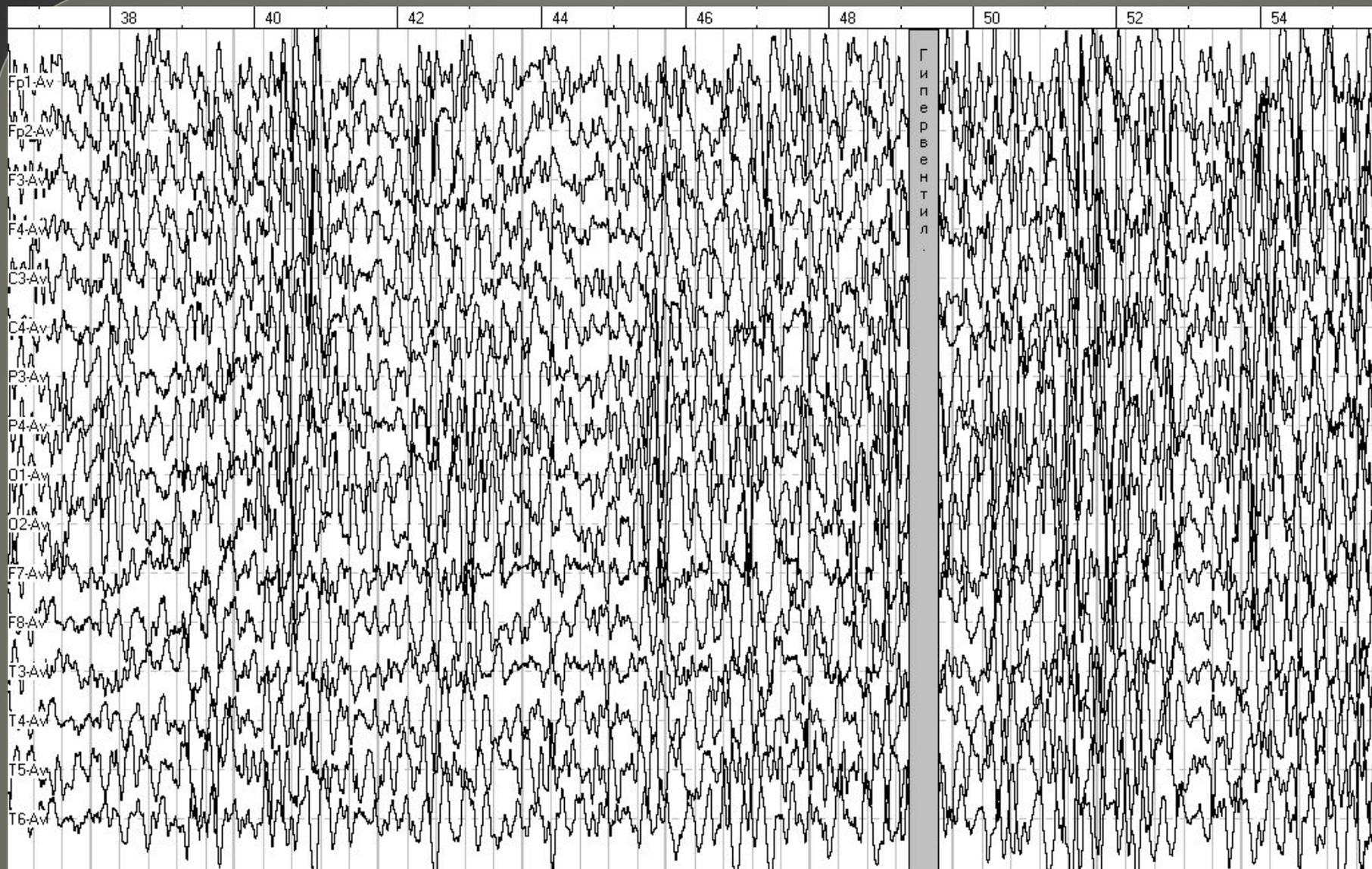
Больной 16 лет после впервые развившегося ГСП



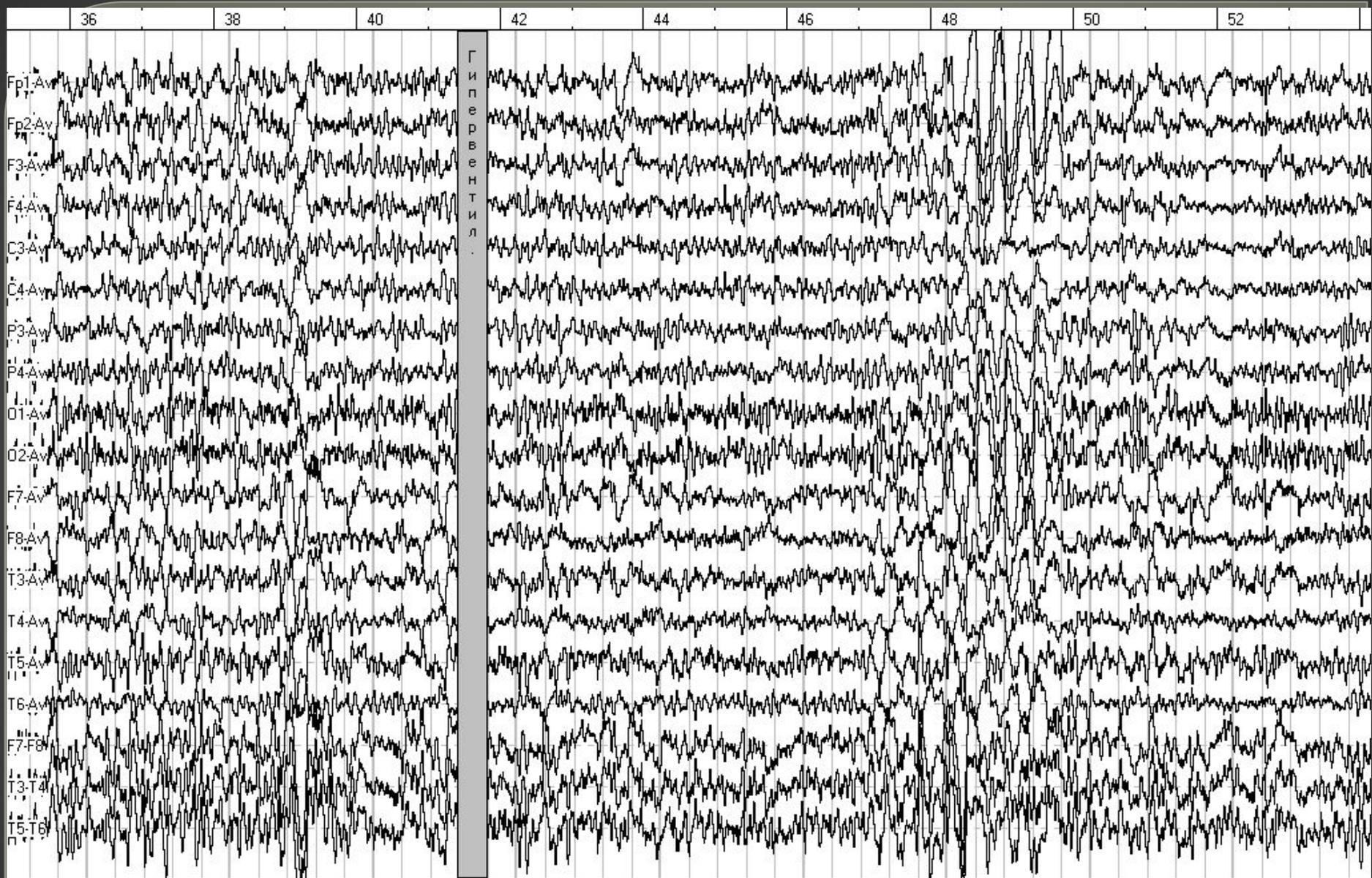
Больной 55 лет. Состояние после серии припадков



Болезная 20 лет – «вхождение» в припадок



**Больной 11 лет, припадки с раннего детства,  
без лечения**



Больная 38 лет с псевдоабсансами

# Производные ЭЭГ:

---

- ЭЭГ в особых условиях (функциональные пробы, депривация сна, темновая адаптация и пр.);
- Электрочортико- и субчортикография, нейрональная активность;
- Полисомнография, ЭЭГ-видеомониторинг;
- Вызванные потенциалы;
- Количественная ЭЭГ и топографическое картирование;
- .....

# Полисомнография и ЭЭГ- видеомониторинг

---

- Уточнение локализации и характера эпилептического очага;
- Диагностика диссомнических расстройств;
- Дифференциальная диагностика между диссомниями и другими психоневрологическими заболеваниями;
- Экспертиза

# СОН:

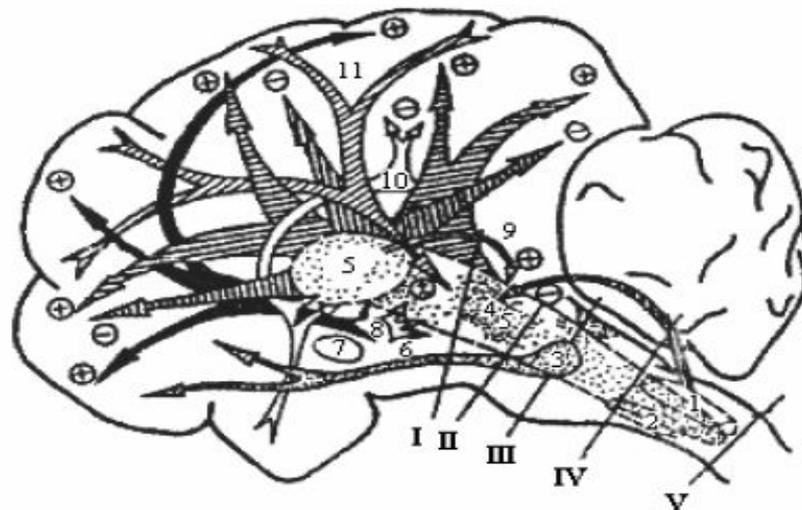


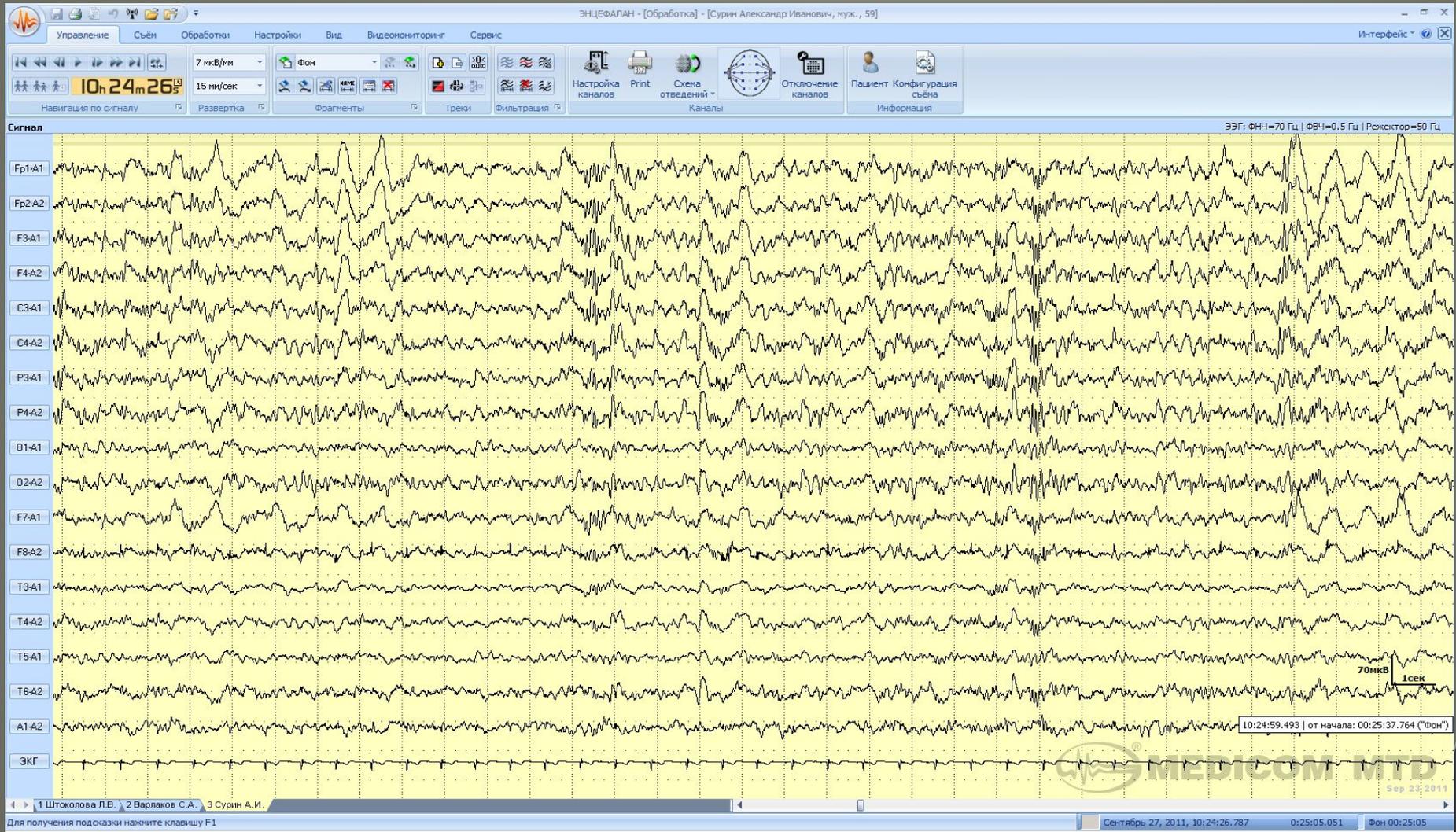
Рис. 9.2. Структуры мозга, участвующие в регуляции уровня бодрствования и глубины сна: 1 – синхронизирующая бульбарная система; 2—«дополнительная» бульбарная система; 3 — мостовой комплекс, обеспечивающий парадоксальный сон; 4 – активирующая ретикулярная формация ствола мозга; 5 – синхронизирующая таламическая система; 6 – активирующие влияния гипоталамуса на структуры ствола мозга; 7 – базальная синхронизирующая область; 8 – активирующие влияния гипоталамуса на структуры коры; 9 – облегчающее влияние высокочастотной стимуляции интраламинарных ядер таламуса на ретикулярную систему; 10 – влияния лимбической системы, способствующие сну; 11— облегчающие и угнетающие влияния коры мозга на ретикулярную систему; I – V – уровни перерезок мозгового ствола при изучении нервных механизмов сна; знаком « + » обозначено активирующее действие, знаком « - » — угнетающее (по А.Н. Шеповальникову).

# Сон:

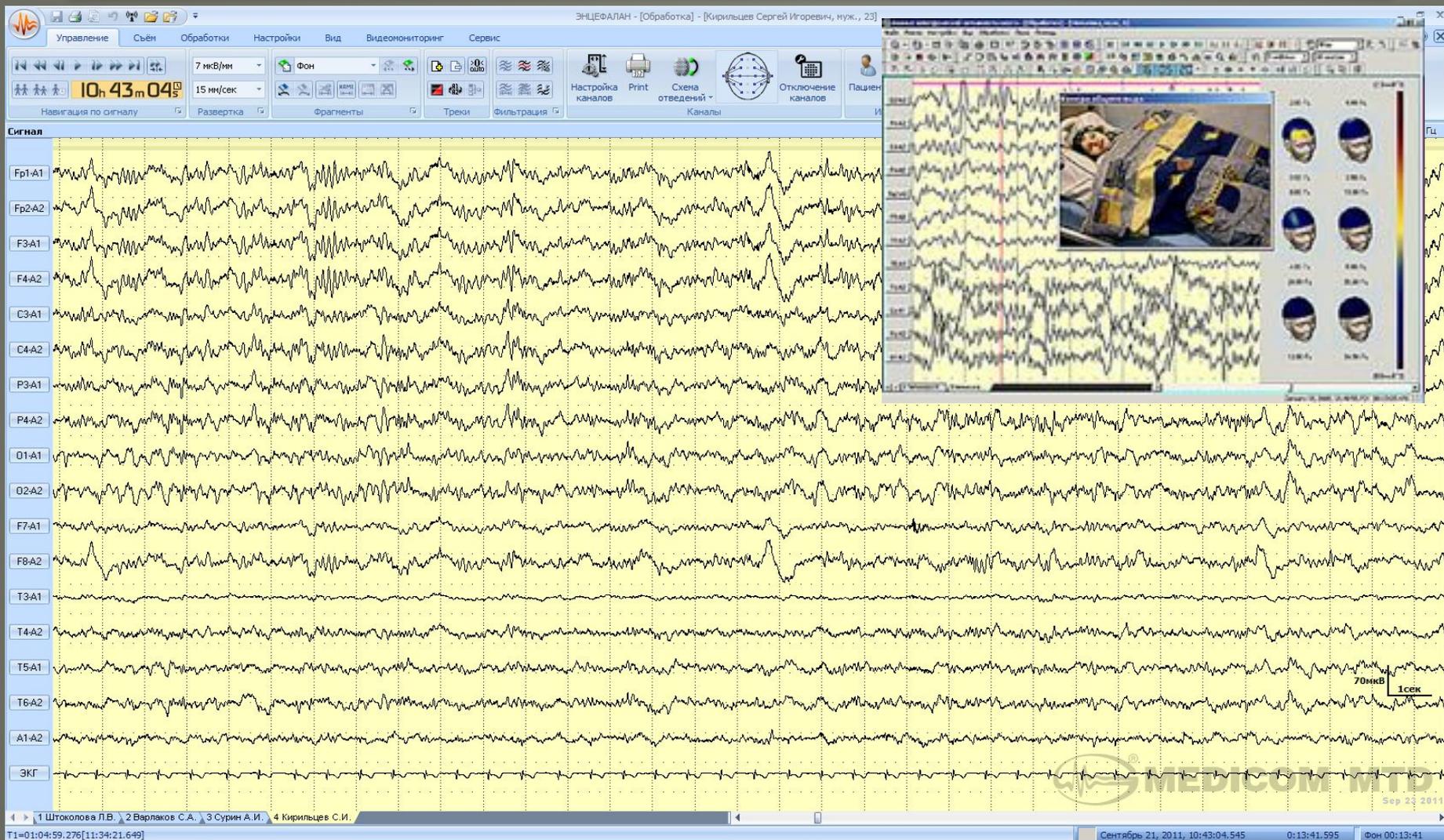
Быстрый сон у человека (по Вейну, 1970)

Возраст	Процент быстрого сна от общей продолжительности сна	Процент быстрого сна за 24 часа
Недоношенный ребенок	60-84	40-56
Новорожденный 1-15 дней	49-58	33-39
Ребенок до 2 лет	30-40	17-22
2-5 лет	20-30	10-14
5-13 лет	15-20	6-8
Взрослый		
18-30 лет	20-25	7-8
30-50 лет	18-25	5-7
65-80 лет	20-22	4-5

# СОН:

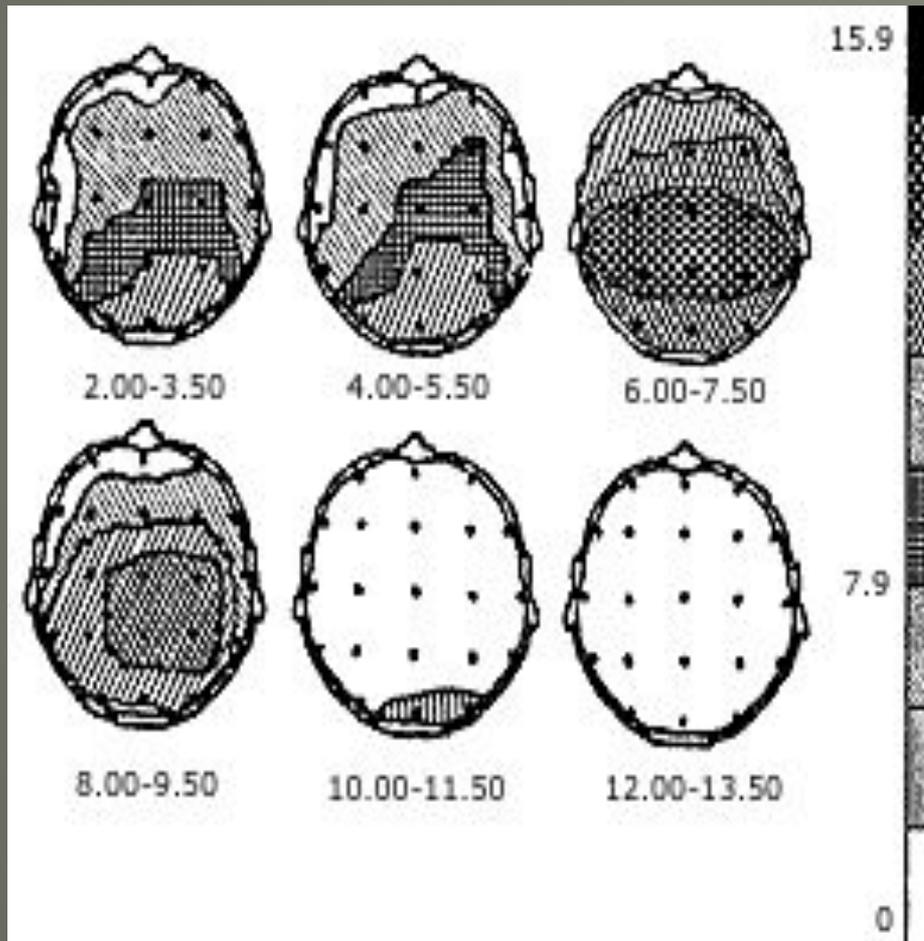


# СОН:





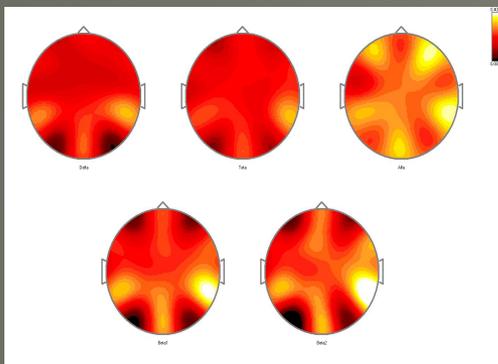
# Топографическое картирование по коэффициенту спектральной мощности:



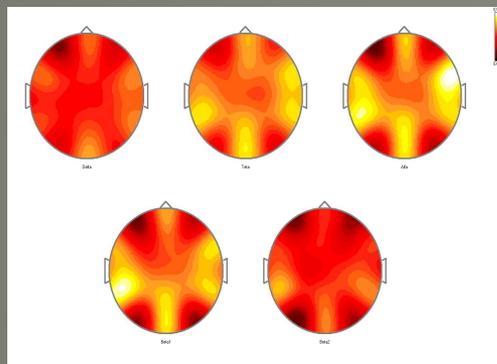
- ЭЭГ-карты, представляющие топографическое расположение значений спектральной мощности ЭЭГ
  - Под каждой картой указан диапазон анализируемых частот. Справа - шкала значений спектральной мощности ЭЭГ, мкВ

# Топографическое картирование по коэффициенту когерентности

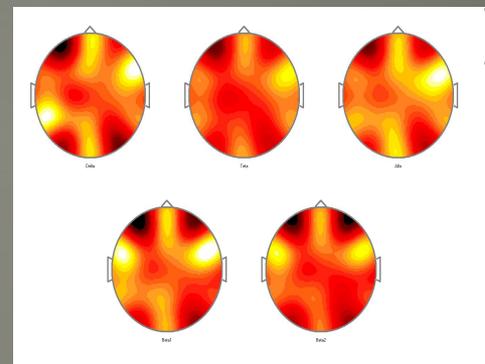
Деменция



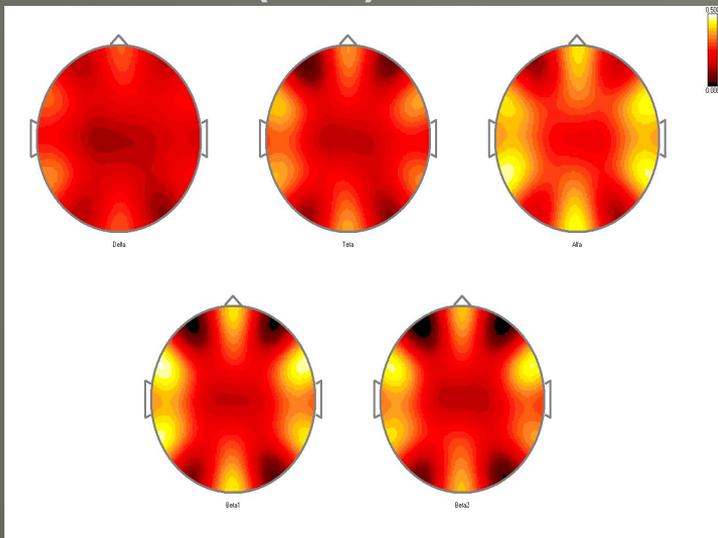
Депрессия



Смешанные



НОРМА (n=7)



НОРМА:

- симметричность;
- преобладание в диапазонах Альфа и Бета;
- наличие четких лобного и затылочного полюсов в сагиттальной плоскости;
- наличие полюсов в передних и задних височных областях

# Применение когерентного анализа ЭЭГ в психиатрии

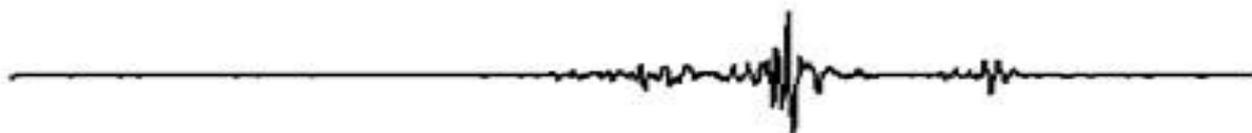
---

- Нейродегенеративные заболевания, в первую очередь – БА;
- Депрессивные состояния, особенно в сочетании с когнитивными расстройствами;
- Энцефалопатии у ликвидаторов (группы с преобладанием депрессивных, либо когнитивных расстройств);
- Прогноз эффектов нейролептиков у психиатрических больных;
- Физиология старения и инволюционные процессы в ГМ

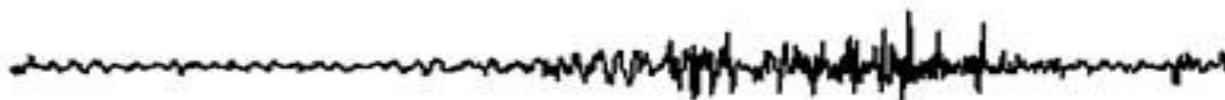
# Электронейромиография



Двуглавая мышца  
плеча



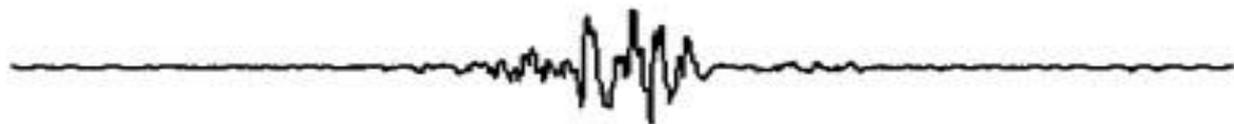
Трехглавая мышца  
плеча



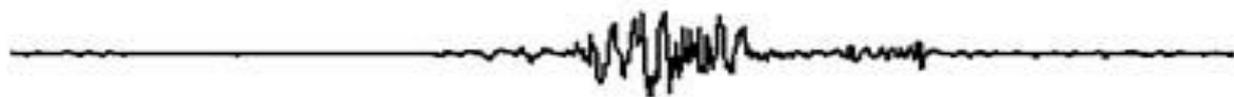
Широчайшая мышца  
спины



Дельтовидная мышца



Большая грудная  
мышца



Плечелучевая мышца



Ударное  
взаимодействие

# Электронейромиография

Нейро-МВП [F-wave, 1 день]

Обследование    Протокол    Проба    Регистрация    Вид    Кривая    Настройки    ?

1. F-волна

Информация [F-волна [шаблон по умолчанию]]

Отведения:  1: лев., Abductor pollicis brevis.

Комментарий:

Усилитель Нейро-МВП-4  
НЧ 20 Гц, ВЧ 10 кГц  
50 Гц Выкл., Диап. 60 мВ

Копировать результаты в протокол

Параметры F-волны

	Мин.	Макс.	Средн.	Разн-ть
Лат-ть, мс	24,2	29,4	26,5	5,2
Ампл. F, мкВ	162,2	656,7	416,7	494,5
Ампл. F/M, %	1,17	4,73	3,00	
V пр., м/с				

Феномены F-волны

Блоки F, %	Повт., %	Ампл. F >1 мВ, %	Периф. лат. F,	Fмин-М лат., мс	Расст. стим.-позвонок, мм
0,0	0,0	0,0	13,2	21,0	0

Повторные F-волны

Кол-во повторов	0	1	2	3	4	5	6	7	8
F-волны, шт.	0	39	0	0	0	0	0	0	0

Латентность-амплитуда F-волны

Амплитуда, мкВ

Латентность, мс

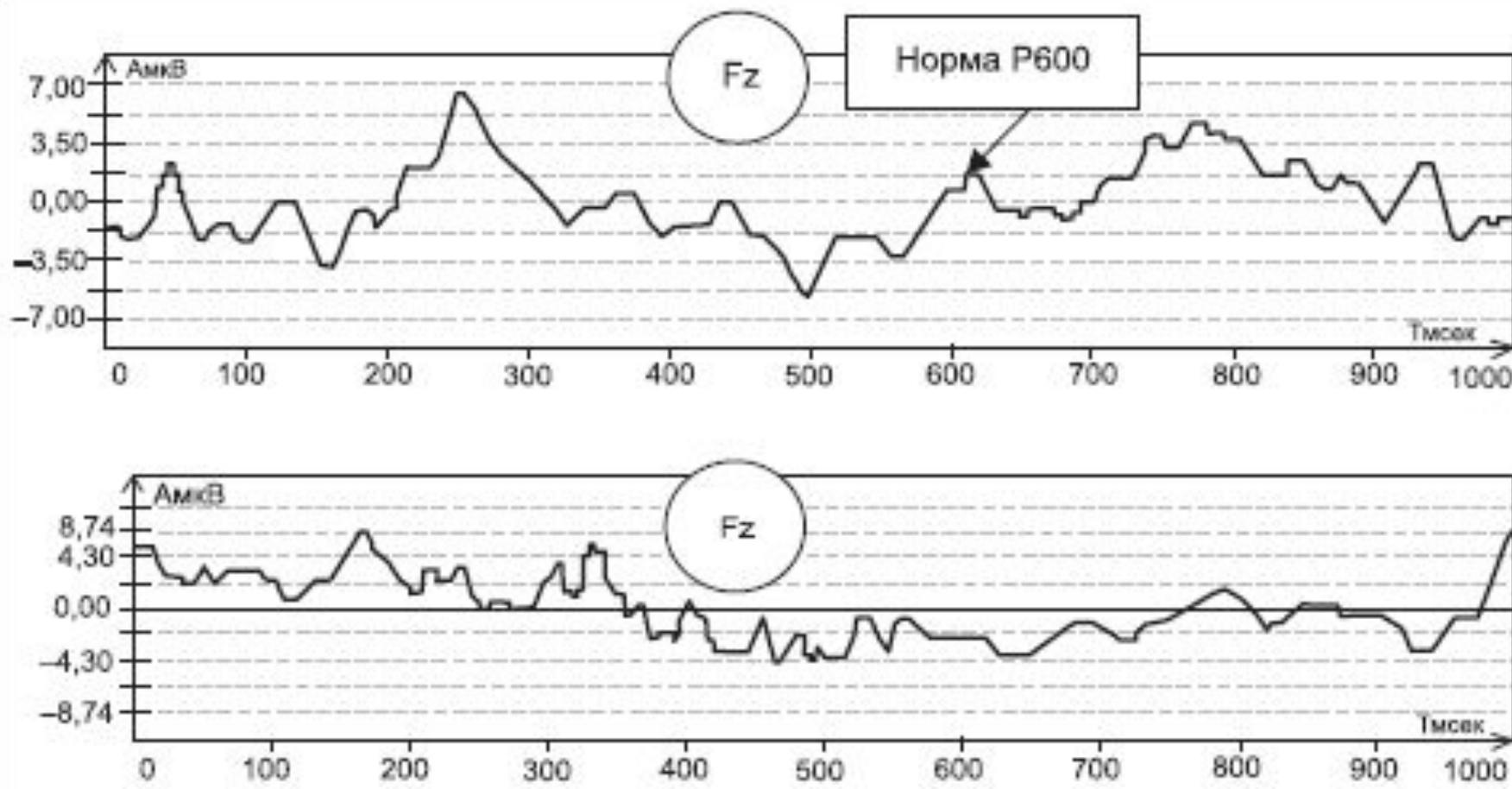
Латентность... Повторные... Амплитуда... Латентность...

[F2] [F3] [F4] [F5] [F6]

Расстояние    Связанная ...    Пропуск/ре...    Другая мы...    Сортировка...

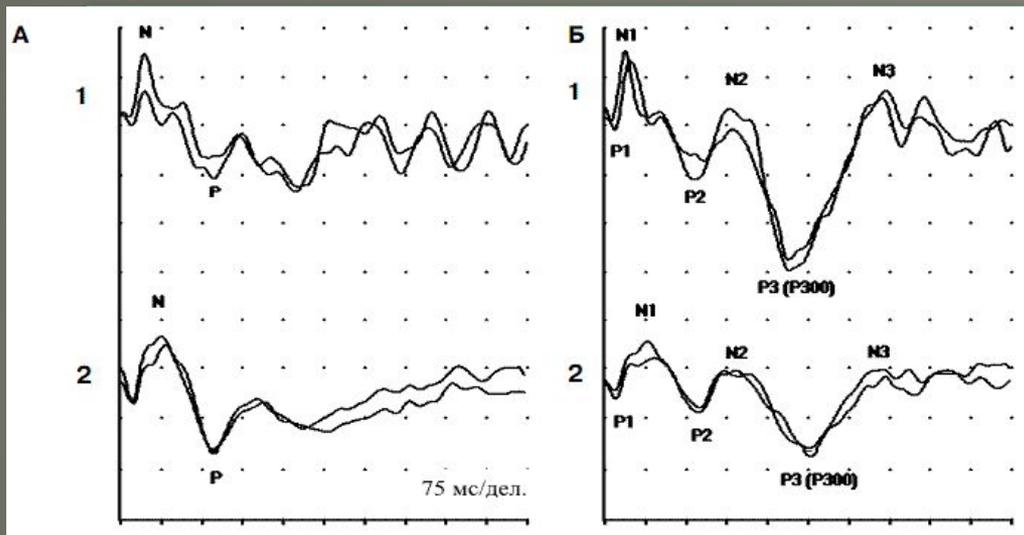
Инспектор обследования

# Вызванные потенциалы



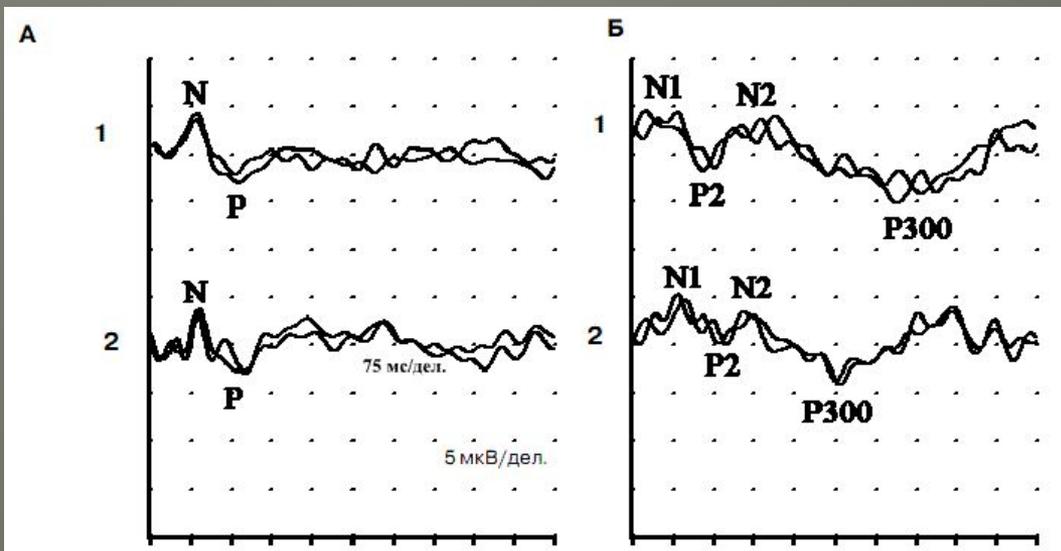
**Рисунок 1. Сравнительная конфигурация сигнала ВПСС у детей при деменции с подкорковыми нарушениями**

# Вызванные потенциалы

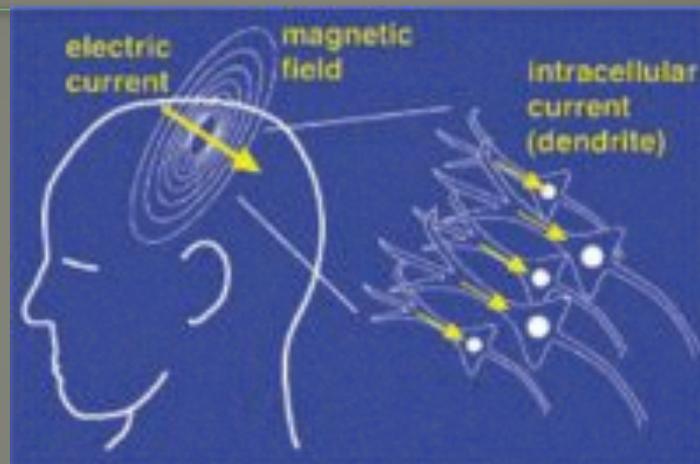


норма

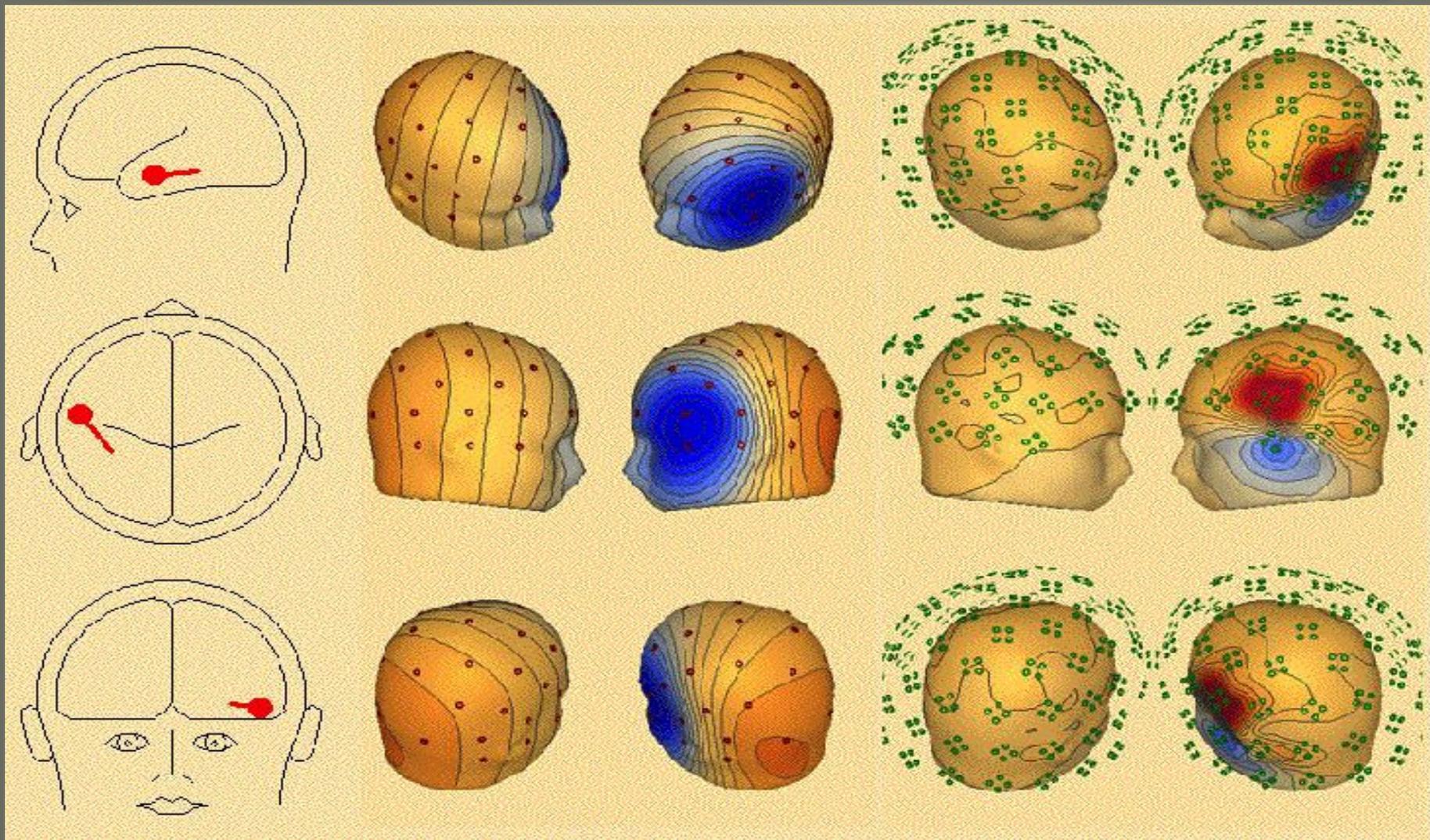
Когнитивные нарушения



# Магнитоэнцефалография



# Магнитоэнцефалография

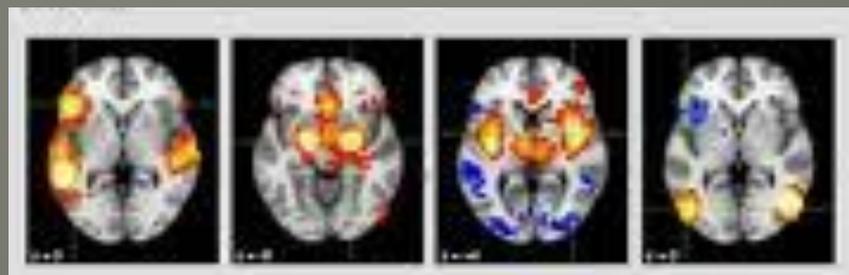
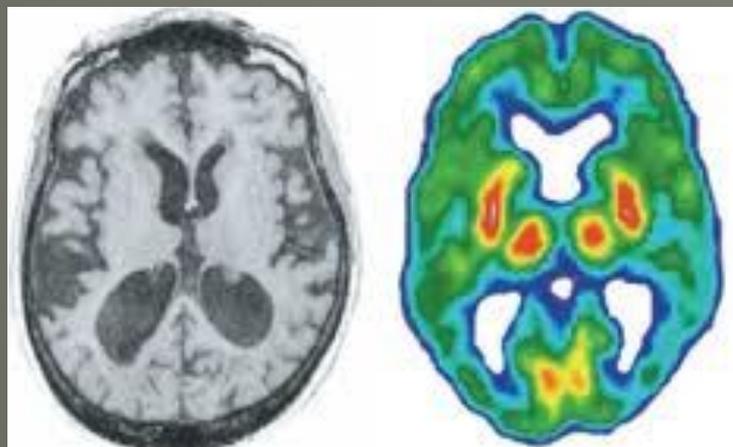
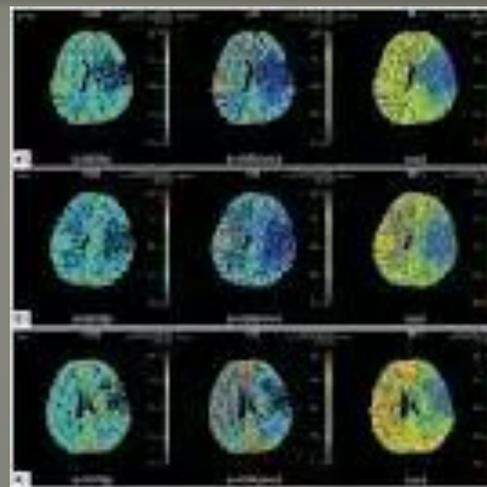
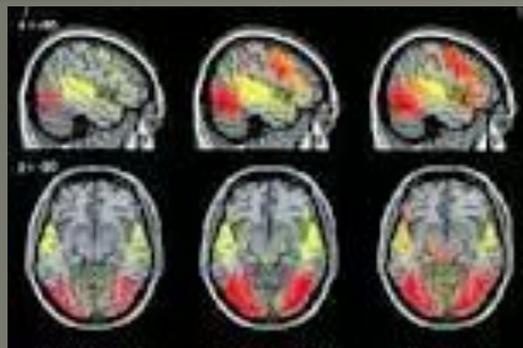


# НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ НА ГРАНИ ВНЕДРЕНИЯ

---

- **Функциональная сенсометрия (вибрационная, глубокая и пр. чувствительность);**
- **«Психотест» - комплексы для полиграфических психофизиологических исследований;**
- **«Вегетотест» – оценка функционального состояния вегетативной нервной системы;**
- **Нейроэнергокартирование;**
- **.....**

# Функциональная нейровизуализация:



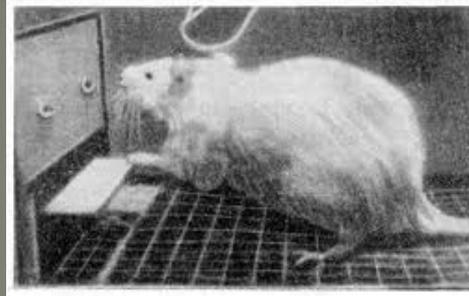
# Нейротерапия (лечебные электровоздействия + БОС)

- ТЭС-терапия (транскраниальная электростимуляция);
- ТМС (транскраниальная магнитная стимуляция);
- ТКМП (транскраниальная микрополяризация);
- БОС-терапия (ФБУ);
- .....

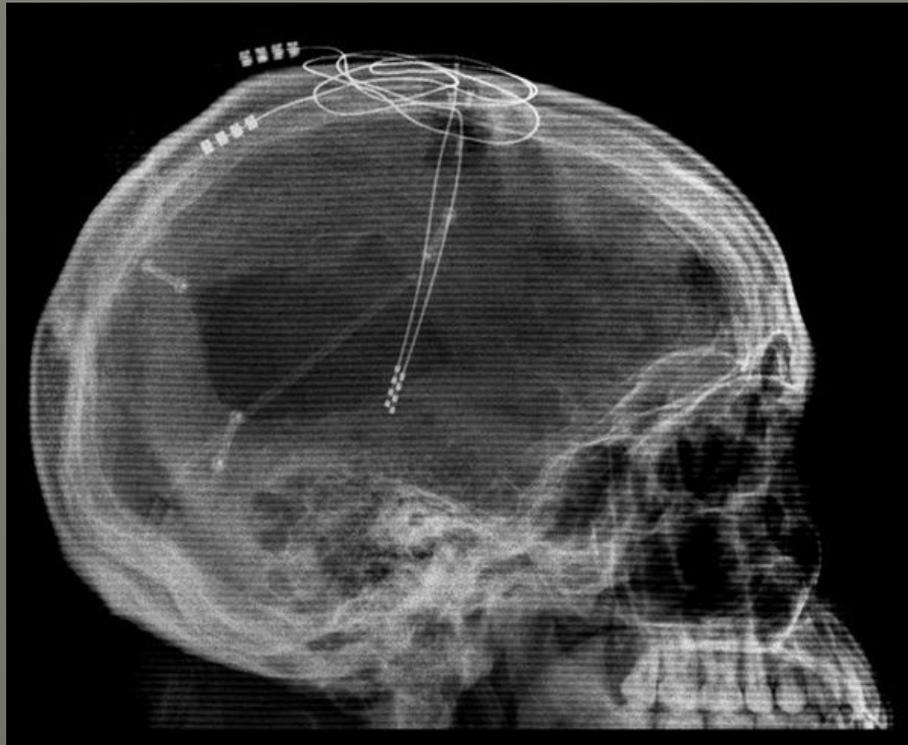
# Электростимуляция мозга и вживленные электроды:



- Уайлдер  
Грейвс  
Пенфилд  
(1891 —1976)  
канадский  
нейрохирур  
г

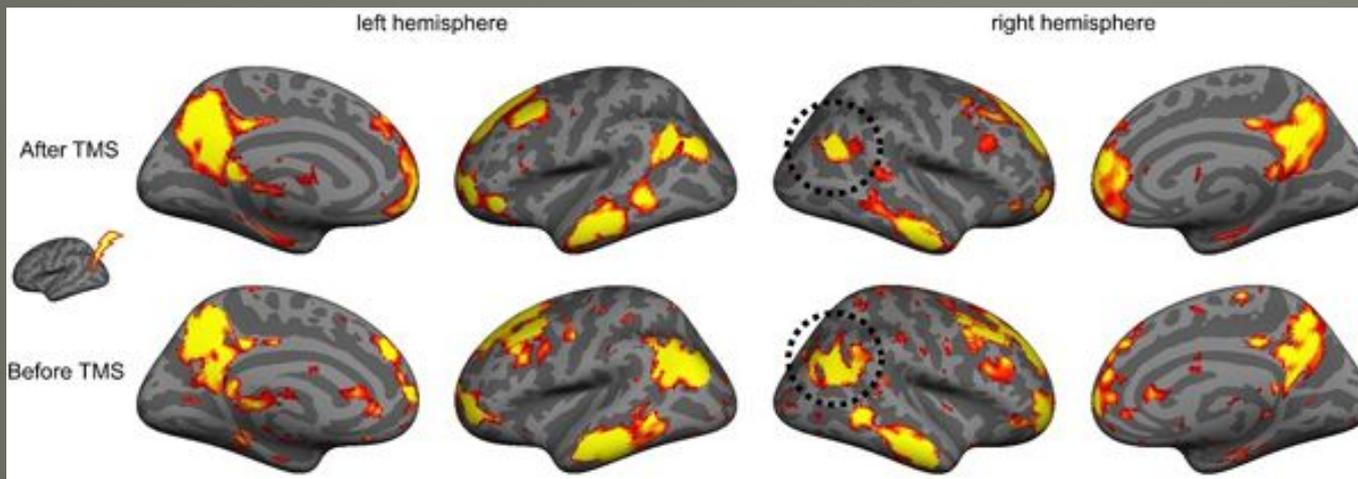


- Герберт  
Генри  
Джаспер  
(1906 —1999)  
канадский  
нейрофизио  
лог



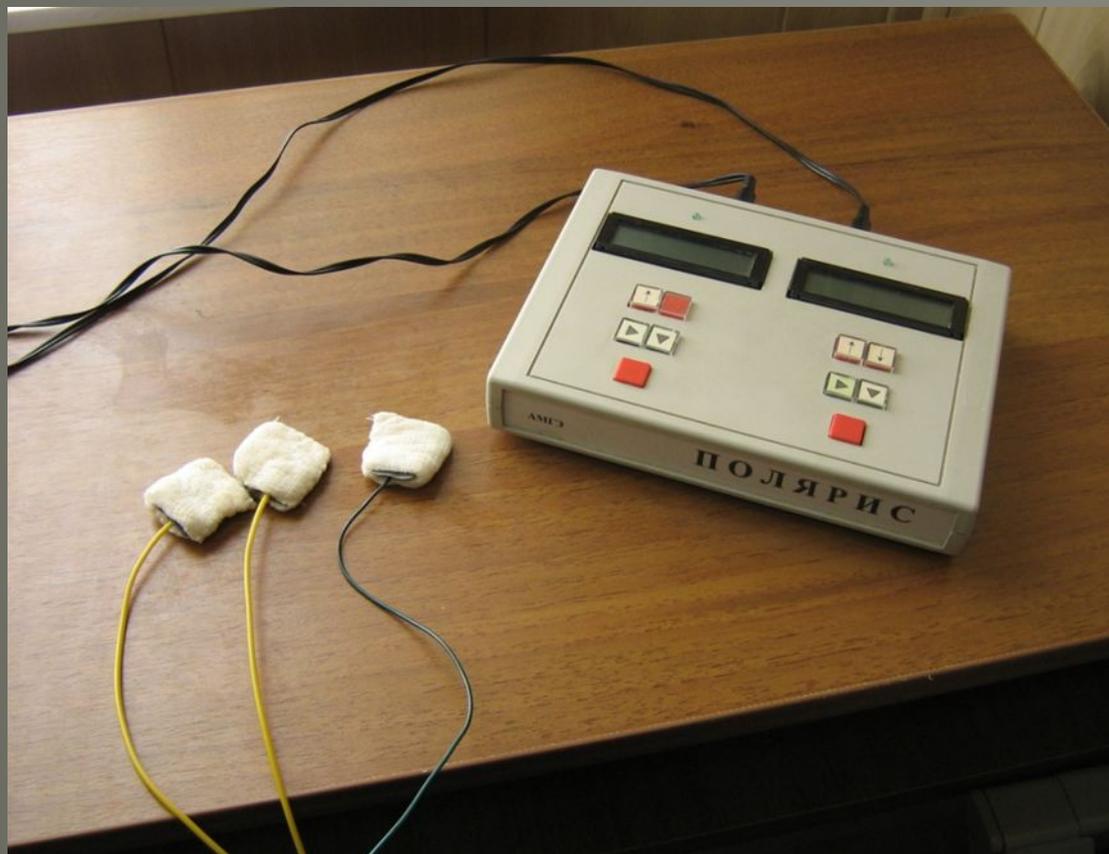
- Наталья  
Петровна  
Бехтерева  
(1924 – 2008)

# Транскраниальная магнитная стимуляция



Объединение транскраниальной магнитной стимуляции и МРТ

# Транскраниальная микрополяризация



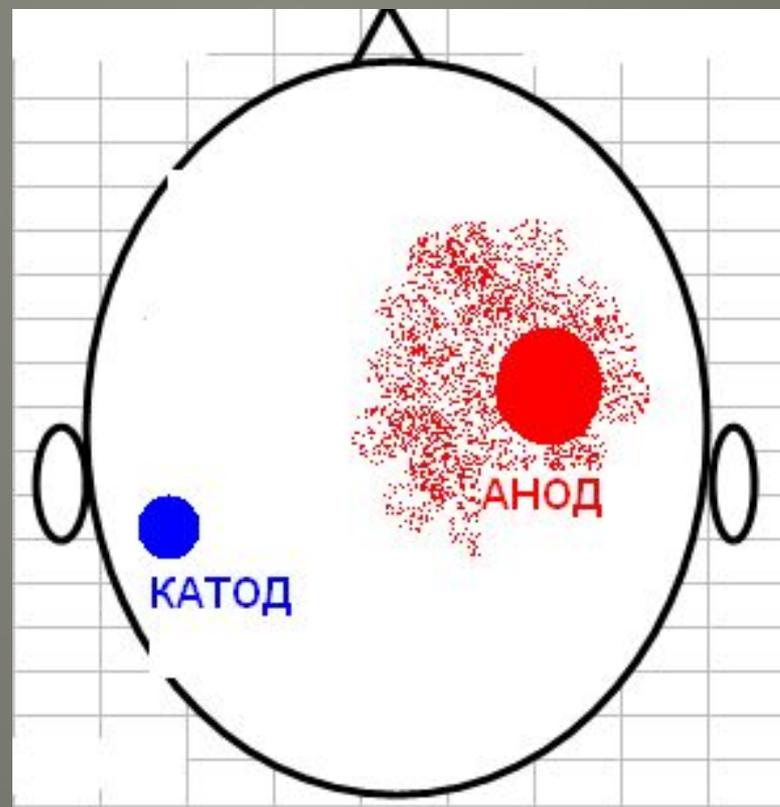
Аппарат для  
гальванизации,  
микрополяризации  
и электрофореза  
**«Реамед-Полярис»**  
(ТУ 944490-001-2312532-01)

Разработан Институтом  
Реабилитации Человека  
«Возвращение» им.  
проф. О. В. Богданова

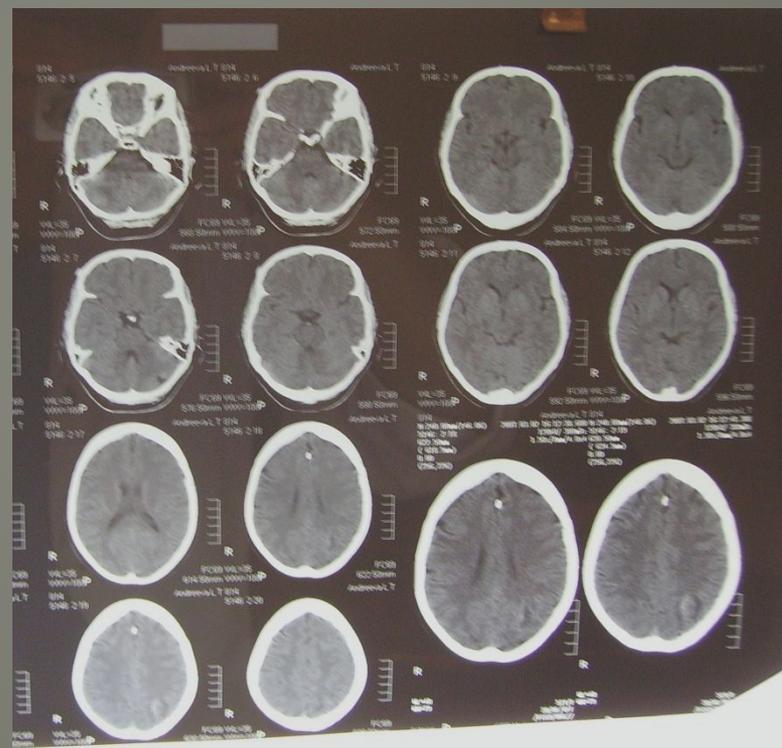
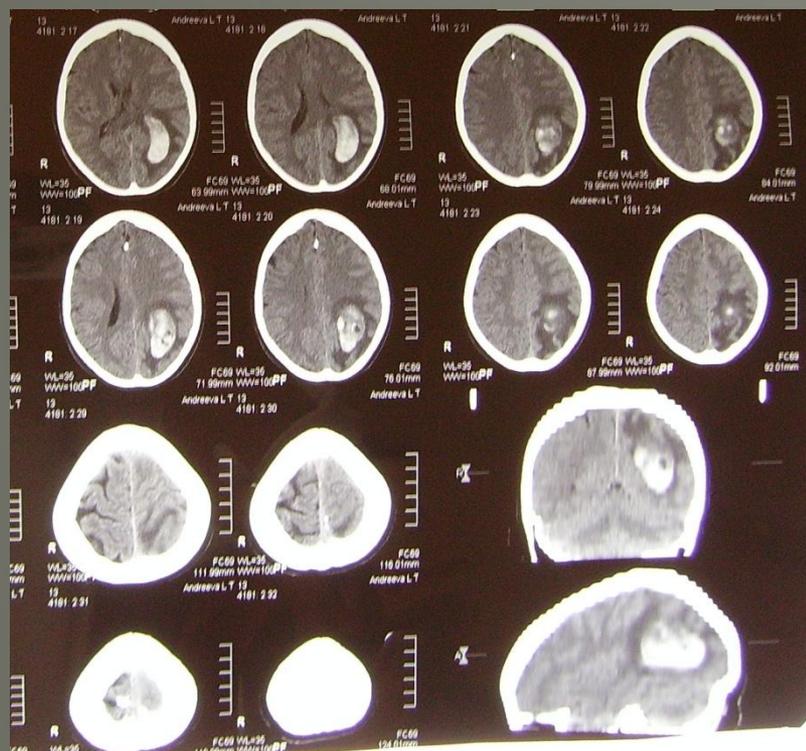
# Транскраниальная микрополяризация

*Параметры направленной микрополяризации при очаговых поражениях мозга:*

- Постоянный ток силой 300 микроампер;
- Экспозиция – 40 минут;
- Частота – 1 процедура ежедневно;
- Курс – 2 недельных цикла, по 5 ежедневных процедур каждый



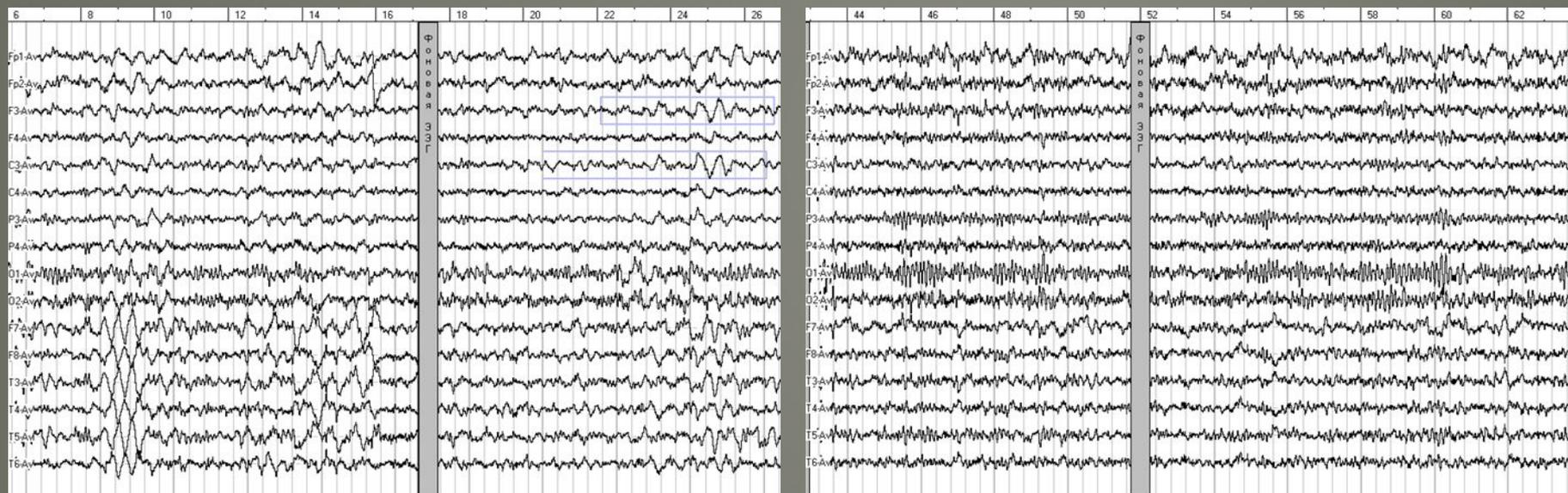
# Транскраниальная микрополяризация



Больная 50-ти лет со спонтанной внутримозговой гематомой левой теменно-затылочной области, с выраженной общемозговой симптоматикой, исходно и через 14 суток на фоне ежедневных процедур ТКМП.

*Регресс общемозговой симптоматики в течение 5-и суток после начала лечения*

# Транскраниальная микрополяризация



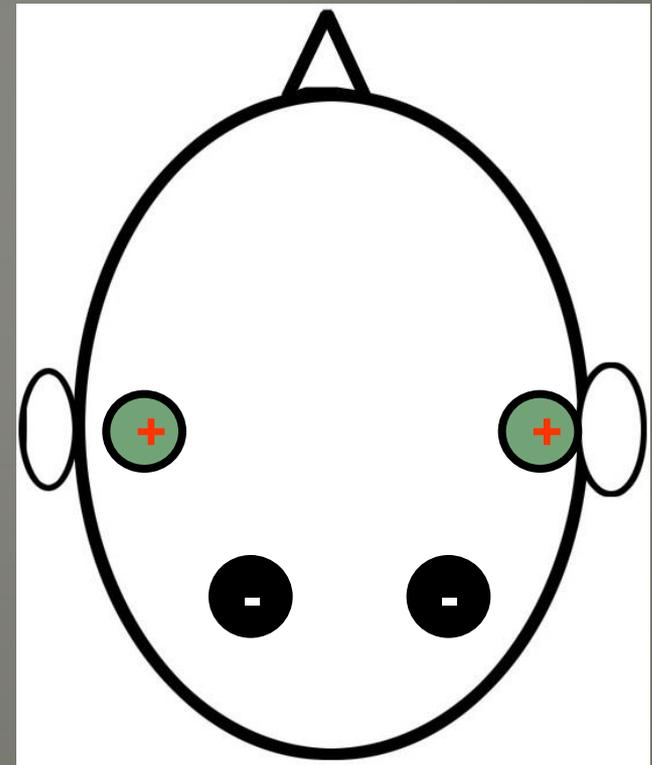
Динамика ЭЭГ у больного 52-х лет с диагнозом: «Закрытая черепно-мозговая травма: ушиб головного мозга тяжелой степени со сдавлением. Острая внутримозговая гематома левой лобно-теменной доли. САК»; перед началом курса ТКМП и по окончании курса (через 13 суток)

**Клинически: регресс очаговой симптоматики от правосторонней гемиплегии до гемипареза в ноге на 2 балла, в руке на 3 балла за 28 суток**

# Транскраниальная микрополяризация

При данной схеме расположения электродов микрополяризационному воздействию в наибольшей степени подвергаются миндалевидный комплекс и хвостатое ядро – структуры, входящие в состав антиэпилептической системы мозга

*Чепурнов С. А., Чепурнова Н. Е., 1981, 1993;  
Вартамян Г. А. с соавт., 1981; В. А. Карлов, 2000,  
Богданов О. В., Шелякин А. М., 2008 и др.*

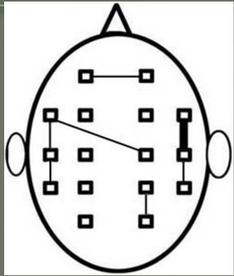


# Пространственная организация ЭЭГ в норме:

Норма

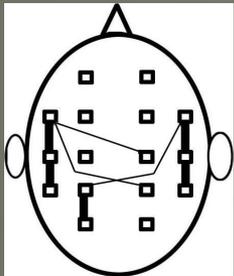
Преобладают взаимодействия между:

$\Delta$



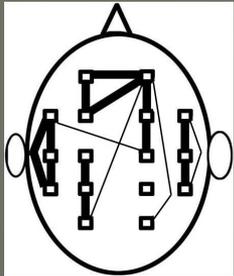
1. задними ассоциативными зонами обеих полушарий с передней ассоциативной зоной правого полушария;
2. ассоциативной и моторной зонами правого полушария и «речевой» зоной (левая височная область)

$\theta$



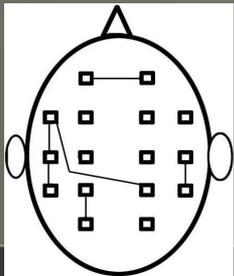
**Гипотеза:** 1. «режим ожидания», состояние готовности и преднастройки главного мозгового механизма – ассоциативного – к возникновению тех или иных актуальных задач.

$\alpha$



2. проявление функциональной асимметрии полушарий в процессах высшего сенсорного синтеза и преднастройки к деятельности: нижнетеменная кора доминантного полушария осуществляет конечный сенсорный синтез (Бианки В. Л., 1989; Жаворонкова Л. А., 2006; Лурия А. Р., 1973), а контралатеральный лобный полюс формирует интегральный ответ и распределяет «задания» по его реализации среди отдельных эффекторных структур.

$\beta$



# Пространственная организация ЭЭГ в психофизиологических экспериментах:

«голова  
равно»

«голова  
вправо»

«голова  
влево»

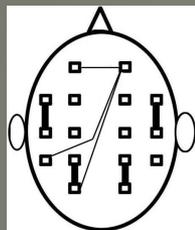
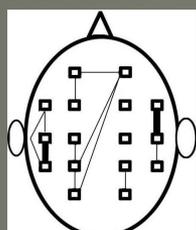
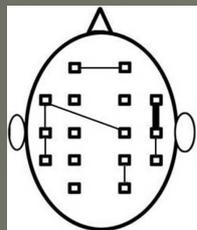
Пространственная организация ЭЭГ в положениях головы «вправо» и «влево» в каждом диапазоне имеет выраженное сходство;

В положении «голова вправо» межрегиональные взаимодействия более интенсивны, что может быть обусловлено большей функциональной значимостью для правой правой половины периперсонального пространства

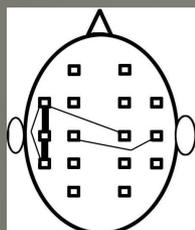
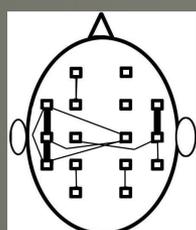
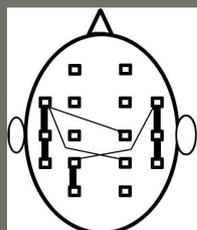
*Этот элементарный двигательный акт, осуществляемый всего четырьмя мышцами, имеет огромное адаптивное и эволюционно-биологическое значение, поэтому в его обеспечении принимают участие фактически все корковые области*

**Осторожно, вранье:  
«Мы используем всего 25%  
возможностей нашего мозга...»**

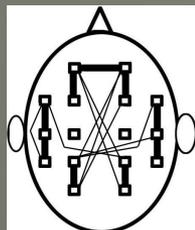
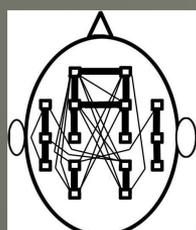
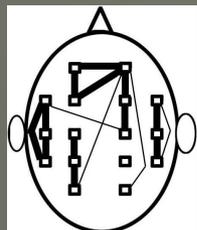
$\Delta$



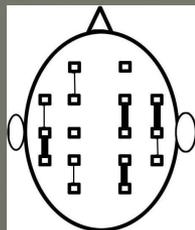
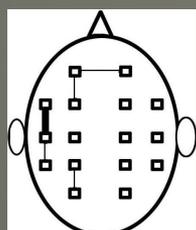
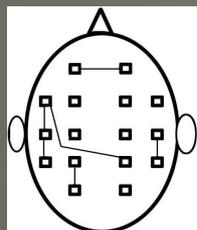
$\theta$



$\alpha$



$\beta$

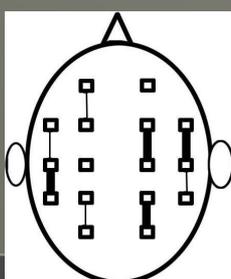
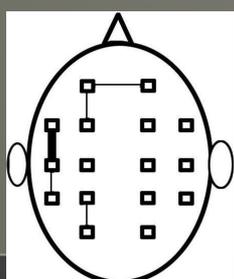
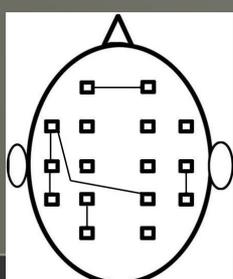
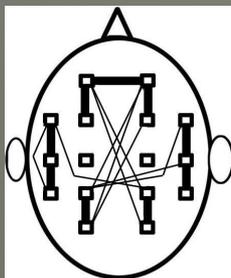
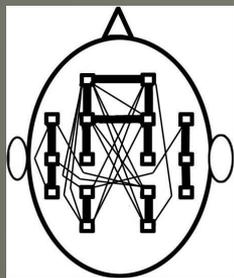
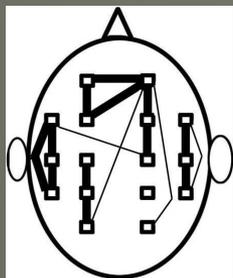
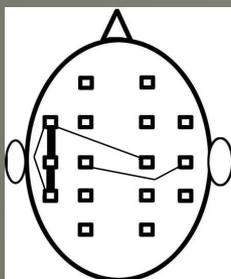
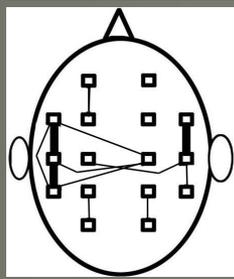
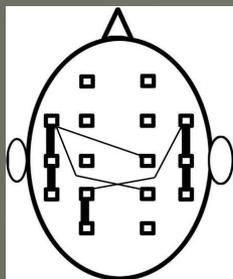
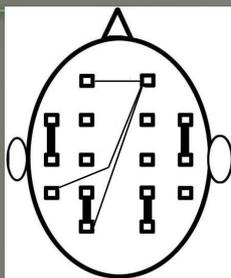
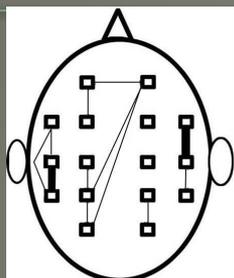
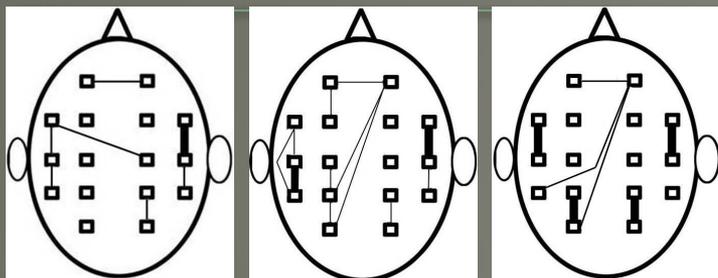


# Пространственная организация ЭЭГ в норме:

«голова  
ровно»

«голова  
вправо»

«голова  
влево»



1. Пространственная организация ЭЭГ в положениях головы «вправо» и «влево» в каждом диапазоне имеет выраженное сходство;
2. В положении «голова вправо» межрегиональные взаимодействия более интенсивны, что может быть обусловлено большей функциональной значимостью для правой правой половины периперсонального пространства;
3. «Интактность»  $\beta$ -диапазона обусловлена тем, что испытуемым не ставились какие-либо когнитивные задачи

*В развитие идей В. Пенфилда и Г. Джаспера, мы предполагаем, что описанные ими адверсивные корковые зоны составляют единую функциональную систему, обеспечивающую регуляцию координированных сокращений мышц, ответственных за поворот головы. Этот элементарный двигательный акт, осуществляемый всего четырьмя мышцами, имеет огромное адаптивное и эволюционно-биологическое значение, поэтому в его обеспечении принимают участие фактически все корковые области*

$\Delta$

$\theta$

$\alpha$

$\beta$

# Пространственная организация ЭЭГ в психофизиологических экспериментах:



Особенности  
межцентральных  
взаимодействий  
различных отделов  
мозга у детей 2-х лет  
при восприятии  
*незнакомых*  
зрительных образов.

*М. Н. Ливанов,  
Т. П. Хризман,  
1978.*

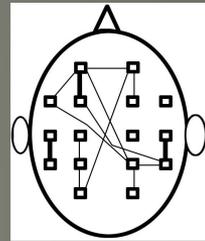
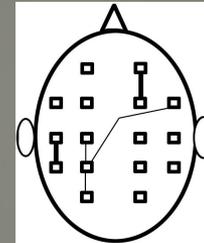
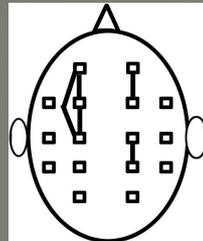
# Пространственная организация ЭЭГ как показатель межрегиональных корковых взаимодействий

Исходно  
перед началом  
1-го курса ТКМП

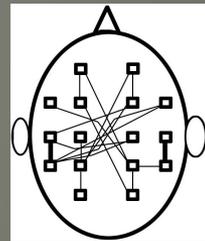
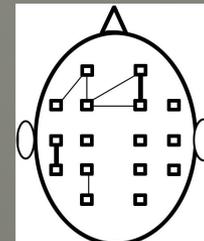
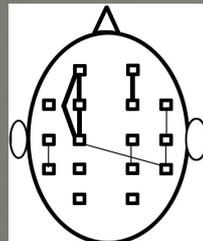
Через 6 месяцев,  
перед началом  
2-го курса ТКМП

Сразу  
после  
2-го курса ТКМП

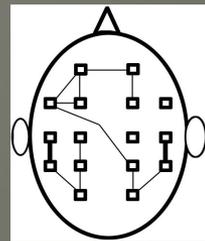
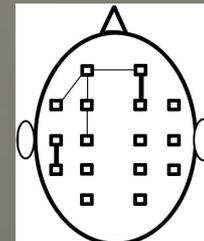
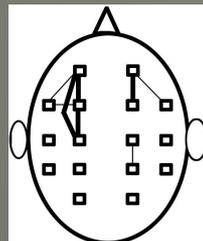
Δ



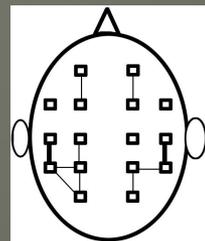
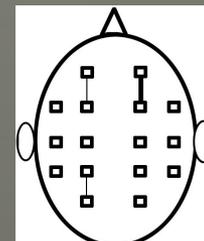
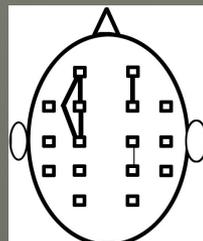
θ



α



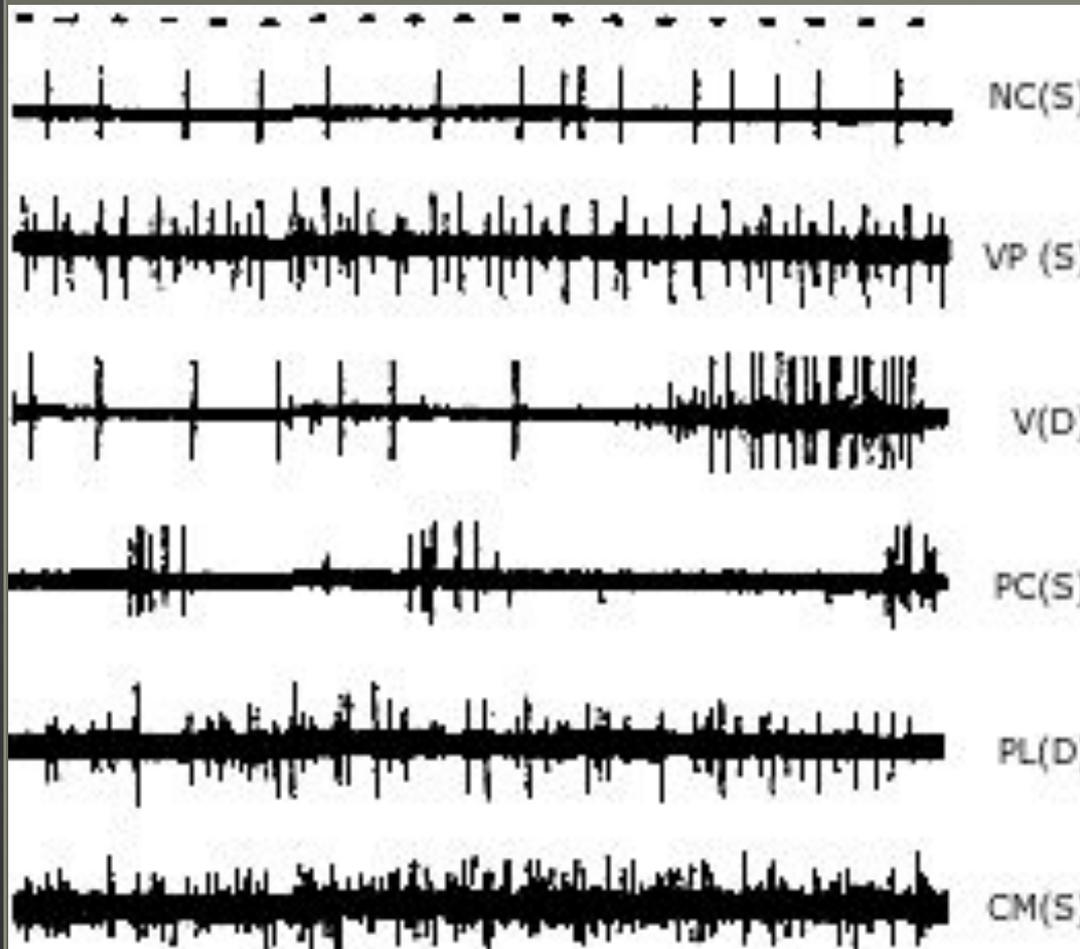
β



Пример динамики  
пространственной  
организации ЭЭГ  
у ребенка 8 лет с  
диагнозом: «РОПГМ,  
ЗПРР, алалия,  
психомоторная  
расторженность»

под влиянием  
ТКМП

# Нейрональная активность:



- Варианты осциллограмм импульсной активности нейронных популяций, регистрируемых в различных корковых и подкорковых структурах (по Н. П. Бехтеревой с соавт., 1985)

- Вверху - отметки времени (100 мс)

- Латинские буквы справа - условные обозначения структур мозга человека

# Свойства сложных систем

---

*Для успешного функционирования в среде сложная система должна:*

- **управляться ограниченным набором простых правил;**
- **поддерживать в покое фоновый режим функционирования;**
- **располагать ограниченным набором *достаточно простых* реакций на внешние стимулы и повреждающие факторы;**
- **располагать ограниченным набором *достаточно простых* базовых механизмов обеспечения функций, в том числе – *механизмов самоподдержания и самовосстановления;***
- **располагать ограниченным набором *достаточно простых* стереотипов системного поведения, в частности, системной организацией элементарных поведенческих актов.**

**Современные системные представления о работе головного мозга**

Поиск системно ориентированных, высокотехнологичных, доступных и безопасных методов лечения

**Лечебные электровоздействия**

**Методы функциональной нейрохирургии**

*Транскраниальная микрополяризация*

*Транстимпанальная химическая вестибулярная дерцепция*

**Комбинированная терапия**



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**