



Методы психофизиологии

Лекция 2

Методы

- Предполагают регистрацию физиологических показателей, связанных с психической деятельностью человека.
- Определяют (совершенство и разнообразие методов) возможности психофизиологических исследований.
- Являются индикатором скрытого, ненаблюдаемого психологического явления.

Изучение физиологических показателей работы нервной системы: для чего?

1. В силу своей объективности физиологические показатели становятся надежными элементами, используемыми при описании изучаемого поведения.
2. Они позволяют экспериментаторам включить в сферу своих исследований скрытые для прямого наблюдения проявления активности организма, лежащие в основе поведения.
3. В психофизиологии основными методами регистрации физиологических процессов являются электрофизиологические методы

Методы психофизиологического исследования

Полиграфия. Регистрация дыхания. Плетизмография. Электродермография, электроокулография, электромиография, электрокардиография, электроэнцефалография (ЭЭГ), магнитоэнцефалография (МЭГ). Спектральный анализ ЭЭГ, МЭГ. Вызванные потенциалы. Потенциалы, связанные с событием. Компьютерное картирование мозга. Расчет локализации эквивалентного диполя. Экстраклеточная и внутриклеточная регистрация активности нейронов. Рентгеновская компьютерная томография. Структурная магнитно-резонансная томография (МРТ). Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ). Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ). Интеграция данных ЭЭГ и МЭГ со структурной и функциональной МРТ. Построение перцептивных, мнемических и семантических многомерных пространств по субъективным реакциям и физиологическим показателям.

Основные методы

- регистрация импульсной активности нервных клеток,
- регистрация электрической активности кожи,
- электроэнцефалография,
- электроокулография,
- электромиография
- электрокардиография.
- магнитоэнцефалография
- изотопный метод (позитронно эмиссионная томография).

Методы изучения ВНС

- Регистрация КГР,
- Изучение деятельности ССС и ДС,
- Электрокардиография,
- Пневмография,
- Спирометрия,
- Оксигемометрия
- Плетизмография,
- Термография,
- Определение электрокожного порога

Методы изучения ЦНС

Методы непосредственного раздражения коры мозга (электрического, химического),
Методы непрямо́й стимуля́ции мозга (метод условных рефлексов, метод ВП, метод навязывания ритмов,
Метод вживленных электродов,
Применение фармакологических средств,
Исследование спонтанной биоэлектрической активности, изучение сенсомоторных реакций,
методы реографии и компьютерной томографии,
клиническое наблюдение, лоботомия,
метод электросудорожной терапии

Методы изучения двигательной НС

- Методы исследования общей двигательной активности путем наблюдения за пантомимикой,
- Изучение спонтанной мышечной активности (тремометрия)
- Изучение графических движений
- Изучение скоростно-силовых параметров движений (мышечный тонус, динамометрия, измерение ВР, РДО, теппинг-тест)
- Электромиография

Методы воздействия (стимуляции)

Назначение - моделирования поведения и психической деятельности в лабораторных условиях. Регистрируется активность нейронов, метод ВП.

Сенсорная стимуляция. Использование естественных или близких к ним стимулов.

Зрительные: элементарные (вспышки, шахматные поля, решетки), слова и предложения,

Слуховые: от неречевых стимулов (тонов, щелчков) до фонем, слов и предложений.

Тактильные механические и электрические стимулы, на разные участки тела.

Ритмическая стимуляция светом или звуком, вызывающая эффекты навязывания — воспроизведения в спектре ЭЭГ частот, соответствующих частоте действующего стимула (или кратных этой частоте).

Электрическая стимуляция мозга

Цель - изучение функций отдельных структур мозга через введенные в мозг электроды.

психическими процессами и о

Опыты на животных, на мозге
опыты с вживленными элект
феномена электрической сам

Метод микрополяризации : про
постоянного тока через отде

Стимуляция коры мозга челове
электромагнитным полем. В р
характеристики деятельности
контролируемых магнитных п
влияет на протекание психиче



Разрушение участков мозга

Способы:

- 1) перерезки отдельных путей или полного отделения структур (например, разделение полушарий путем рассечения межполушарной связки — мозолистого тела);
- 2) разрушения структур при пропускании постоянного тока (электролитическое разрушение) или тока высокой частоты (термокоагуляция) через введенные в соответствующие участки мозга электроды;
- 3) хирургическое удаление ткани скальпелем или отсасыванием с помощью специального вакуумного насоса, выполняющего роль ловушки для отсасываемой ткани;
- 4) химические разрушения с помощью специальных препаратов, истощающих запасы медиаторов или разрушающих нейроны;
- 5) обратимое функциональное разрушение, которое достигается за счет охлаждения, местной анестезии и других приемов.

Проводится оценка влияния этих эффектов на поведение .

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ВНС

Методы изучения вегетативных реакций

- Вегетативные реакции: изменения проводимости кожи, сосудистые реакции, частота сердечных сокращений, артериальное давление и др.
- Не относятся к прямым методам измерения информационных процессов мозга. Скорее всего они представляют некоторую суммарную и неспецифическую характеристику информационных процессов.
- Одна и та же вегетативная реакция может быть связана с информационными процессами самого различного содержания (КГР можно наблюдать как при усилении внимания, так и при оборонительной реакции). Т.е. ВР неспецифичны в отношении стимулов и задач.
- ВР слишком медленны и протекают с задержкой.
- ВР слишком тесно связаны с изменением функционального состояния и эмоциями.

РЕГИСТРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КОЖИ

Электрическая активность кожи

- Связана с активностью потоотделения, у человека около 2–3 млн. потовых желез.
- Потовые железы находятся под контролем симпатической НС.
- Некоторые потовые железы активны не только при повышении температуры тела, но и при сильных эмоциональных переживаниях, стрессе и разных формах активной деятельности субъекта.
- ЭАК высокореактивный психофизиологический показатель, способный дифференцированно отражать различные степени эмоционального возбуждения, в том числе при разных видах психической деятельности
- обусловлена неспецифической активацией. Повтор раздражителя уменьшает по амплитуду, при изменении раздражителя реакция возникает вновь.

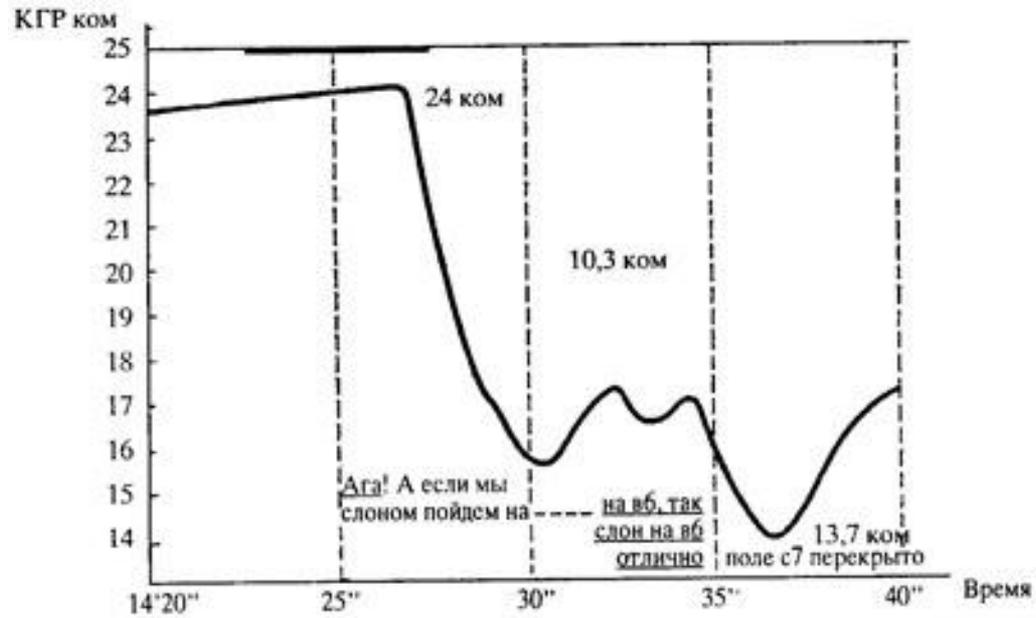
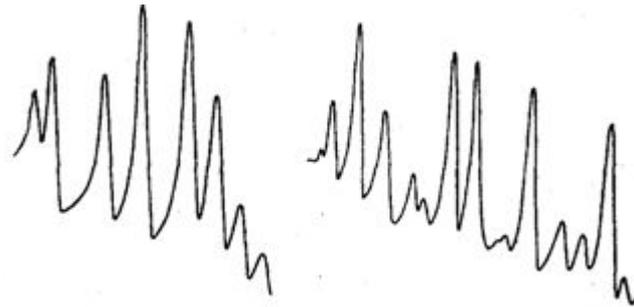
Два типа потовых желез

- **Апокринные**, подмышечные впадины и пах, определяют запах тела и реагируют на раздражители, вызывающие стресс, не связаны с регуляцией температуры тела.
- **Эккринные**, по всей поверхности тела и выделяют обычный пот (вода и хлористый натрий), осуществляют поддержание постоянной температуры тела.
- Железы на ладонях, подошвах ног, на лбу и под мышками реагируют в основном на внешние раздражители и стрессовые воздействия.

Два способа исследования ЭАК

- **метод Фере** (используется внешний источник тока),
показатель - проводимость кожи ,
- **метод Тарханова** (источник тока не применяется),
показатель - электрический потенциал самой кожи (раньше и то и другое КГР)
- регистрируют с кончиков пальцев или ладони, с подошв ног, со лба.

Примеры ЭАК



РЕГИСТРАЦИЯ РАБОТЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

ССС

Сердечная мышца и кровеносные сосуды действующие согласованно.

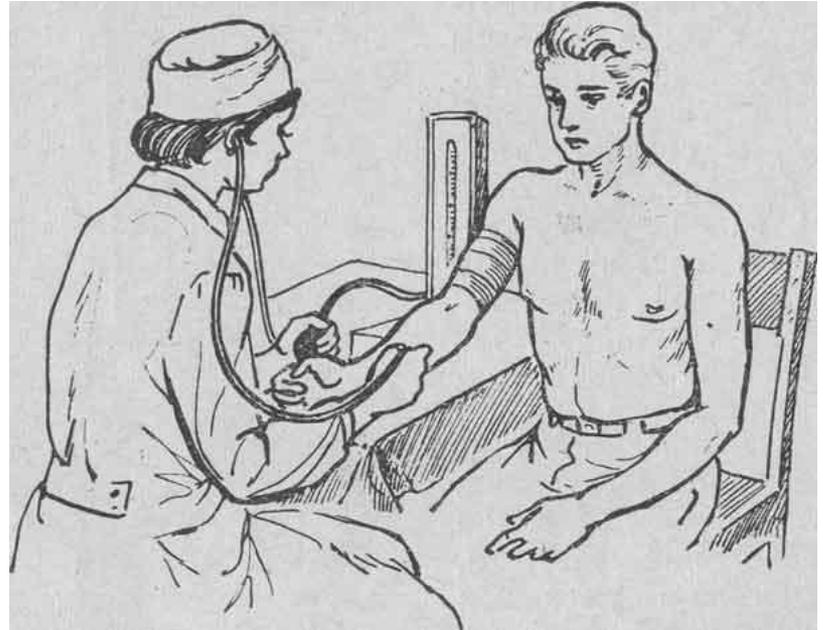
Выполняют жизненно-важные функции- обеспечение постоянства внутренней среды организма. С кровотоком переносятся питательные вещества, газы, продукты распада, гормоны.

Индикаторы активности:

- ритм сердца (РС) — частоту сердечных сокращений (ЧСС);
- сила сокращений сердца — сила, с которой сердце накачивает кровь;
- артериальное давление (АД);
- региональный кровоток — показатели локального распределения крови. Мозговой кровоток оценивается ч методами томографии и реографии (см. 1.5).
- Средняя частота пульса и ее дисперсию.
- Систолический объем каждого желудочка в состоянии относительного покоя (норма - 70—80 мл)
- минутный объем сердца — количество крови, которое сердце выбрасывает в легочный ствол и аорту за 1 мин — измеряется как произведение величины систолического объема на частоту сердечных сокращений в 1 мин. В покое минутный объем 3—5 л., при интенсивной работе увеличивается до 25—30 л

АД

- Наиболее известный показатель работы ССС.
- Характеризует силу напора крови в артериях.
- Изменяется на протяжении сердечного цикла, достигает максимума во время систолы (сокращения сердца) и падает до минимума в диастоле, когда сердце расслабляется перед следующим сокращением.
- Нормальное АД в покое около 130/70 мм рт. ст., (систолическое /диастолическое).
- Пульсовое давление — разность между систолическим и диастолическим давлением (норма - около 60 мм рт. ст.)



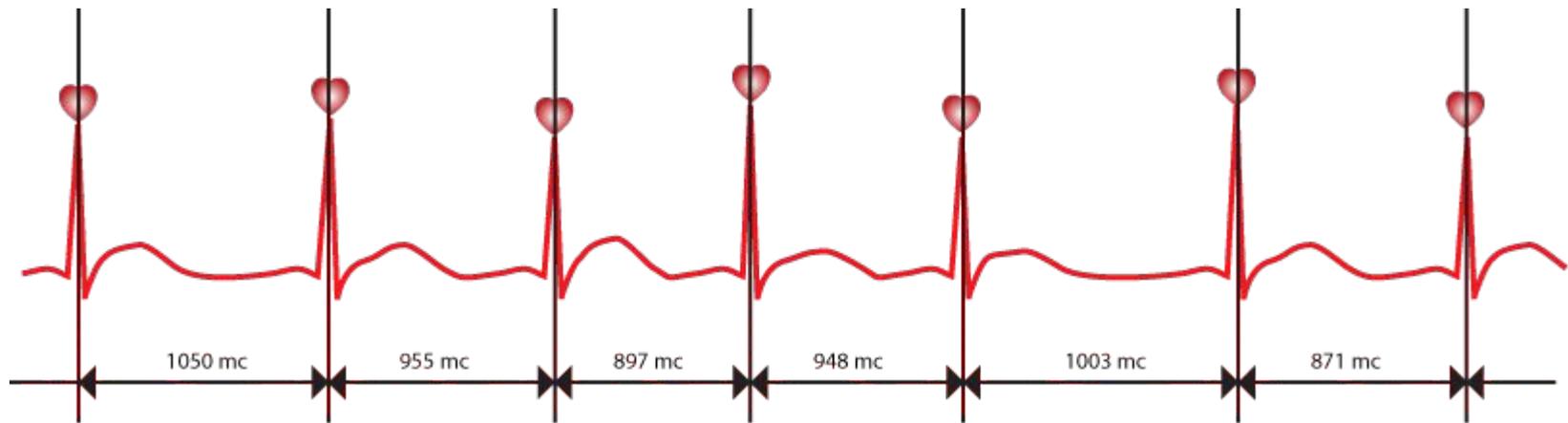
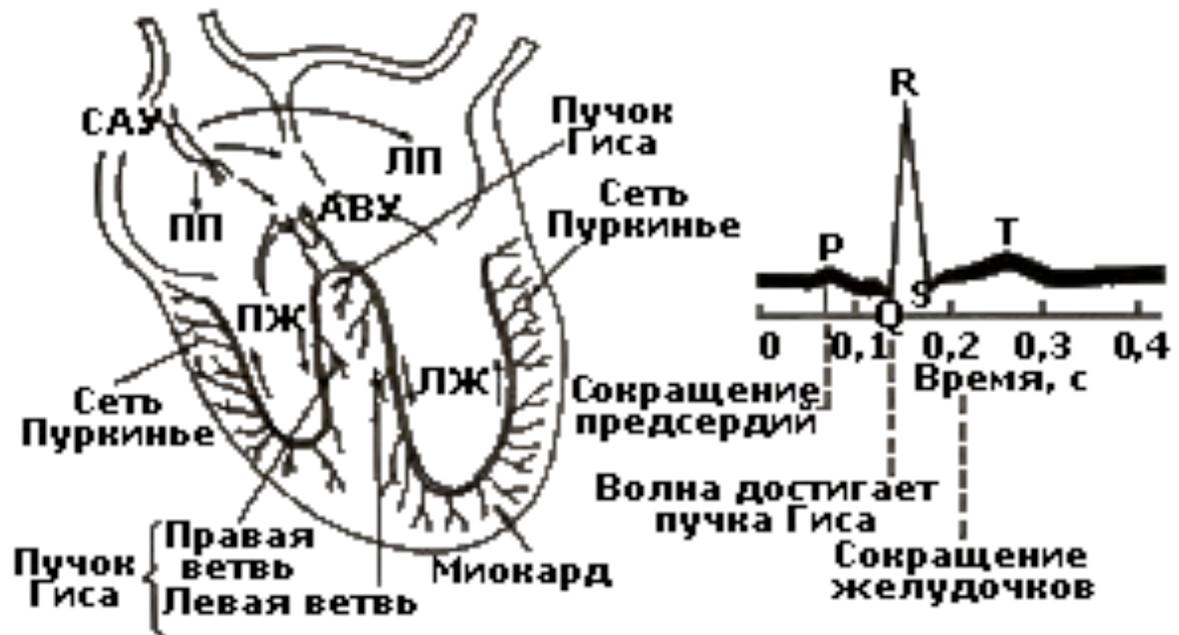
Ритм сердца (ЧСС)

- Показатель для оценки функционального состояния человека,
- Зависит от взаимодействия симпатических и парасимпатических влияний из вегетативной нервной системы.
- Причины возрастания напряженности в работе сердца - усиления симпатической активности и снижения парасимпатической.



ЭКГ

- запись электрических процессов, связанных с сокращением сердечной мышцы.
- до 12 различных пар отведений; половина их связана с грудной клеткой, а другая половина — с конечностями.
- В психофизиологии ЭКГ в основном используется для измерения **частоты сокращения желудочков** (кардиотахометр).
- записи ЭКГ или кардиоинтервалограммы (КИГ) используются для оценки адаптационных возможностей организма человека (вегетативного тонуса)
- Метод обработки кардиоинтервалов с помощью гистографического анализа: определяется величина моды (наиболее вероятного значения) распределения кардио- или P — P интервалов и их вариационный размах, и на основании этих параметров вычисляется интегральный показатель — индекс напряжения (ИН) (Баевский, 1976).
- Индекс напряжения пропорционален средней частоте сердечных сокращений и обратно пропорционален диапазону, в котором варьирует интервал между двумя ударами сердца.

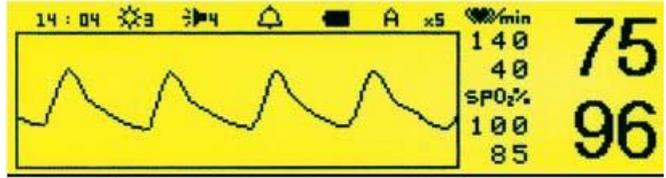
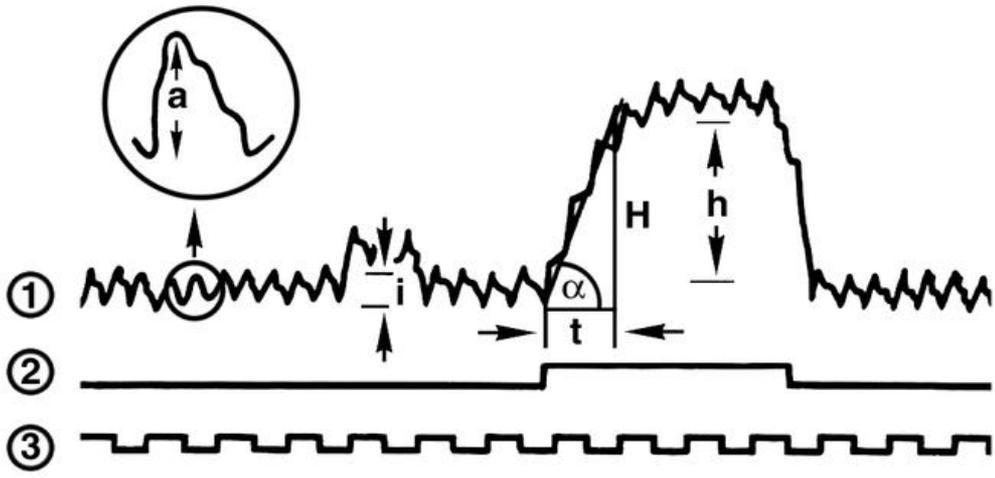


Плетизмография

- регистрации сосудистых реакций организма.
- отражает изменения в объеме конечности или органа, вызванные изменениями количества находящейся в них крови.
- **Плетизмограмма** – кривая динамики давления крови и лимфы в конечности
- распространение получили пальцевые плетизмограммы
- Пальцевые фотоплетизмографы - портативные устройства (датчики на полиграфе).
Используются для регистрации сердечного ритма.

Типы изменений (показателей) на плетизмограмме

- **Фазические** - обусловлены динамикой пульсового объема от одного сокращения сердца к другому.
- **Тонические** изменения кровотока — это собственно изменения объема крови в конечности.
- Оба показателя указывают на сужение и расширение со сосудов.
- Имеют высокую чувствительность (являются индикаторами) вегетативных сдвигов в организме.



ПОКАЗАТЕЛИ АКТИВНОСТИ МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ



Электромиография

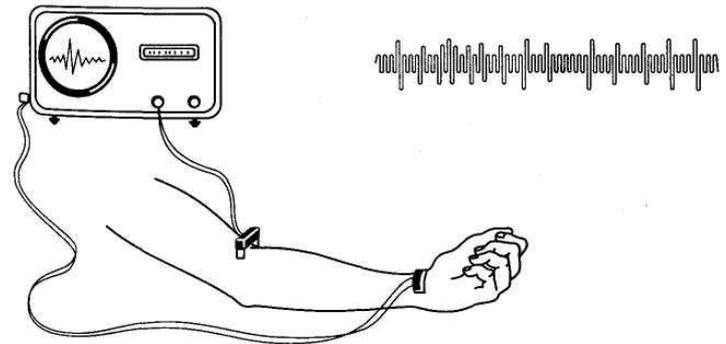
- Метод исследования функционального состояния органов движения путем регистрации биопотенциалов мышц.
- Мышца представляет собой массу ткани, состоящую из множества отдельных мышечных волокон, соединенных вместе и работающих согласованно. Каждое мышечное волокно — это тонкая нить, толщиной всего лишь около 0,1 мм до 300 мм длиной. Мышцы, участвующие в тонких двигательных коррекция (фиксация объекта глазами) могут иметь в каждой единице всего по 10 волокон. В мышцах, осуществляющих более грубую регулировку при поддержании позы, в одной двигательной единице может быть до 3000 мышечных волокон.
- При стимуляции электрическим потенциалом действия, приходящим к волокну от мотонейрона, это волокно сокращается иногда примерно до половины первоначальной длины.

Электромиограф

Прибор, с помощью которого регистрируются биопотенциалы мышц,

Электромиограмма - регистрируемая электромиографом запись (ЭМГ).

ЭМГ - состоит из высокочастотных разрядов мышечных волокон.



Электромиография: размещение электродов

Электроды: Биполярное отведение (1-й электрод на участке кожи над серединой («двигательной точкой») мышцы, а 2-ой – на 1–2 см дистальнее. Монополярное отведении - 1-й электрод над «двигательной точкой», 2-ой – над ее сухожилием или на какой-либо отдаленной точке (на мочке уха, на груди и т.д.).

Осуществляется регистрация суммарных колебаний потенциалов, возникающих как компонент процесса возбуждения в области нервномышечных соединений и мышечных волокнах при поступлении к ним импульсов от мотонейронов спинного или продолговатого мозга.

Электромиограмма (ЭМГ)

- Во время покоя скелетная мускулатура всегда находится в состоянии легкого тонического напряжения, что проявляется в виде низкоамплитудных (5–30 мкВ) колебаний частотой 100 Гц и более. Даже при локальном отведении электроактивности от расслабленной мышцы полное отсутствие колебаний потенциала в отдельной двигательной единице (мышечном волокне) отсутствует; обычно наблюдаются колебания частотой 6–10 Гц.
- При готовности к движению, мысленному его выполнению, при эмоциональном напряжении и других подобных случаях, т.е. в ситуациях, не сопровождающихся внешне наблюдаемыми движениями, тоническая ЭМГ возрастает как по амплитуде, так и по частоте. Например, чтение «про себя» сопровождается увеличением ЭМГ активности мышц нижней губы, причем чем сложнее или бессмысленнее текст, тем выраженнее ЭМГ.

Разновидности

- С помощью введённых в мышцу игольчатых электродов Улавливают колебания потенциала в отдельных мышечных волокнах или в группе мышечных волокон, иннервируемых одним мотонейроном.
- С помощью накожных электродов. Отражает процесс возбуждения мышцы как целого.
- Стимуляционная электромиография — при искусственной стимуляции нерва или органов чувств. Это позволяет исследовать нервно-мышечную передачу, рефлекторную деятельность, определить скорость проведения возбуждения по нерву.

Поверхностная электромиограмма

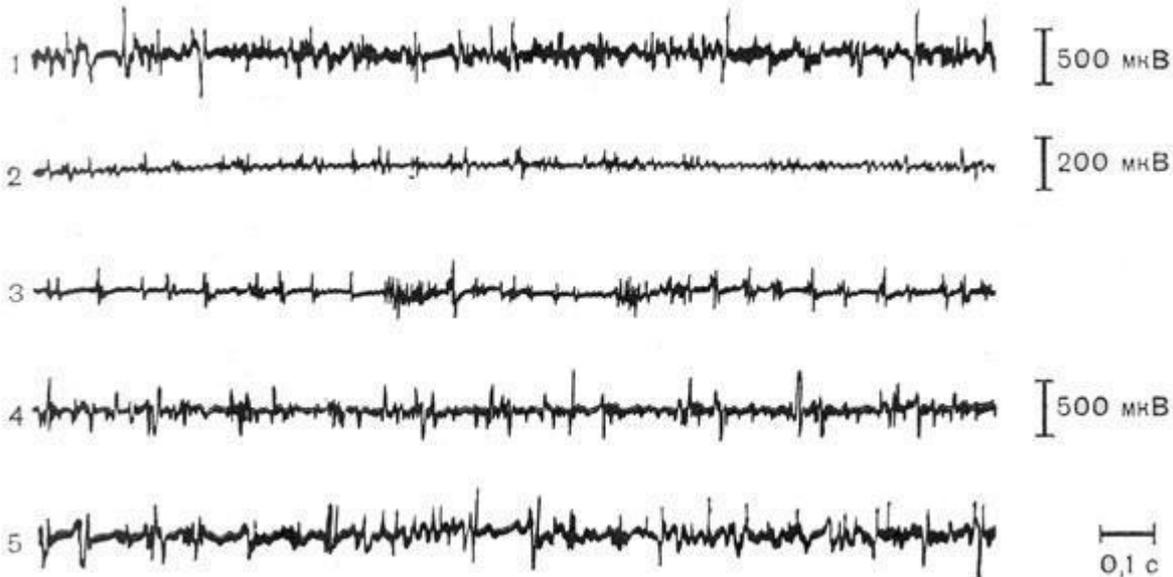
- Суммарно отражает разряды двигательных единиц, вызывающих сокращение. Амплитуда колебаний потенциала мышцы, как правило, не превышает нескольких милливольт, а их длительность — 20-25 мс.
- ЭМГ выступает как индикатор мышечного напряжения. В состоянии относительного покоя связь между действительной силой, развиваемой мышцей и ЭМГ линейна.
- Регистрация ЭМГ позволяет выявить намерение начать движение за несколько секунд до его реального начала.

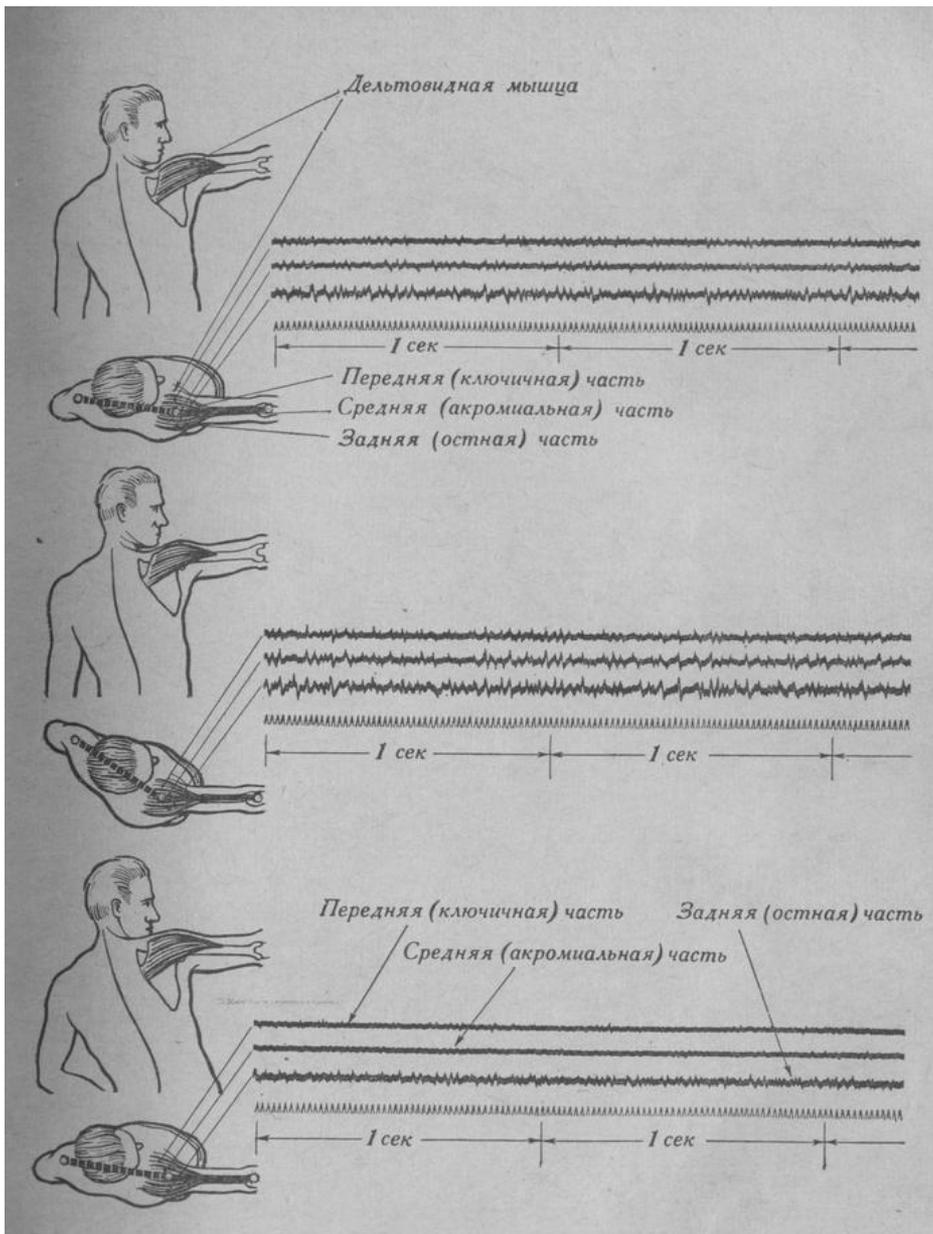
Электромиограмм



Основные показатели биоактивности (осцилляции) – амплитуда, частотность и периодичность – в норме 100-150 мкВ (в начале мышечного сокращения) и 1000-3000 мкВ (на высоте сокращения).

у разных людей могут отличаться, так как напрямую зависят от возраста человека и степени его физического развития





Электромиограмма (запись биотоков) работающей дельтовидной мышцы при различной степени откидывания туловища вбок и различном расположении плечевой кости относительно туловища

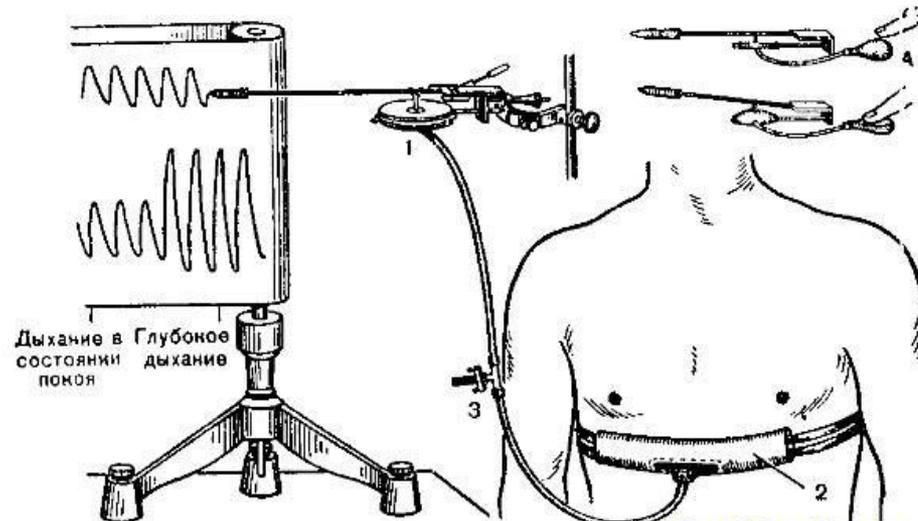
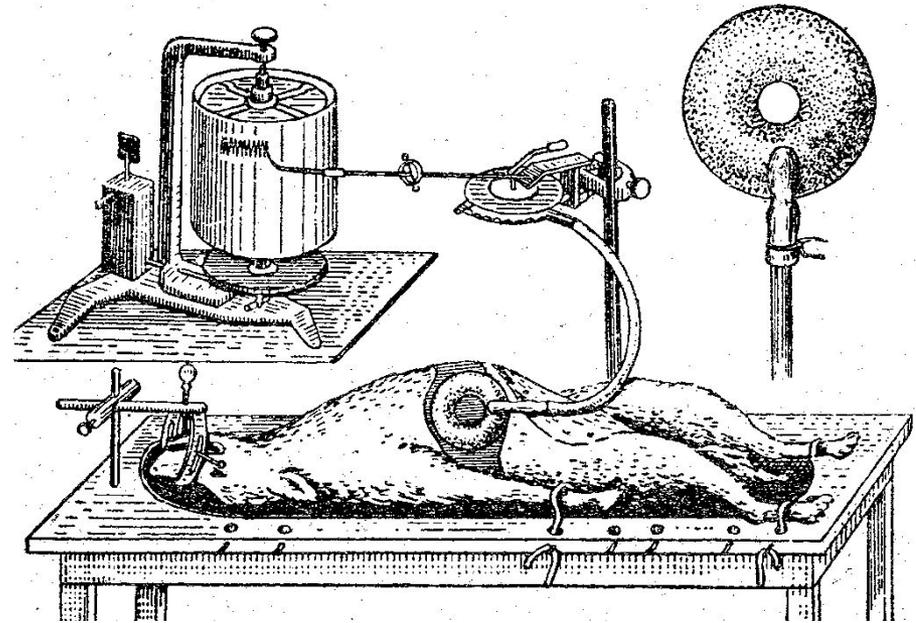
Пневмография

Регистрация показателей активности дыхательной системы.

Дыхательная система - межреберные мышцы, диафрагма и мышцы живота (двигательный аппарат). Функции – снабжение протекающую по легочным капиллярам крови кислородом, выведение из крови двуокиси углерода и другие продуктов метаболизма.

Пневмограф - прибор для измерения интенсивности (амплитуды и частоты) дыхания . Фиксируются изменения объема грудной клетки.

Спирометр – прибор для регистрации объемов воздуха, поступающего в легкие во время вдоха и выходящего из них во время выдоха.





Реакции глаз

Основные разновидности:

- Сужение и расширение зрачка,
- Мигание
- Глазные движения

Пупиллометри я



метод изучения зрачковых реакций.

- Диаметр зрачка изменяется от 1,5 до 9 мм.
- Зависит от :
 - количества света, падающего на глаз.
 - эмоциональной реакции.
- используется для изучения субъективного отношения людей к тем или иным внешним раздражителям.

Мигание — периодическое смыкание век.

Средняя частота мигания -7,5 в минуту (от 1 до 46 в минуту). частота мигания изменяется в зависимости от психического состояния человека.

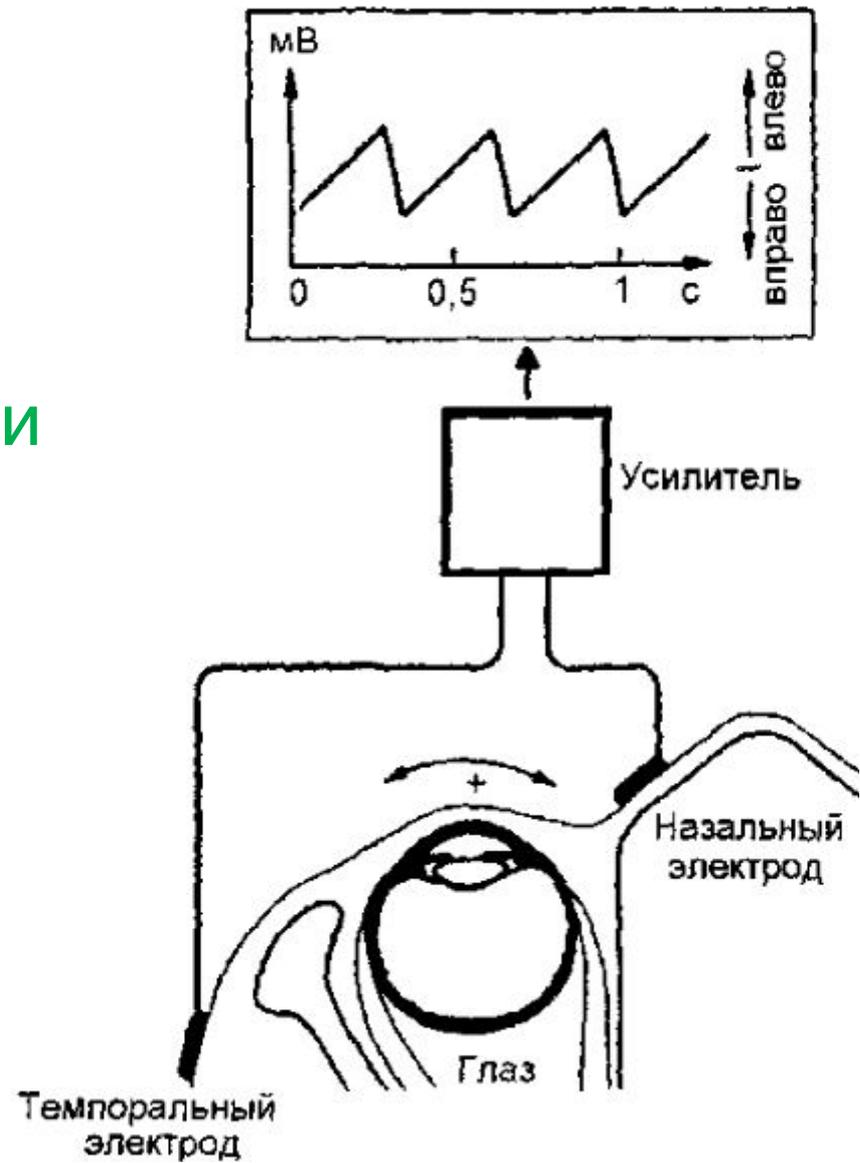
Движения глаз - разнообразные по функции, механизму и биомеханике вращения глаз в орбитах. Основная функция - поддержка интересующего человека изображение в центре сетчатки, где самая высокая острота зрения.

Скорость прослеживающих движений около 5 угл. мин./с, макс. до 40 град./с.

Электроокулография — метод регистрации движения глаз, основанный на графической регистрации изменения электрического потенциала сетчатки и глазных мышц.

Существует разность потенциалов между дном глаза и роговицей, которую можно измерить. При повороте глаза положение полюсов меняется, разность потенциалов характеризует направление, амплитуду и скорость движения глаза. Это изменение, зарегистрированное графически, носит название электроокулограммы (ЭОГ).

Электроокулография Я



РЕГИСТРАЦИЯ НЕЙРОННОЙ АКТИВНОСТИ

Нейрон

- Морфофункциональная единица ЦНС, через нейрон передается информация в организме.
- Потенциал действия – разряд, который генерирует нейрон, при достижении порогового уровня возбуждения, поступающего в нейрон из разных источников.
- Контакты нейрона (синапсы) : возбуждательные и тормозные. Их активность увеличивает или снижает вероятность разряда нейрона.
- Генерация импульсов (спайков) делает нейрон недееспособным примерно на 0,001 сек.
(называется рефрактерный период - необходим для восстановления)

Импульсная активность нейронов

- Одним из показателей активности нейронов являются **потенциалы действия** – электрические импульсы длительностью несколько мс и амплитудой до нескольких мВ.
- Современные технические возможности позволяют регистрировать импульсную активность нейронов у животных в свободном поведении и, таким образом, сопоставлять эту активность с различными поведенческими показателями

Регистрация импульсной активности нервных клеток

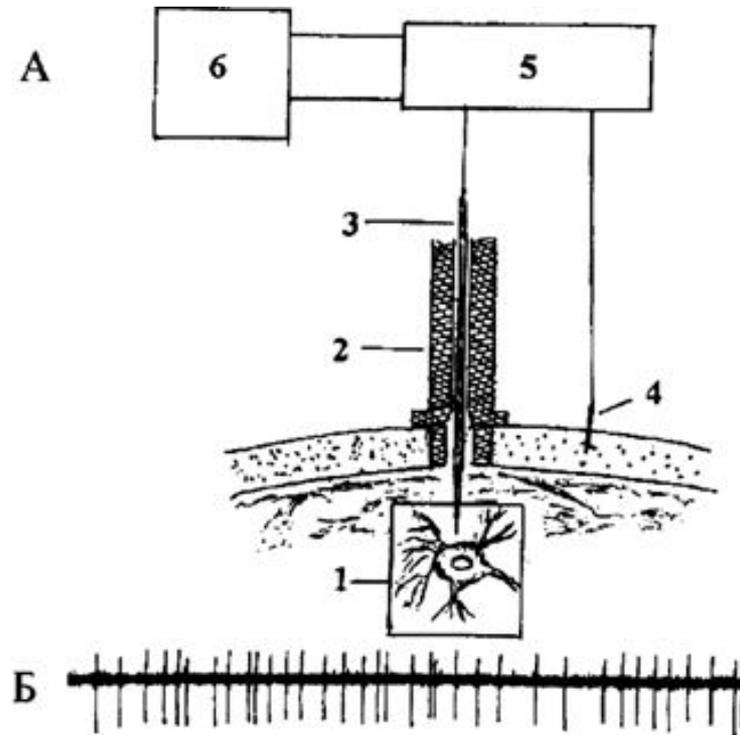


Рис. – принципиальная схема регистрации импульсной активности нейрона:

1 - нейрон (увеличен) и кончик отводящего электрода;

2 – микроманипулятор (в разрезе);

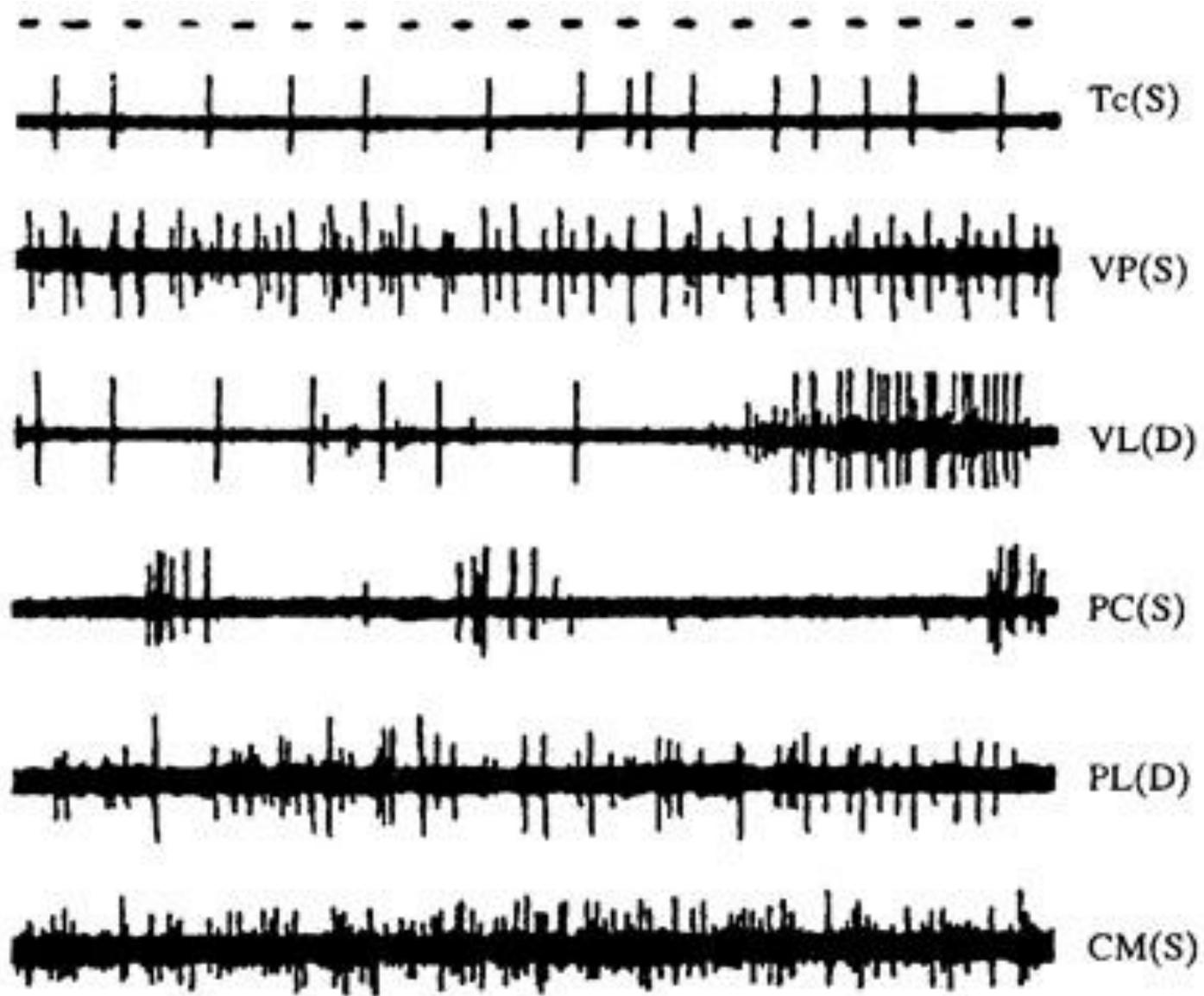
3 – микроэлектрод с отводящим проводом;

4 – индифферентный электрод;

5 – усилитель;

6 – монитор и записывающее устройство

Б – пример записи импульсной активности нейрона (нейронограмма)



Микроэлектроды

Регистрируют активность:

- отдельных нейронов,
- небольших ансамблей (групп) нейронов
- множественных популяций (т. е. сравнительно больших групп нейронов).

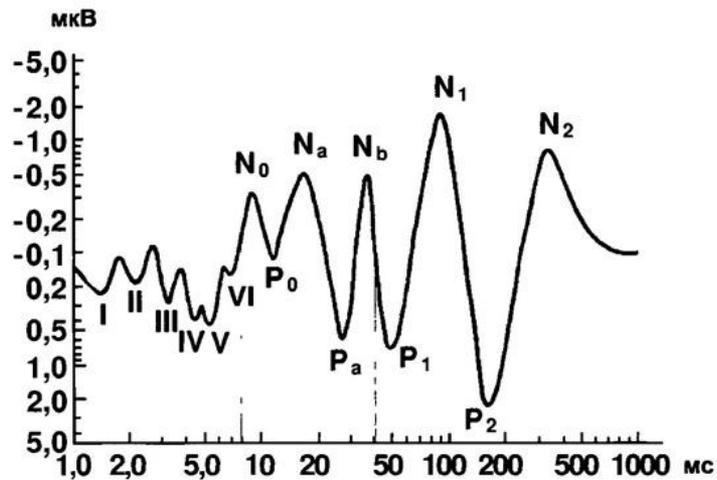
Количественная обработка записей (ЭВМ): частота импульсации, частота ритмических пачек или группирования импульсов, длительность межстимульных интервалов и др.

Цель: выявить изменения этой динамики в зависимости от каких-либо факторов, сопоставить с поведенческими реакциями (отрезки времени от 25—30 с и выше), результатами психологических проб, с одной стороны, а также с интегративными физиологическими показателями (ЭЭГ, ВП, ЭМГ и др.

Ограничения: понимание того, как работают отдельные нейроны, не может вывести на закономерности работы мозга как целостной системы.

Лекторий ПСТГУ. Настоящее и будущее
мозга. Лекция Ольги Евгеньевны
Сварник

МЕТОД ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ



Вызванные потенциалы и потенциалы связанные с событиями

ВП - изменения в суммарной электрической активности мозга вызываемые сенсорными стимулами.

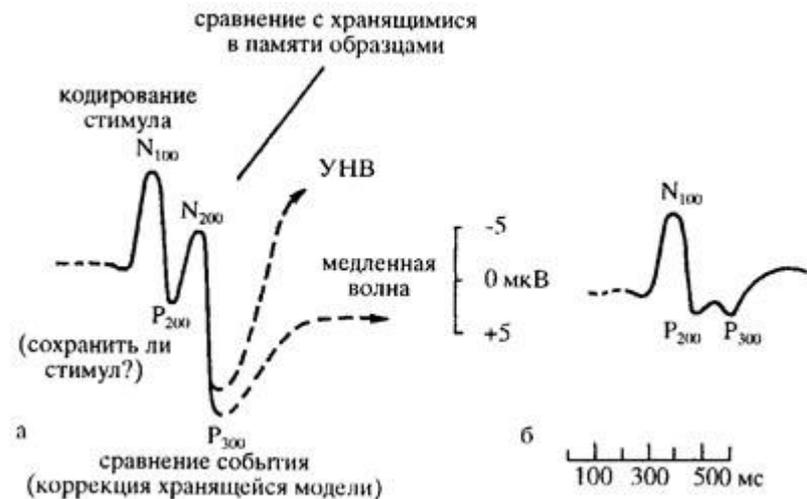
ВП - последовательность из нескольких позитивных и негативных волн, которая длится в течение 0,5-1 с после стимула.

ВП - единица психофизиологического анализа: «окно в мозг» и «окно в познавательные процессы».

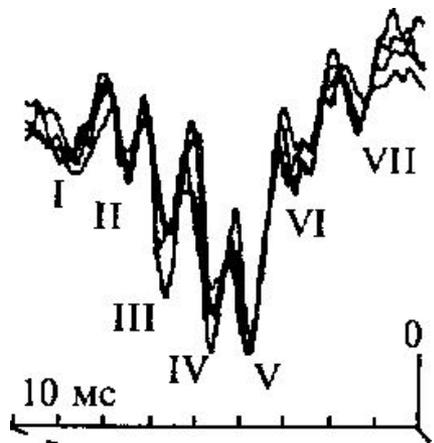
Вызванные потенциалы

ГОЛОВНОГО МОЗГА

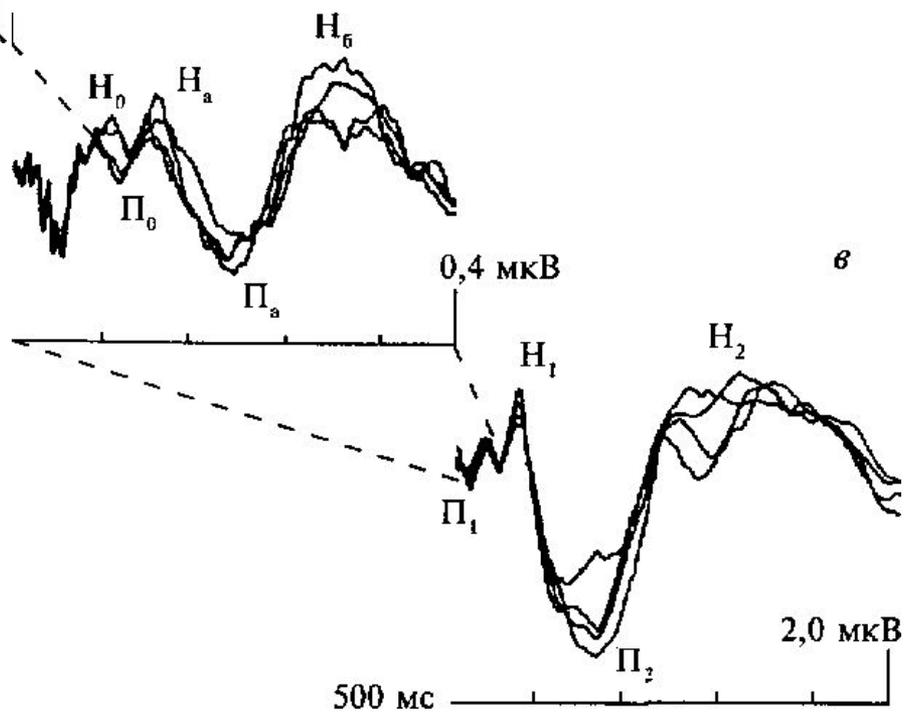
- ВП — биоэлектрические колебания, возникающие в нервных структурах в ответ на внешнее раздражение и находящиеся в строго определенной временной связи с началом его действия.
- График - результат суммирования значительного числа отрезков ЭЭГ, приуроченных к началу действия раздражителя.
- ВП (или ССП) - последовательность позитивных и негативных колебаний, регистрируемых, как правило, в интервале 0—500 мс (иногда до 1000 мс).
- Первоначально связано с изучением сенсорных функций человека в норме и патологии.



Схематизированные эндогенные компоненты слуховых вызванных потенциалов: а — в ответ на релевантный задаче стимул; б — в ответ на иррелевантный стимул (В. ockstroh et al., 1982).



Основные компоненты звукового ВП, зарегистрированного между вертексом и правым сосцевидным отростком в ответ на щелчок (60 дБ над уровнем порога), предъявляемый на правое ухо с частотой 1 Гц.
 а — стволовые, б — среднелатентные, в — длиннolatентные компоненты; Н — негативные, П — позитивные компоненты. Для трех групп компонентов временные шкалы и калибровка различны. Начало временных шкал соответствует моменту подачи стимула. Каждая кривая получена в результате усреднения 1024 индивидуальных ответов (по и. Наайпеп, 1992).



Звуковые стволовые потенциалы - 7 отклонений

Волна I зависит от реакции волокон слухового нерва улитки.

Волна II с латенцией 3,8 мс возникает в том случае, если импульсы слухового нерва достигают ствола мозга.

Волна III отражает реакцию верхней оливы на уровне моста.

Волна IV с латенцией около 4,5 мс связана с активностью латеральных лемнисков.

Волна V имеет латенцию около 5,2 мс и отражает активность нижнего двухолмия.

Фазы VI— VII - распространение сигналов по таламо-кортикальной радиации, они совпадают с медленной негативностью, предшествующей корковому ответу.

Параметры оценки

- ВП (или ССП) - последовательность позитивных и негативных колебаний, регистрируемых, как правило, в интервале 0—500 мс (иногда до 1000 мс).
 - амплитуда — размах колебаний компонентов, измеряется в мкв,
 - латентность — время от начала стимуляции до пика компонента, измеряется в мс.

Уровни анализа:

Феноменологический - описание ВП как многокомпонентной реакции с анализом конфигурации, компонентного состава и топографических особенностей.

Физиологический - выделение источников генерации компонентов ВП для установления роли отдельных корковых и подкорковых образований в происхождении тех или иных компонентов ВП. Наиболее признанным здесь является деление ВП на экзогенные и эндогенные компоненты. Первые отражают активность специфических проводящих путей и зон, вторые — неспецифических ассоциативных проводящих систем мозга. Длительность таких и других оценивается по-разному для разных модальностей. В зрительной системе, например, экзогенные компоненты ВП не превышают 100 мс от момента стимуляции .

Функциональный - использование ВП как инструмента, позволяющего изучать физиологические механизмы поведения и познавательной деятельности человека и животных.

Методы изучения работы головного мозга: энцефалография

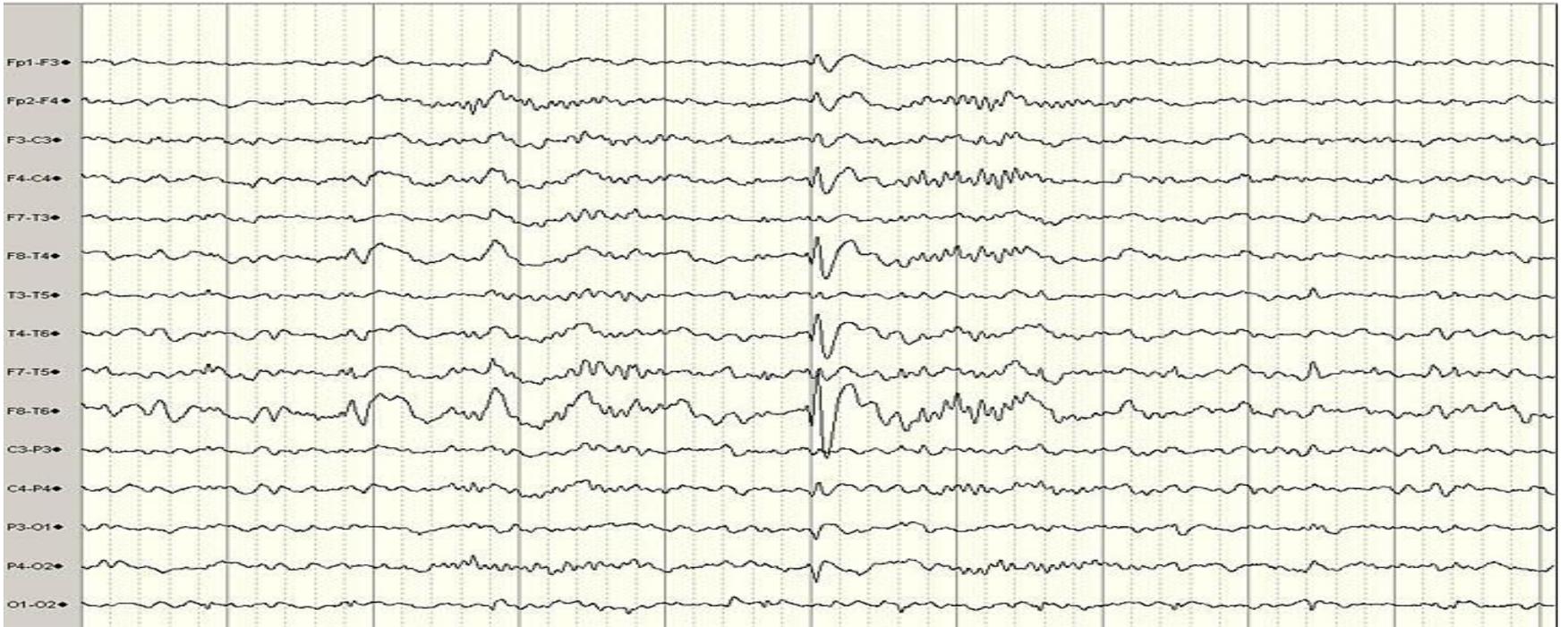
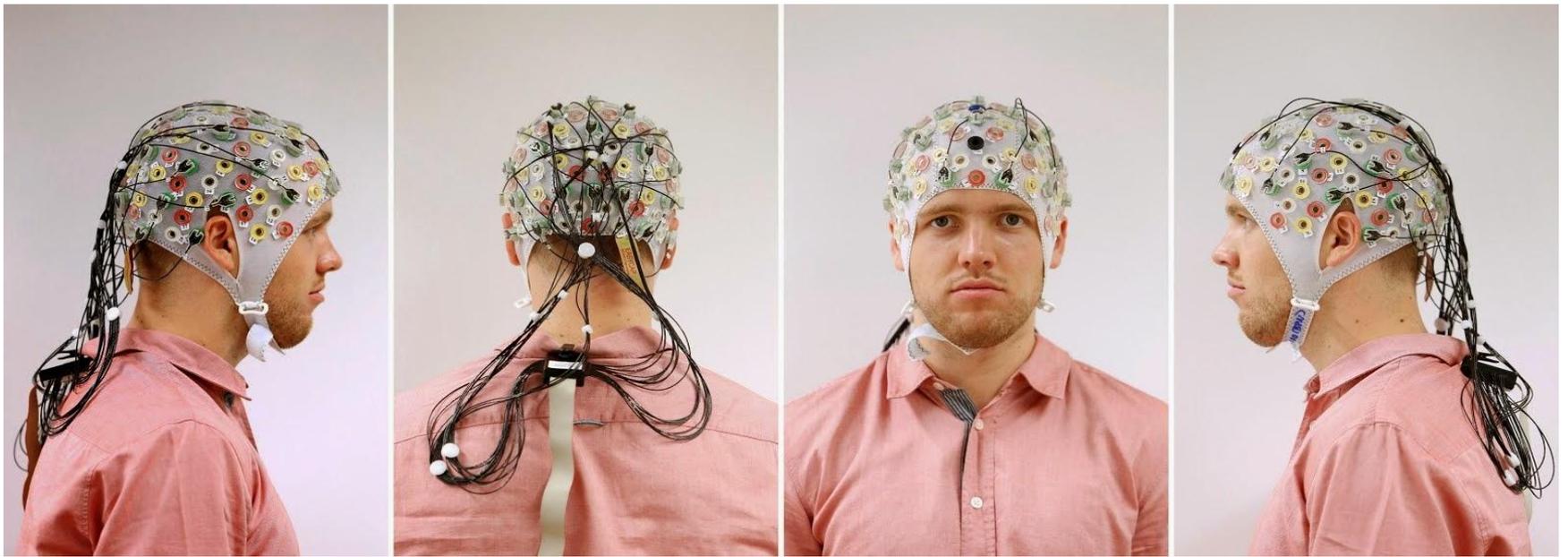
Энцефалография

- метод регистрации и анализа электроэнцефалограммы (ЭЭГ), т. е. суммарной биоэлектрической активности, отводимой с поверхности черепа (в клинических условиях и из глубоких структур мозга).
- Из истории: В 1929 году австрийский психиатр Х. Бергер зарегистрировал с черепа «мозговые волны», характеристики которых зависят от состояния человека (альфа и бета – волны)
- ЭЭГ - перспективный, но пока еще наименее расшифрованный источник данных для психофизиологов.

2. Электроэнцефалография

В электроэнцефалограмме отражаются только низкочастотные биоэлектрические процессы длительностью от 10 мс до 10 мин.

- Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) в каждый момент времени отражает суммарную электрическую активность клеток мозга



Расположение электродов – система «10-20»

Международная федерация обществ электроэнцефалографии.

У каждого испытуемого точно измеряют расстояние между серединой переносицы (назионом) и твердым костным бугорком на затылке (инионом), а также между левой и правой ушными ямками.

Точки расположения электродов разделены интервалами, составляющими 10% или 20% этих расстояний на черепе.

Череп разбит на области, обозначенные буквами: F — лобная, O затылочная область, P — теменная, T — височная, C — область центральной борозды.

Нечетные номера мест отведения относятся к левому, а четные — к правому полушарию. Символом Cz — обозначается отведение от вертушки черепа (вертекс)

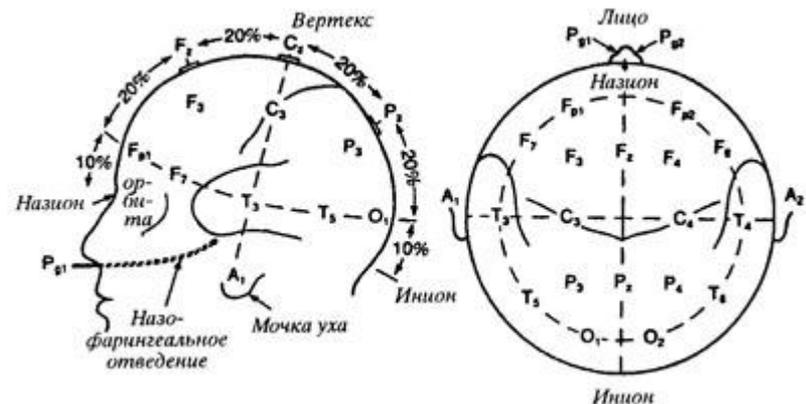
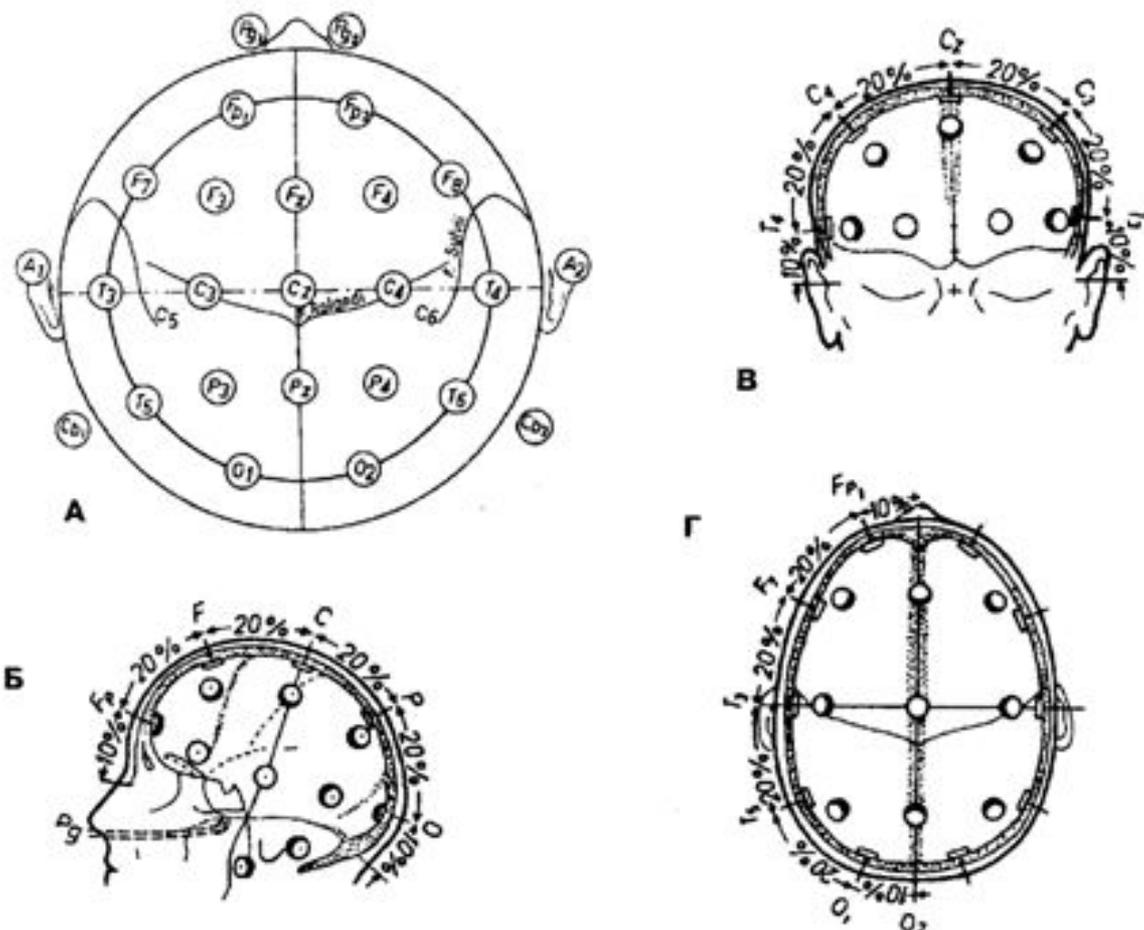


Схема расположения электро-энцефалографических электродов на скальпе

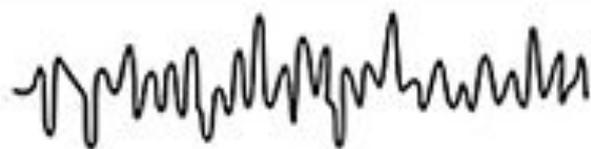


Единая стандартная система наложения электродов «10–20»

Бета

14- 21 циклов в секунду

Сильная умственная активность, анализ и синтез, пять физических чувств, восприятие пространства и времени



Альфа

7- 14 циклов в секунду

Релаксация во время бодрствования, сонливость перед сном или после сна



Тета

4- 7 циклов в секунду

Сон с просмотром сновидений, глубокая медитация



Дельта

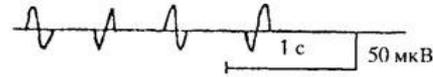
0- 4 циклов в секунду

Сон без сновидений, потеря сознания, кома, состояние самадхи

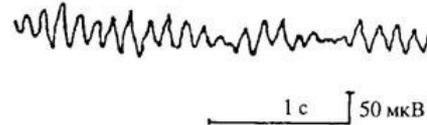




Альфа-волна — одиночное двухфазное колебание разности потенциалов длительностью 75—125 мс, по форме приближается к синусоидальной



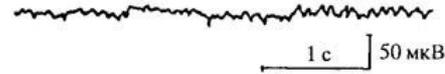
Альфа-ритм — ритмическое колебание потенциалов с частотой 8—13 Гц, выражен чаще в задних отделах мозга при закрытых глазах в состоянии относительного покоя, средняя амплитуда 30—40 мкВ, обычно модулирован в веретена



Бета-волна — одиночное двухфазное колебание потенциалов длительностью менее 75 мс и амплитудой 10—15 мкВ (не более 30)



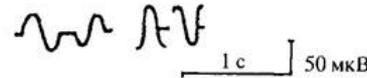
Бета-ритм — ритмическое колебание потенциалов с частотой 14—35 Гц. Лучше выражен в лобно-центральных областях мозга



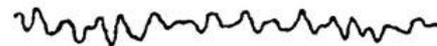
Дельта-волна — одиночное двухфазное колебание разности потенциалов длительностью более 250 мс



Дельта-ритм — ритмическое колебание потенциалов с частотой 1—3 Гц и амплитудой от 10 до 250 мкВ и более



Тета-волна — одиночное, чаще двухфазное колебание разности потенциалов длительностью 130—250 мс



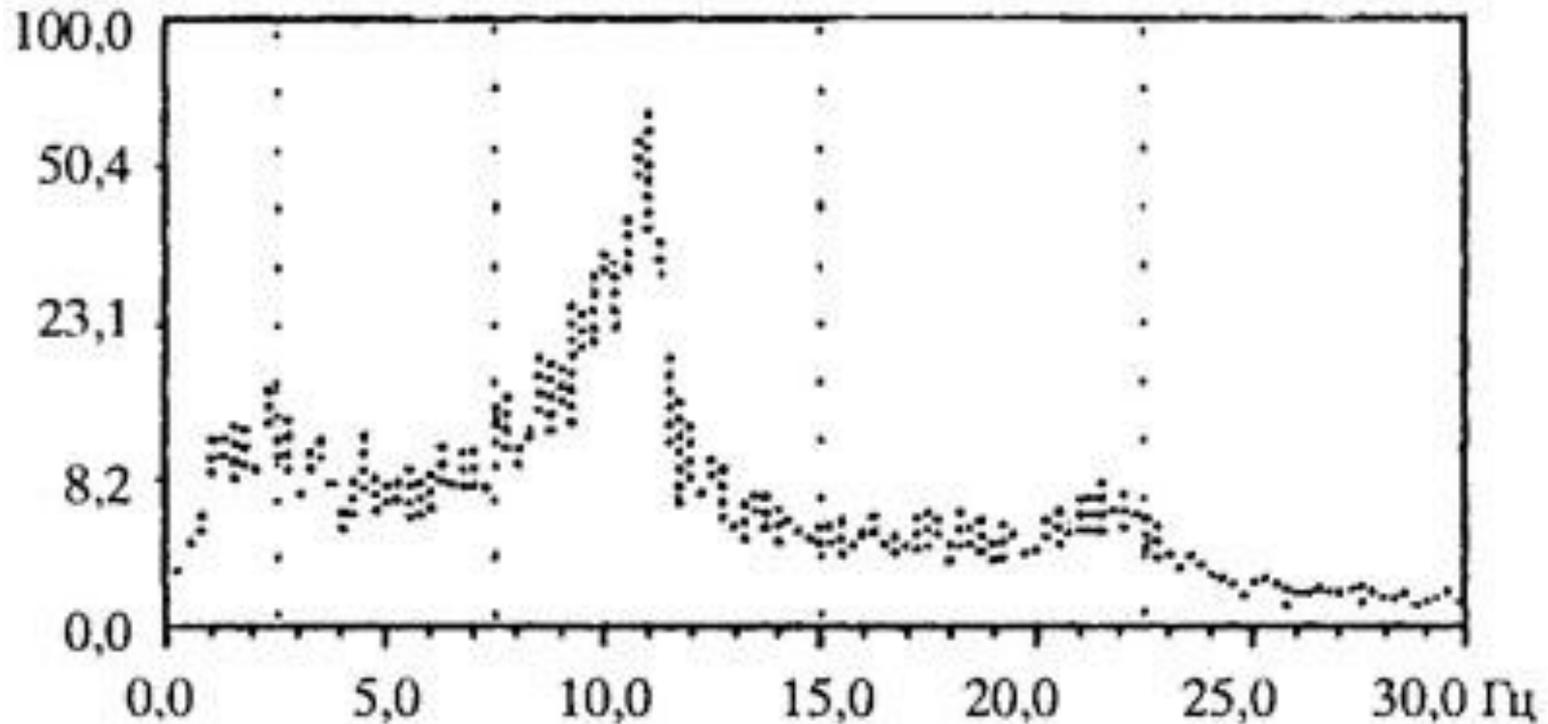
Тета-ритм — ритмические колебания потенциалов с частотой 4—7 Гц, чаще двусторонние синхронные, амплитудой 100—200 мкВ, иногда с веретенообразной модуляцией, особенно в лобной области мозга

Основные ритмы ЭЭГ

- дельта-ритм (0,5—4 гц);
- тета-ритм (5—7 гц);
- альфа-ритм (8—13 гц) — основной ритм ЭЭГ, преобладающий в состоянии покоя;
- мю-ритм — по частотно-амплитудным характеристикам сходен с альфа-ритмом, но преобладает в передних отделах коры больших полушарий;
- бета-ритм (15—35 гц);
- гамма-ритм (от 35 гц и по оценкам разных авторов до 200 гц или даже до 500 гц)

Разбиение ритмических составляющих ЭЭГ на группы достаточно произвольно и не соответствует никаким физиологическим категориям.

Индивидуальный спектр ЭЭГ в состоянии покоя



По оси абсцисс — частота в Гц; по оси ординат — спектральные плотности в логарифмической шкале (по D. ykken et al., 1974). На рисунке хорошо видно, что максимальное значение спектральной мощности приходится на частоту альфа-ритма.

Источники генерации ЭЭГ

Альфа-ритм — доминирующий ритм ЭЭГ покоя у человека . Функции:

- временное сканирования («считывания») информации, тесно связан с механизмами восприятия и памяти.
- отражает реверберацию возбуждений, кодирующих внутримозговую информацию, и создающих оптимальный фон для процесса приема и переработки афферентных сигналов. Его роль состоит в своеобразной функциональной стабилизации состояний мозга и обеспечении готовности реагирования, его определяют как ритм сенсорного покоя нейронных сетей зрительной системы.
- Связан с действием селективирующих механизмов мозга, выполняющих функцию резонансного фильтра и таким образом регулирующих поток сенсорных импульсов.

Бета-ритм - доминирует в состоянии бодрствования, характерна десинхронизация мозговой активности, усиливается в процессе умственной деятельности (значимое при умственной деятельности, включающей элементы новизны, в то время как стереотипные, повторяющиеся умственные операции, сопровождаются ее снижением).

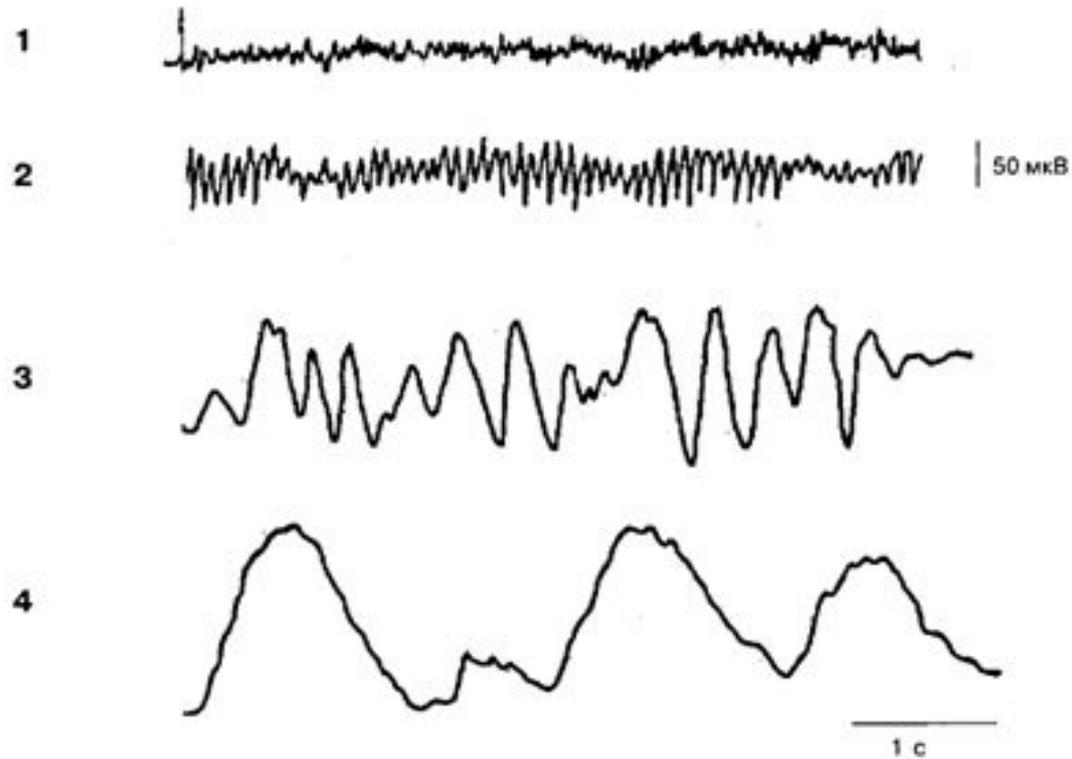
Установлено также, что успешность выполнения вербальных заданий и тестов на зрительно-пространственные отношения оказывается положительно связанной с высокой активностью бета-диапазона ЭЭГ левого полушария.

По некоторым предположениям эта активность связана с отражением деятельности механизмов сканирования структуры стимула, осуществляемую нейронными сетями, продуцирующими высокочастотную активность ЭЭГ .

Дельта-ритм у здорового взрослого человека в покое практически отсутствует, но он доминирует в ЭЭГ на четвертой стадии сна. Может усиливаться при выполнении мыслительных заданий.

Тета-ритм связан с эмоциональным и умственным напряжением (стресс-ритм или ритм напряжения) . (Гусельников, 1976). Усиливается при переживании как положительных, так и отрицательных эмоций. Усиление тета активности положительно соотносится с успешностью решения задач. По своему происхождению тета-ритм связан с кортико-лимбическим взаимодействием. Предполагается, что усиление тета-ритма при эмоциях отражает активацию коры больших полушарий со стороны лимбической системы.

Основные ритмы электроэнцефалограммы



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

Альфа-ритм

- Наиболее часто встречающийся ритм, который состоит из волн правильной, почти синусоидальной формы, с частотой от 8 до 13 Гц у разных лиц и с амплитудой 50–100 мкВ.
- Наблюдается он в состоянии спокойного бодрствования, медитации и длительной монотонной деятельности. В первую очередь появляется в затылочных областях, где он наиболее выражен, и может периодически распространяться на другие области мозга.
- Если испытуемого отвлечь каким-либо раздражителем, то этот ритм десинхронизируется, т. е. заменяется низкоамплитудной высокочастотной ЭЭГ (реакция активации, пробуждения или десинхронизации).

Бета-ритм

– колебания в диапазоне от 14 до 30 Гц с амплитудой 5–30 мкВ.

Наиболее выражен в лобных областях, но при различных видах интенсивной деятельности резко усиливается и распространяется на другие области мозга

Гамма-ритм

- колебания потенциалов в диапазоне выше 30 Гц.

Амплитуда этих колебаний не превышает 15 мкВ и обратно пропорциональна частоте. Наблюдается при решении задач, требующих максимального сосредоточения внимания.

Тета-ритм

имеет частоту 4–8 Гц и амплитуду от 20 до 100 мкВ (и даже более).

Наиболее выражен в гиппокампе.

Связан с поисковым поведением, усиливается при эмоциональном напряжении

Дельта-ритм

состоит из высокоамплитудных (сотни микровольт) волн частотой 1–4 Гц.

Возникает при естественном и наркотическом сне, а также наблюдается при регистрации ЭЭГ от участков коры, граничащих с областью, пораженной опухолью.

Анализ ЭЭГ

- **Клинический (визуальный) метод**

используется в диагностических целях: соответствует ли ЭЭГ общепринятым стандартам нормы, если нет, то какова степень отклонения от нормы, обнаруживаются ли у пациента признаки очагового поражения мозга и какова локализация очага поражения.

строго индивидуален и носит преимущественно качественный характер, зависит от опыта электрофизиолога, его умения «читать» электроэнцефалограмму, выделяя в ней скрытые и нередко очень вариативные патологические признаки.

- **Статический метод** основан на преобразовании Фурье, при котором самые сложные по форме колебания ЭЭГ можно свести к ряду синусоидальных волн с разными амплитудами и частотами. На этой основе выделяются новые показатели, расширяющие содержательную интерпретацию ритмической организации биоэлектрических процессов.

Когерентность

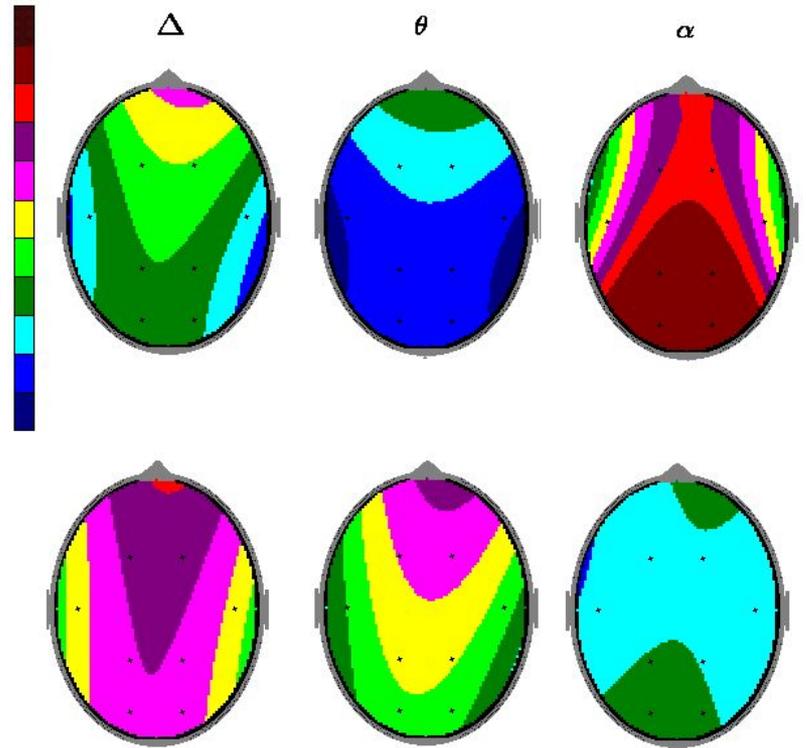
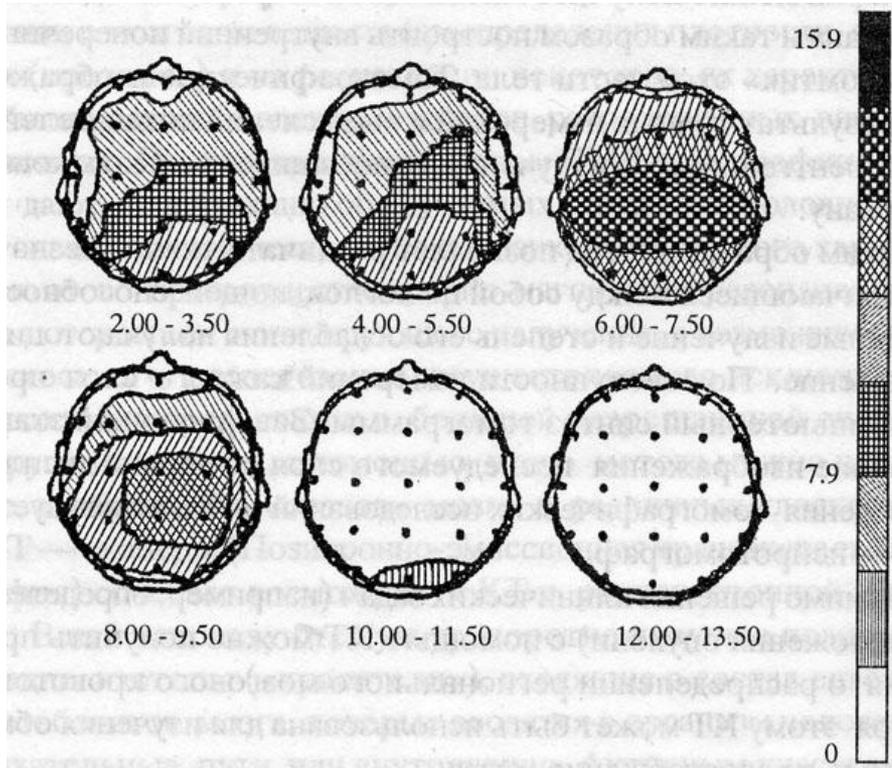
- характеризует меру синхронности частотных диапазонов ЭЭГ в двух различных отведениях.
- изменяется от +1 (полностью совпадающие формы волны) до 0 (абсолютно различные формы волн).
- оценка проводится в каждой точке непрерывного частотного спектра или как средняя в пределах частотных поддиапазонов.
- При помощи вычисления когерентности можно определить характер внутри- и межполушарных отношений показателей ЭЭГ в покое и при разных видах деятельности.
- В частности, с помощью этого метода можно установить ведущее полушарие для конкретной деятельности испытуемого, наличие устойчивой межполушарной асимметрии и др.
- Благодаря этому спектрально-корреляционный метод оценки спектральной мощности (плотности) ритмических составляющих ЭЭГ и их когерентности является в настоящее время одним из наиболее распространенных.

Основные группы компонентов звукового усредненного ВП

- По латентному периоду компоненты делятся на три группы: потенциалы ствола мозга (с латенцией до 10—12 мс), средне-латентные (до 50 мс) и длиннолатентные (более 100 мс) потенциалы.

Топографическое картирование электрической активности мозга

- удобная форма представления на экране дисплея статистического анализа ЭЭГ и ВП (возможна стала с появлением быстрых компьютеров)
- позволяет очень тонко и дифференцированно анализировать изменения функциональных состояний мозга на локальном уровне в соответствии с видами выполняемой испытуемым психической деятельности.

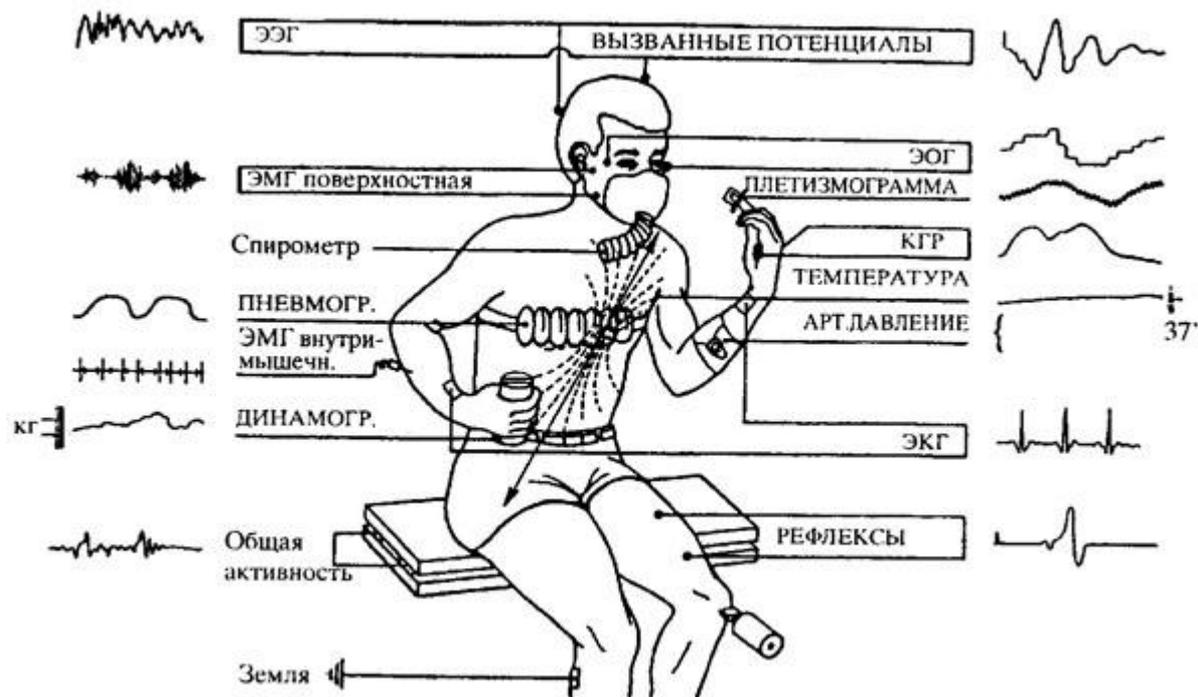


Стадии

- **Регистрация данных.** От 16 до 128 и больше, что улучшает пространственное разрешение при регистрации электрических полей мозга.
- **Анализ данных:**
 - временной - вариант отражения данных ЭЭГ и ВП на графике, время откладывается по горизонтальной оси, а амплитуда — по вертикальной.
 - частотный группировка данных по частотным диапазонам: дельта, тета, альфа, бета.
 - Пространственный - использование различных статистических методов обработки при сопоставлении ЭЭГ из разных отведений. Наиболее часто применяемый способ — это вычисление когерентности.
- **Способы представления данных .** Топографические карты - контур черепа, на котором изображен какой-либо закодированный цветом параметр ЭЭГ в определенный момент времени, причем разные градации этого параметра (степень выраженности) представлены разными цветовыми оттенками. Поскольку параметры ЭЭГ постоянно меняются по ходу обследования, соответственно этому изменяется цветовая композиция на экране, позволяя визуально отслеживать динамику ЭЭГ процессов.

Магнитоэнцефалография

- Регистрация магнитных полей неконтактным способом,
- Результат - магнитоэнцефалограмма (МЭГ).
- МЭГ представлена
 - в виде профилей магнитных полей на поверхности черепа
 - в виде кривой линии, отражающей частоту и амплитуду изменения магнитного поля в определенной точке скальпа.
- МЭГ дополняет информацию об активности мозга, получаемую с помощью электроэнцефалографии.



Полиграф - прибор, одновременно регистрирующий комплекс физиологических показателей (КГР, ЭЭГ, плетизмограмму и др.) с целью выявить динамику эмоционального напряжения

Принцип психофизиологического исследования (Е.Н. Соколов)

- *Человек— нейрон— модель* (решает проблему переноса результатов исследований, выполненных на животных на человека)
- Психофизиологическое исследование начинается с изучения поведенческих (психофизических) реакций человека.
- Затем оно переходит к изучению механизмов поведения с помощью микроэлектродной регистрации нейронной активности в опытах на животных, а у человека — с использованием ЭЭГ и вызванных потенциалов.
- Интеграция данных психофизического и психофизиологического исследований осуществляется построением модели из нейроподобных элементов. При этом вся модель как целое должна воспроизводить исследуемую функцию на уровне макрореакций, а отдельные нейроподобные элементы должны обладать характеристиками реальных нейронов, участвующих в выполнении изучаемой функции. Модель выступает в качестве рабочей гипотезы. Выводы, которые вытекают из модели, проверяются в новых исследованиях на психофизическом и психофизиологическом уровнях. При условии, что результаты опытов не совпадают с моделью, она изменяется. Таким образом, в модели накапливается все более полная информация об объекте исследования.