

ОСНОВЫ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ

Предмет и
методы психофизиологии

**Зав. кафедрой нормальной
физиологии-к.м.н., доцент
Частоедова Ирина
Александровна**

Понятие психофизиологии

Этимология слова

Термин "психофизиология" был предложен в начале XIX века французским философом **Н.Массиасом** и первоначально использовался для обозначения широкого круга исследований психики, опиравшихся на точные объективные физиологические методы

Значение слова «психофизио- логия»

Психофизиология - научная дисциплина, возникшая на стыке психологии и физиологии, предметом ее изучения являются физиологические основы психической деятельности и поведения человека

Психофизиология — естественнонаучная ветвь психологического знания

* ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

— наука о физиологических основах психических процессов (мотивов и потребностей, ощущений и восприятий, внимания, памяти и мышления)

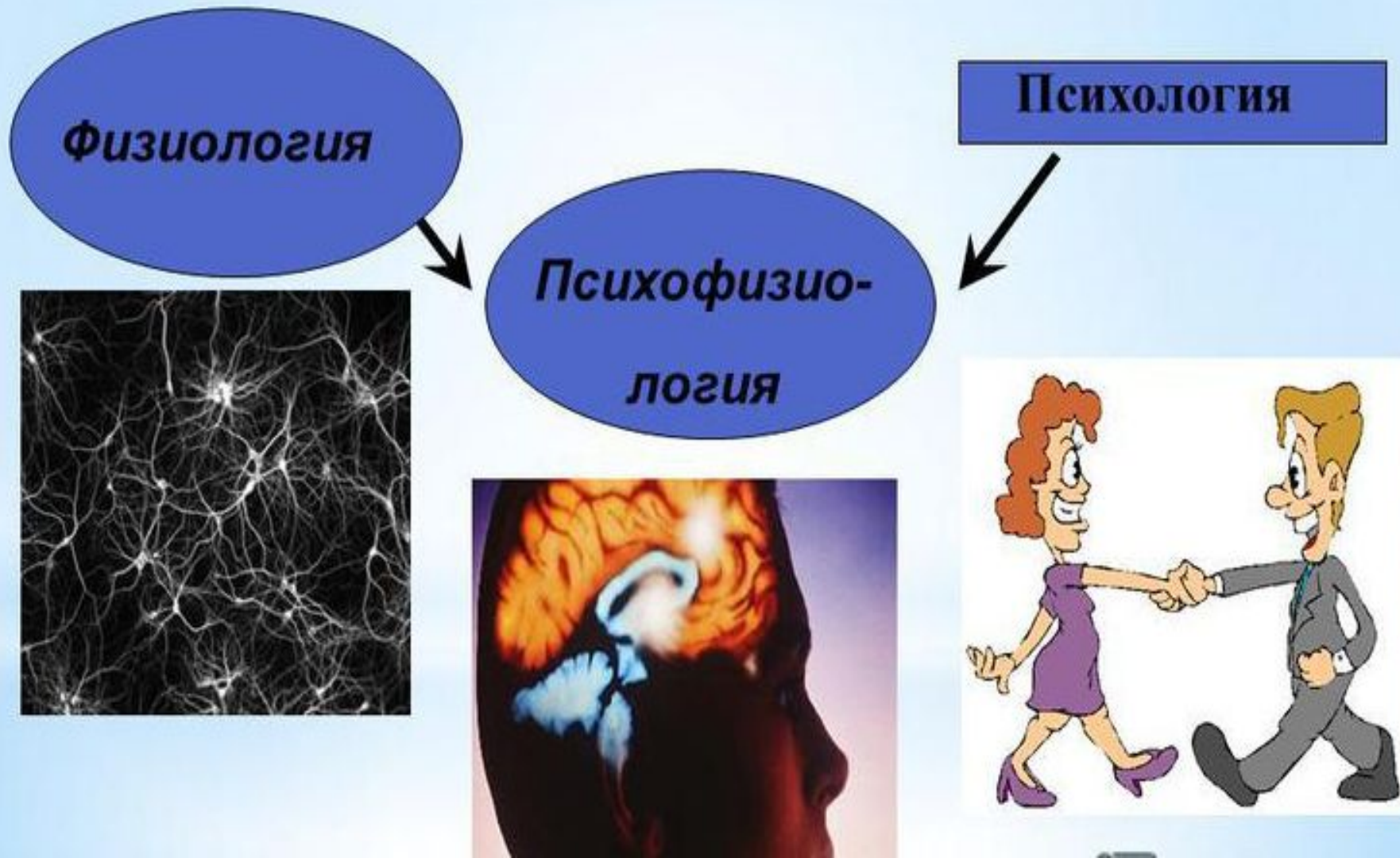


- междисциплинарная область знаний о физиологических механизмах психической деятельности, ее влиянии на соматические процессы, а также вегетативном обеспечении психики;

Цель курса психофизиологии:

овладение знаниями физиологических основ высших психических функций и функциональных состояний человека, чтобы иметь возможность оценивать их с помощью известных методов и интерпретировать полученные результаты.

* *Взаимосвязь психофизиологии с другими дисциплинами*



Основные задачи психофизиологии

1. Установление нейронных процессов, лежащих в основе психической деятельности человека
2. Определение роли различных структур мозга в осуществлении поведенческих актов и их физиологическом обеспечении
3. Разработка неинвазивных методов оценки по физиологическим показателям психологического статуса и реакций человека

Пытаясь представить облик современной психофизиологии, Б.И. Кочубей (1990) выделяет три новых характеристики:

Активизм предполагает отказ от представлений о человеке как существе, пассивно реагирующем на внешние воздействия, и переход к новой "модели" человека — активной личности, направляемой внутренне заданными целями, способной к произвольной саморегуляции.

Селективизм характеризует возрастающую дифференцированность в анализе физиологических процессов и явлений, которая позволяет ставить их в один ряд с тонкими психологическими процессами.

Информативизм отражает переориентацию физиологии с изучения энергетического обмена со средой на обмен информацией. Понятие информации, войдя в психофизиологию в 60-е гг., стало одним из главных при описании физиологических механизмов познавательной деятельности человека.

"Мне кажется, - писал И.П. Павлов, - что для психологов... наши исследования должны иметь очень большое значение, так как они должны впоследствии составить основной фундамент психологического знания... основные законы, лежащие под этой страшной сложностью, в виде которой нам представляется внутренний мир человека, будут найдены физиологами, и не в отдаленном будущем"

Методы психофизиологических исследований

- Методы психофизиологических исследований — комплекс методов, используемых для изучения физиологического обеспечения психических процессов.
- Одним из первых методов оценки роли разных структур мозга в организации поведения явились методы повреждения или удаления участков мозга с помощью хирургических, химических и температурных воздействий и методы электрической стимуляции определенных отделов мозга.
- В экспериментальных исследованиях в настоящее время широко используется метод регистрации электрической активности отдельных нейронов или мозговых структур.
- В современной психофизиологии для изучения физиологического обеспечения психических процессов используются прямые методы изучения нейрофизиологических основ психической деятельности и не прямые — изучения функционального состояния организма в процессе реализации психической деятельности.

* Рутинные методы психофизиологии:

* Наблюдение;

* Эксперимент;



Острый

позволяет в короткое время изучить какой-либо регуляторный механизм, срабатывающий в экстремальных для подопытного организма ситуациях



Хронический

позволяет длительное время исследовать механизмы регуляции в условиях нормального взаимодействия организма и среды

К прямым методам относятся:

- Регистрация электроэнцефалограммы (ЭЭГ)
- Регистрация вызванных потенциалы (ВП)
- Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)
- Ядерно-магнитный резонансный метод
- Топографическое картирование (brain mapping)
- Реоэнцефалография
- Электроокулография

К непрямым методам относятся:

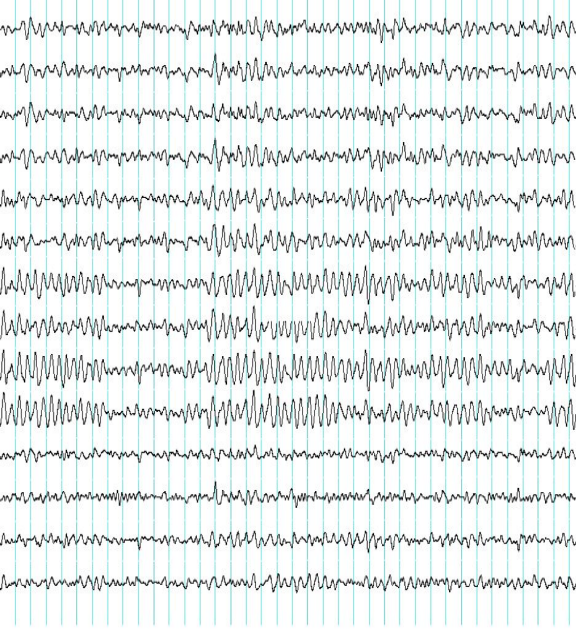
- Кожно-гальваническая реакция (КГР)
- Плетизмография
- Клиренсные методы

Психофизиология

Прямые методы

**Электроэнцефалография.
Структуры мозга, формирующие
паттерн ЭЭГ**

Электрoэнцефалография



- **Электрoэнцефалография** — метод регистрации и анализа электрoэнцефалограммы (ЭЭГ), т.е. суммарной биоэлектрической активности, отводимой как со скальпа, так и из глубоких структур мозга.
- Одна из самых поразительных особенностей ЭЭГ — ее спонтанный, автономный характер. Регулярная электрическая активность мозга может быть зафиксирована уже у плода (т.е. до рождения организма) и прекращается только с наступлением смерти. Даже при глубокой коме и наркозе наблюдается особая характерная картина мозговых волн.
- Сегодня ЭЭГ является наиболее перспективным, но пока еще наименее расшифрованным источником данных для психофизиолога.

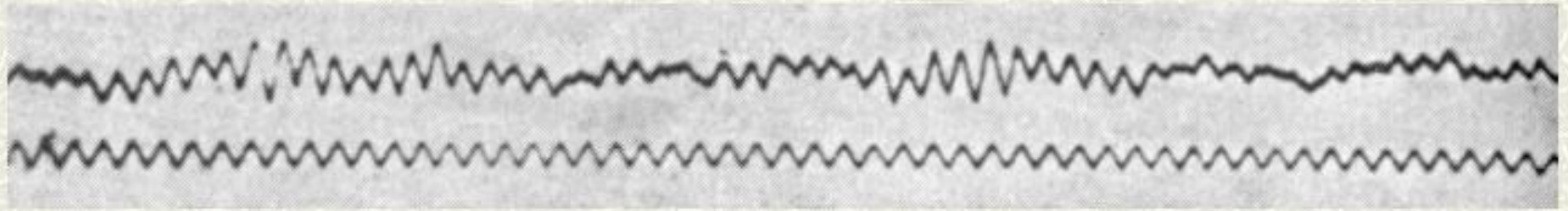


**Владимир
Владимирович
Правдич-Неминский
(1879 –1952)**

**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



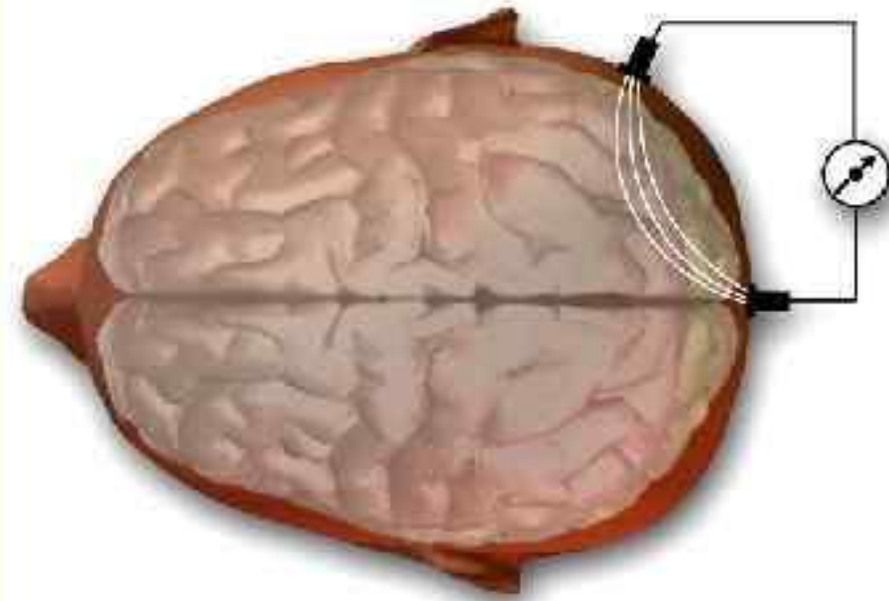
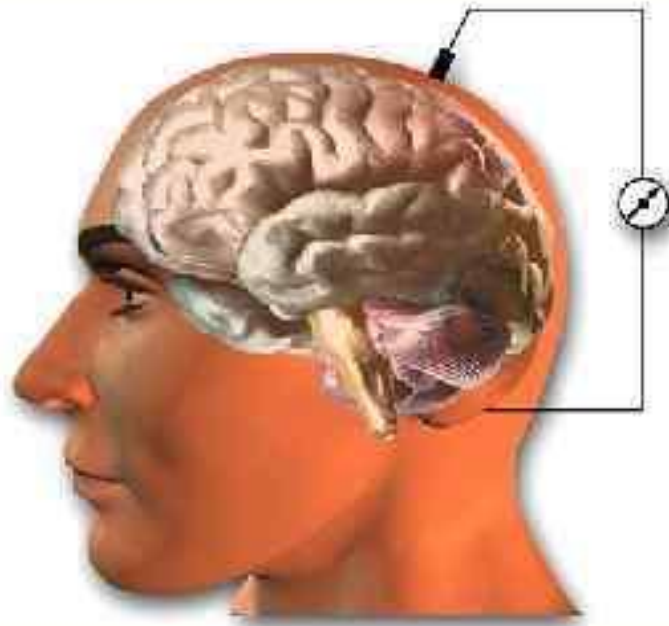
Первая запись ЭЭГ
человека получена
Хансом Бергером в 1925
году.

Использованы два
электрода – фронтальный
и окципитальный.



Методы.

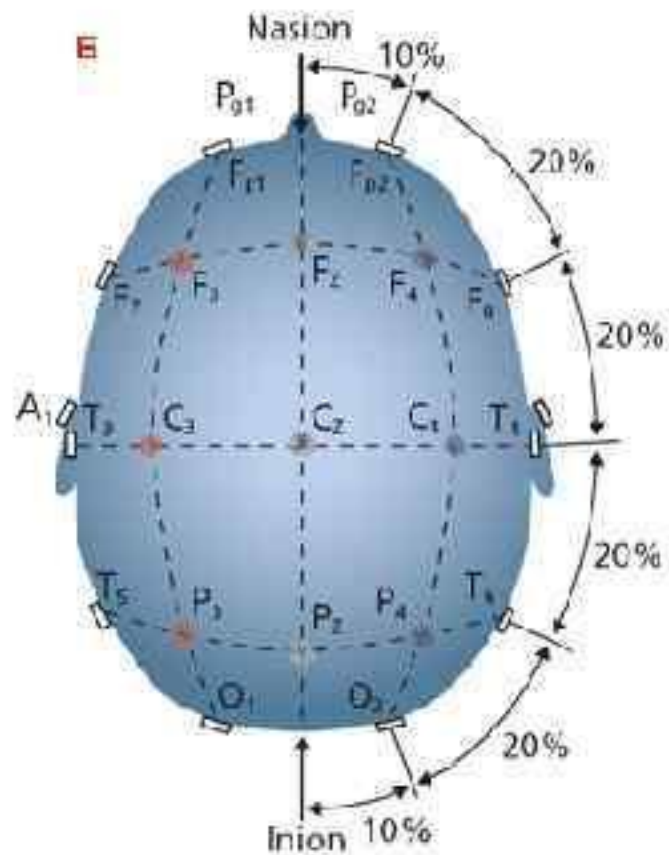
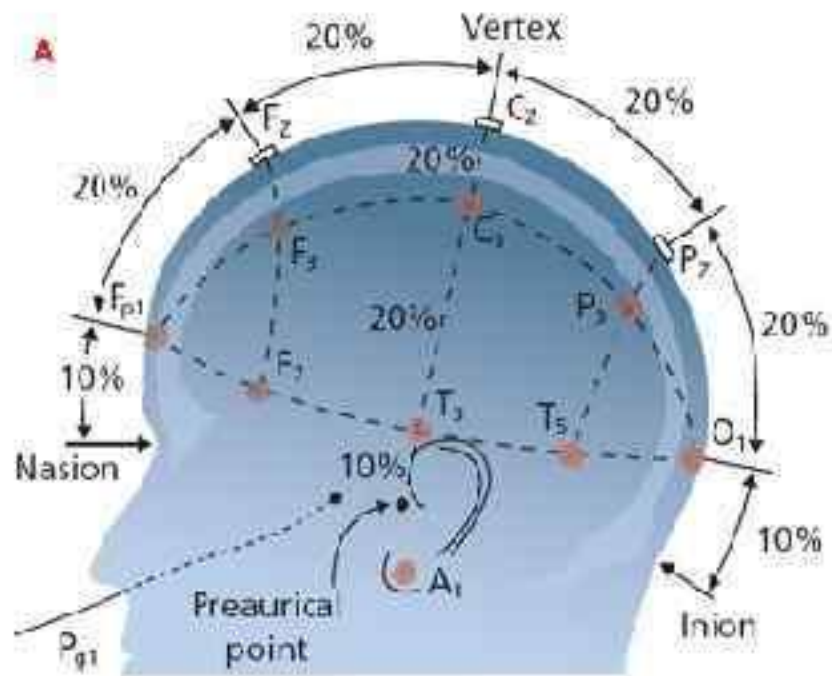
Регистрация суммарной электрической активности отдельных областей коры головного мозга



Моноплярное отведение – один из датчиков расположен над поверхностью полушарий (активный электрод), другой – в электрически нейтральной точке, удаленной от поверхности полушарий (индифферентный электрод)

Биполярное отведение – оба датчика (активные электроды) расположены над поверхностью полушарий

Международная единая система наложения электродов «10-20»

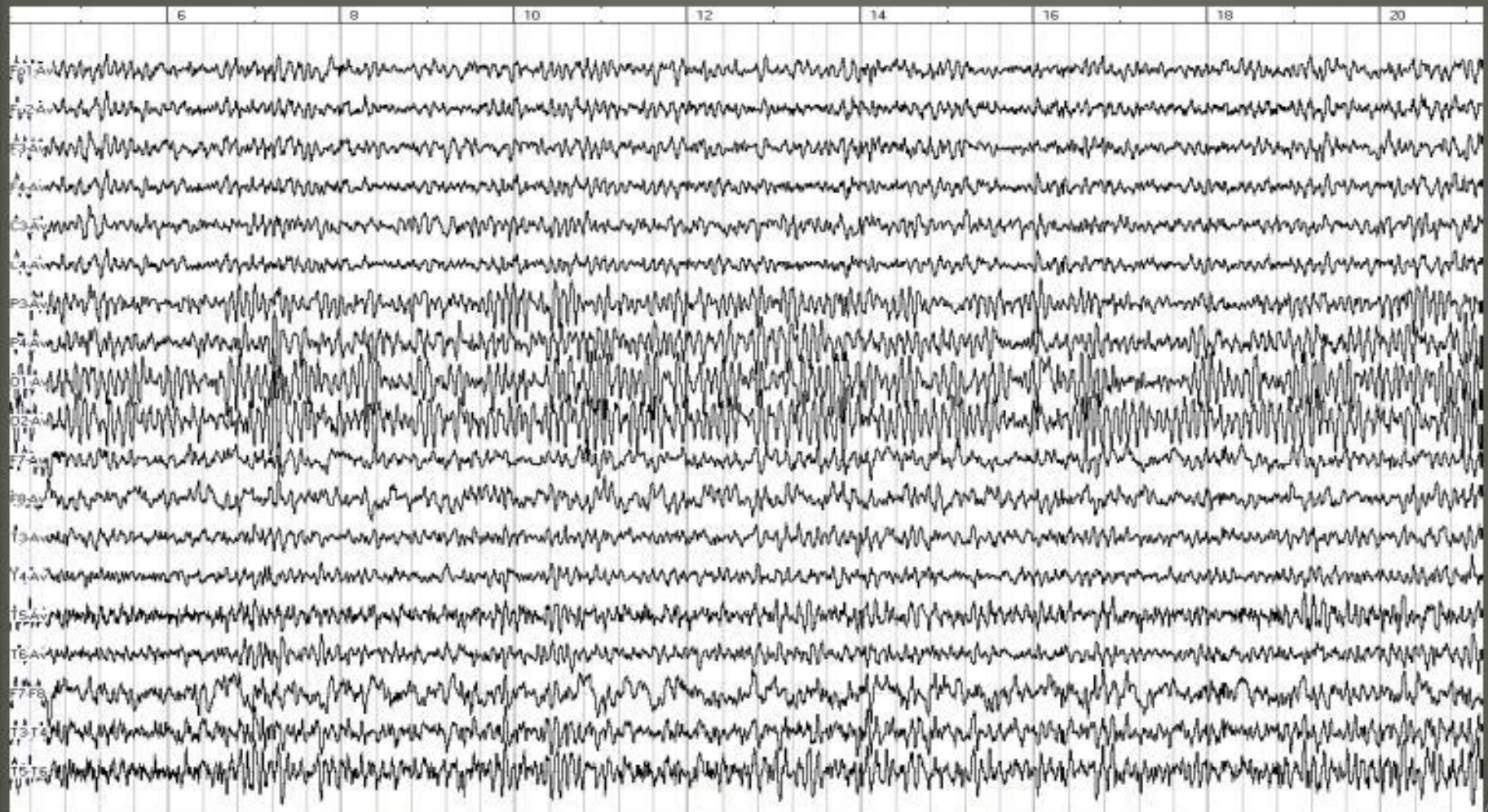


Международная единая система наложения электродов «10-20»

- Ориентирами для установки электродов служат **переносица, затылочный бугор и наружные слуховые проходы**. Длину продольной полуокружности между переносицей и затылочным бугром, а также поперечной полуокружности между наружными слуховыми проходами делят в соотношении 10%, 20%, 20%, 20%, 20%, 10%. Электроды устанавливают в местах пересечений проведённых через эти точки меридианов. Ближе всего ко лбу (на расстоянии 10% от переносицы) устанавливают **лобно-полюсные** электроды (Fp 1, Fpz и Fp2), а далее (через 20% длины полуокружности) - **лобные** (F3, Fz и F4) и **передневисочные** (F7 и F8), затем - **центральные** (C3, Cz и C4) и **височные** (T3 и T4). далее - **теменные** (P3, Pz и P4), **задневисочные** (T5 и T6) и **затылочные** (O1, Oz и O2) электроды соответственно.
- Нечётными цифрами обозначают электроды, расположенные на левом полушарии, чётными - электроды, расположенные на правом полушарии, а индексом z - электроды, расположенные по средней линии.
- Референтные электроды на мочках ушей обозначают как A1 и A2, а на сосцевидных отростках - как M1 и M2.

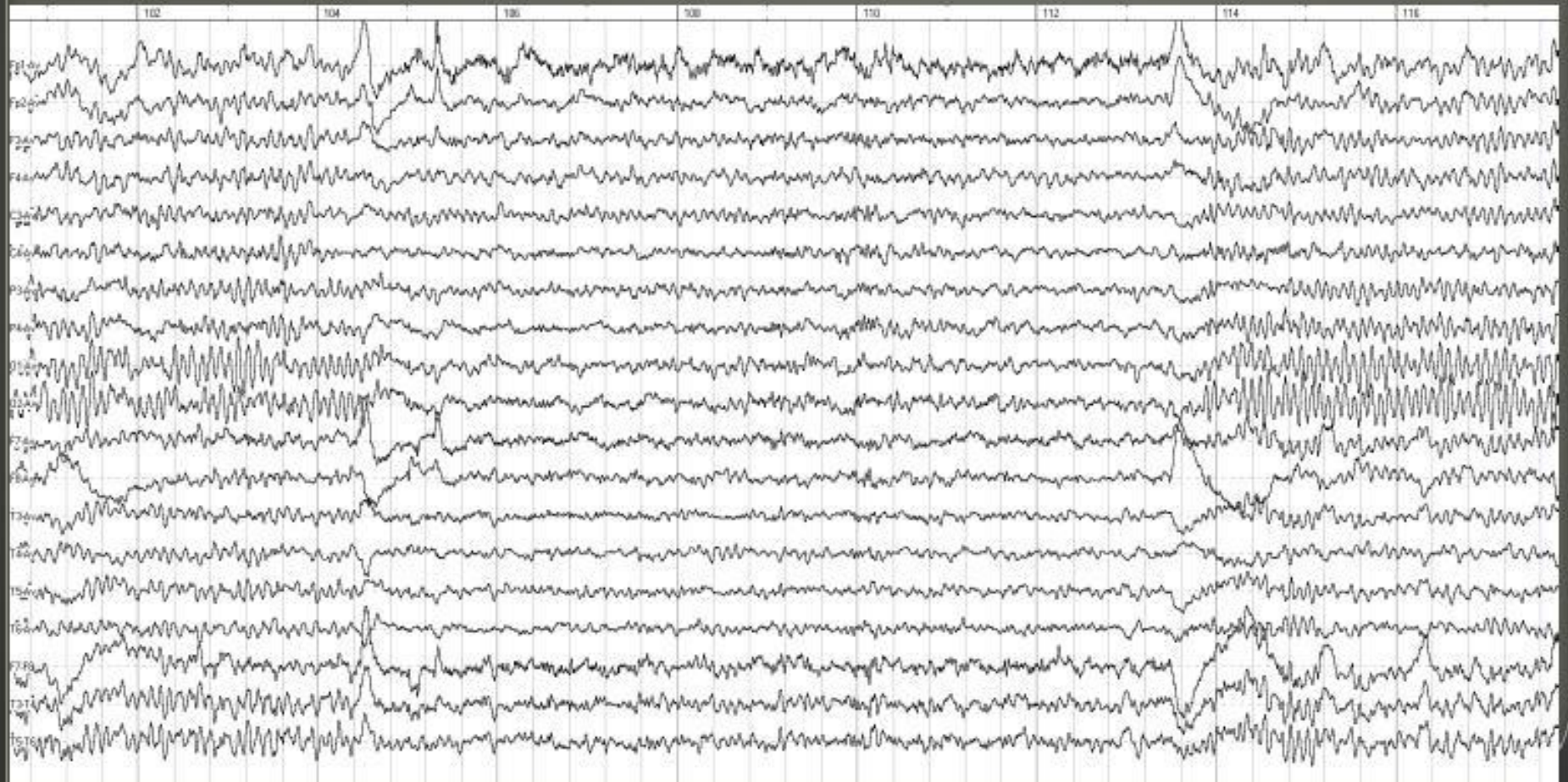


«Условная норма»



Феномен ЭЭГ:

Реакция десинхронизации:

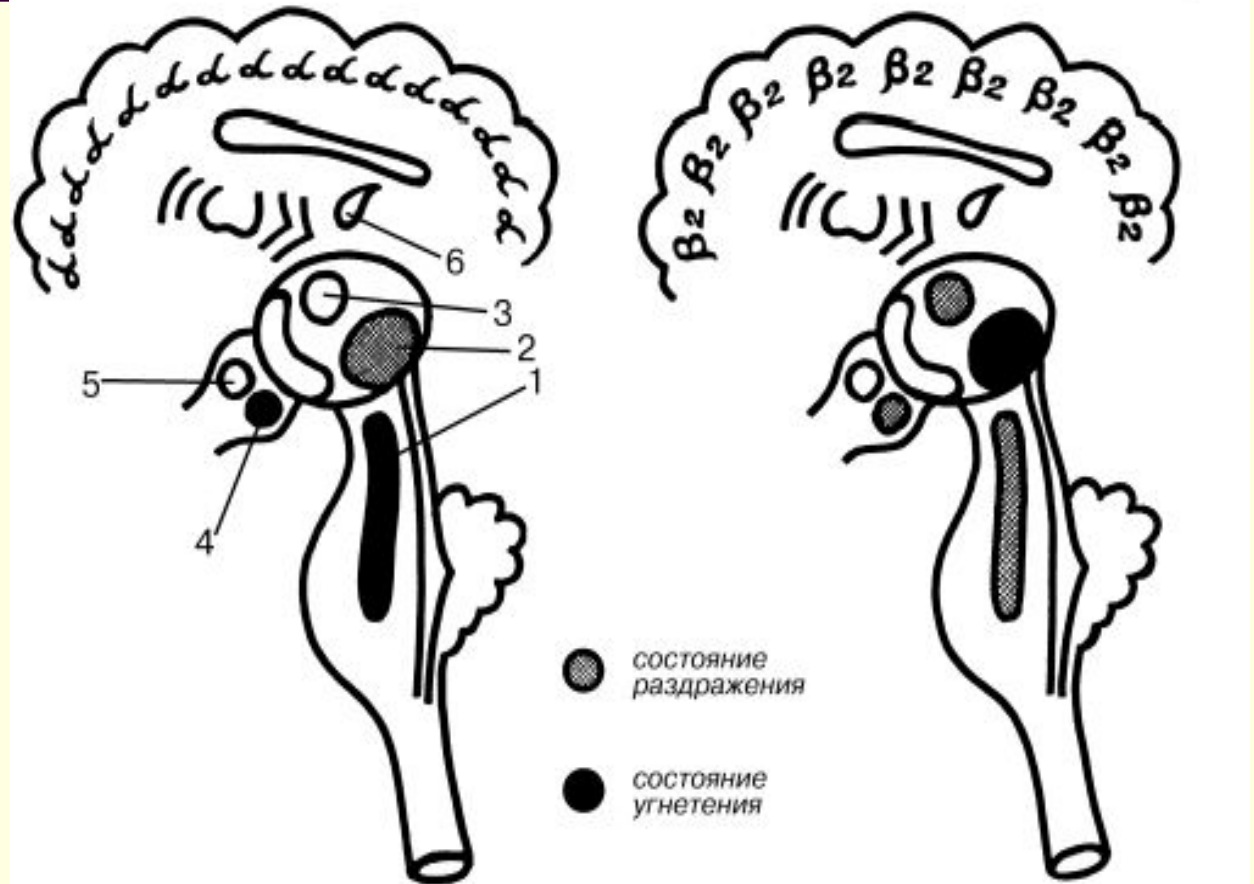


В работе Жирмунской рассмотрено 6 основных структур лимбико-ретикулярного комплекса, формирующих паттерн ЭЭГ

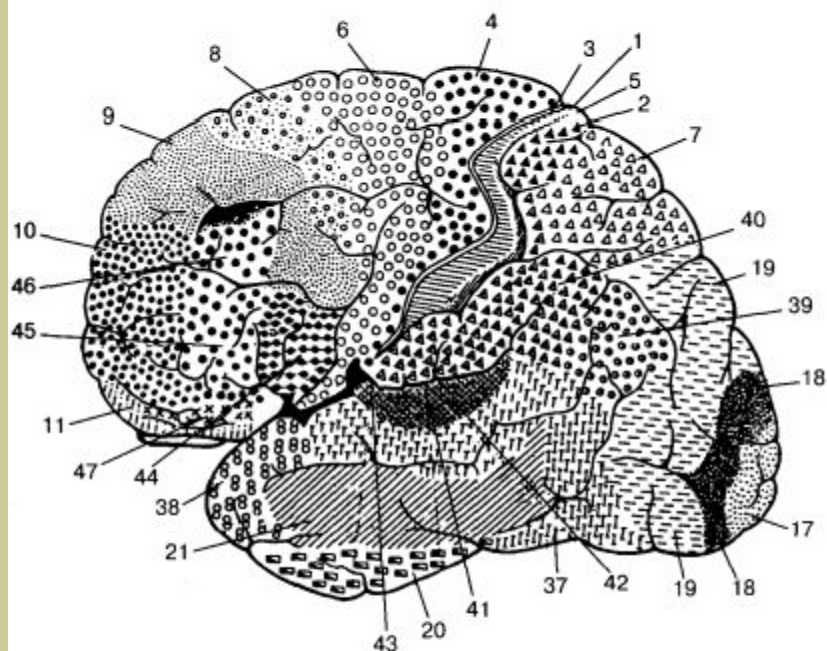
- 1) ретикулярная формация ствола мозга (РФ);
- 2) неспецифические ядра таламуса (НТ);
- 3) ассоциативные ядра таламуса (АТ);
- 4) задний гипоталамус (ЗГ);
- 5) передний гипоталамус (ПГ);
- 6) хвостатое ядро (ХЯ).

Каждая из этих структур может находиться в двух (активированном и угнетенном) или в трех состояниях (активированном, спокойном и угнетенном).

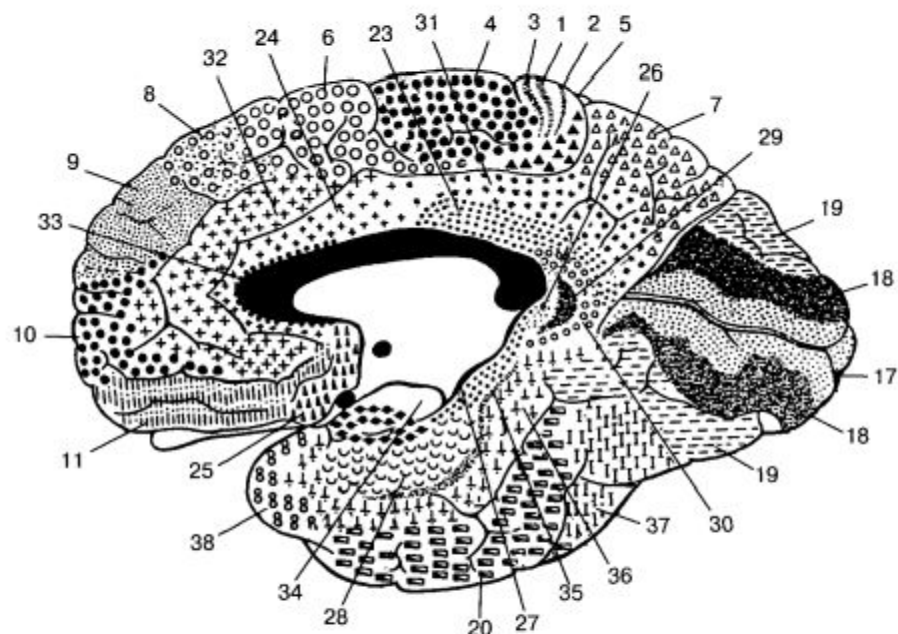
- 1) ретикулярная формация ствола мозга (РФ);
- 2) неспецифические ядра таламуса (НТ);
- 3) ассоциативные ядра таламуса (АТ);
- 4) задний гипоталамус (ЗГ);
- 5) передний гипоталамус (ПГ);
- 6) хвостатое ядро (ХЯ).



Цитоархитектонические поля и представительство функций в коре больших полушарий



Наружная поверхность



Внутренняя поверхность

- 1, 2, 3, 5, 7, 43 (частично) — представительство кожной и проприоцептивной чувствительности;
 4 — моторная зона;
 6, 8, 9, 10 — премоторная и дополнительные моторные области;
 11 — представительство обонятельной рецепции;
 17, 18, 19 — представительство зрительной рецепции;
 20, 21, 22, 37, 41, 42, 44 — представительство слуховой рецепции;
 37, 42 — слуховой центр речи;
 41 — проекция кортиева органа;
 44 — двигательный центр речи.

(По Бродману)

Структуры мозга, участвующие в организации целостного паттерна ЭЭГ

- Таламус;
- Ретикулярная формация;
- Гипоталамус;
- Лимбические структуры;
- Ядра стриатума, мозжечка и других.

Основные вопросы, которые при этом возникают

- 1) состояние каких структур отражается в параметрах и паттерне ЭЭГ;
- 2) как по характеристике паттернов и параметрам ЭЭГ сделать выводы о состоянии структур мозга?

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»*

Фоновая ритмическая электрическая активность мозга – электроэнцефалограмма (ЭЭГ). Основные способы анализа и их задачи

ЭЭГ

Визуальный анализ – зрительная оценка специалистом формы и локализации волн суммарной электрической активности мозга (ЭЭГ-паттернов), регистрируемой в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами

Численные методы анализа электрической активности мозга: спектрально-корреляционный анализ, анализ ВП, ССП, метод локализации дипольных источников ЭА - при различных формах познавательной деятельности в экспериментальных условиях

Диагностика функционального состояния мозга и его отдельных структур (глубинные стволые и подкорковые системы и области коры) при различных заболеваниях ЦНС и функциональных расстройствах, исследование функциональной зрелости мозга у детей.

Изучение функциональных систем мозга, обеспечивающих реализацию различных сложных форм поведения и психических процессов

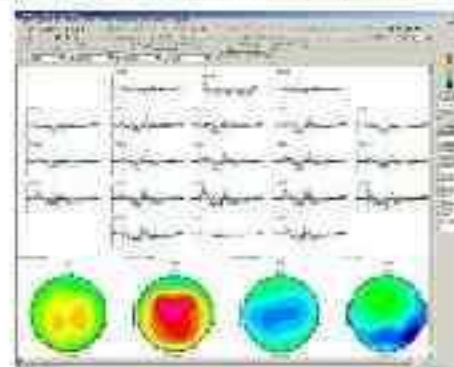
Регистрация электроэнцефалограммы

фоновая электрическая
активность головного мозга

- Амплитуда потенциалов ЭЭГ в норме не превышает 100 мкВ, поэтому аппаратура для регистрации ЭЭГ включает мощные усилители, а также полосовые и заградительные фильтры для выделения низкоамплитудных колебаний биопотенциалов головного мозга на фоне различных физических и физиологических помех - артефактов.
- Компьютерные средства анализа и наглядного графического отображения (топографическое картирование) различных параметров ЭЭГ, а также видеосистемы для наблюдения за больным.

электрическая активность
головного мозга, вызванная
внешним воздействием

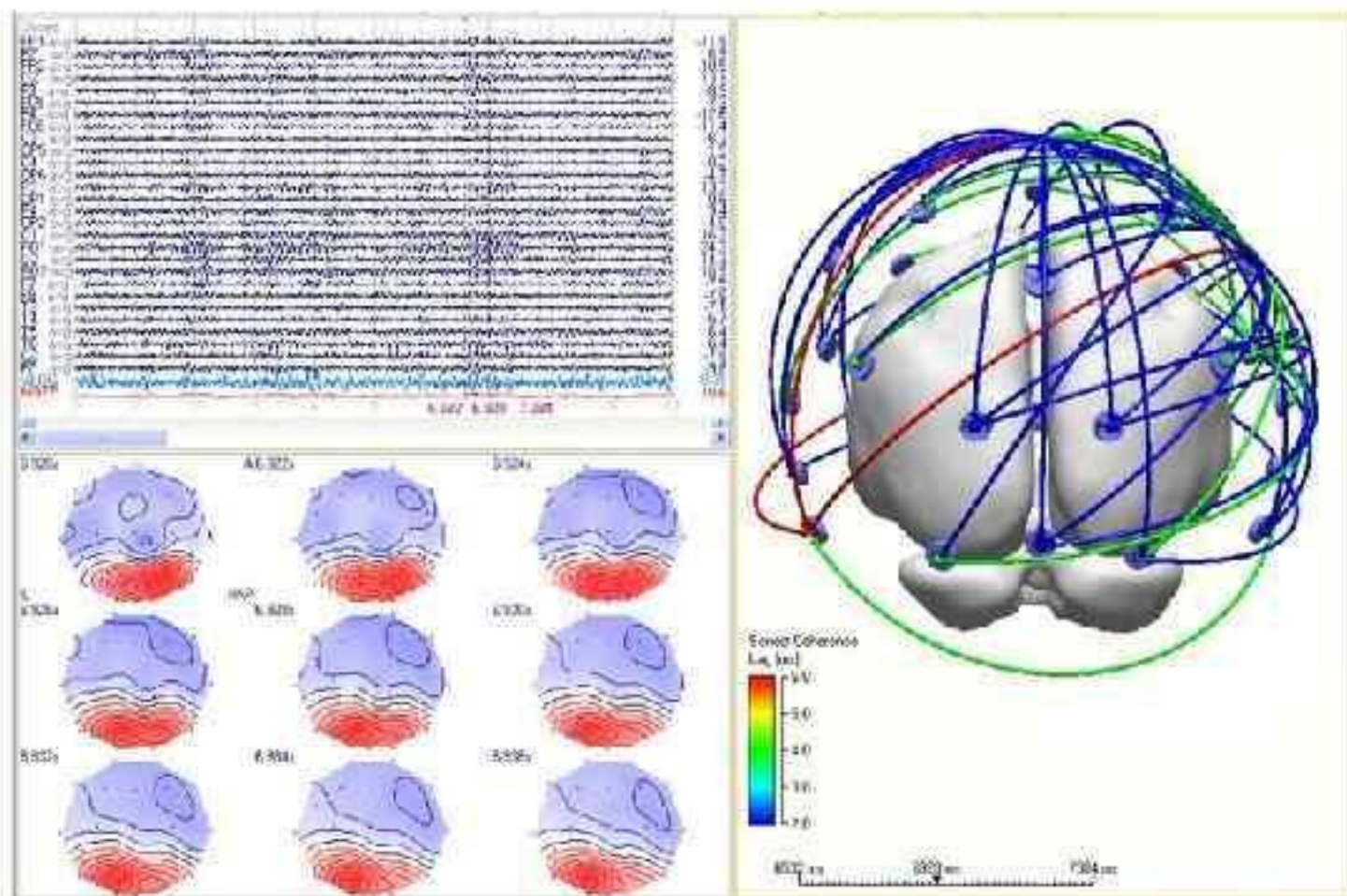
- Электроэнцефалографические установки содержат устройства для фото- и фоностимуляции (реже для видео- и электростимуляции), которые используют при изучении «вызванной активности» головного мозга (вызванные потенциалы).



Фоновая электрическая активность головного мозга

- Спектральный анализ ЭЭГ
- Когерентный анализ ЭЭГ
- Трехмерная локализация источника активности

Фоновая электроэнцефалограмма. Интерфейс (устройство отображения).



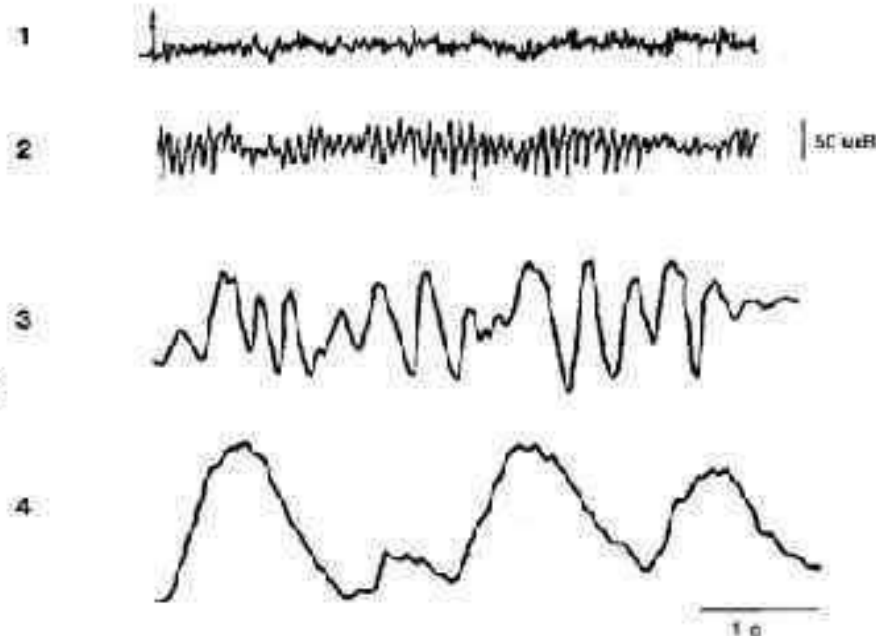
Спектральный анализ ЭЭГ

Визуальный анализ ЭЭГ

- К информативным параметрам оценки функционального состояния головного мозга как при визуальном, так и при компьютерном анализе ЭЭГ относят амплитудно-частотные и пространственные характеристики биоэлектрической активности головного мозга.

Показатели визуального анализа ЭЭГ:

- амплитуда;
- средняя частота;
- индекс - время, занятое тем или иным ритмом (в %);
- степень генерализации основных ритмических и фазических компонентов ЭЭГ;
- локализация фокуса - наибольшая выраженность по амплитуде и индексу основных ритмических и фазических компонентов ЭЭГ.



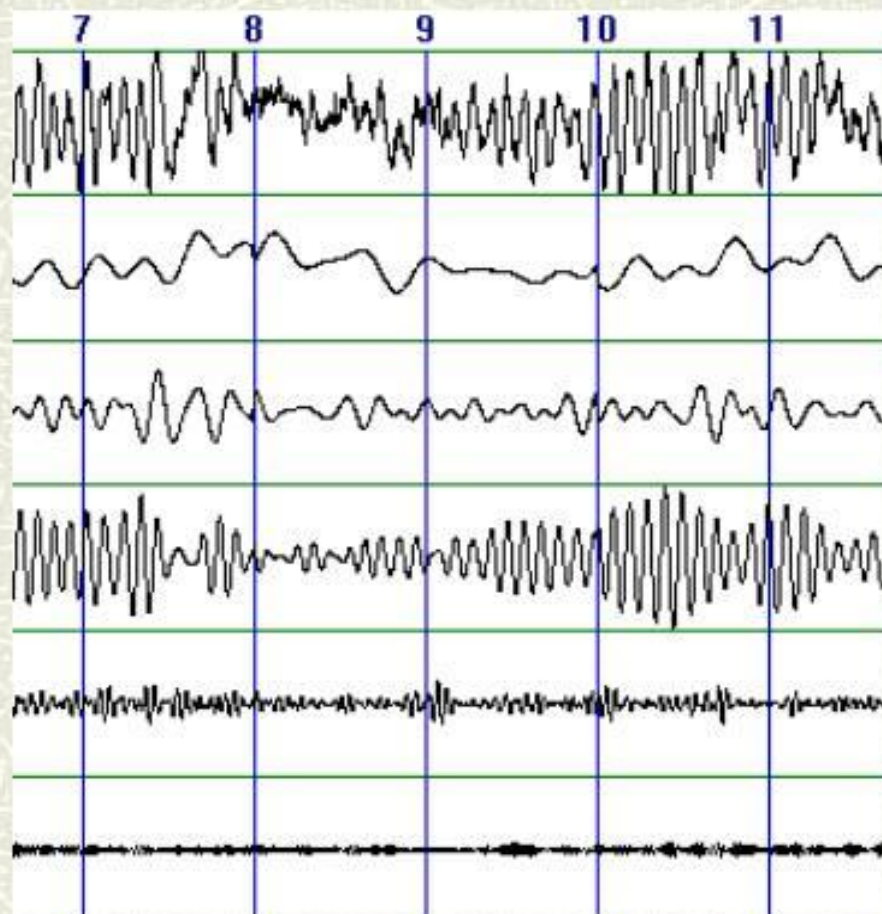
Основные ритмы электроэнцефалограммы:

- 1 – бета-ритм;
- 2 – альфа-ритм;
- 3 – тета-ритм;
- 4 – дельта-ритм

Основные ритмы ЭЭГ

Классификация ритмов
электроэнцефалограммы (ЭЭГ)
человека

Ритмы	Частотный диапазон, Гц
δ (дельта)	0,5-4
θ (тета)	4-7
α (альфа)	7-13
β (бета)	13-30
γ (гамма)	30-70

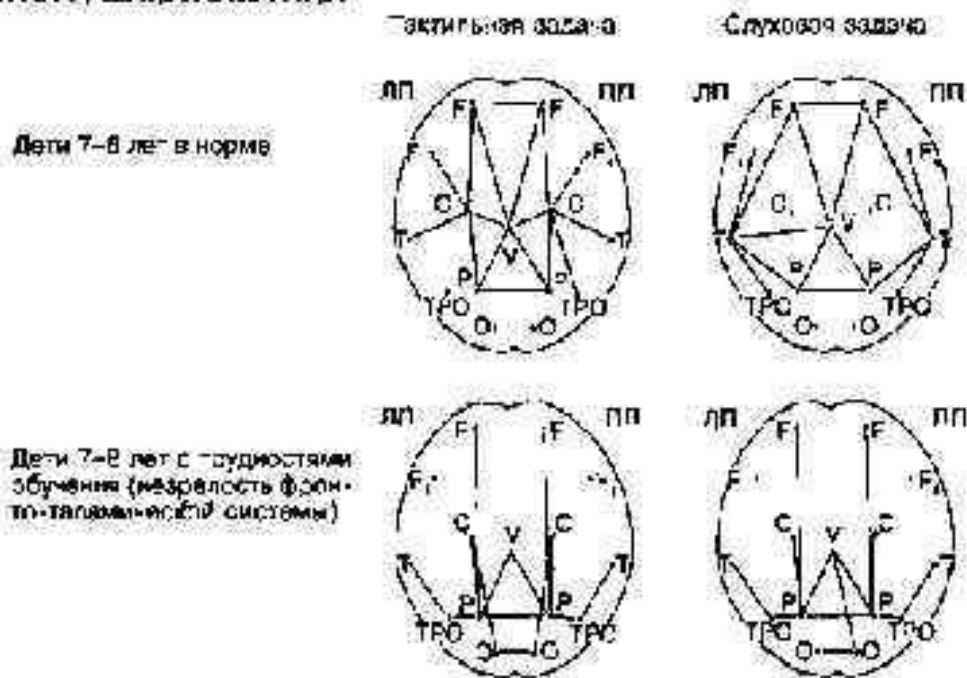


Название эл. активности	Частота, амплитуда	Преимущества и локализация электрической активности	Наиболее вероятные проявления в норме	Наиболее вероятные проявления при патологии
Дельта, δ	1-4 гц, высокоамплитудные колебания	У взрослых в лобных областях головного мозга, у детей в затылочных областях головного мозга	<ul style="list-style-type: none"> У взрослых во время глубокого (медленно-волнового) сна У детей во время решения некоторых задач, требующих длительного вовлечения внимания 	<ul style="list-style-type: none"> Повреждения подкорковых структур головного мозга Диффузные повреждения головного мозга Метаболическая энцефалопатия гидроцефалов Повреждения глубоких срединных структур головного мозга
Тета, θ	4-8 гц	Проявляется в областях головного мозга, не относящихся к решению задач, связанных с движениями рук	<ul style="list-style-type: none"> Дети младшего возраста Дремота или пробуждение от сна у взрослых В отсутствии деятельности Связаны с торможением электрических вызванных ответов головного мозга (попытки сознательного подавления испытуемым ответа на стимулы) 	<ul style="list-style-type: none"> Ограниченные повреждения подкорковых структур головного мозга Метаболическая энцефалопатия Нарушения глубоких срединных структур головного мозга Иногда у гидроцефалов
Альфа, α	8-13 гц, амплитуда до 100 мкВ	С отведений затылочных областей головного мозга, с обеих сторон, амплитуда волн выше с недоминантной стороны. В покое - с отведений центральных областей (с3-с4)	<ul style="list-style-type: none"> В расслабленном состоянии, глаза закрыты Могут быть связаны с тормозным управлением в различных областях головного мозга 	Кома
Бета, β	13-30 гц	Больше выражены симметрично с обеих сторон лобных областей головного мозга. Низкоамплитудные волны	Состояние тревоги, пробуждения <ul style="list-style-type: none"> active, busy, or alpha-8 blinking, active concentration 	Применение бензодиазепинов
Гамма, γ	30-100+ гц	Соматосенсорная кора больших полушарий головного мозга	Проявляется при сенсорном восприятии стимулов в двух разных модальностях (свет + звук) <ul style="list-style-type: none"> Проявляется при актуализации 	Уменьшение гамма-активности может быть связано со снижением познавательных возможностей

Когерентный анализ ЭЭГ

Функция когерентности- мера линейной связи двух процессов в частотной области анализа. Используется для исследования состояния пространственно-временной организации электрической активности головного мозга. Когерентный анализ обнаруживает взаимосвязи между различными областями коры головного мозга. Так, в «норме» наибольшие связи выражены в лобных долях, а, например, при лобной недостаточности активнее формируются межполушарные взаимодействия в области затылка. В клинике используется анализ: межполушарных пар; коротких, средних и отдаленных внутриполушарных пар.

Пример. Средний показатель когерентности больных шизоаффективными психозами значительно ниже во всех корковых зонах по сравнению с нормой. Наибольшее снижение отмечено во фронтальных (F3, F4), в передневисочных (F7, F8) и средневисочных зонах (T3, T4). Наиболее функционально сохранными у больных ШАП оказались затылочные области коры (O1, O2). В снижении когерентности принимают участие все диапазоны ЭЭГ.



Функциональные объединения областей коры при селективном внимании, обеспечивающем правильное решение перцептивной задачи у детей 7-8 лет в норме и при функциональной незрелости лобно-таламической системы, приводящей к трудностям обучения.

Трехмерная локализация источника активности

Новым шагом в развитии топографического картирования является локализация источников биоэлектрической активности мозга. Очаги патологической активности можно установить путем трехмерной локализации источников биоэлектрической активности мозга методом решения обратной задачи по потенциалам, регистрируемым с поверхности головы.

Для этих целей служит компьютерная программа "Brainlock" (фирма "МБН"), предназначенная для определения и отслеживания в объеме мозга человека центров электрического возбуждения, представленных в виде одного или двух эквивалентных дипольных источников. В качестве входной информации используют одномоментные значения ЗВКП (не менее 8 отведений для определения однодипольной модели и не менее 16 отведений для двухдипольной).

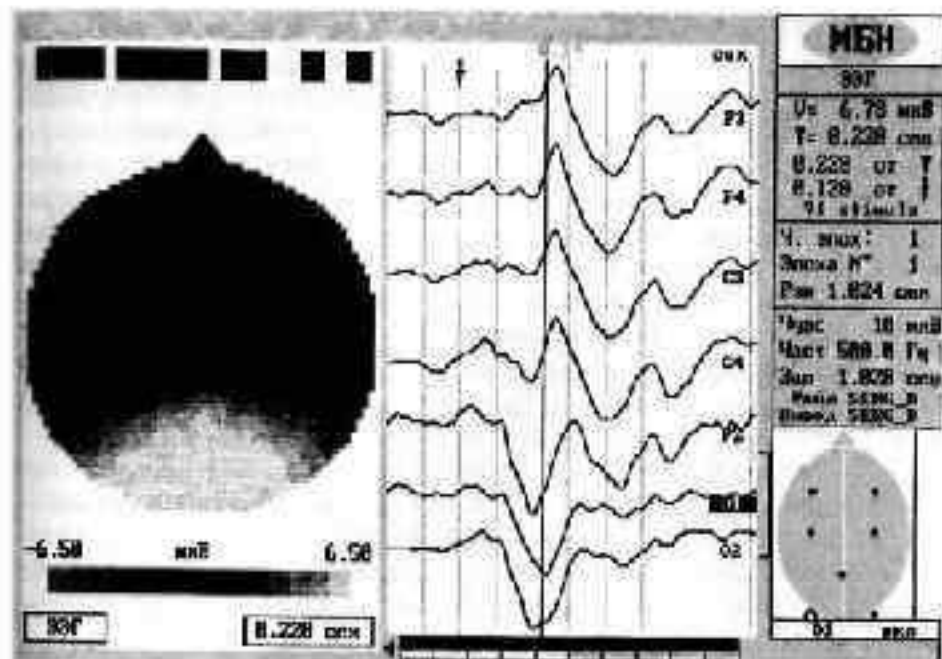
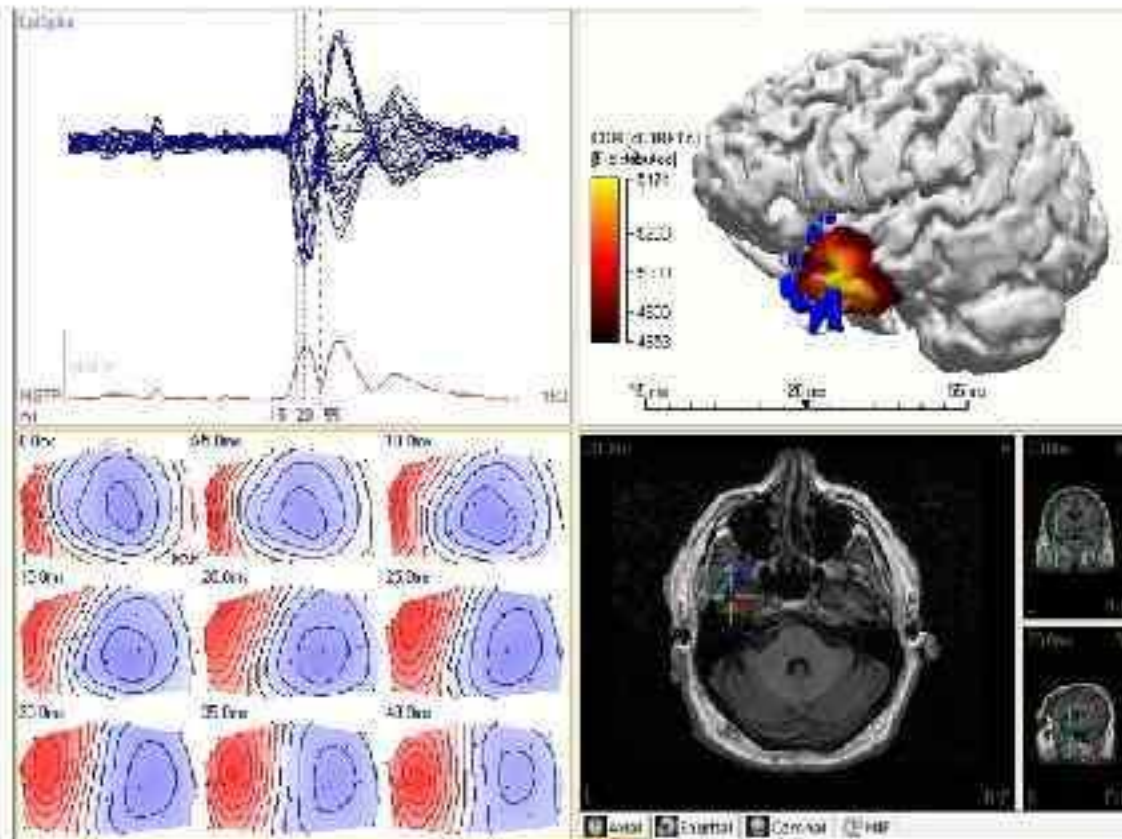


Рис. Топографическое картирование ЗВКП на вспышку в норме (ОД). Хорошо выражен первичный ответ, курсор на P₁₀₀. Доминирующий очаг биоэлектрической активности в затылочной доле (O₁, O₂). В этом же временном диапазоне отмечается очаг активности в теменно-височных и фронтальных долях.

Электрическая активность головного мозга, вызванная внешним воздействием

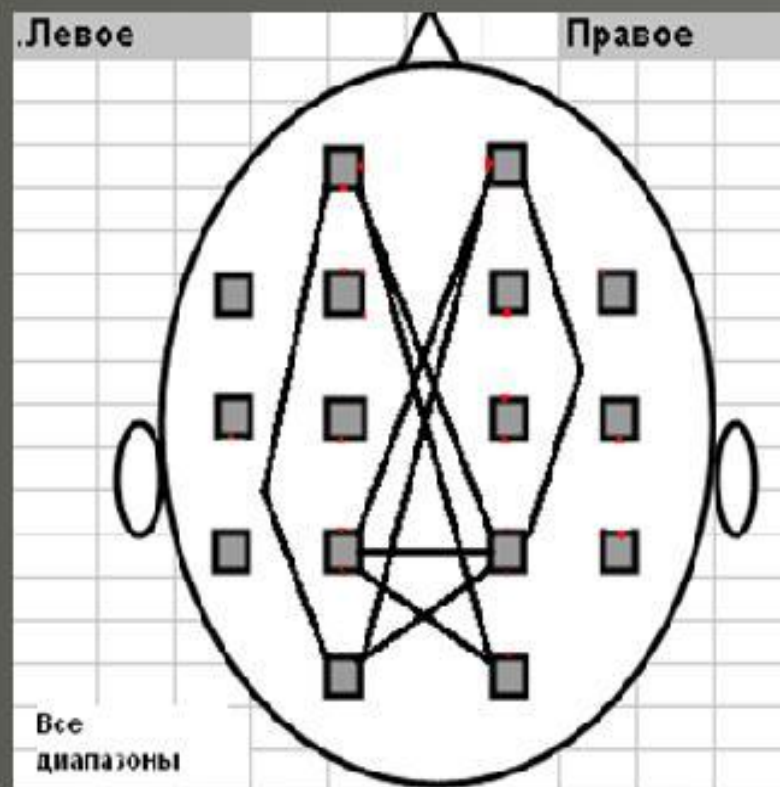
Энцефалограмма. Вызванные ответы.
Интерфейс (устройство отображения).



Виды функциональных нагрузок:

- ритмическая фотостимуляция с разными частотами следования световых вспышек (в том числе синхронизированных с волнами ЭЭГ);
- фоностимуляция (тоны, щелчки);
- гипervентиляция;
- депривация сна;
- непрерывная запись ЭЭГ и других физиологических параметров во время сна (полисомнография) или в течение суток (ЭЭГ-мониторинг);
- регистрация ЭЭГ при выполнении различных перцептивно-когнитивных задач;
- фармакологические пробы.

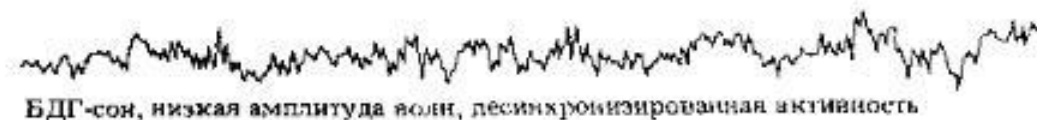
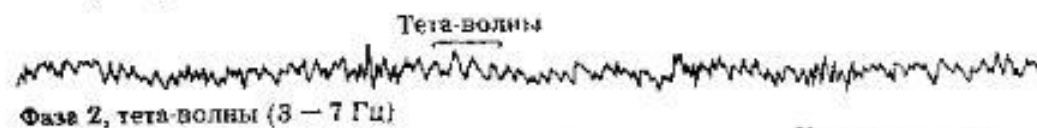
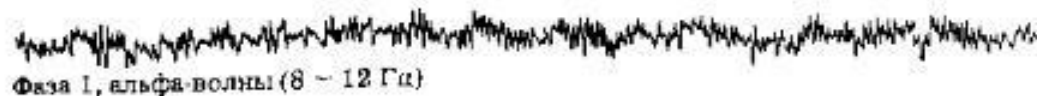
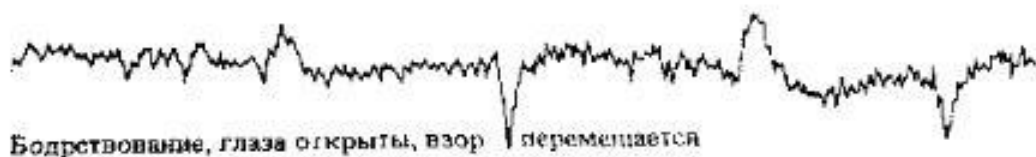
Пространственная организация ЭЭГ в психофизиологических экспериментах:



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

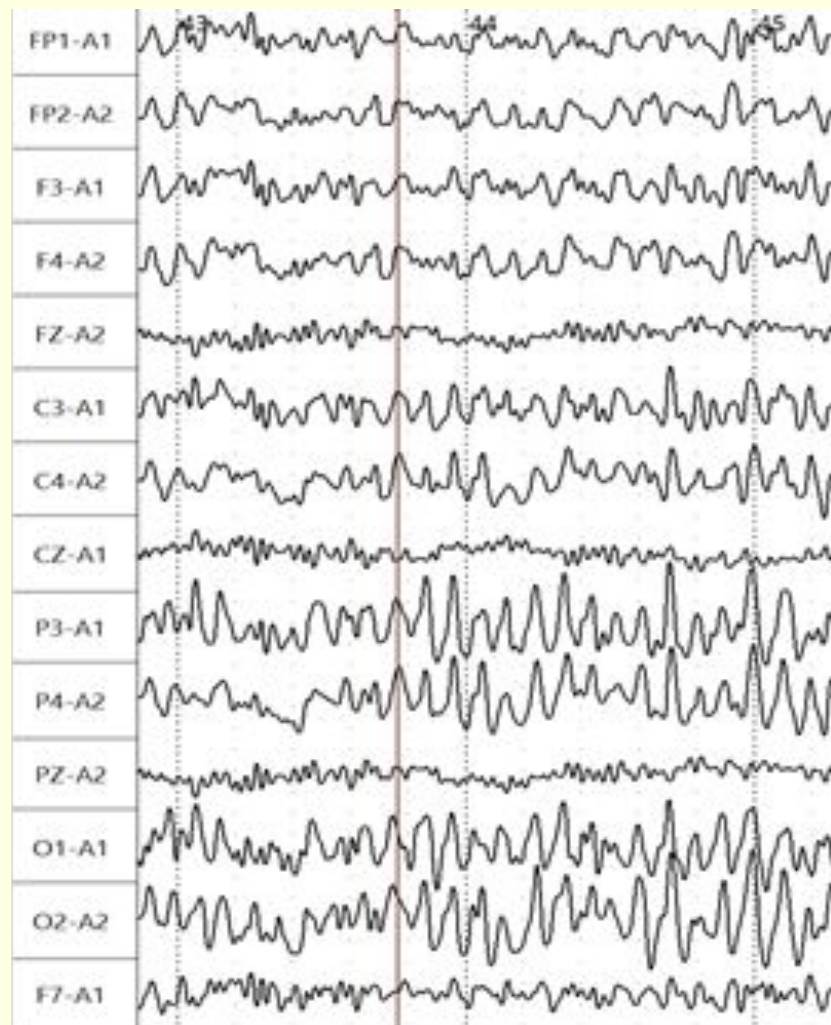
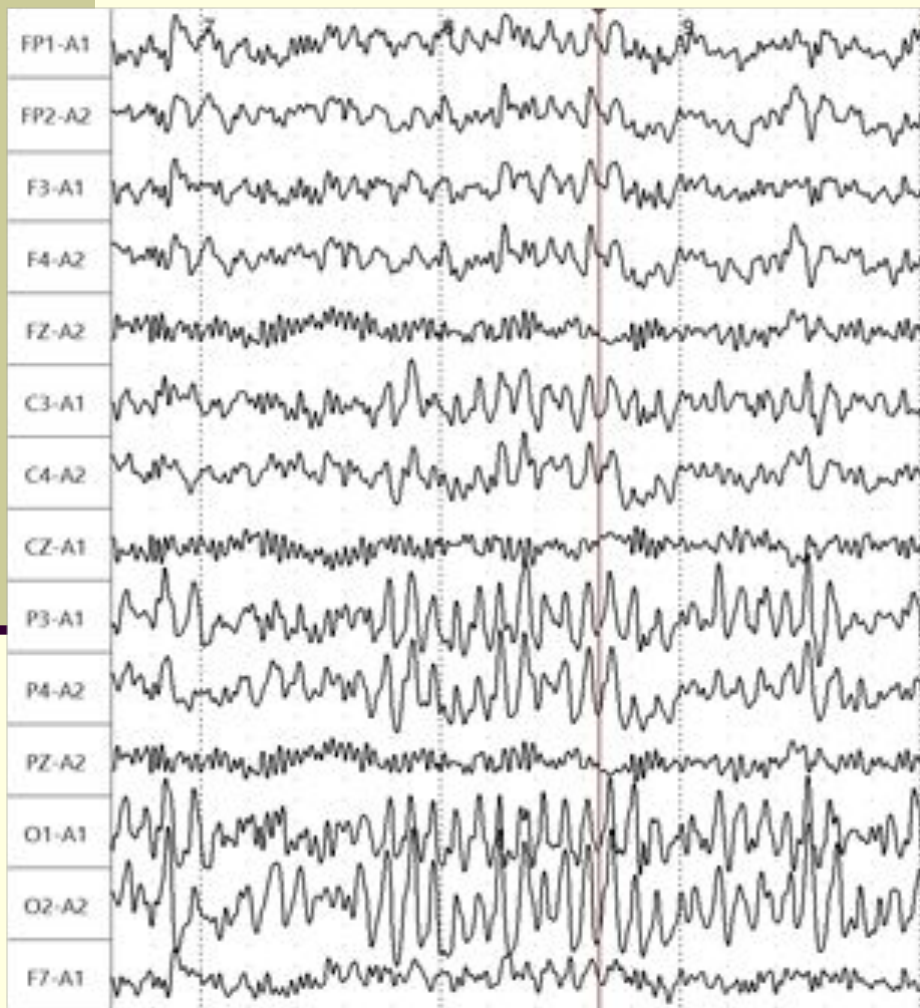
*М. Н. Ливанов,
Т. П. Хризман,
1978.*

Электрэнцефалография – фазы сна

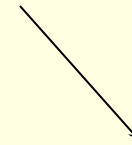
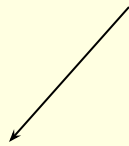


ЭЭГ в исходном состоянии

ЭЭГ во время прослушивания природных звуков

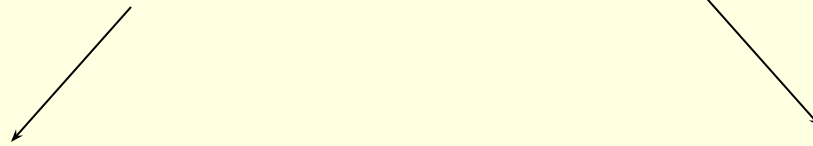


Правша с доминированием левого полушария №1



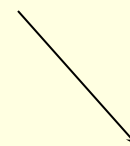
	Правое полушарие	Левое полушарие
Моторные задачи	Высокочастотный бэ́та-ритм	Альфа-ритм Низкочастотный бэ́та-ритм
Текст на русском		Альфа-ритм Высокочастотный бэ́та-ритм Низкочастотный бэ́та-ритм
Текст на английском	Высокочастотный бэ́та-ритм	Альфа-ритм Низкочастотный бэ́та-ритм
Математический пример	Высокочастотный бэ́та-ритм Низкочастотный бэ́та-ритм	Альфа-ритм Высокочастотный бэ́та-ритм Низкочастотный бэ́та-ритм

Левша со смешанным типом межполушарной асимметрии



	Правое полушарие	Левое полушарие
Моторные задачи	Альфа-ритм Высокочастотный бэта-ритм	Низкочастотный бэта-ритм Высокочастотный бэта-ритм (при выполнении задачи правой рукой)
Текст на русском	Альфа-ритм Высокочастотный бэта-ритм	Низкочастотный бэта-ритм
Текст на английском	Альфа-ритм Высокочастотный бэта-ритм	Низкочастотный бэта-ритм
Математический пример	Альфа-ритм Высокочастотный бэта-ритм	Низкочастотный бэта-ритм

Правша со смешанным типом межполушарной асимметрии

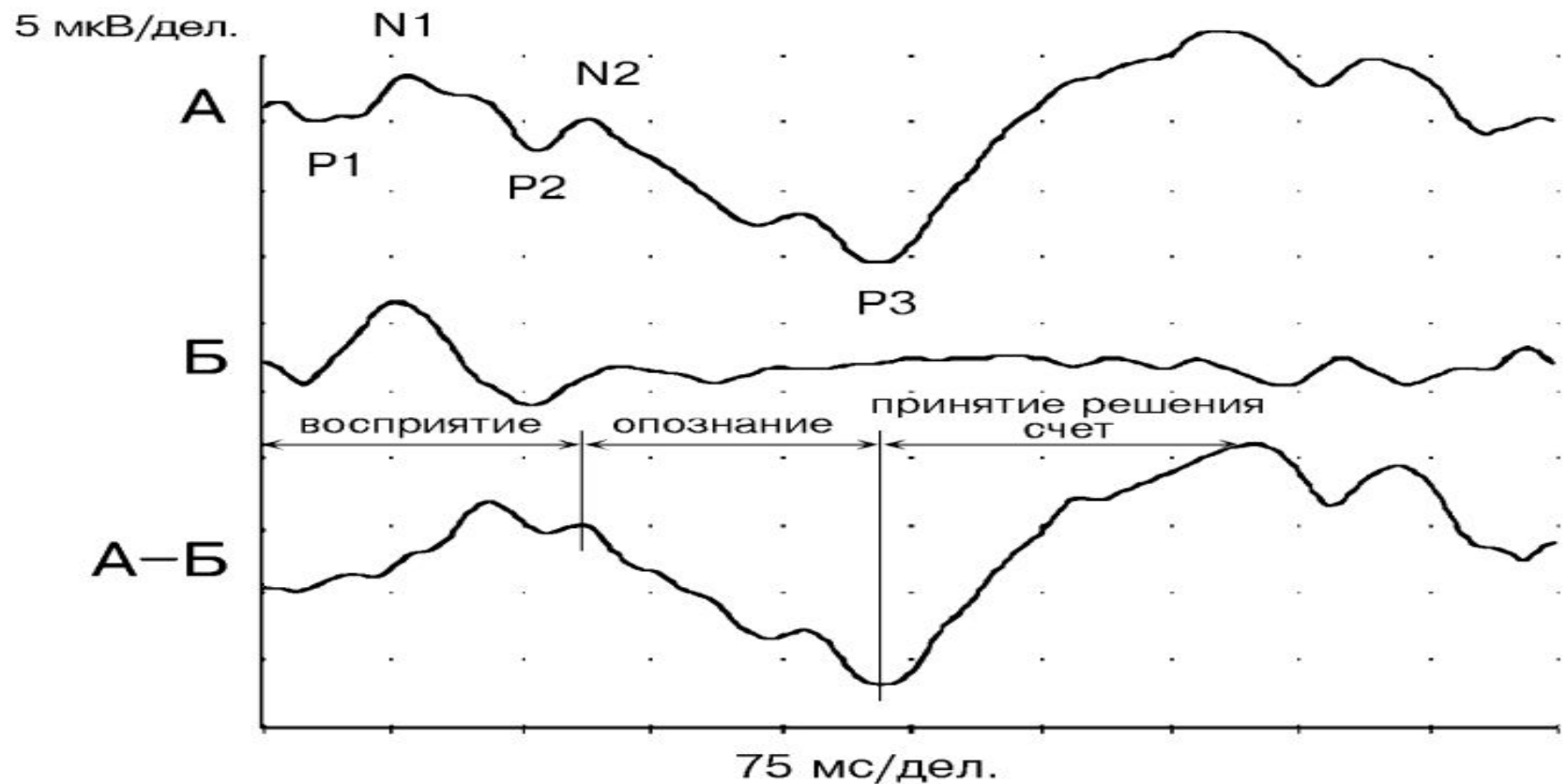


	Правое полушарие	Левое полушарие
Моторные задачи		Альфа-ритм Высокочастотный бэ́та-ритм Низкочастотный бэ́та-ритм
Текст на русском		Альфа-ритм Высокочастотный бэ́та-ритм Низкочастотный бэ́та-ритм
Текст на английском	Альфа-ритм Высокочастотный бэ́та-ритм	Низкочастотный бэ́та-ритм
Математический пример		Альфа-ритм Высокочастотный бэ́та-ритм Низкочастотный бэ́та-ритм

Резюме

- Методика Тимченко носит субъективный характер и не определяет точно профиль межполушарной асимметрии
- У левшей при выполнении моторных и когнитивных задач биоэлектрическая активность проявляется в обоих полушариях, тогда как у правшей в основном задействовано левое полушарие

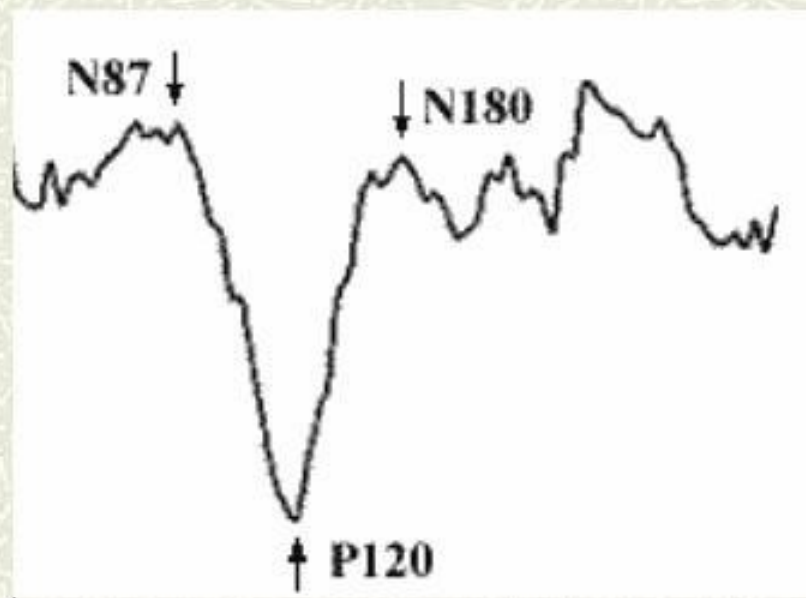
Вызванные потенциалы мозга



Вызванные потенциалы ГОЛОВНОГО МОЗГА.

Вызванные потенциалы – результат последовательного усреднения ЭЭГ. Выявляется постоянная составляющая сигнала в ответ на предъявление стимула.

Применяются для изучения реакции ЦНС на предъявление стимулов, для определения порога чувствительности, в медицинской практике.



Виды вызванных потенциалов:

1. ВП на зрительные стимулы: вспышки света и различные структурированные стимулы в обычной полосе частот ЭЭГ (Гнездицкий, 1997; Regan, 1987).
2. ВП на слуховые стимулы в обычном диапазоне частот ЭЭГ (Гнездицкий, 1997; Regan, 1987).
3. ВП на различные соматосенсорные стимулы: электрокожные, тактильные (касание), на пассивное движение (Mauguiere et al., 1983 и др.).
4. ВП, инициируемые (связанные) с движением: моторные ВП, потенциалы готовности к движению и др. Полоса частот обычно расширяется в сторону низких частот (до 0,05 Гц).

Виды вызванных потенциалов:

5. ВП на пропущенные стимулы: на зрительные и слуховые (Picton, Hillyard, 1974).
6. Медленный негативный потенциал (CNV) — потенциал, возникающий между предварительным и пусковым сигналом (Е-волна или потенциал ожидания), когда человек готовится ответить действием на ожидаемый стимул (Walter, 1966).
7. P300 — потенциал, выделяемый в условиях опознания значимого редкого случайно возникающего стимула (события) среди частых стандартных стимулов «odd ball paradigm» (Костандов, 1977; Гнездицкий, 1997; Satton, 1966; Goodin et al., 1978; Polich, 1993). Поскольку этот потенциал выделяется в условиях опознания дифференцировки, удержания в памяти подаваемых значимых стимулов, он относится к так называемым когнитивным ВП (Polich, 1993).

Виды вызванных потенциалов:

8. Негативный потенциал рассогласования (НПР) или mismatch negativity (MMN) в английской аббревиатуре — компонент когнитивных вызванных потенциалов, сходный по выделению с волной P300, но в условиях, когда девиантный отклоняющийся стимул имеет близкие к стандартному значения параметров и опознается автоматически без привлечения внимания. Этот метод сравнительно недавно, в 1992 году, был предложен для исследования когнитивных функций мозга, и область применения его еще недостаточно изучена (Naatanen et al., 1993).

С 4 по 8 виды потенциалов относятся к так называемым эндогенным видам ВП, еще они обозначаются как потенциалы, связанные с событиями (event-related potential — ERP в английской аббревиатуре).

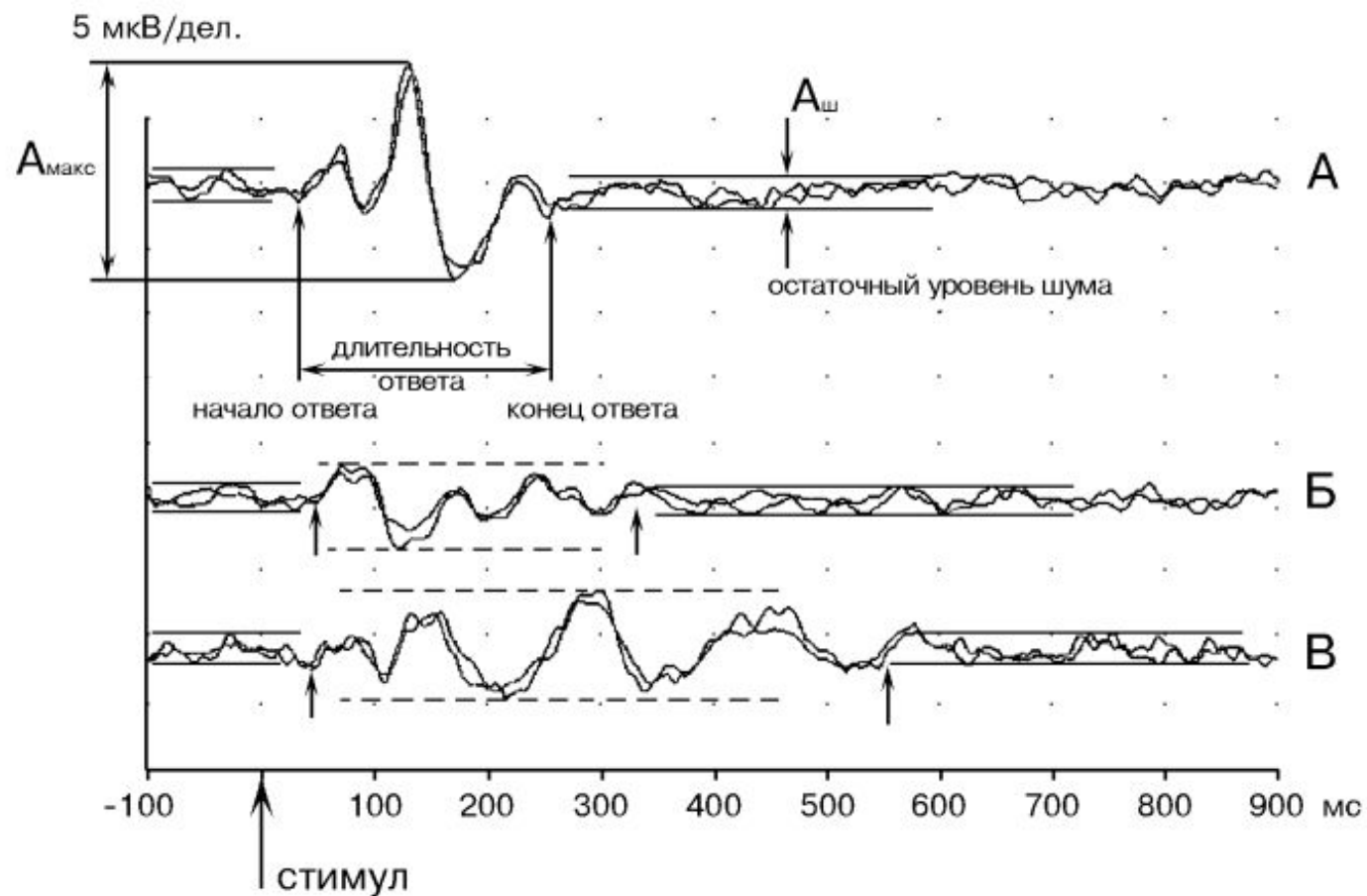


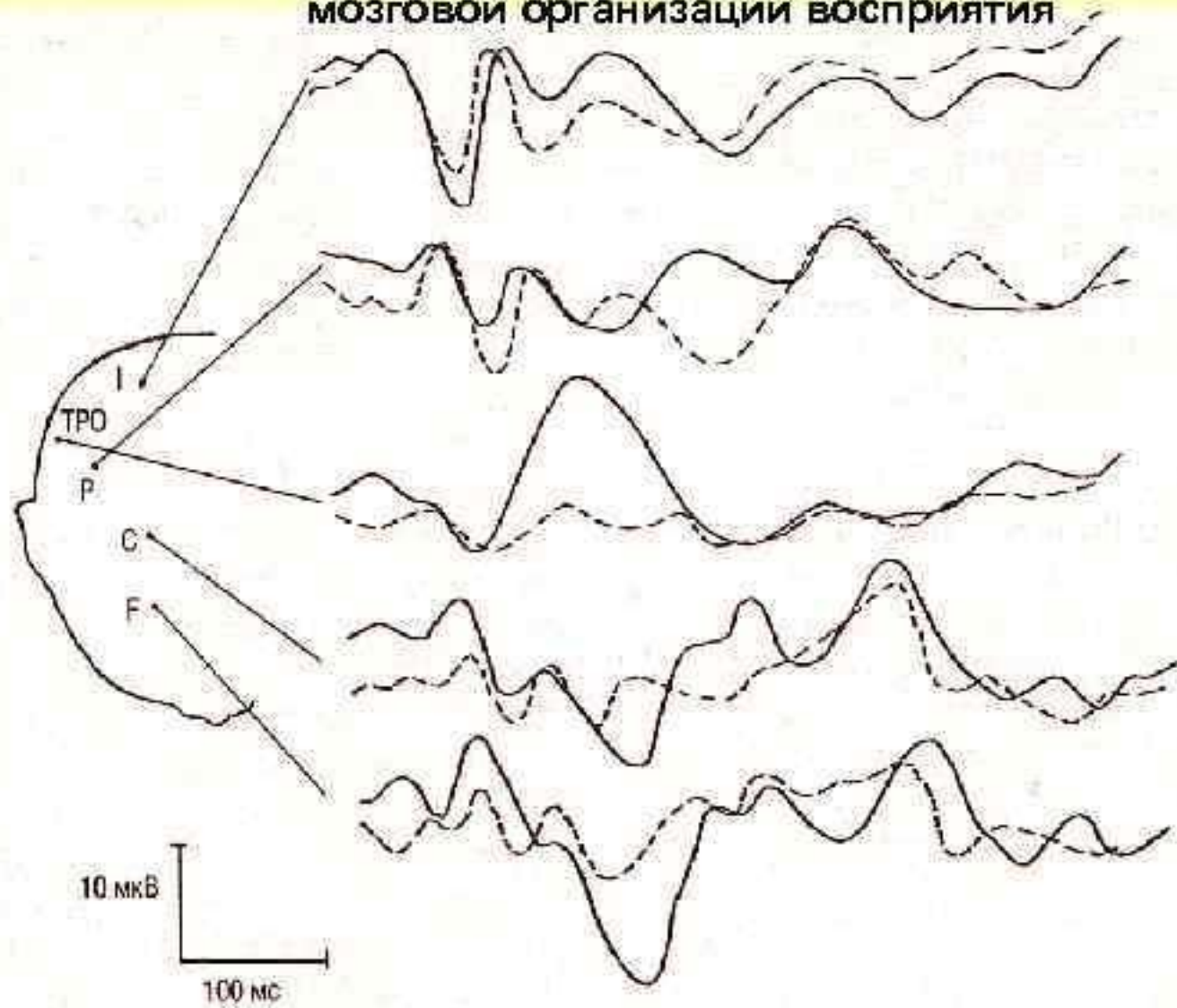
Рис. 11.8. Типичные примеры неспецифических зрительных ВП на светодиодную вспышку (А) здорового испытуемого Т., 39 лет; (Б) у больного А., 56 лет, с корковым типом деменции и (В) у больного К., 61 г., с подкорковым типом деменции.

Показаны параметры ответа: время начала ответа, длительность ответа — полное время реакции до восстановления остаточного шума к исходному уровню (регистрация проводилась с отрицательной задержкой), $A_{\text{макс}}$ — максимальная амплитуда реакции, $A_{\text{ш}}$ — амплитуда шума. Затягивание ответа отмечается при подкорковом типе деменции.

ЗВП на вспышку

В ЗВП на вспышку отражаются различные свойства систем мозга: сенсорные, перцептивные, когнитивные, а также процессы, связанные с гомеостатическим регулированием, активирующими и тормозными влияниями на кору со стороны ретикулярной формации мозга (Корепина, Гнездицкий и др., 1998)

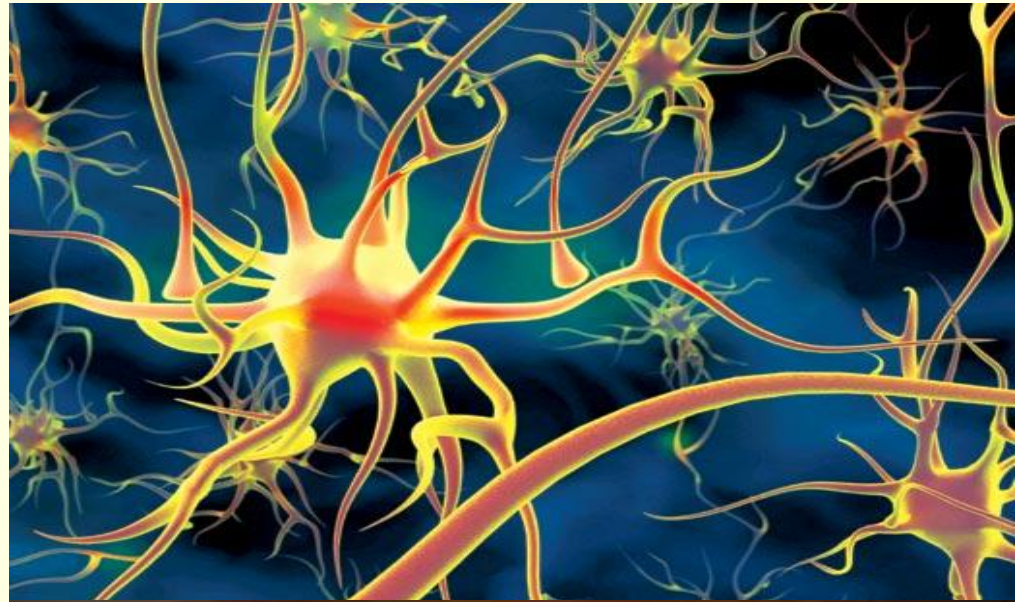
Связанные с событием потенциалы (ССП). Исследование системной мозговой организации восприятия



ССП разных областей коры при предъявлении предметных изображений. Пунктирная линия - ответ на засвет экрана, сплошная - на предметное изображение. Начало ответа совпадает с моментом предъявления стимула.

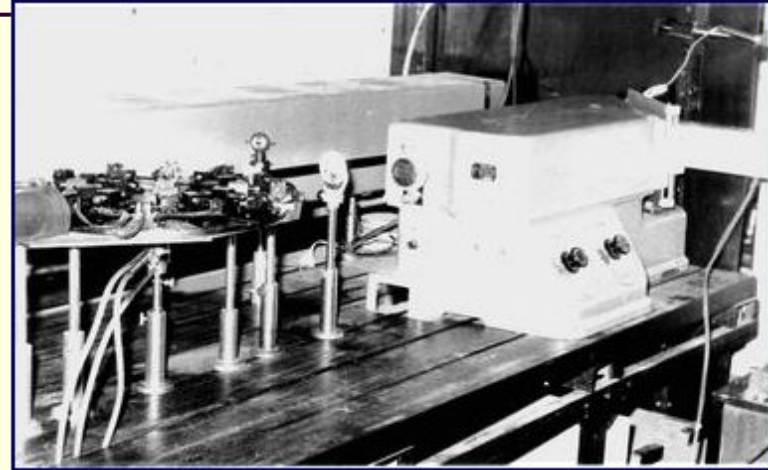
Компьютерная томография (КТ)

Когда-то И.П. Павлов говорил о том, как много мы могли бы узнать, если бы череп был прозрачным, а возбужденные нервные клетки светились, как лампочки. В последние десятилетия минувшего века техника превзошла его фантазию: в нейрофизиологических лабораториях появились компьютерные томографы, позволяющие воочию увидеть активность нервной ткани не только на поверхности коры, но и в любом слое и структуре мозга.



Компьютерная томография (КТ)

- Первый компьютерный томограф был создан в 1973 г., за что его создатели А. Кормак и Г. Хаунсфилд были удостоены Нобелевской премии по медицине и физиологии в 1979 г.
- Через год после этого был пущен в строй первый ЯМР-томограф, в котором для построения изображения используется явление ядерно-магнитного резонанса, а еще через пять лет на вооружении ученых появился позитронно-эмиссионный томограф (ПЭТ).



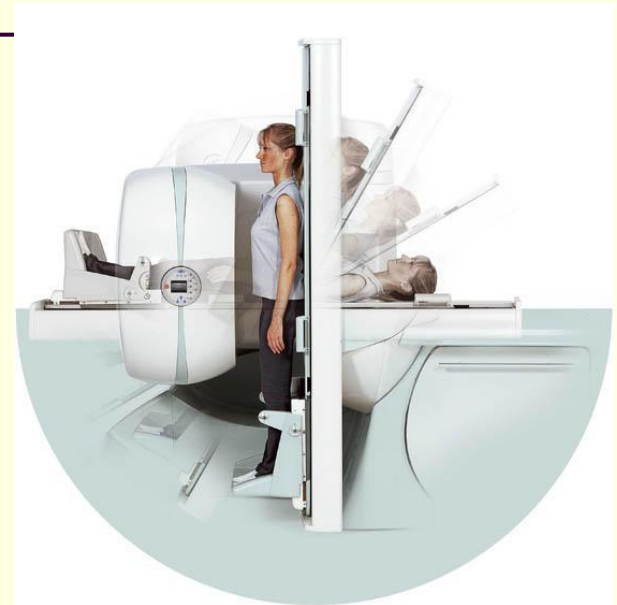
Компьютерная томография (КТ)

- Все три указанных вида томографов активно используются сегодня не только в клинике, но и при психологических исследованиях. Внедрение в повседневную практику томографов ознаменовало собой новый этап развития исследований мозга.
- Впервые в истории науки стало возможно исследовать строение и функцию этого органа прижизненно, в результате чего была получена новая и очень важная информация, которая, как нам кажется, представляет огромный интерес.

Компьютерная томография (КТ)

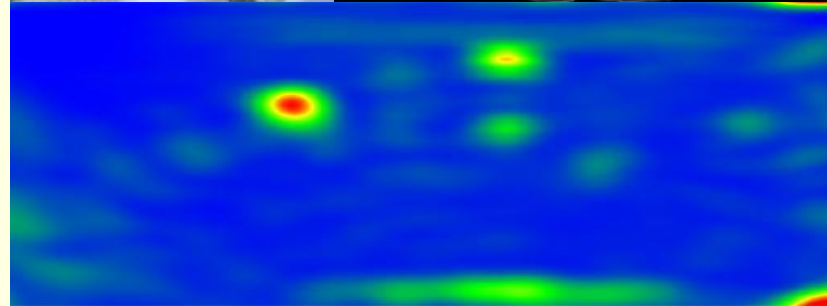
Современный компьютерный томограф представляет собой сложный программно-технический комплекс

Неотъемлемой частью аппарата является обширный пакет программного обеспечения, позволяющий проводить весь спектр компьютерно-томографических исследований (КТ-исследований) с оптимальными параметрами, проводить последующую обработку и анализ КТ-изображений



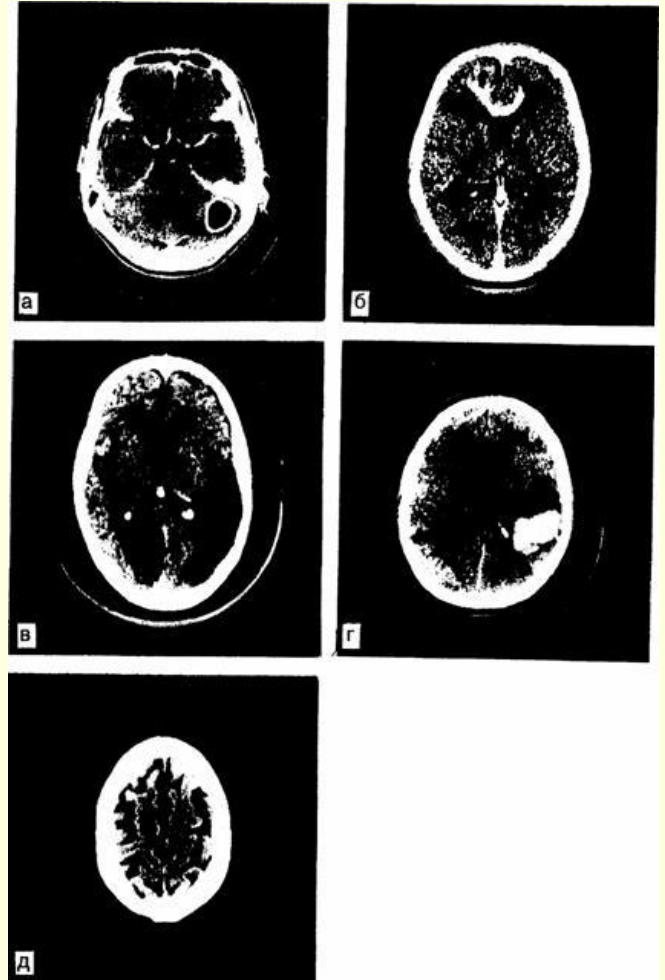
Компьютерные томографы

Компьютерный томограф (КТ) использует для построения изображения разную степень поглощения рентгеновских лучей, «просвечивающих» череп и мозг.



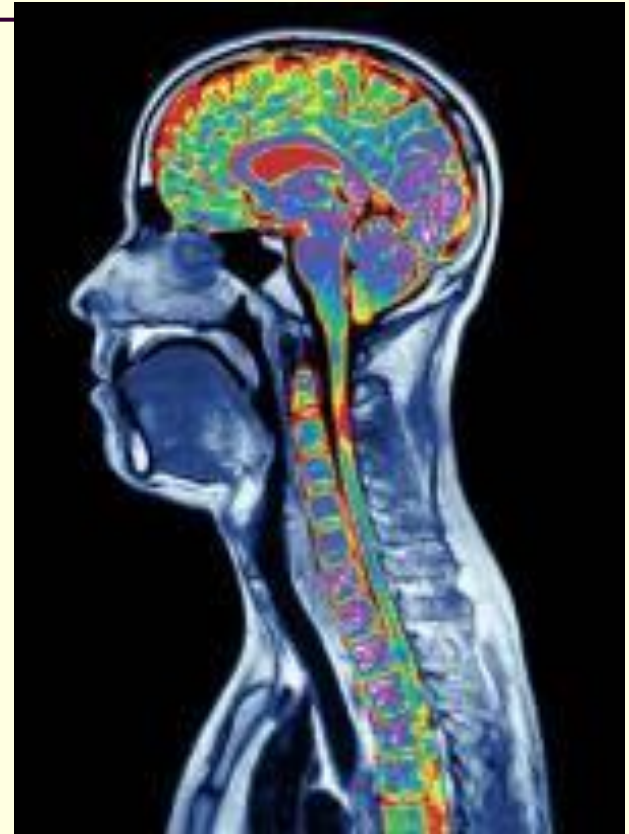
Компьютерная томография (КТ)

Тончайшие различия коэффициентов поглощения анализируются компьютером, который и строит на экране дисплея послойные «срезы» мозга; при этом толщина компьютерного «среза» мозга может не превышать 5 мм. Современные компьютеры могут выводить информацию на дисплей в цвете, что повышает информативность изображений.



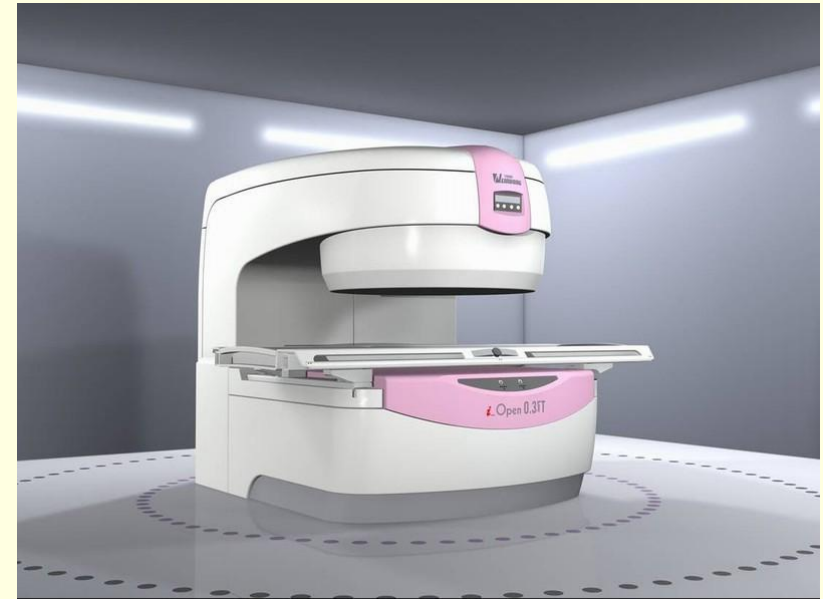
Компьютерная томография (КТ)

- Информативность томограмм увеличивается также в результате использования контрастных веществ. В Институте нейрохирургии АМН СССР им. Н. Н. Бурденко в качестве такового используется препарат верографин, содержащий йод. Полученная информация в виде «снимков» может храниться на магнитных носителях, что позволяет пересылать их по каналам компьютерной связи на любые расстояния для консультаций специалистов. Это особенно важно в экстренных случаях.



Магнитно-резонансные томографы

- Почти одновременно с компьютерной томографией была придумана томография магнитно-резонансная (**МРТ**). Эта не использует никаких рентгеновских лучей. Поэтому в названии этого метода присутствует слово «магнитный». Первоначально **МРТ** называлась ядерно-магнитной (ЯМР) — из-за этих колеблющихся и испускающих ответные лучи ядер атомов тканей человека. До сих пор многие так и продолжают называть этот метод. Но несколько лет назад врачи всего мира приняли решение сменить название ЯМР на **МРТ**. Сделано это было из-за того, что слово «ядерный» пугает людей.

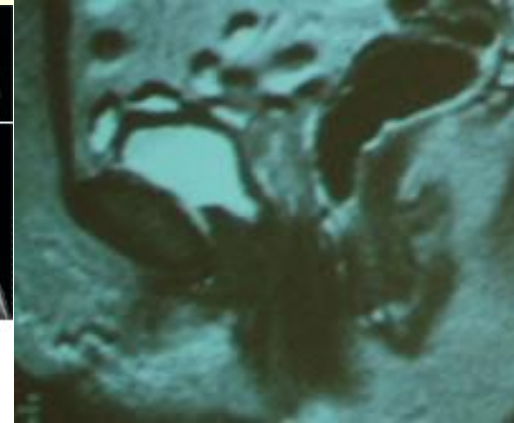
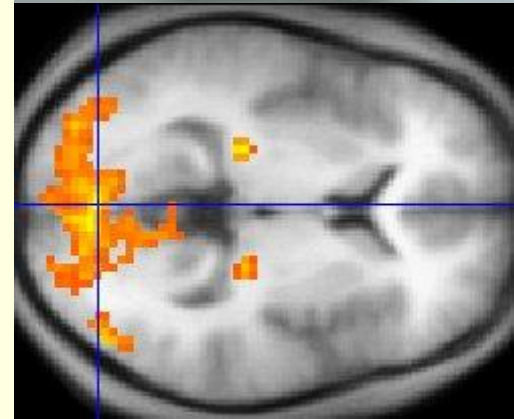


МРТ или ЯМР - томографы

- Исследуемого помещают в магнитное поле, которое образует **МРТ томограф**. Затем в долю секунды аппарат испускает радиочастотный импульс, и молекулы тканей человека вступают в резонанс. Поэтому томография не просто магнитная, а магнитно-резонансная. Ядра атомов испускают ответные колебания, их регистрирует компьютер, он же строит на экране изображение среза органа или части тела — все как и у рентгеновского компьютерного томографа.

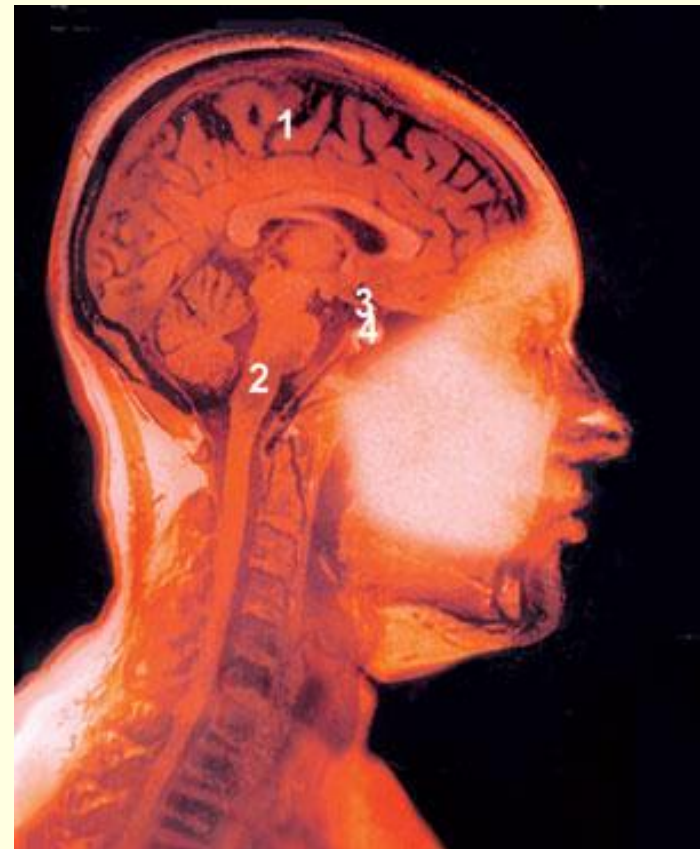
МРТ-томографы

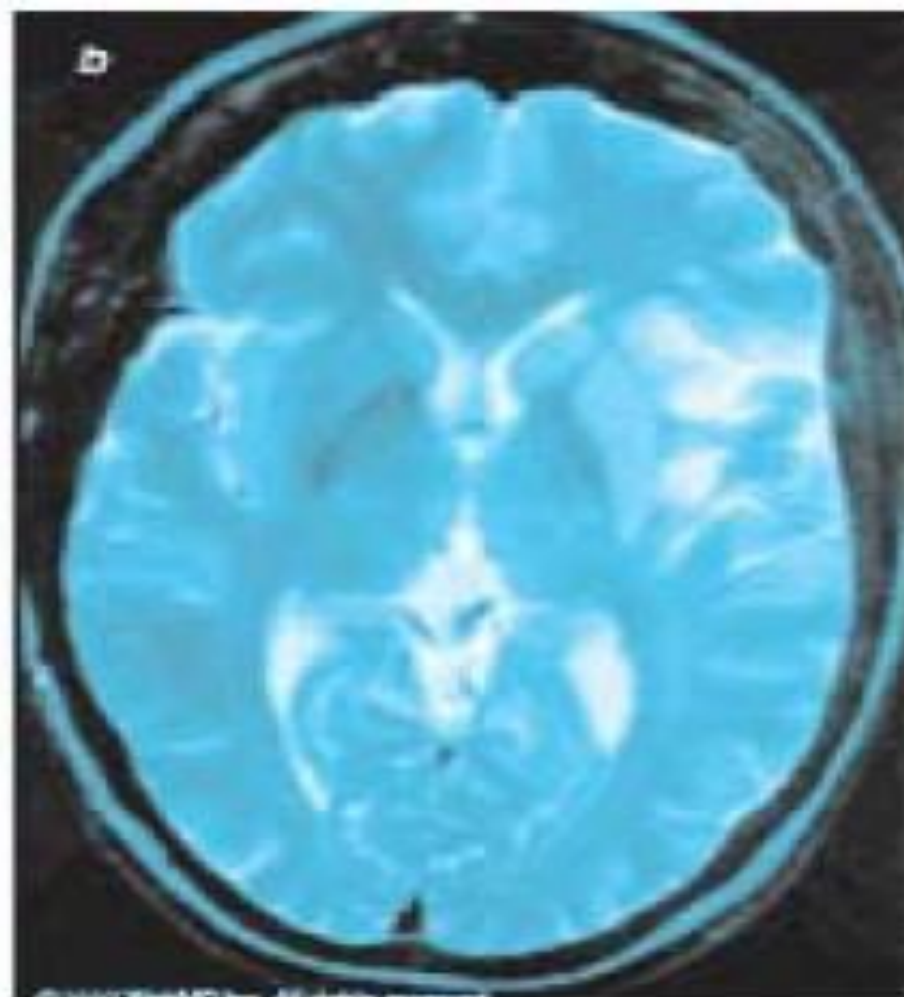
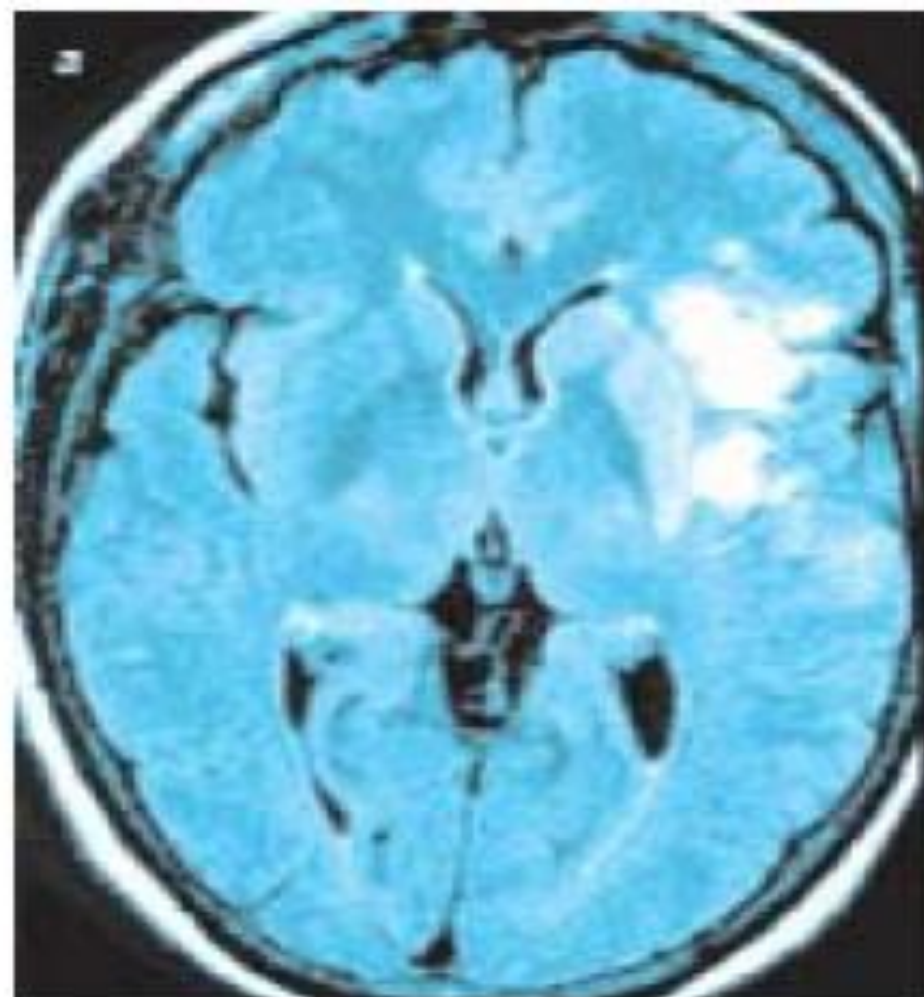
МРТ-томограф не использует источника проникающего излучения. Его работа основывается на воздействии мощного магнитного поля на ядра атомов водорода (протоны), спины (магнитные моменты) которых выстраиваются вдоль силовых линий. Радиоимпульс, частота которого соответствует собственной частоте колебаний спина, приводит к отклонению последнего от направления магнитных силовых линий. Окончание радиоимпульса сопровождается возвращением оси вращения в исходное положение, что получило название релаксации. Избыток энергии, выделяющейся при релаксации, фиксируется детектором, и информация передается компьютеру. Повторение циклов «радиоимпульс — релаксация» дает компьютеру достаточно данных для построения МРТ-изображений



МРТ высокого разрешения позволяет видеть клеточные структуры коры головного мозга при жизни человека . Наложения ПЭТ-томограмм на МРТ-изображения дают возможность более тонко идентифицировать те или иные отделы коры и подкорковых структур , поскольку последние обладают более высокой степенью разрешения.

Ограничения МРТ: он «не видит» достаточно четко полые органы и легкие, но эффективно сканирует головной и спинной мозг (спинно-мозговым грыжи, опухоли в позвоночном канале и полости черепа)
Для сканирования желудка, желчного пузыря, мочевого пузыря, кишечника и легких больше подходит КТ





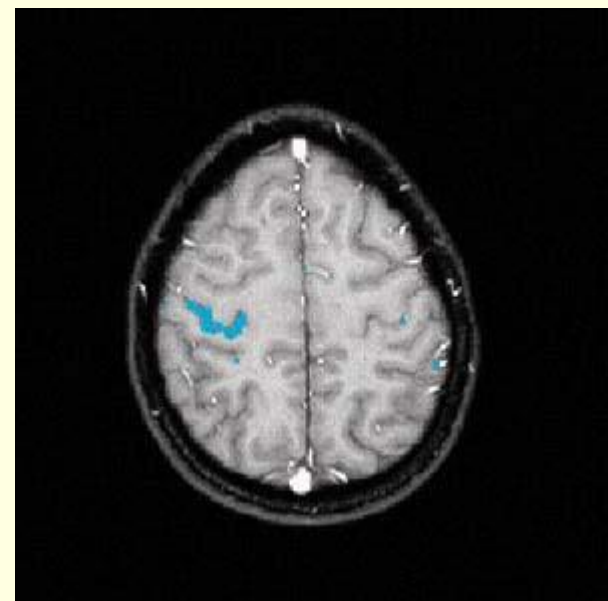
Увеличение скорости обработки данных и использование цифровых технологий существенно расширило диагностические возможности МРТ, что дало возможность применять ее вместо других более инвазивных диагностических процедур. В соответствии с результатами исследования специалистов из New York University School of Medicine (США, 2003) МРТ более чувствительна по сравнению с компьютерной томографией в диагностике ранних ишемических изменений после перенесенного инсульта. На иллюстрации ишемический инсульт вследствие острого нарушения кровообращения в бассейне левой средней мозговой артерии.

ПЭТ- томографы

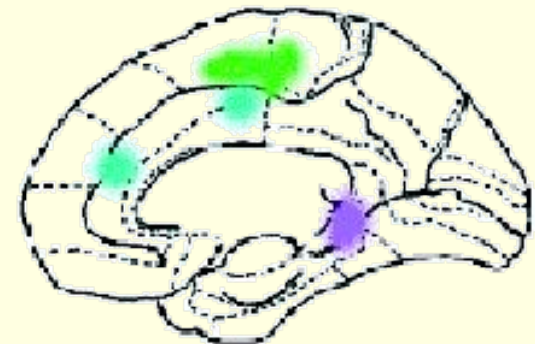
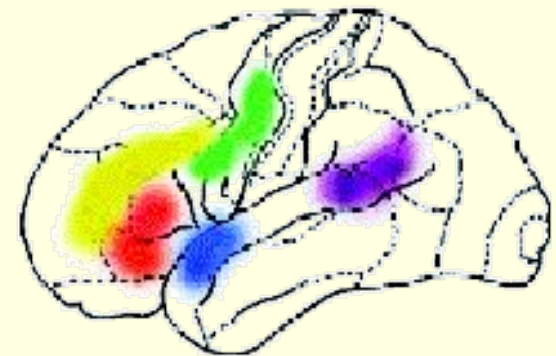
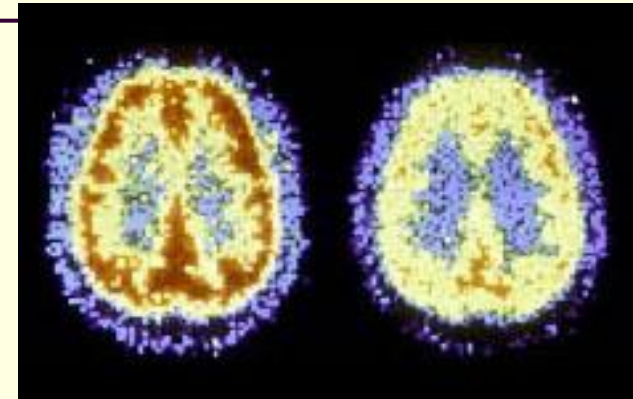
- ПЭТ-томографы для построения изображения используют информацию, получаемую за счет выделения позитронов при распаде некоторых короткоживущих изотопов, или радионуклидов. Позитроны испускаются ядрами изотопов кислорода, фтора, углерода и рубидия. При встрече позитрона с электроном происходит аннигиляция, в результате которой генерируется фотон, улавливаемый датчиками. Сигналы от датчиков подаются в компьютер, который после обработки информации строит цветное изображение мозга и его функционирующих структур.
- Особенностью ПЭТ-томографа является то, что он позволяет снимать «динамические» картины функционирующего мозга, решающего ту или иную задачу или пребывающего во сне. Короткое время полураспада (у кислорода-15 оно равно 2 минутам, у фтора-18 не превышает 2 часов) и низкая суммарная радиоактивность позволяют использовать такие нуклиды в качестве «маркеров» метаболических процессов, протекающих в функционирующих участках коры головного мозга человека и в подкорковых ганглиях.



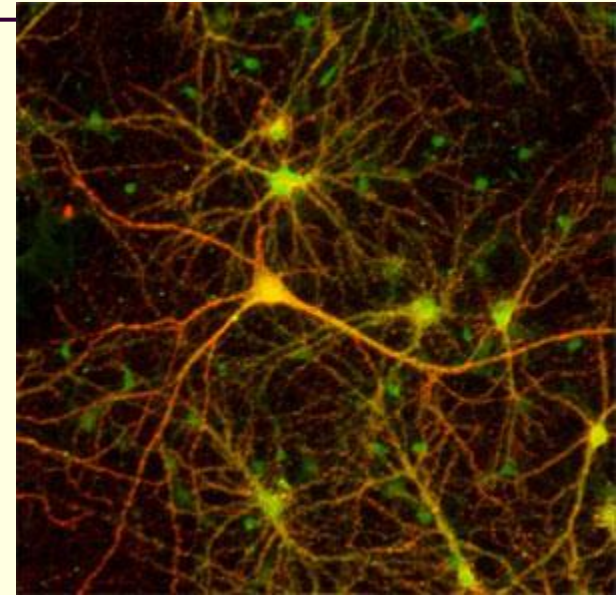
- Использование кислорода позволяет получить количественные характеристики регионального кровотока (РК), объема крови (РОК), извлечения и потребления кислорода (РИК и РПК соответственно). Кроме того, при ПЭТ-томографии используется радиоактивная глюкоза, в молекулу которой введен изотоп углерода или фтора. Это дает возможность визуализировать изменение регионального энергетического обмена в коре.
- ПЭТ по праву называют сегодня наиболее элегантным видом томографии. Однако он не лишен недостатков, одним из которых является большое время разрешения. Дело в том, что кислород и глюкоза попадают в функционирующие структуры мозга только с кровотоком, изменение которого зависит от его ауторегуляции в мозгу, что иногда занимает целые минуты. Мозг же часто решает задачи в считанные секунды. Поэтому такие быстропротекающие процессы остаются незафиксированными, но думается, что со временем это препятствие будет преодолено.



ПЭТ был применен для оценки IQ; при этом оказалось, что мозг испытуемых с высоким IQ функционально менее активен, что свидетельствует о более эффективном использовании нейронных сетей мозга. Этот результат может иметь большое значение для конструкторов нейрональных компьютеров.



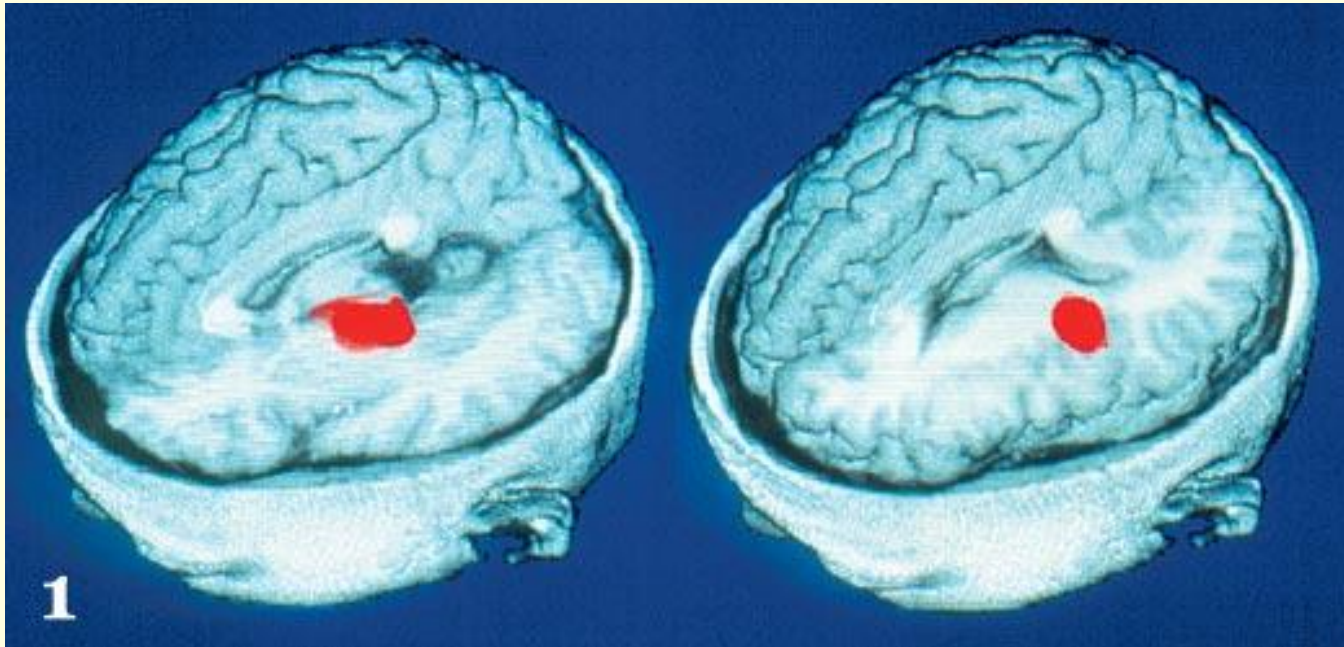
- С помощью МРТ стало возможно исследовать одиночные клетки и получать их изображения .
- ПЭТ был применен при изучении функции подкорковых ганглиев при паркинсонизме и когнитивных процессов . Исследования больных с амнезией, проведенные с помощью ПЭТ позволили по-новому подойти к картированию коры мозга . Проблема картирования в настоящее время привлекает внимание исследователей , особенно в связи с разработкой программ, позволяющих получать трехмерные томограммы мозга.



- КТ и МРТ-томография позволяют визуализировать повреждения мозговой ткани и соотнести их с динамикой психических функций. Одним из наиболее частых видов патологии является разрыв аневризмы сосудов головного мозга, что приводит к поражению корковых и подкорковых структур с соответствующим выпадением психических функций.

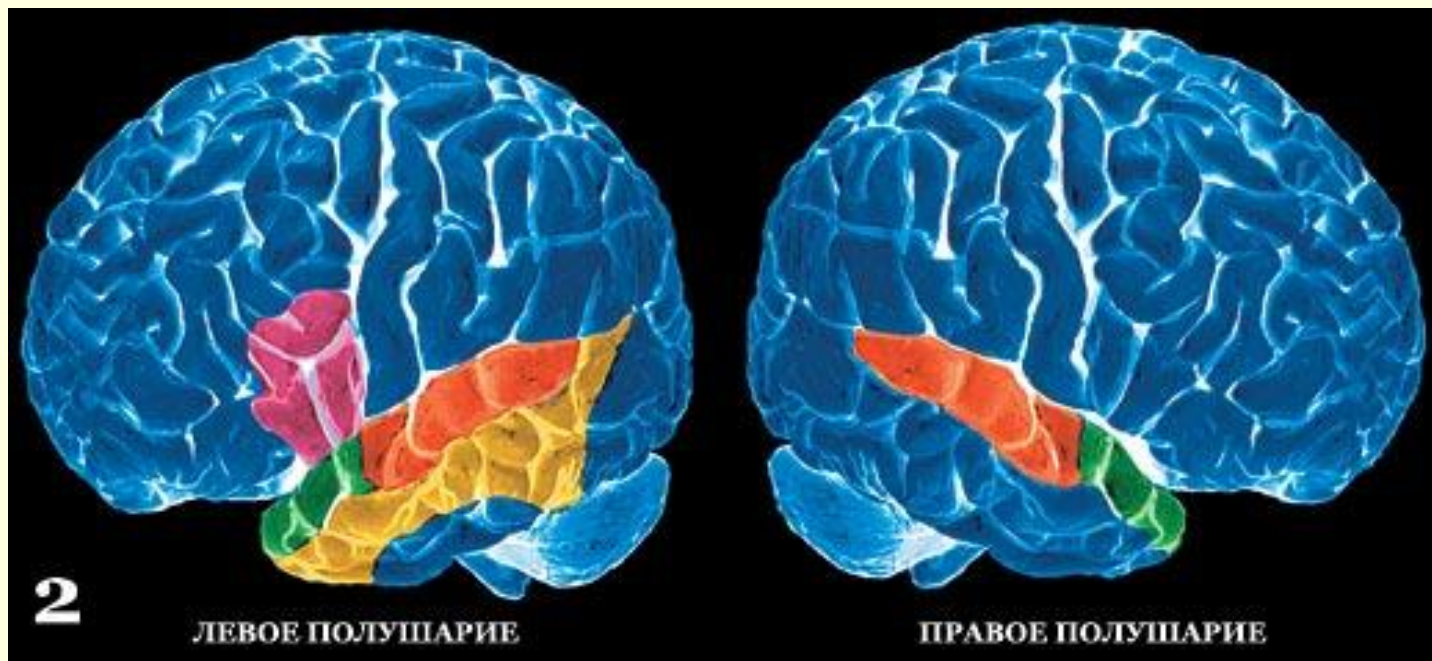


1. ПЭТ выявил участки мозга (красные), связанные со словесным обучением.



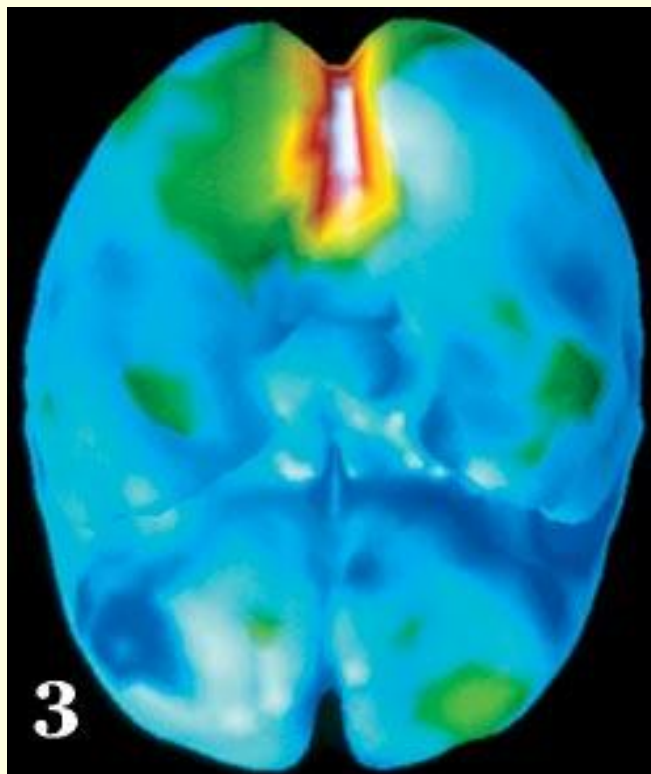
Слева — участок, отвечающий за запоминание самого слова, справа — за сохранение в памяти его значения

2. Слуховая деятельность мозга.



Красные и зеленые зоны воспринимают звук, желтая — его анализирует, розовая — отвечает за речевые функции

Микрокартирование зрительной активности



Голубым цветом окрашены зоны, где активность нейронов низка, красным и белым— зоны высокой активности

Исследование эмоционально- аффективной и когнитивной сферы при помощи томографа

ОБРАЗНОЕ (опознание эмоций)



-РАДОСТЬ-



0,00 0,50 1,00



0,17

0,35

нормированное число связей

ВЕРБАЛЬНОЕ (решение анаграмм)

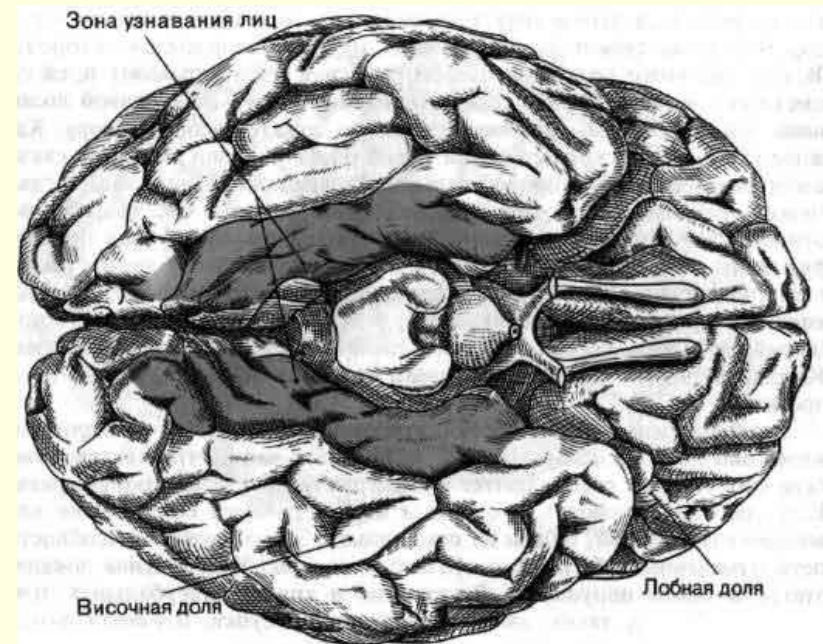


-БУРАН-

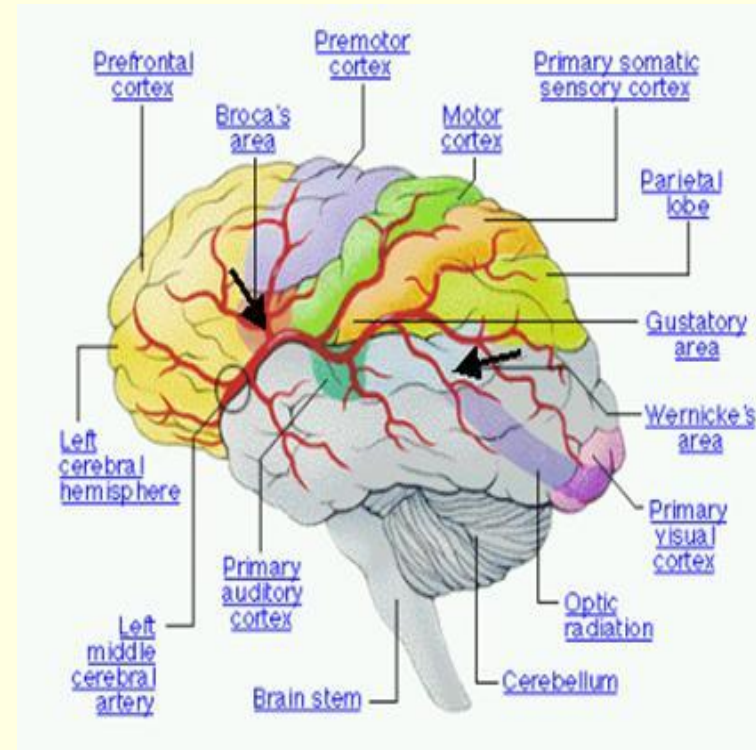


Исследование функции речи при помощи томографии

- ПЭТ внес много уточнений в старые гипотезы, касающиеся представительства речи в мозгу. ПЭТ показал, что речь представлена не только в неких «центрах», но является мультikomпонентной системой, зависящей от памяти, мышления и концентрации внимания, а также внутренних кодов отдельных слов. Показано, что известная зона Вернике не участвует в произнесении слов.

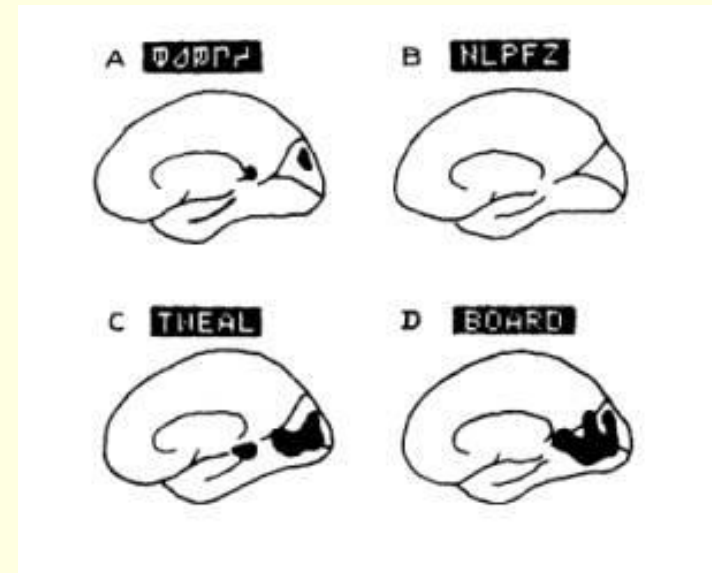


- Для локализации в коре моторного программирования, необходимого для артикуляции слов, испытуемых просили произнести вслух предъявляемое слово, что и позволило исключить зону Вернике. В ходе другого опыта человека просили одним словом определить слово-стимул, чтобы выявить семантические ассоциации, например: «кекс» — есть, еда. Исследование кровотока показало, что оно не увеличивается в зоне Вернике. Таким образом установлено, что чтение про себя не требует артикуляции или произнесения слова вслух.



Исследование функции речи при помощи томографии

- Исследователи с помощью ПЭТ изучали активацию экстрастриатных и лобных кортикальных зон при предъявлении написанных слов и словоподобных стимулов.
- Известно, что визуальное представление слов возбуждает экстрастриатные зоны затылочных долей мозга. Но некоторые области медиальной экстрастриатной зрительной коры левого полушария активируются и при предъявлении «псевдослов», отвечающих правилам орфографии. Эта активация сходна с возбуждением, возникающим в ответ на нормальные слова.



Активация зрительной коры при чтении слов и словоподобных буквосочетаний:

A буквоподобное сочетание;

B бессмысленная последовательность букв;

C орфографически правильное «не-слово»;

D слово.

ПЭТ- сканирование мозга плохо читающего мальчика



Мозг устроен удивительно гибко: одни его участки спешат на помощь другим, если те вдруг дают сбой. Тайна этого явления пока не раскрыта.

Мозг 10-летнего мальчика, отстающего от сверстников в умении читать. Цветовыми пятнами выделены участки, отвечающие за этот навык.

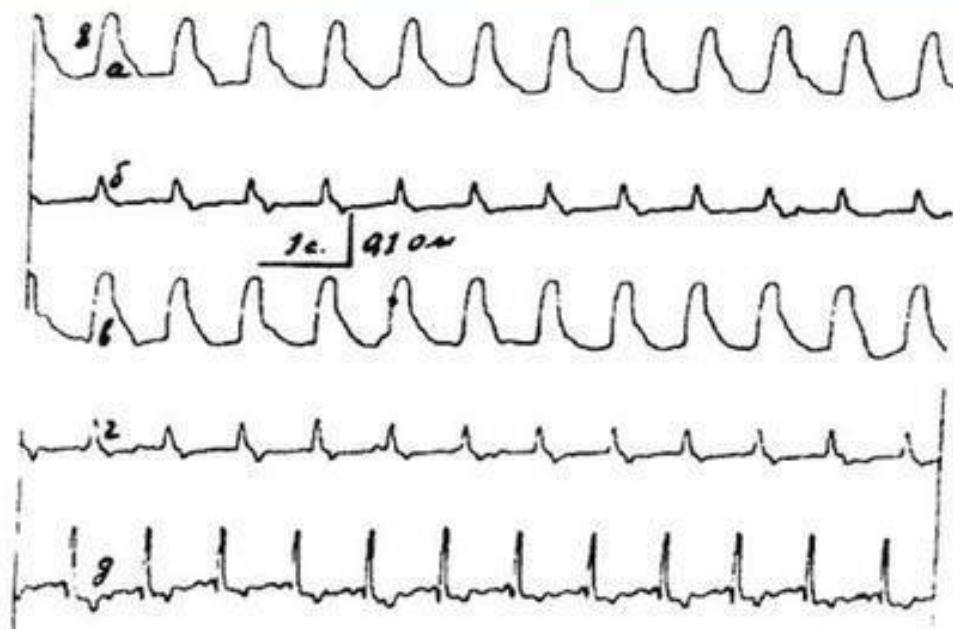
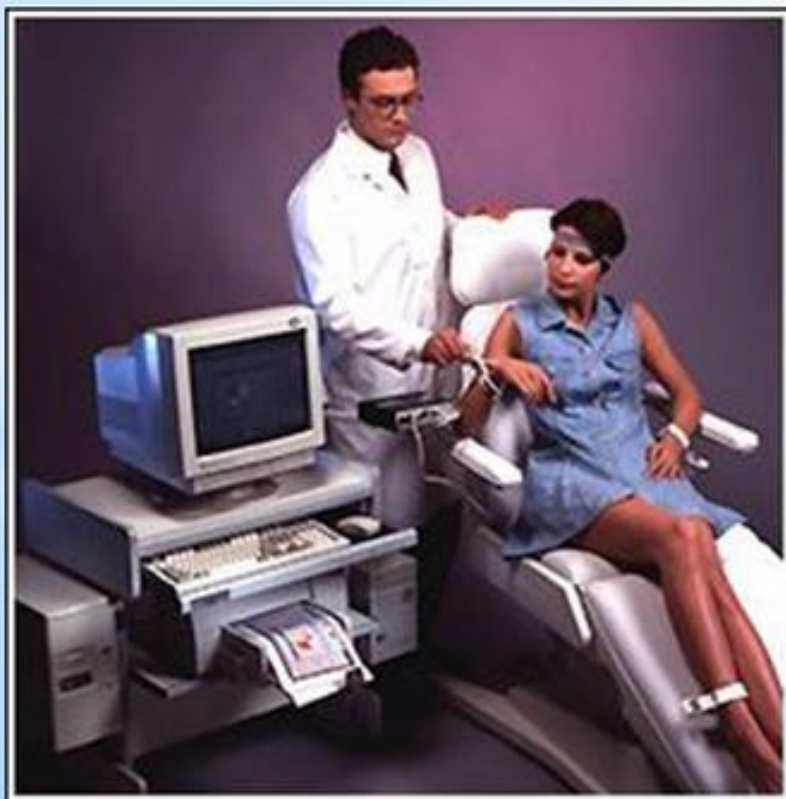
После проведенного курса лечения мальчик стал читать лучше: подключились участки мозга, за навыки чтения обычно не отвечающие.

ПЭТ- сканирование мозга - вымысел и реальность



Реоэнцефалография

представляет собой метод исследования кровообращения головного мозга человека, основанный на регистрации изменений сопротивления ткани мозга переменному току высокой частоты в зависимости от кровенаполнения и позволяет косвенно судить о величине общего кровенаполнения мозга, тонусе, эластичности его сосудов и состоянии венозного оттока.



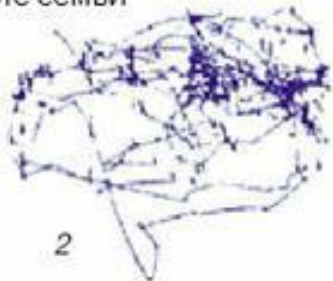
- а – РЕГ правого полушария
- б – ее дифференциальная кривая
- в – РЕГ левого полушария
- г – ее дифференциальная кривая
- д – ЭКГ во втором стандартном отведении

Электроокулография

Свободное
рассматривание



1
Оценить
материальное
положение семьи



2



3
Определить
возраст

3

Чем занималась
семья до
прихода...



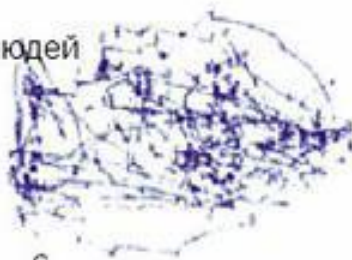
4



5
Запомнить
одежду

5

Запомнить
предметы и людей
в комнате



6



7
Сколько
времени
отсутствовал...

7

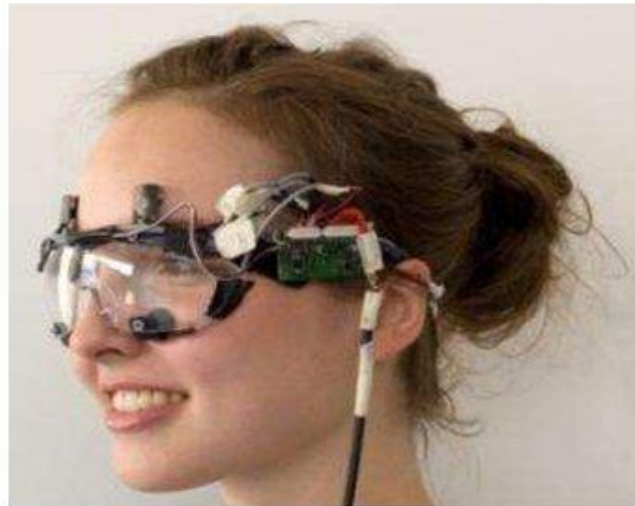


Окулографическая регистрация
рассматривания испытуемым
картины при выполнении
различных заданий (по Ярбусу)

Измерение коррелятов психической активности



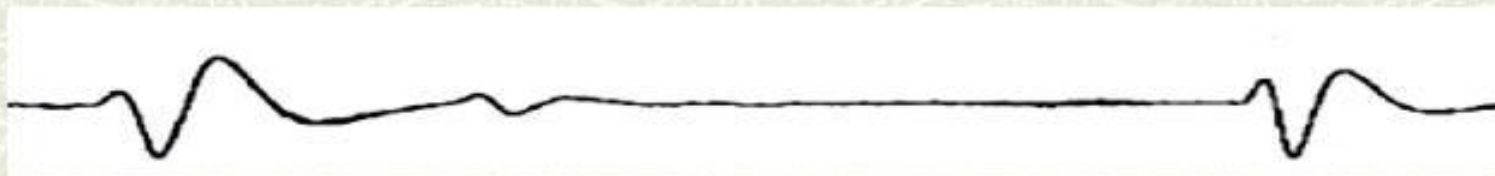
- **Окулография:** Глаз - не только орган зрения, но и орган движения. Каждый зрительный акт предполагает окуломоторную активность, посредством которой осуществляется поиск необходимого объекта, его выделение из фона, рассматривание или «мысленное преобразование». Это обстоятельство и позволяет использовать параметры движений глаз в качестве индикаторов перцептивного процесса и связанных с ним форм деятельности.



Психофизиология

Непрямые методы

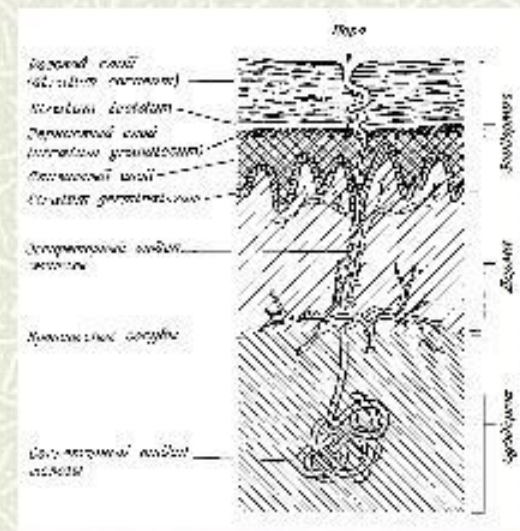
Электрическая активность КОЖИ



Предполагается, что ЭАК связана с активностью потоотделения, однако физиологическая основа ее до конца не изучена. Существуют два показателя - проводимость кожи (измеряется по Фере) и кожно-гальваническая реакция (измеряется по Тарханову).

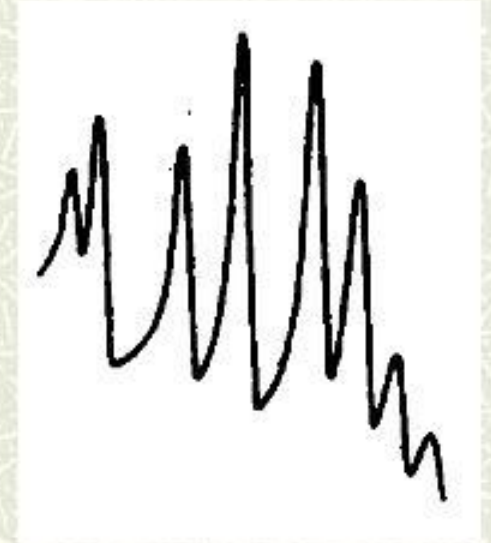
Используется как показатель эмоционального напряжения, ориентировочной реакции. Применяется в «детекторе лжи».

Артефакт на записях ЭЭГ и ЭКГ.



Два главных положения, лежащих в основе интерпретации КГР:

1. Активность потовых желез отражает определенные события, происходящие в головном мозге.
2. Величина реакции потовых желез закономерным образом связана с интенсивностью осознаваемых переживаний.



Сферы практического применения метода КГР

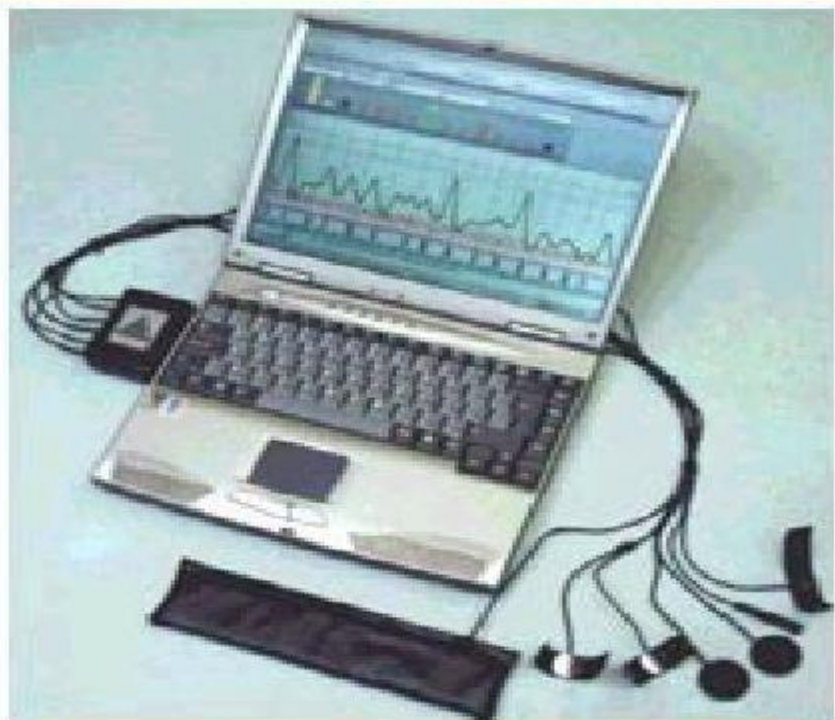
- В психологических и психофизиологических исследованиях, требующих интегративной оценки функционального состояния;
- Для решения различных прикладных задач в психологии труда, психофизиологии, инженерной психологии и др., связанных с количественной оценкой воздействия разного рода факторов на человека;



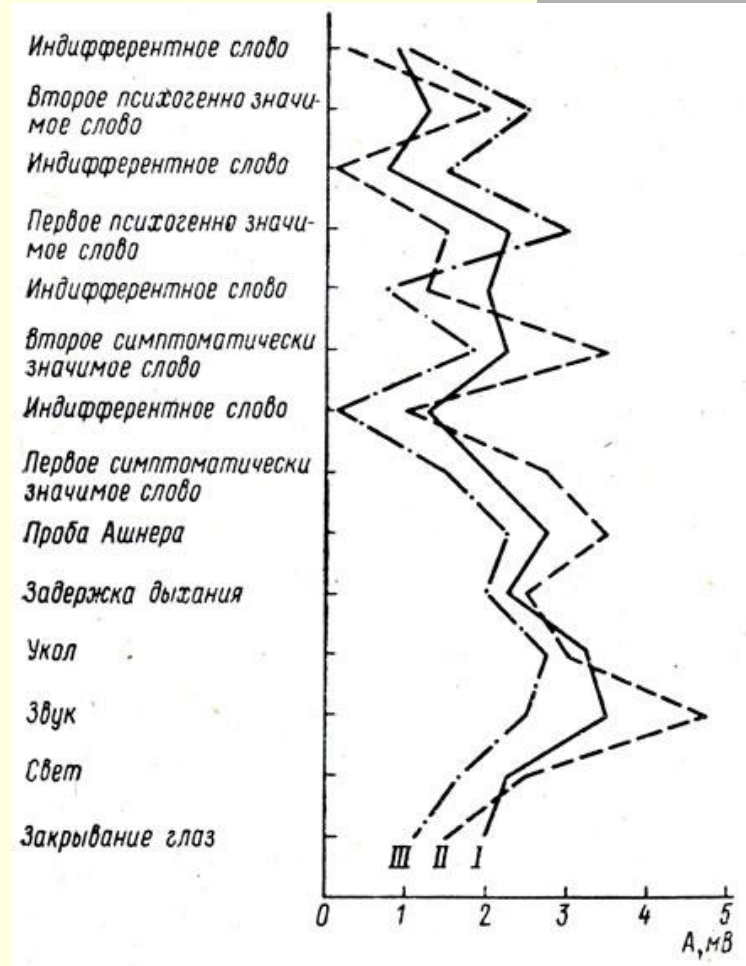
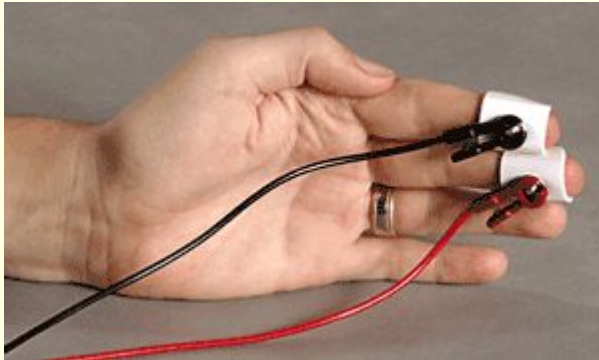
Применение параметров КГР

- Для количественной оценки всех видов эмоциональных проявлений, наблюдаемых как в результате специальных воздействий в экспериментах, так и в качестве показателя субъективных переживаний;
- В качестве параметра энергетической обеспеченности как всего организма в целом, так и отдельных систем.

Полиграфическая регистрация активности ВНС

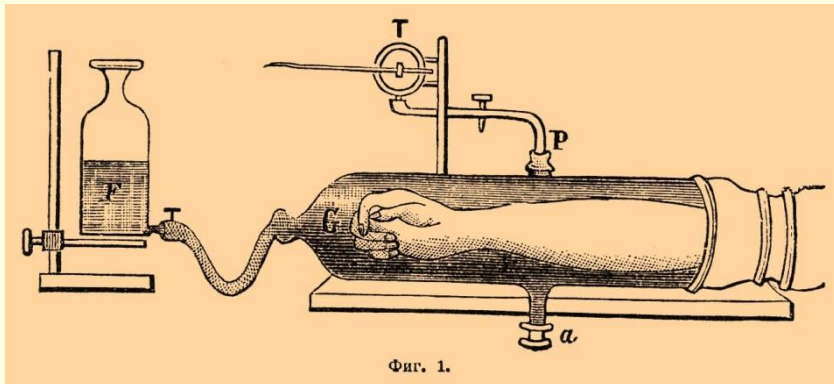


КОЖНО-ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ (КГР)



Плетизмография

- это метод регистрации изменений объема органа или части тела, связанных с изменением его кровенаполнения. Он применяется для оценки сосудистого тонуса. Для получения плетизмограммы используют различного типа плетизмографы — водяной (системы Моссо), электроплетизмограф, фотоплетизмограф. Механическая плетизмография состоит в том, что конечность, например, рука, помещается в сосуд, заполненный водой. Изменения объема, возникающие в руке при кровенаполнении, передаются на сосуд, в нем меняется объем воды, что отражается регистрирующим прибором.



Фиг. 1.

Плетизмография

- В плетизмограмме можно выделить два типа изменений: фазические и тонические.
- **Фазические** изменения обусловлены динамикой пульсового объема от одного сокращения сердца к другому.
- **Тонические** изменения кровотока - это собственно изменения объема крови в конечности. Оба показателя обнаруживают при действии психических раздражителей сдвиги, свидетельствующие о сужении сосудов.
- Плетизмограмма - высоко чувствительный индикатор вегетативных сдвигов в организме.

Плетизмограмма

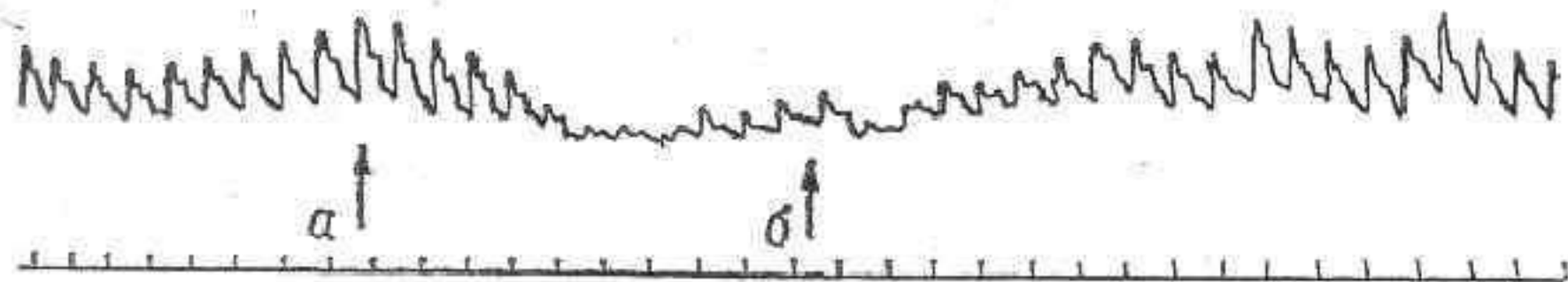


Рис. 25. Запись плетизмограммы пальца верхней конечности при воздействии холода на предплечье этой же конечности: *a* — начало воздействия; *б* — конец воздействия. Отметка времени — 0,5 сек

Клиренсные методы

- **Клиренсные методы** — основанные на измерении скорости вымывания из ткани мозга введенных в организм изотопов ксенона либо криптона (изотопный клиренс) или атомов водорода (водородный клиренс). Скорость вымывания вводимых химических веществ прямо связана с интенсивностью кровотока. Увеличение локального мозгового кровотока отражает рост уровня метаболической активности в определенных участках мозга.