

Предмет физиологии ЦНС

- Физиология ЦНС – это наука о функциях центральной нервной системы.
- Физиология ЦНС изучает работу нервной системы на всех ее уровнях структурно-функциональной организации, начиная с субклеточного уровня и заканчивая организменным уровнем.

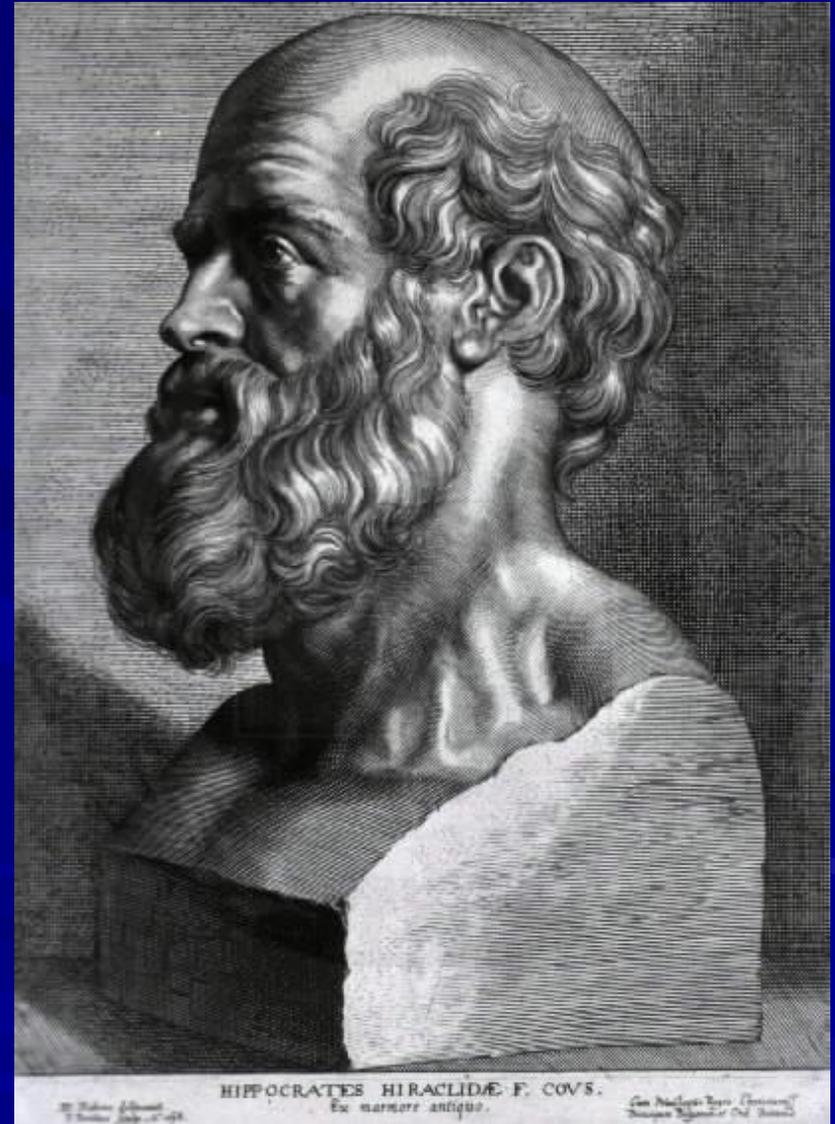
История физиологии ЦНС

- В истории развития знаний о мозге можно выделить доэкспериментальный и экспериментальный период.
- Доэкспериментальный период начинается в Древней Греции.
- Экспериментальный период начинается в XIX столетии.

История физиологии ЦНС

Древняя Греция

- Древнегреческий ученый *Гиппократ* (460-379 до н.э.) первым предположил, что мозг является органом восприятия и души человека.
- *Аристотель* (384-322 до н.э.) считал, что мозг является органом для охлаждения крови, а местом души является сердце.



История физиологии ЦНС

Древний Рим

- Ученый и врач *Гален* (130-200 до н.э.) предположил, что
 1. большие полушария отвечают за восприятие, а мозжечок отвечает за движения;
 2. мозг управляет движениями и ощущениями благодаря 4 видам жидкости, которые циркулируют в желудочках мозга и попадают в полые нервы, идущие к мышцам и органам чувств.



История физиологии ЦНС

Эпоха Возрождения

- Французский философ и ученый *Рене Декарт* (1596-1650) считал, что
 1. мозг управляет движениями с помощью рефлексов,
 2. душа человека находится вне мозга и взаимодействует с мозгом через эпифиз.



История физиологии ЦНС

- **Знания о мозге до периода экспериментального исследования**

Основные идеи относительно функций нервной системы:

1. травмы мозга могут приводить к нарушениям ощущений, движений, мышления и вызывать смерть;
2. мозг взаимодействует с телом через нервы;
3. мозг имеет различные части, каждая из которых имеет предположительно различные функции;
4. мозг работает как машина и следует законам природы.

История физиологии ЦНС

- **Экспериментальное исследование мозга в XIX столетии**
- В девятнадцатом столетии впервые стали применять различные экспериментальные методы изучения мозга:
 1. **Клинический метод** (у человека)
 2. **Метод разрушения** различных участков мозга (у животных)
 3. **Метод электрической стимуляции** различных участков мозга (у животных)

История физиологии ЦНС

- **Экспериментальное исследование мозга в XIX столетии**
- В девятнадцатом столетии были сделаны три базовых открытия в понимании работы мозга
 1. Нервы – это волокна, по которым распространяются электрические сигналы
 2. Специфические функции локализуются в разных участках мозга
 3. Нейрон – основная функциональная единица мозга

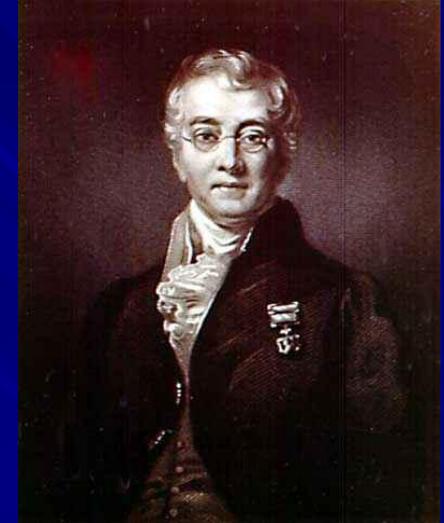
История физиологии ЦНС

1. Нервы – это волокна, по которым распространяются электрические сигналы

- Итальянский ученый *Луиджи Гальвани* и немецкий биолог *Эмиль Дюбуа-Реймон* показали, что при воздействии на нервы электрическим током происходит сокращение мышцы, к которой подходит нерв.
- Было сделано заключение, что нервы - это проводящие пути, по которым распространяются электрические сигналы в мозг и из мозга.

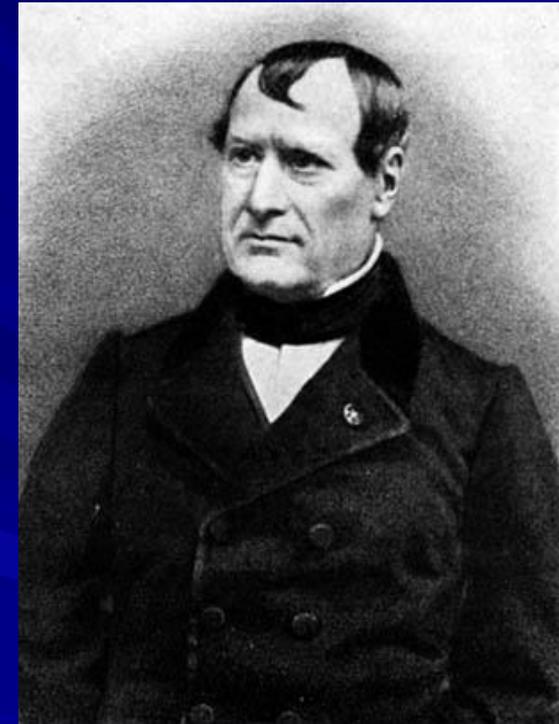
История физиологии ЦНС

- *Белл* (шотландский врач) и *Мажанди* (французский физиолог) показали, что
 1. внутри нервов существуют чувствительные и двигательные волокна, по которым сигналы распространяются только в одну сторону;
 2. по чувствительным волокнам сигнал распространяется от органов чувств в ЦНС, а по двигательным – из ЦНС к мышцам.
 3. чувствительные и двигательные волокна разделяются на уровне корешков спинного мозга (чувствительные волокна идут в дорсальные корешки, двигательные волокна идут в вентральные корешки).



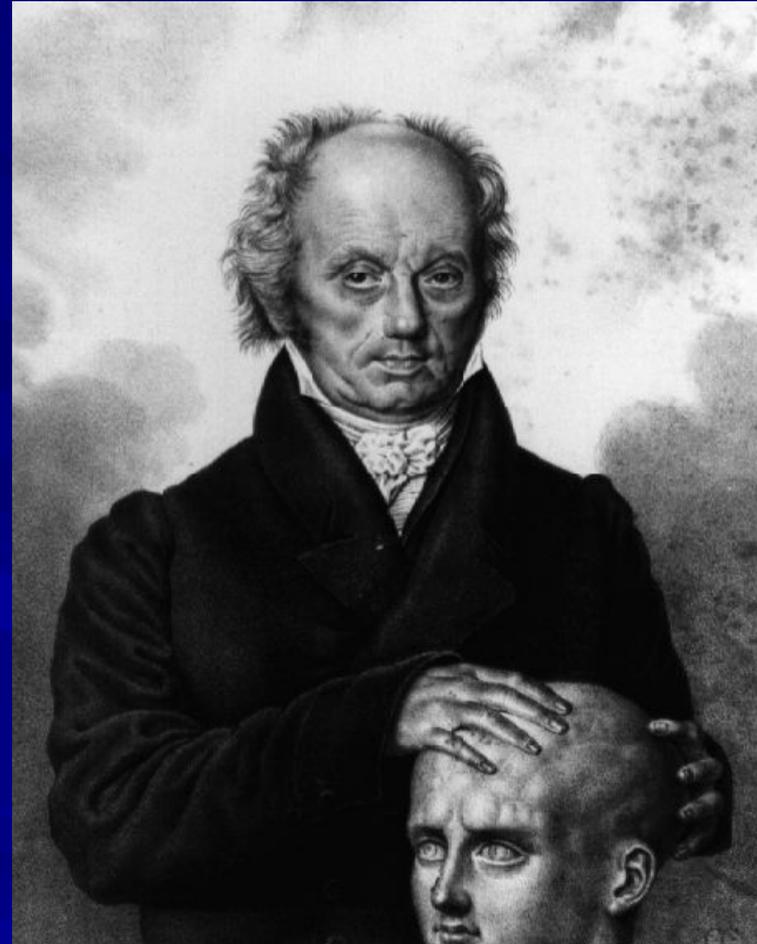
История физиологии ЦНС

- **2. Специфические функции локализуются в разных участках мозга**
- Французский физиолог **Флуранс** использовал **метод разрушения (экстирпации) различных участков** мозга у животных для выяснения их функций.
- **Флуранс** показал, что при разрушении мозжечка нарушается координация движений, а при разрушении различных участков больших полушарий нарушаются ощущения и восприятие.



История физиологии ЦНС

- Австрийский ученый **Франц Галль** предположил, что разные участки коры больших полушарий отвечают за разные психические функции, способности и личностные черты человека.
- **Франц Галль** создал учение **«френологию»**, которое связывало личностные черты человека с особенностью строения черепа.
- Он предположил
 1. что структура черепа соответствует структуре головного мозга, в частности, коры больших полушарий;
 2. если у человека развита какая-то способность, то на соответствующем участке черепа находится выпуклость (шишка).



AMERICAN PHRENOLOGICAL JOURNAL

KNOW THYSELF.



HOME TRUTHS FOR HOME CONSUMPTION.

1848.

VOL. X. MARCH. NO. 3.

O. S. FOWLER, EDITOR.

PHRENOLOGY, PHYSIOLOGY, PHYSIOGNOMY, MAGNETISM.

NEW YORK

FOWLERS & WELLS.

PHRENOLOGICAL OFFICE, 21 NASSAU-STREET.

Terms \$1 a Year, invariably in advance. Ten Cts. a Number.

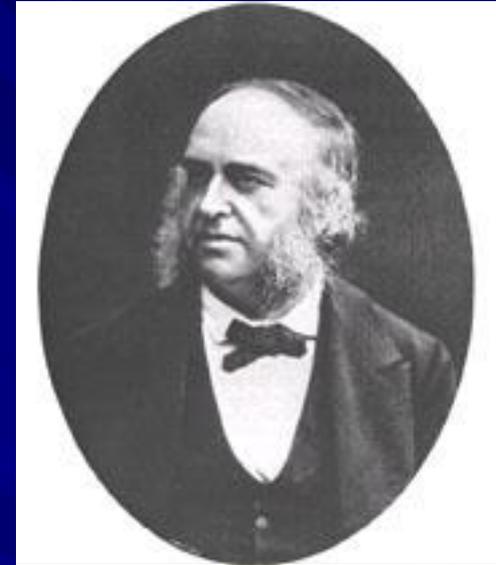
История физиологии ЦНС

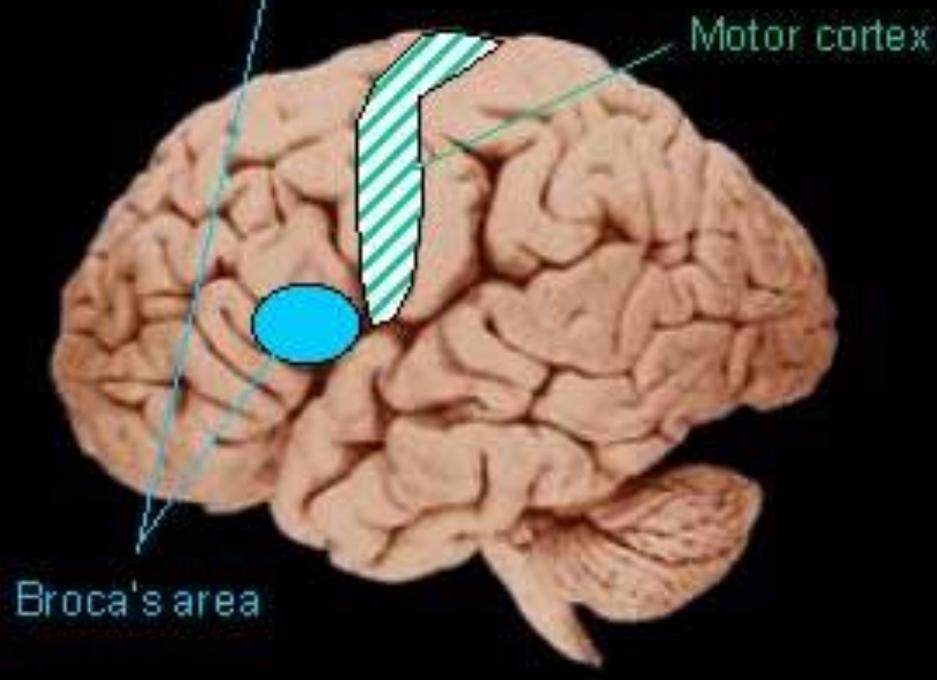
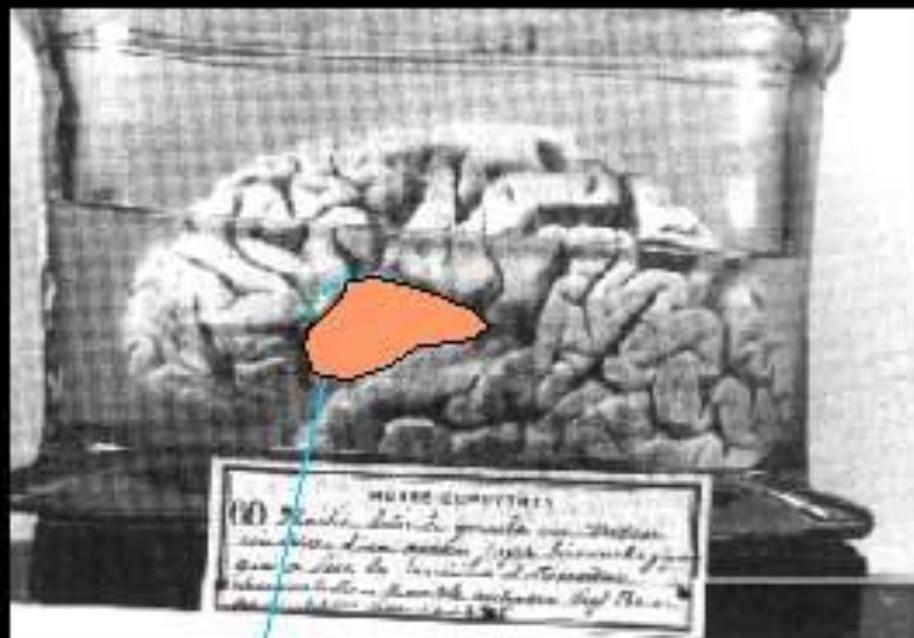
- Конкретная локализация функций по Галлю не подтвердилась, но предположение о том, что мозг состоит из отделов, которые связаны с разными психическими функциями, получило фактическое экспериментальное подтверждение с помощью
 1. *Клинических данных*
 2. *Данных по электрической стимуляции мозга*
 3. *Данных по разрушению различных участков мозга*

История физиологии ЦНС

Клинические данные

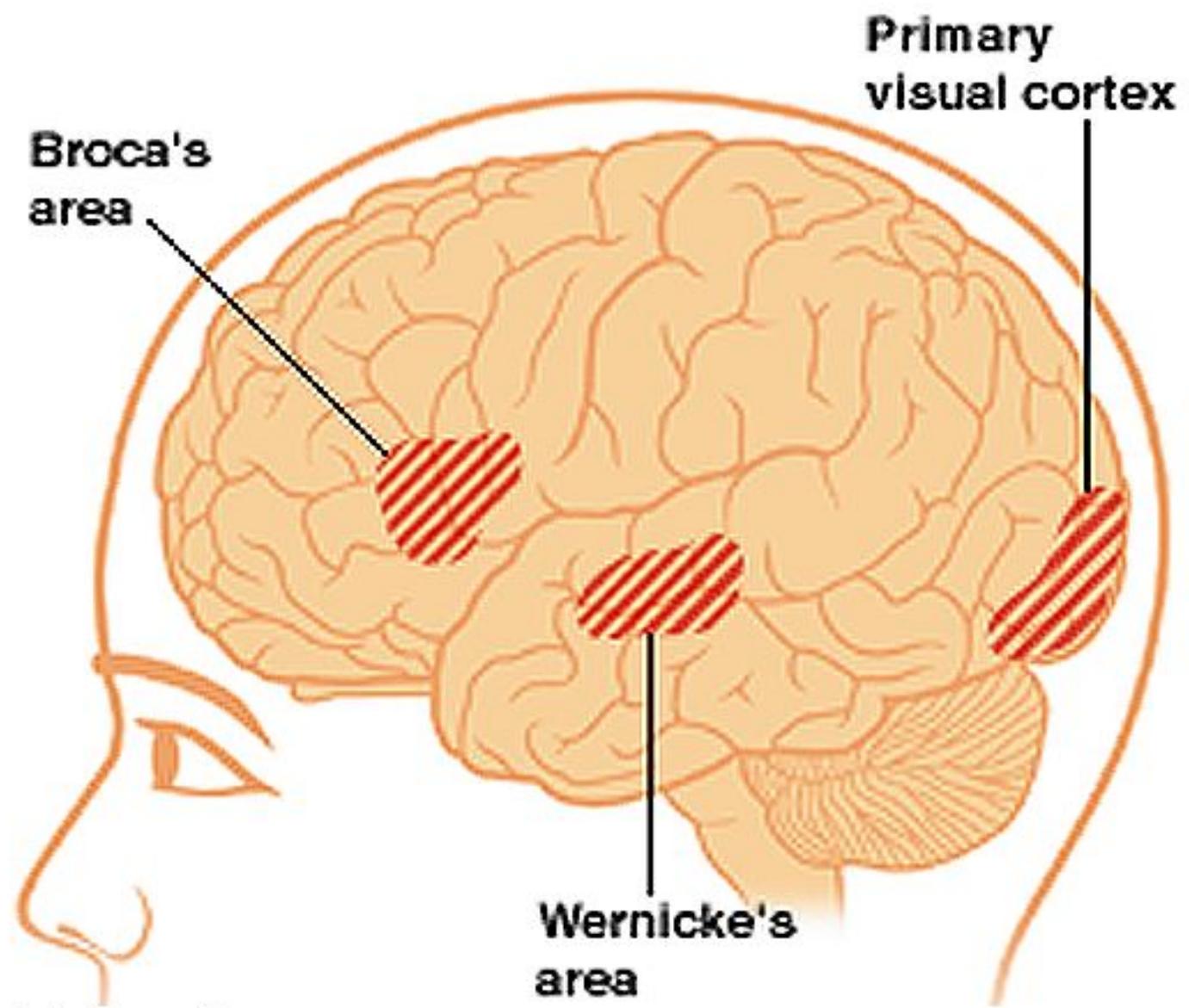
- Французский анатом **Поля Брока** в 1861 году описал больного, который не мог говорить, но понимал обращенную к нему речь.
- Постмортальное исследование мозга больного показало, что у него была разрушена часть лобной коры в левом полушарии мозга, которая была названа в дальнейшем **зоной Брока**.
- Брока предположил, что этот участок мозга отвечает за двигательную речь (**экспрессивную речь**).





История физиологии ЦНС

- В 1874 году немецкий психиатр **Вернике** описал больного, который мог говорить, но не понимал обращенную к нему речь.
- Постмортальное исследование мозга больного показало, что у него была разрушена височная область в левом полушарии мозга, которая была названа в дальнейшем **зоной Вернике**.
- Вернике предположил, что этот участок мозга отвечает за понимание речи (**импрессивную речь**).



Broca's
area

Primary
visual cortex

Wernicke's
area

История физиологии ЦНС

Данные по электрической стимуляции мозга

- **Немецкие физиологи Густав Фритц и Эдуард Хитциг** показали, что слабая электрическая стимуляция некоторых участков коры вызывает различные дискретные движения.



История физиологии ЦНС

Данные по удалению различных участков мозга

- Шотландский невролог **Давид Ферьер** показал, что удаление определенных участков коры больших полушарий у обезьяны приводит к параличу определенных групп мышц.
- немецкий физиолог **Герман Мунк** показал, что удаление затылочной области у обезьяны приводит к слепоте.

История физиологии ЦНС

- Полученные экспериментальные данные привели к появлению учения **«узкий локализационизм»**.
- Основные положения узкого локализационизма:
 1. Психическая функция целиком соотносится с определенными морфологическими структурами головного мозга.
 2. Мозг – это совокупность «центров», каждый из которых «заведует» определенной психической функцией.

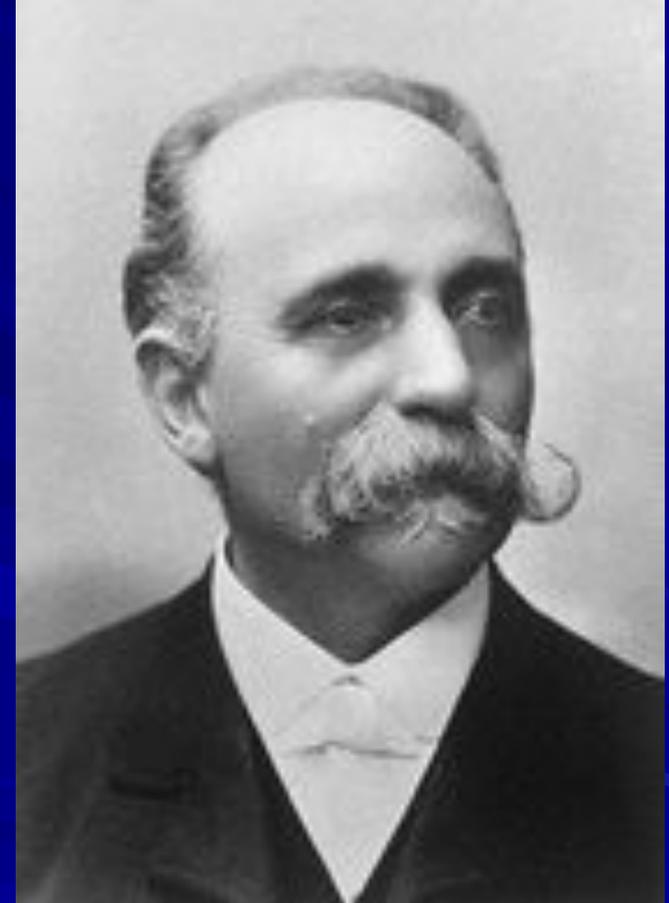
История физиологии ЦНС

3. Нейрон – основная функциональная единица мозга

- Прогресс в изучении мозга был связан с анализом микростроения мозга. Для этого использовался **метод изучения окрашенных участков нервной ткани под микроскопом**.
- Английский анатом **Аугуст фон Валлер** разработал химический метод, позволивший выделять пучки отмирающих нервных волокон.
- Окрашивание по этому методу показало, что длинные волокна, образующие периферические нервы, - это отростки клеток, находящихся внутри головного и спинного мозга.

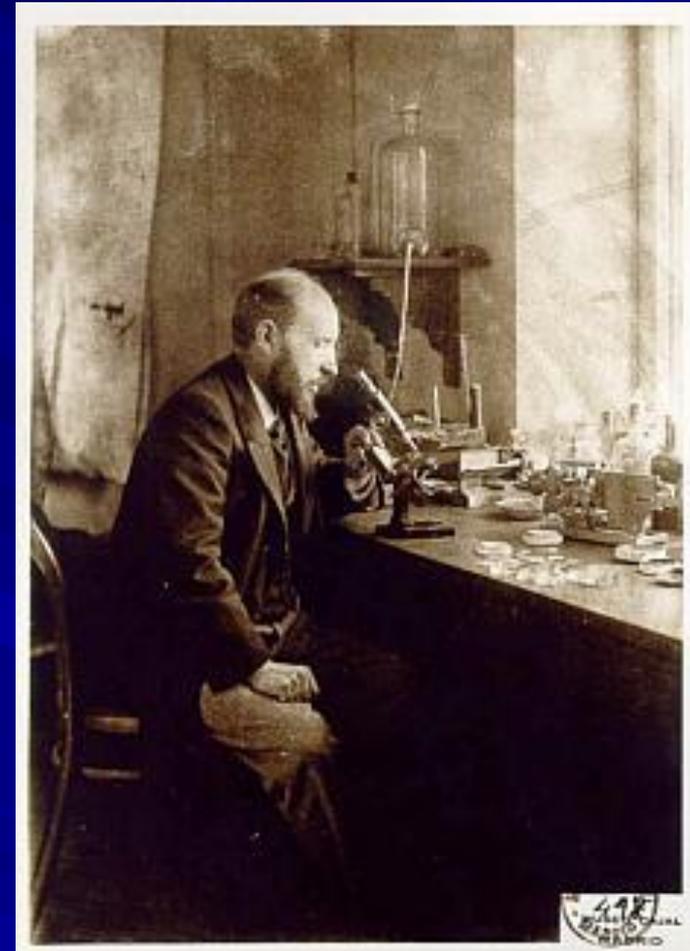
История физиологии ЦНС

- Применение улучшенных методов окраски итальянцем **Эмилио Гольджи** и испанцем **Сантьяго Рамон-и-Кахалом** показало, что в структурах мозга можно выделить клетки двух основных типов - **нервные клетки** и **нейроглию**.
- **Эмилио Гольджи** считал, что нейроны связаны между собой в единый **синцитий** (между нейронами нет границ). Нейроны образуют единую сеть (также как кровеносные сосуды соединены в единую кровеносную систему).



История физиологии ЦНС

- **Сантьяго Рамон-и-Кахал** считал, что нейроны имеют границы и контактируют друг с другом. Он создал **нейронную доктрину**, которая подтвердилась дальнейшими исследованиями, в частности, проведенными с помощью электронного микроскопа.
- Основная идея нейронной доктрины - мозг состоит из отдельных клеток, соединенных между собой отростками.



Современная физиология ЦНС (нейронаука)

- **Нейронаука** является одной из наиболее развивающихся направлений современной науки.
- На современном этапе работа мозга изучается на пяти уровнях:
 1. Молекулярный
 2. Клеточный
 3. Системный
 4. Поведенческий
 5. Когнитивный

Современная физиология ЦНС (нейронаука)

Молекулярный уровень

- На молекулярном уровне изучаются разнообразные химические вещества, которые играют важную роль в работе мозга:
 1. **медиаторы**, с помощью которых сигналы передаются с одного нейрона на другой;
 2. **ионы**, которые обеспечивают процессы возбуждения и торможения нервных клеток, а также проведение возбуждения по нервному волокну.

Современная физиология ЦНС (нейронаука)

Клеточный уровень

- На клеточном уровне изучаются следующие вопросы:
 1. Какие функции выполняют различные нейроны?
 2. Как нейроны влияют на другие нейроны?
 3. Как нейроны соединяются и образуют нейронные сети во время развития мозга.
 4. Как нейроны обрабатывают информацию?

Современная физиология ЦНС (нейронаука)

Системный уровень

- На этом уровне изучаются сложные **нейронные сети**, которые обеспечивают
 1. восприятие и хранение сенсорной информации,
 2. организацию двигательной активности,
 3. регуляцию деятельности организма, его отдельных органов и систем.

Современная физиология ЦНС (нейронаука)

Поведенческий уровень

- На поведенческом уровне изучается вопрос, каким образом нейронные системы обеспечивают различные формы поведенческой активности, например:
 1. Каким образом нервная система организует и контролирует сон и бодрствование?
 2. Как влияют различные наркотические вещества на мозг и поведение человека?
 3. Какие различия существуют в работе мозга у мужчин и женщин?
 4. Каким образом нейронные системы обеспечивают различные формы памяти?

Современная физиология ЦНС (нейронаука)

Когнитивный уровень

- На когнитивном уровне изучается вопрос, каким образом нервная система обеспечивает высшие психические функции человека –
- самосознание,
- речь
- мышление.

Разделы физиологии ЦНС

Неврология

- Изучает нарушения в работе нервной системы.

Возрастная нейробиология

- Изучает развитие и созревание мозга и нервной системы.

Молекулярная нейробиология и нейрохимия

- Изучает структуру и функцию различных химических веществ, которые обеспечивают работу нервной системы.

Нейроэтология

- Изучает нейральные основы инстинктов

Разделы физиологии ЦНС

Нейрофармакология

- Изучает влияние различных химических веществ (лекарств, наркотиков и т.д.) на работу нервной системы.

Нейрофизиология

- Изучает электрическую активность нервной системы.

Психофизиология и психобиология

- Изучает биологические и физиологические основы поведения и психики.

Вычислительная нейронаука

- Моделирует работу нервных систем и мозга с помощью компьютеров и программ.

Заболевания нервной системы

| | |
|----------------------|--|
| Болезнь Альцгеймера | Прогрессирующая дегенерация мозга, сопровождающаяся слабоумием и всегда приводящая к летальному исходу |
| Церебральный паралич | Расстройство движений, связанное с родовой травмой головной мозга |
| Депрессия | Серьезное нарушение настроения, проявляющееся в бессоннице, потере аппетита и ощущении упадка сил |
| Эпилепсия | Состояние, характеризующееся периодическим нарушением электрической активности мозга, которое приводит к припадку и потере сознания |
| Рассеянный склероз | Прогрессирующее заболевание, которое связано с нарушением проводимости нервов, характеризующееся слабостью, потерей координации и расстройством речи |

Заболевания нервной системы

| | |
|--------------------|---|
| Синдром Паркинсона | Прогрессирующее заболевание мозга, которое приводит к трудностям в совершении произвольных движений |
| Шизофрения | Серьезное психотическое заболевание, характеризующееся манией, галлюцинациями и эксцентричным поведением |
| Спинальный паралич | Потеря чувствительности и двигательной активности, связанное с травмой спинного мозга |
| Инсульт | Расстройство мозговых функций, связанное с нарушением кровоснабжения мозга, обычно приводящее к долговременному сенсорному, моторному или когнитивному дефициту |

Заболевания нервной системы

- Предупреждение и лечение заболеваний нервной системы требует понимание нормальной работы мозга, и это понимание является основной целью нейронаук, включая физиологию ЦНС.
- Исследования мозга помогли разработать эффективные методы лечения **синдрома Паркинсона, депрессии и шизофрении**.
- Исследуются новые стратегии предотвращения гибели нейронов у людей с болезнью **Альцгеймера и инсультом**.
- Большой прогресс сделан в понимании того, как наркотики и алкоголь влияет на мозг и как эти воздействия ведут к **аддиктивному поведению** (зависимости).

Методы изучения функционирования ЦНС

| Методы регистрации активности мозга | Методы воздействия на мозг |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Электроэнцефалография2. Метод вызванных потенциалов3. Топографическое картирование электрической активности мозга4. Магнитоэнцефалография5. Компьютерная томография6. Регистрация импульсной активности нейронов с помощью электродов | <ol style="list-style-type: none">1. Электрическая стимуляция мозга2. Метод разрушения (экстирпации) участков мозга |

Методы изучения функционирования ЦНС

- **Электроэнцефалография (ЭЭГ)**
- ЭЭГ – это метод регистрации, анализа и интерпретации суммарной биоэлектрической активности мозга, отводимой от скальпа человека.
- Открыл австрийский психиатр **Бергер** в 1929 году.
- Бергер показал, что с поверхности черепа с помощью электрических электродов можно регистрировать «мозговые волны».
- Раньше обычно использовали от 8 до 16 каналов регистрации ЭЭГ от различных участков поверхности черепа одновременно. Сейчас используются **высокоплотная ЭЭГ** с использованием 256 каналов.



Методы изучения функционирования ЦНС

- Регистрируют две характеристики электрических потенциалов мозга:
 1. Частота волны.
 2. Амплитуда колебаний.
- По частоте ЭЭГ различают следующие типы ритмических составляющих:
 1. Дельта-ритм (0,5-4 Гц),
 2. Тэта-ритм (5-7 Гц),
 3. Альфа-ритм (8-13 Гц),
 4. Бета-ритм (15-35 Гц),
 5. Гамма-ритм (выше 35 Гц).

Методы изучения функционирования ЦНС

- **Амплитуда** – величина колебаний волны.
- Амплитуда и частота колебаний связаны друг с другом обратной связью – чем больше амплитуда, тем меньше частота колебаний и наоборот.
- В клинике с помощью анализа ЭЭГ можно обнаружить очаговые поражения мозга, которые встречаются при эпилепсии.
- В научных исследованиях с помощью метода ЭЭГ можно определить ведущее полушарие для конкретной деятельности испытуемого, наличие устойчивой межполушарной асимметрии и т.д.

Методы изучения функционирования ЦНС

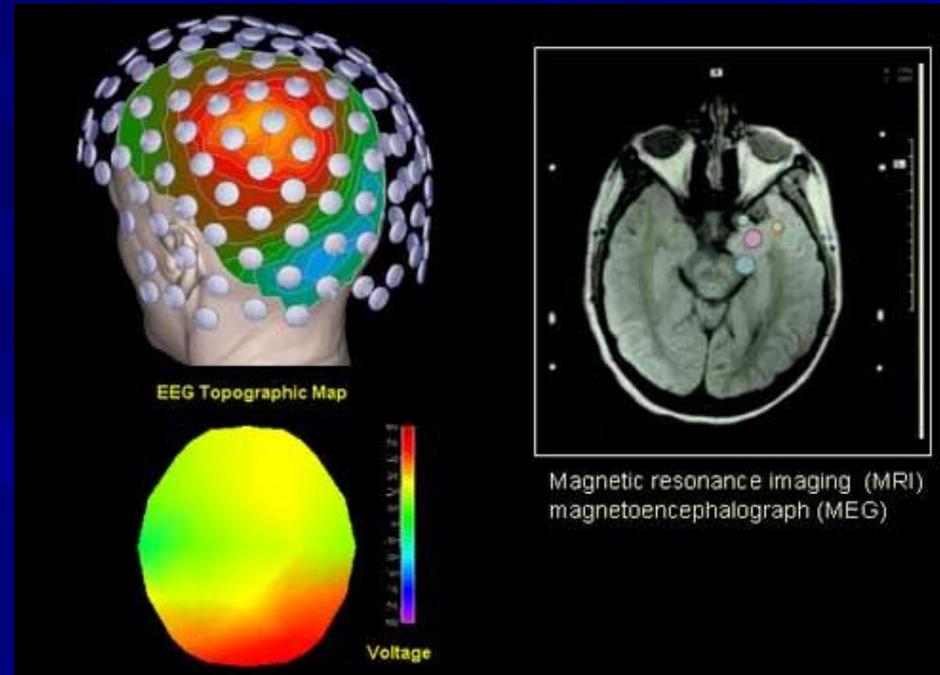
Метод вызванных потенциалов

- **Вызванные потенциалы (ВП)** – биоэлектрические колебания, возникающие в нервных структурах в ответ на внешнее раздражение и находящееся в строго определенной временной связи с началом его действия.
- Используется для изучения
- 1. сенсорных функций человека в норме и при патологии.
- 2 . более сложных психических процессов (внимание, мышление, принятие решения).

Методы изучения функционирования ЦНС

Топографическое картирование электрической активности мозга (ТКЭАМ)

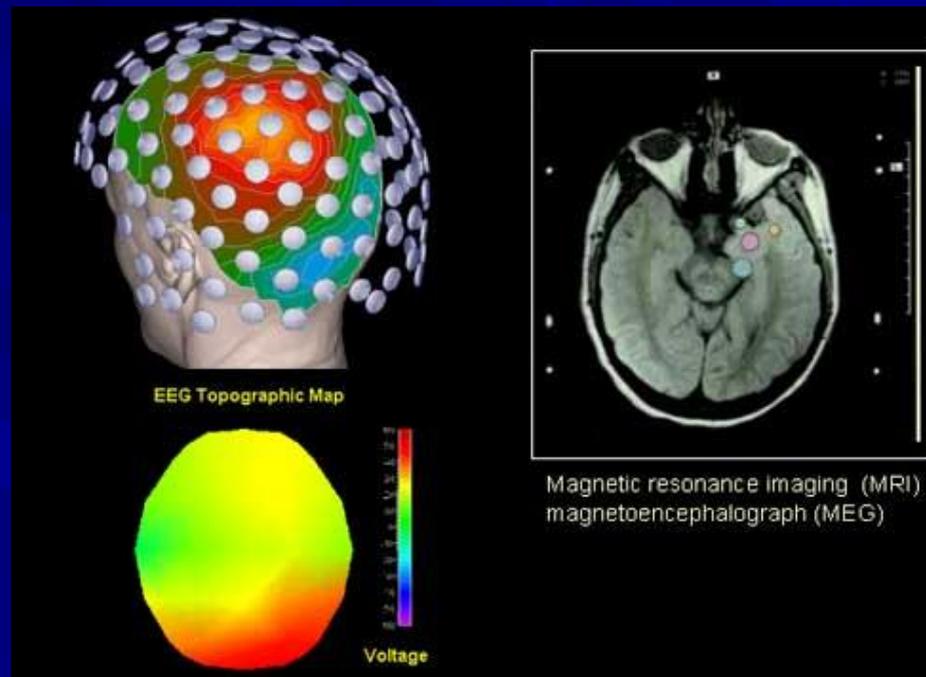
- ТКЭАМ – это совместный анализ ЭЭГ и ВП с помощью компьютерной программы, который позволяет очень тонко и дифференцированно анализировать изменения функциональных состояний мозга на локальном уровне в соответствии с видами выполняемой испытуемым психической деятельности.



Методы изучения функционирования ЦНС

Особенности ТКЭАМ:

- 1. Используется большое количество электродов (от 128 и больше).
- 2. Низкое пространственное разрешение.
- **Топографические карты** – это контур черепа человека, на котором изображены разными цветами разнообразные параметры ЭЭГ в определенный момент времени.
- Анализ изменения цветовой композиции на экране позволяет визуально отслеживать динамику ЭЭГ-процессов.



Методы изучения функционирования ЦНС

Магнитоэнцефалография (МЭГ)

- МЭГ – регистрация параметров магнитного поля, обусловленных биоэлектрической активностью головного мозга.
- Используется специальная камера, изолирующая магнитные поля мозга от более сильных внешних полей.
- **Преимущество** – МЭГ позволяет более точно определять место активности в головном мозге.

Методы изучения функционирования ЦНС

Компьютерная томография (КТ)

- КТ – метод, позволяющий получить точные и детальные изображения малейших изменений плотности мозгового вещества.
- Для исследования функционирования мозга используется один из вариантов КТ – **функциональный магнитный резонанс (ФМР)**.
- С помощью **ФМР** можно получить представления о распределении регионального мозгового кровотока. Это позволяет делать выводы об изменении активности мозга при разных видах психической деятельности.

Методы изучения функционирования ЦНС

Регистрация импульсной активности нейронов

- Это метод позволяет регистрировать активность одиночных нейронов с помощью **микроэлектродов**, которые вводятся в разные отделы головного мозга.
- Активность нейронов регистрируют у животных в эксперименте, у человека в клинических условиях.
- В клинике пациентам с лечебными целями в мозг вводят специальные микроэлектроды, с помощью которых можно воздействовать слабым электрическим током на различные структуры головного мозга. Но эти электроды способны также регистрировать электрическую активность нейронов.

Методы изучения функционирования ЦНС

Электрическая стимуляция мозга

- **Прямая стимуляция** различных участков головного мозга с помощью вживленных электродов.
- Этот метод позволяет установить связь между раздражаемым отделом мозга и вызванной реакцией у человека или животных (*исследования Пенфилда*).
- **Непрямая стимуляция** мозга с помощью электродов, размещающихся на поверхности черепа.
- Этот метод позволяет влиять на протекание электрических процессов в мозге.

Методы изучения функционирования ЦНС

Разрушение участков мозга

- Повреждение или удаление части головного мозга для установления ее функции в обеспечении поведения.
- Применяется только в экспериментах на животных.
- Анализ поведения пациентов, у которых в результате травмы или операции пострадала определенная часть головного мозга.

Методы изучения функционирования ЦНС

- Разрушающее воздействие осуществляется следующими путями:
 1. перерезка отдельных путей или полное отделение структур (например, разделение полушарий путем рассечения мозолистого тела);
 2. разрушение структур при пропускании электрического тока через введенные в соответствующие участки мозга электроды;
 3. хирургическое удаление мозговой ткани скальпелем;
 4. химическое разрушение с помощью специальных препаратов, разрушающих нейроны;
 5. **обратимое функциональное разрушение**, которое достигается за счет охлаждения, местной анестезии и других приемов.