

Джаббарова Гулчехра
Мухамед-Каримовна

ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ



612.400
Джс
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И
ИННОВАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА имени МИРЗО
УЛУГБЕКА

*Джаббарова Гулчехра
Мухамед-Каримовна*

ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

612.8(085.8)

ТАШКЕНТ – 2024

УДК 616.8(075.8)
ББК 56.1я73 Д 40

В учебном пособии представлены сведения об морфофизиологической структуре отделов центральной нервной системы и высшей нервной деятельности, приведены принципы изображения и обозначения анатомических структур, классификация нервной системы соответственно развитию, строению и функции на центральную и периферическую, на соматическую и автономную (вегетативную), рассматривается вопрос онтогенеза и филогенеза ЦНС, рассматриваются физиологические механизмы психической деятельности головного мозга, раскрываются некоторые методы изучения микро- и макроструктуры в нейроморфологии. Также приведён перечень семинарских занятий, заданий для самостоятельной работы студентов и тестовые задания для закрепления материала.

Цель данного учебного пособия заключается, во-первых, в обеспечении студентов биологических и не биологических специальностей руководством применительно к утверждённой учебной программе, во-вторых, предоставление им максимальной самостоятельности в выполнении дополнительных работ в непосредственном освоении методов естественнонаучных доказательств.

Учебное пособие предназначено для студентов биологических и небιологических направлений

Рецензенты: д.б.н., проф. кафедры Физиологии человека и животных Кучкарова Л.С.
доц. кафедры Физиологии и патологии УзГУФСК
к.б.н. Сейдалиева Л.Д.

Ответственный редактор: к.б.н., доц. кафедры Физиологии человека и животных Маматова З.А.

Утверждено на заседании Ученого совета Национально Университета им. М. Улугбека от 28.12.2023 г. протокол №4

ISBN 978-9910-9108-8-3

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1. Введение	7
Основные функции нервной системы	8
Глава 2. Физиология нервной системы	9
Исторический очерк о развитии высшей нервной деятельности и центральной нервной системы	9
Методы изучения микро- и макроструктуры в нейроморфологии	13
<i>Тестовые задания</i>	18
<i>Контрольные вопросы</i>	19
<i>Задания для самоконтроля</i>	19
<i>Глоссарий</i>	19
Морфо-функциональная характеристика нервной системы	20
Основные свойства нервной системы	36
Общий план строения нервной системы	40
<i>Тестовые задания</i>	41
<i>Контрольные вопросы</i>	42
<i>Задания для самоконтроля</i>	42
<i>Глоссарий</i>	42
Эволюция нервной системы	44
<i>Тестовые задания</i>	57
<i>Контрольные вопросы</i>	58
<i>Задания для самоконтроля</i>	58
<i>Глоссарий</i>	58
Семинарское занятие №1	59
Семинарское занятие №2	61
Семинарское занятие №3	64
Семинарское занятие №4	56
Семинарское занятие №5	66
Глава 3. Рефлекторная деятельность нервной системы	69
Понятие о рефлексе	69
Нервный центр. Свойства нервного центра	71
Семинарское занятие №6	81
Глава 4. Центральная нервная система	87
Общий обзор спинного мозга	87
<i>Тестовые задания</i>	91
<i>Контрольные вопросы</i>	91
<i>Задания для самоконтроля</i>	91
<i>Глоссарий</i>	92
Семинарское занятие №7	93
Общий обзор головного мозга	97

<i>Тестовые задания</i>	128
<i>Контрольные вопросы</i>	129
<i>Задания для самоконтроля</i>	129
<i>Глоссарий</i>	129
<i>Семинарское занятие №8</i>	133
Глава 5. Вегетативная нервная система	170
<i>Семинарское занятие №9</i>	183
<i>Тестовые задания</i>	190
<i>Контрольные вопросы</i>	191
<i>Задания для самоконтроля</i>	191
<i>Глоссарий</i>	191
Глава 6. Развитие представлений о ВНД	192
Глава 7. Условные и безусловные рефлексy	193
<i>Тестовые задания</i>	199
<i>Контрольные вопросы</i>	199
<i>Задания для самоконтроля</i>	200
<i>Глоссарий</i>	201
<i>Семинарское занятие №10</i>	201
Глава 8. Торможение условных рефлексов	206
<i>Тестовые задания</i>	212
<i>Контрольные вопросы</i>	212
<i>Задания для самоконтроля</i>	212
<i>Глоссарий</i>	212
<i>Семинарское занятие №11</i>	214
Глава 9. Взаимодействие процессов возбуждения и торможения	216
Глава 10. Физиология эмоций и мотиваций	216
<i>Тестовые задания</i>	222
<i>Контрольные вопросы</i>	222
<i>Задания для самоконтроля</i>	222
<i>Глоссарий</i>	223
<i>Семинарское занятие №12</i>	224
Глава 11. Механизмы памяти	227
<i>Тестовые задания</i>	234
<i>Контрольные вопросы</i>	234
<i>Задания для самоконтроля</i>	235
<i>Глоссарий</i>	235
<i>Семинарское занятие №13</i>	236
Глава 12. Сон и сновидения	237
<i>Функции сна</i>	237
<i>Виды сна</i>	238

Теории механизма сна	243
<i>Тестовые задания</i>	244
<i>Контрольные вопросы</i>	245
<i>Задания для самоконтроля</i>	245
<i>Глоссарий</i>	245
Глава 13. Типы ВНД	246
Семинар №15	247
Глава 14. Психофизиологические основы поведения	253
Глава 15. Первая и вторая сигнальные системы	258
<i>Тестовые задания</i>	260
<i>Контрольные вопросы</i>	260
<i>Задания для самоконтроля</i>	260
<i>Глоссарий</i>	261
Литература	262

Список сокращений

- ВНД — высшая нервная деятельность
ЦНС — центральная нервная система
ВНС — вегетативная нервная система
ПП — потенциал покоя;
ПД — потенциал действия
МП или ПП — мембранный потенциал или потенциал покоя
ДпМ — деполяризация мембраны;
Р — реверсия или оверигут (перезарядка) мембраны;
Сп — спайк (пик ПД);
РП — реполяризация;
ПС — потенциалы следовые;
СДп — следовая деполяризация;
СГп — следовая гиперполяризация;
ДП — деполяризующий потенциал
ТЛ — тиреолиберин;
СП — соматилиберин;
СС — соматостатин;
ПЛ — пролактолиберин;
ПС — пролактостатин;
ГЛ — гонадолиберин;
КЛ — кортиколиберин;
ТПГ — тиреотропный гормон;
СТГ — соматотропный гормон (гормон роста);
Пр — пролактин;
ФСГ — фолликулостимулирующий гормон;
ЛГ — лютеинизирующий гормон;
АКТГ — адренокортикотропный гормон
БДГ-сон -
REM-сон -
ЧМН - черепно-мозговые нервы
СМН - спинно-мозговые нервы
ЯМРТ — ядерно-магнитная резонансная томография
ПЭТ - позитронно-эмиссионная томография

Глава I

Введение

Изучение основных закономерностей процессов, связанных с деятельностью нервной системы облегчает понимание и усвоение основ регуляции и координации двигательного аппарата и деятельности внутренних органов, способствует более глубокому осмыслению процессов, лежащих в основе взаимодействия органов и систем и функционирования организма как единого целого.

Деятельность нервной системы, направленная на осуществление взаимодействия с окружающей средой, *называется высшей нервной деятельностью (ВНД)*.

ВНД является рефлекторной деятельностью, т.е. она обусловлена воздействиями из внешней и внутренней среды организма. Эти воздействия воспринимаются соответствующими рецепторами тела, трансформируются здесь в нервный процесс – *возбуждение*, которое по афферентным нервам направляются в определённые отделы ЦНС (нервные центры), где осуществляется переработка, анализ и синтез поступившей информации и формируется приспособительная ответная реакция.

Высшим отделом ЦНС теплокровных животных и человека являются большие полушария головного мозга – их кора и ближайшие к ней подкорковые образования.

Функция этого отдела заключается в осуществлении сложных рефлекторных реакций, составляющих основу ВНД (поведение) организма. *Низшая нервная деятельность* направлена на объединение и согласование функций внутри организма.

ВНД обеспечивает наиболее тонкое и совершенное приспособление организма к внешней среде.

Физиология ЦНС изучает не только строение нервной системы современного взрослого человека, но исследует, как она сложилась в его историческом развитии, а также рассматривает функциональные характеристики отделов нервной системе в их взаимосвязанной совокупности. С этой целью: 1) изучается развитие ЦНС в процессе эволюции животных – *филогенез*; 2) исследуется процесс становления и развития ЦНС человека в связи с развитием общества – *антропогенез*; 3) рассматривается процесс развития ЦНС индивида –

онтогенез в течение всей его жизни – утробной, эмбриональной (эмбриогенез) и внеутробной, постэмбриональной или постнатальной; 4) учитываются индивидуальные и половые различия, строение нервной системы в целом и составляющие её структуры, а также их топографические взаимоотношения

Основные функции нервной системы

1. *Интегративная функция* - быстрая точная передача информации и её интеграция.

2. *Обеспечение взаимосвязи между органами и системами органов, функционирование его как единого целого.*

3. *Взаимодействие с внешней средой. Приём и анализ разнообразных сигналов из окружающей среды и внутренних органов и формирование ответных реакций на эти сигналы.*

4. *Регулирует и координирует деятельность различных органов, приспособливает деятельность всего организма как целостной системы к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды.*

5. *С деятельностью высших отделов нервной системы связано осуществление психических функций – осознание сигналов окружающего мира, их запоминание, понятие и принятие решения и организация целенаправленного поведения, абстрактное мышление и речь*

Глава 2.

Физиология нервной системы

План занятия:

- 1. История развития, предмет, цели и задачи курса.*
- 2. Методы изучения микро- и макроструктуры нервной системы*
- 3. Морфо-функциональная характеристика нервной системы*
- 4. Основные свойства нервной ткани*
- 5. Общий план строения нервной системы*
- 6. Эволюция нервной системы*

Исторический очерк о развитии ЦНС и ВНД

В далёкие первобытные времена существовало немало знаний о расположении жизненно важных органов человека и животных, о чем свидетельствуют наскальные рисунки. В Древнем мире, особенно в Египте, в связи с мумификацией трупов, были описаны некоторые органы, но их функциональная характеристика представлялась и трактовалась не всегда корректно.

Особый интерес представляет папирус Эдвина Смита (рис.1) или Хирургический папирус — один из наиболее важных медицинских текстов Древнего Египта. Он является одним из старейших образцов медицинской литературы. Текст также содержит первые из известных описаний черепных швов (волокнистые пучки ткани, которые соединяют кости черепа), поверхности мозга и спинномозговой жидкости.

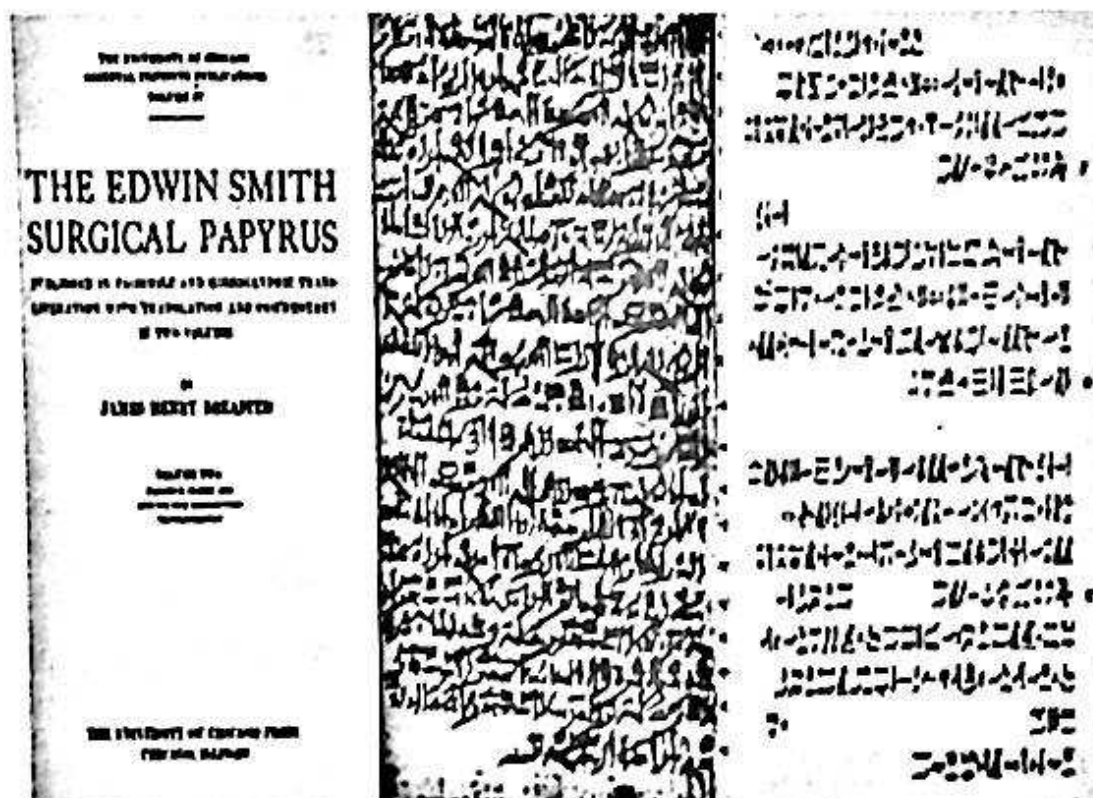


Рис.1. Хирургический папирус Эдвина Смита

В символизме Древнего Египта встречаются многочисленные упоминания об анатомическом строении отделов головного мозга. Так, например, известное изображение Уаджет (Уджат, также известное как око Гора или глаз Гора) — древнеегипетский символ, левый соколиный глаз бога Гора, который был выбит в его схватке с Сетом. Правый глаз Гора символизировал Солнце, а левый глаз — Луну, его повреждением объясняли фазы Луны является точным изображением структур головного мозга (рис.2).

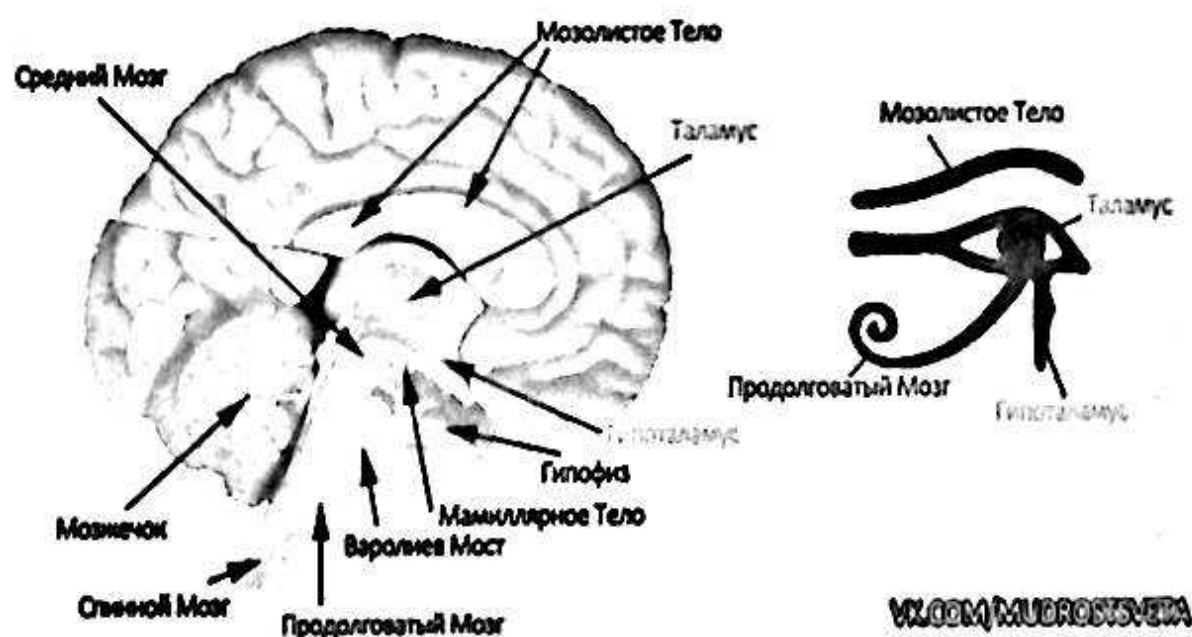
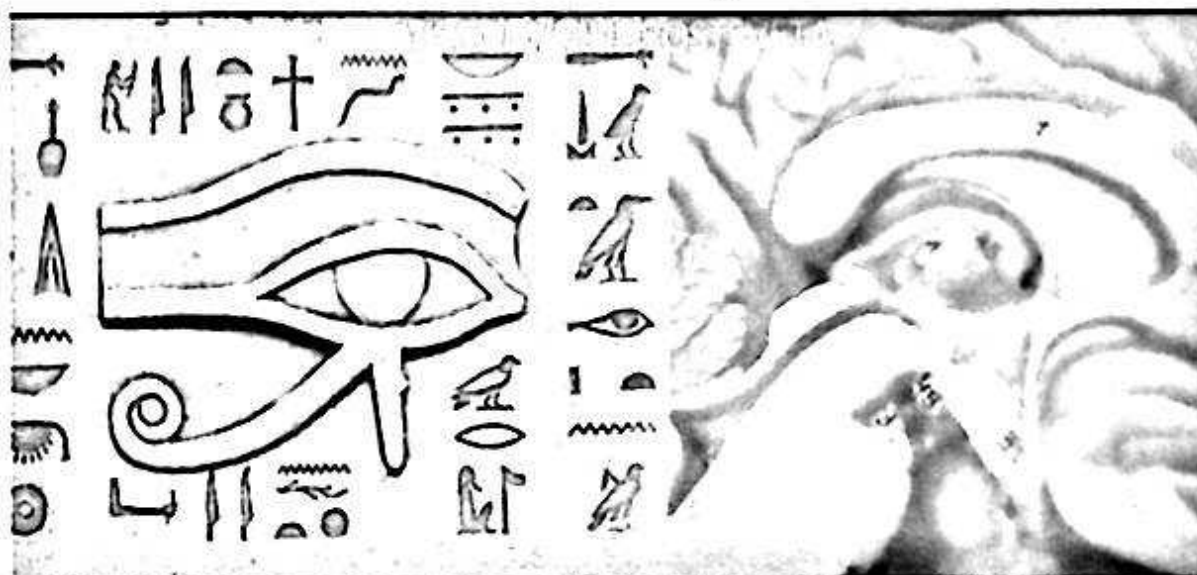


Рис. 2. Структуры головного мозга и глаз Гора

История развития нейронаук связана с попыткой решить три основные проблемы:

1. Соотношение физиологических процессов и психических явлений в организме

2. Имеют ли нейроны и различные мозговые отделы специфические функции или они неспециализированы и работают как единое целое?

3. Природа нейронных связей. Является ли психика продуктом мозга? Может ли сознание быть результатом работы нейронов? Общаются ли нейроны между собой?

Таблица 1

Краткий исторический очерк о развитии ЦНС и ВНД

Научный деятель	Научное открытие
Аристотель (384 до н.э., Стагир – 322 до н.э., Халкида)	Деление души на три части души: растительную, животную (ощущающую) и разумную
Платон между 429 и 427 до н. э., Афины — 347 до н. э.	Зарождение идей о психической деятельности и поведении
Гален (II в н.э.)	Мозг – разум, сердце – гнев, печень – вожделение
Гиппократ (около 460 года до н. э., остров Кос — около 370 года до н. э., Ларисса)	Теория темпераментов
Франц Галль (9 марта 1758 — 22 августа 1828)	Основоположник френологии (взаимосвязь между психикой человека и строением поверхности черепа)
Рене Декарт (31 марта 1596 — 11 февраля 1650)	Открытие рефлекторной природы поведения
Иржи Прохаска (1749-1820)	Создатель рефлекторной теории
Франсуа Мажанди (6 октября 1783 Бордо - 7 октября 1855)	В 1822 экспериментально доказал, что передние корешки спинного мозга являются эфферентными, или двигательными, а задние — афферентными, или чувствительными
Чарлз Белл (12 ноября 1774, Эдинбург, — 28 апреля 1842, Вустер)	Задние корешки спинного мозга отвечают за сенсорные функции, в то время как передние корешки отвечают за моторику.

Луиджи Гальвани (1737 – 1798)	Учение о биоэлектричестве
Эмиль Генрих Дюбуа-Реймон (1818-1896)	Один из основоположников электрофизиологии; установил ряд закономерностей, характеризующих электрического явления в мышцах и нервах
Гельмгольц Герман Людвиг Фердинанд (1821-1894)	Открытия в области физиологии анализаторов
И.М. Сеченов (1829—1905)	Открытие торможения в нервных центрах
И. П. Павлов (1849-1936)	Открытие условных рефлексов
Н.Е. Введенский (1852-1922)	Теория единства возбуждения и торможения, их взаимных переходов
А.А. Ухтомский (25.06.1875 - 31.08.1942)	Принцип доминанты

Методы изучения микро- и макроструктуры нервной системы

С глубокой древности до изобретения микроскопа основным методом исследования в физиологии и анатомии был метод рассечения, препарирования, что и дало название этой науке (*от греч. ανατομή — рассечение*). Это метод посмертного изучения мозга, который после извлечения из полости черепа головного мозга или спинного мозга из позвоночного канала подвергается обработке фиксаторами (формалин или спирт). Эта процедура приводит к уплотнению ткани и позволяет долго ее хранить. После чего можно препарировать мозг для изучения его составных частей.

На сегодняшний день одна из актуальных проблем анатомо-морфологических исследований с одной стороны, является сохранение демонстрируемыми присущей им формы и анатомо-функциональных особенностей, а с другой стороны рациональное использование

доступного материала для изготовления качественных анатомических препаратов. В связи с этим, *метод пластинации* (консервирования анатомических препаратов — заключающийся в замене воды и липидов в тканях на различные полимеры), предложенный *Гунтером фон Хагенсом* является весьма актуальным. Процесс пластинации состоит из пяти этапов (получаемый при этом препарат называют «пластинатом»): 1) производят фиксацию, прокачивая формальдегид через артерии, удаляют кожу, жировую и соединительную ткани; 2) осуществляют обезвоживание трупного материала методом холодового замещения, помещая его в ацетон, пока содержание воды не станет меньше 1-2%; 3) производят пропитывание, т.е. будущий пластинат помещают в жидкий полимер, создавая вакуум, в результате чего ацетон начинает кипеть и вытягивает вместе с собой жидкий полимер таким образом, что он заполняет каждую клетку; 4) «позиционирование», когда пластинату придают форму с помощью пенных блоков, зажимов и т.д.; 5) «закаливание», которое в зависимости от используемого жидкого полимера может производиться либо газом, либо теплом, либо светом. Таким образом, наиболее демонстративные, способные длительное время сохранять свою форму, внешний вид, цвет и т.д. препараты получаются в результате пластинации. Минусом метода является высокая стоимость процесса и необходимость сложной технической оснащенности, что затрудняет внедрение этой технологии в работу кафедр анатомии человека. Современные методики изучения микро- и макроструктуры ЦНС сводятся к следующим (рис.3):

Методы физиологии ВНД. Психическая работа мозга долго оставалась недоступной для естествознания главным образом потому, что о ней судили по ощущениям и впечатлениям, т. е. с помощью субъективного метода. Успех в естественно-научном исследовании психической жизни человека и животных определился тогда, когда о ней стали судить с помощью объективного метода условных рефлексов разной сложности.

На основе объективного метода условных рефлексов возможны дополнительные приемы для того, чтобы изучать свойства и определять локализацию процессов ВНД. Из этих приемов наиболее часто используют следующие:



Рис. 3. Основные методы исследования ЦНС

Пробы на образование условных рефлексов. У собаки, по сравнению с человеком, более широкие границы первичного восприятия звуковых сигналов. Следовательно, при образовании звуковых условных рефлексов можно использовать сверхвысокий тон, не воспринимаемый ухом человека.

Онтогенетические и филогенетические аспекты изучения условных рефлексов. Поведенческая реакция животных разных возрастов показывает, какие компоненты в ней являются приобретенными, а какие имеют врожденный характер. Если щенок ранее не видел и не пробовал мяса, то на этот раздражитель слюна не выделяется, следовательно, данный рефлекс является приобретённым. Сравнительный анализ свойств условных рефлексов животных разного уровня развития показывает путь эволюционного развития ВНД. Скорость образования условных рефлексов резко нарастает от беспозвоночных к позвоночным животным, сравнительно мало изменяется на протяжении всей истории последних и скачком

достигает способности человека сразу связывать однажды совпавшие события. В этих переходах отразились переломные этапы эволюции, связанные с возникновением и развитием новых механизмов условно-рефлекторной деятельности мозга.

Экология условных рефлексов. Изучение условий обитания и распространения животного указывает на особенности его ВНД. Например, голубь, ориентирующийся в воздушном пространстве преимущественно с помощью зрения, вырабатывает зрительные условные рефлексы гораздо легче, чем слуховые, а у обитающей в темных подпольях крысы хорошо вырабатываются слуховые рефлексы и гораздо хуже зрительные.

Мониторинг электрических показателей условно-рефлекторной реактивности головного мозга. В физиологическом аспекте нервные клетки головного мозга проявляют электрическую активность, что позволяет наблюдать формирование условного рефлекса в структурах до его визуализации в различных реакциях организма.

Прямое раздражение нервных структур мозга. Данный способ позволяет осуществлять контроль и регуляцию на течение условного рефлекса, что позволяет проанализировать все его компоненты. Этот метод даёт большие возможности для моделирования нервных связей между вызванными искусственными возбуждения. Можно, наконец, прямо определять, как изменяется при условном рефлексе возбудимость участвующих в нем нервных клеток мозга.

Фармакологические воздействия на условные рефлексы. Введение различных веществ, усиливающих, или, напротив, подавляющих работоспособность нервных клеток коры (психостимуляторы, антидепрессанты, аналептики, ноотропы, опиоидные структуры и др.), влияющие на степень образования и реализации условных рефлексов.

Создание экспериментальной патологии условно-рефлекторной деятельности. Поскольку разные области головного мозга контролируют конкретные функции, от места поражения или хирургической экстирпации головного мозга зависит возникший в итоге вид дисфункции. Например, хирургическое удаление или органическое повреждение височных долей больших полушарий ведет

к так называемой “психической глухоте”. Собака слышит все, что происходит вокруг,стораживает уши при достаточно громком звуке, но теряет способность “понимать” услышанное. Она перестает узнавать голос своего хозяина, не прибегает на его зов и не прячется от окриков. Этого не происходит, если удалить не височную, а какую-либо другую долю коры больших полушарий. Повреждение лобных долей приводит к потере способности решать проблемы, а также способности планировать действия и приступать к ним, например, переходить улицу или отвечать на сложный вопрос (иногда называемые исполнительными функциями). Но некоторые конкретные нарушения могут различаться в зависимости от того, какой отдел лобной доли поврежден. Так можно определять локализацию “корковых концов анализаторов”.

Моделирование процессов условно-рефлекторной деятельности. Широкое распространение математических средств описания сложных явлений в последнее время охватило и биологические науки, в частности физиологию ВНД. Еще И. П. Павлов привлекал математиков для того, чтобы выразить формулой количественную зависимость образования условного рефлекса от частоты его подкреплений безусловным. Результаты математического анализа дают основания для суждения о закономерностях формирования условных связей и позволяют в модельном эксперименте предсказывать возможность образования условного рефлекса при том или ином порядке сочетаний сигнального (условного) и безусловного раздражителей. Мощный толчок модельному исследованию условно-рефлекторной деятельности мозга дала практическая потребность в современной технике автоматического управления, в создании систем, воспроизводящих некоторые свойства работы мозга, вплоть до систем “искусственного интеллекта”.

Сопоставление психологических и физиологических проявлений процессов ВНД нервной деятельности. Такие сопоставления используют при изучении высших функций мозга человека. Соответствующие методики применяли для изучения нейрофизиологических процессов, лежащих в основе явлений внимания, обучения, памяти и т. п.

Наряду с использованием перечисленных приемов, расширяющих возможности метода условных рефлексов, все более плодотворным оказывается сопоставление изучаемых физиологических показателей с биохимическими и морфологическими.

Тестовые задания

1. Что изучает предмет физиологии ВНД и ЦНС?

- A. Функции органов и систем целостного организма**
- B. Морфологическое строение органов и систем**
- C. Клеточное строение органов и систем**
- D. Исследует нервные механизмы поведения и мыслительной деятельности.**

2. Укажите функциональную характеристику нервной системы

- A. Взаимодействие организма с внешней средой, ВНД.**
- B. Интегративная функция, взаимосвязь между органами и системами, взаимодействие с внешней средой, регуляция и координация, ВНД**
- C. Взаимодействие всех органов и систем, условные рефлексы, гомеостаз**
- D. Обеспечение проведение нервного импульса, гомеостаз**

3. Кем был введен термин «рефлекс»?

- A. Франц Галль**
- B. Иржи Прохаска**
- C. И.М. Сеченов**
- D. Рене Декарт**

4. Кем было открыто центральное торможение?

- A. И.П. Павлов**
- B. И.М. Сеченов**
- C. Л. Гальвани**
- D. Ч. Белл**

5. Основоположник учения об условных рефлексах?

- A. И. Прохаска**
- B. И.П. Павлов**
- C. Ч. Белл**
- D. Н.Е. Введенский**

6. Деление души на три части: растительную, животную (ощущающую) и разумную принадлежит?

- A. И.П. Павлов
- B. Аристотель
- C. Гален
- D. Мажжанди

Контрольные вопросы

1. Что изучает предмет физиология ВНД и ЦНС?
2. Укажите функции нервной системы
3. Какие методы исследования нервной системы вам известны?

Задания для самоконтроля

1. Опишите другие известные вам методы исследования нервной системы
2. Составьте хронологическую таблицу о основоположниках и развитии нейронаук в Средней Азии.

Глоссарий

Центральная нервная система (ЦНС) — основная часть нервной системы животных и человека, состоящая из нейронов, их отростков и вспомогательной глии; у беспозвоночных представлена системой тесно связанных между собой нервных узлов (ганглиев), у позвоночных животных (включая человека) — спинным и головным мозгом.

Анатомия центральной нервной системы (ЦНС) — наука, изучающая форму, строение, происхождение и развитие структурных единиц, систем и отделов нервной системы.

Морфология изучает как внешнее строение (форму, структуру, цвет, образцы) организма, таксона или его составных частей, так и внутреннее строение.

Филогенез - греч. γένεσις, genesis — происхождение) — историческое развитие организмов.

Антропогенез — часть биологической эволюции, которая привела к появлению человека разумного (лат. Homo sapiens), отделившегося от прочих гоминид

Онтогенез - индивидуальное развитие организма от начала существования до конца жизни.

Условный рефлекс (временная связь) — это индивидуальная реакция, приобретенная в течение жизни путем научения (в отличие от безусловного (врожденного) рефлекса)

Морфо-функциональная характеристика нервной системы

ЦНС имеет *нейронный тип строения*, т.е. состоит из отдельных функциональных и структурных единиц, представляющих собой самостоятельные образования, контактирующие друг с другом, и которые не переходят непосредственно друг в друга. Морфологической и функциональной единицей нервной системы является *нейрон (нейроцит)* — нервная клетка с отростками разной функциональной направленности (рис.4). Специфические формы деятельности нейронов заключаются в приёме афферентных сигналов, поступающих от рецепторов или других нейронов, переработке этих сигналов и формировании ответной реакции посредством посылки нервных импульсов к другим нервным клеткам или на периферию к исполнительному аппарату (мышечным волокнам, железистым клеткам).

Структура и размеры нейронов сильно варьируют. Так, диаметр некоторых из них (клеток-зерен коры больших полушарий и мозжечка) составляет всего 4-6 мк, диаметр же других (гигантских пирамидных клеток больших полушарий и наиболее крупных клеток передних рогов спинного мозга) достигает 130 мк. Форма нейронов весьма разнообразна. Наиболее сложное строение имеют нейроны коры больших полушарий и мозжечка, что может быть связано со сложностью выполняемых этими отделами мозга функций.

В каждом нейроне различают сому, или тело, и отростки: длинный — аксон, короткие — дендриты. Отростки нервной клетки обладают способностью к росту. У эмбриональной клетки — нейробласта — появляется вырост (*аксон*), который в процессе онтогенетического развития достигает другой клетки, с которой устанавливает функциональную связь. Этой единицей может быть также нервная клетка или периферическое образование — рецептор или эффектор. Затем вырастают и ветвятся другие отростки (*дендриты*). Рост

отростков наблюдается не только во время эмбрионального развития. Отросток клетки может расти и у взрослого организма при условии, что сама клетка не повреждена.

Строение и функции отдельных частей нейрона. *Тело (сома)* в ЦНС сосредоточено в сером веществе больших полушарий головного мозга, подкорковых образований, мозгового ствола, мозжечка и спинного мозга. Тело заключено в клеточную мембрану, имеет ядро с ядрышком, цитоплазму, обеспечивающую рост дендритов и аксона, содержит ряд компонентов разной физиологической значимости: рибосомы, вещества Ниссля, аппарат Гольджи, лизосомы, пигменты, митохондрии, микротрубочки, нейрофибриллы и др.

Рибосомы чаще обнаруживаются в нейроплазме вблизи ядра, в них осуществляется синтез белка на матрицах транспортной РНК. Рибосомы нейронов позвоночных вступают в связь с эндоплазматической сетью аппарата Гольджи и образуют вещество Ниссля. В нейронах беспозвоночных рибосомы обособлены от эндоплазматической сети. *Вещество Ниссля* (тигроид) у позвоночных и беспозвоночных содержит РНК. Функция вещества: связана с синтезом белковых компонентов клетки. При повреждении или длительном раздражении клетки тигроид в ней исчезает. *Аппарат Гольджи* служит для синтеза нейросекреторных продуктов и других физиологически активных соединений клетки. *Лизосомы* содержат фосфатазы и различные гидролитические ферменты, обеспечивающие гидролиз в клетке. *Пигменты* (меланин и липофусцин). Меланин находится в клетках чёрного вещества, в клетках дорсального ядра блуждающего нерва. Липофусцин образуется в нейронах взрослого человека.

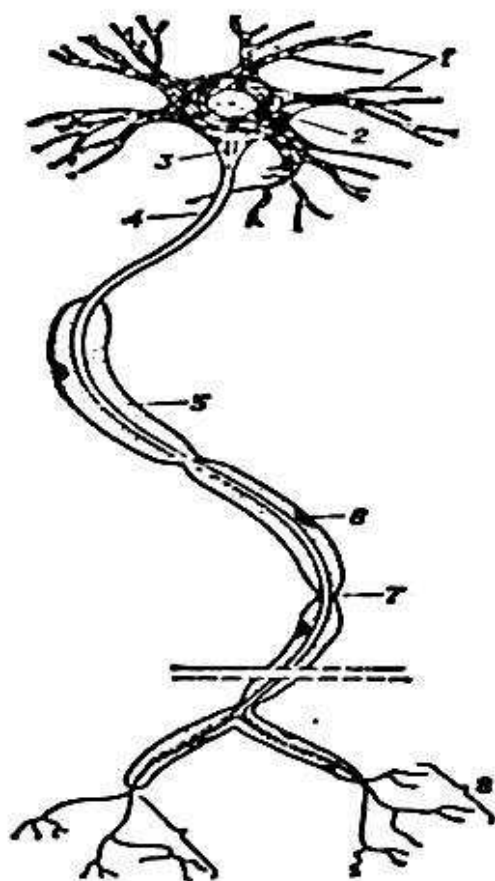


Рис.4. Схематическое строение нейрона

1-дендриты; 2-сома (тело или перикарион); 3-аксонный холмик (триггерная зона); 4-аксон; 5-миелиновая оболочка; 6-ядро шванновской клетки; 7-перехват Ранвье; 8-эффекторные нервные окончания

Митохондрии – органеллы, вырабатывающие энергию. Скапливаются у наиболее активных частей клетки в области аксонного холмика и синапсов. Их количество возрастает при регенерации клетки. **Микротрубочки** – специализированные образования нейрона, функция которых малоизучена. Считается, что они принимают участие в процессе передачи различной информации. **Нейрофибриллы** – тонкие, чётко очерченные волокна, встречаются в соме, дендритах и аксоне. **Ядро** – крупное. Здесь происходит синтез РНК.

Тела нервных клеток выполняют трофическую функцию по отношению к их отросткам, т.е. регулируют обмен веществ. Информация, полученная от дендритов, трансформируется в соме в нервный импульс.

Дендриты, объединенные в дендритное дерево – это основное воспринимающее поле нейрона. Дендриты не имеют оболочки и заполнены цитоплазмой, диаметр их быстро уменьшается по мере удаления от клетки. Дендриты – многочисленные ветвящиеся,

короткие отростки, функция которых состоит в восприятии импульсов, приходящих от других нейронов, и проведении возбуждения к телу нервной клетки. Поверхность дендритов покрыта большим количеством шипиков. Структурно шипики представлены шипиковым аппаратом, состоящим из вакуолей, разделённых электронно-плотным веществом. В филогенетически новых структурах нервной системы шипиков на дендритах больше, чем в структурах более древних. Являясь зоной входа информации в нейрон, шипики рассасываются в случае длительного прекращения притока информации в нервную клетку по данному пути.

Аксон – длинный отросток, функцией которого является передача информации от тела нейрона к другим нейронам или к периферическим органам. Чем крупнее аксон, тем больше диаметр отходящего от него аксона, тем больше скорость проведения возбуждения вдоль аксона. Морфологически аксон отличается от дендритов постоянством диаметра, большей длиной (до 1 м), отсутствием шипиков, меньшим количеством ветвлений, наличием миелиновой оболочки. В структуре аксона выделяют аксонный холмик, начальный сегмент, аксоплазму, аксолемму, коллатерали и терминали. Место отхождения аксона от тела нервной клетки называется *аксонным холмиком*. *Начальный сегмент* – это часть аксона, которая находится между аксонным холмиком и началом его миелиновой оболочки. *Аксоплазма* аксона – содержит микротрубочки, нейрофиламенты, митохондрии, везикулы, мультивезикулярные тела. Функцию нейрофиламентов и микротрубочек связывают с транспортом по аксону белка и везикул, содержащих различные химически активные вещества. *Аксолемма* – оболочка аксона имеется как у немиелинизированных так и у миелинизированных аксонов. *Коллатерали* аксона – обеспечивают распространение одних и тех же сигналов на разные нейроны и могут ответвляться по ходу всего аксона. *Терминали* аксона – это участки аксона расположенные на дистальнее места последнего от его деления. Они без миелиновой оболочки, соответственно скорость распространения возбуждения замедлена.

Отростки нервных клеток обычно одеты глиальными оболочками и вместе с ними называются *нервными волокнами*. Последние в свою

очередь делятся на миелиновые (мякотные) и безмиелиновые (безмякотные). Те и другие состоят из отростка нейрона (аксона или дендрита), который лежит в центре волокна и поэтому называется осевым цилиндром, и оболочки, образованной олигодендроцитами (Шванновские клетки).

Безмиелиновые нервные волокна находятся в составе вегетативной нервной системы. Миелиновые нервные волокна значительно толще безмиелиновых. Диаметр поперечного сечения 1-20 мк. В сформированном миелиновом волокне принято различать два слоя оболочки: внутренний, более толстый, -миелиновый и наружный тонкий, состоящий из цитоплазмы Шванновских клеток и их ядер. Миелиновый слой состоит из липоидов. Через некоторые интервалы (от нескольких сотен микронов до нескольких сантиметров) волокно резко истончается, образуя перехваты Ранвье. Перехваты соответствуют границе смежных Шванновских клеток. Отрезок волокна, заключённый между смежными перехватами называется межузловым сегментом, а его оболочка представлена лишь одной глиальной клеткой.

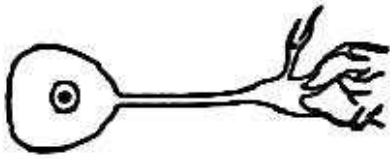
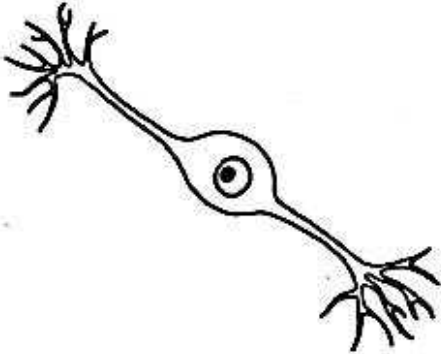
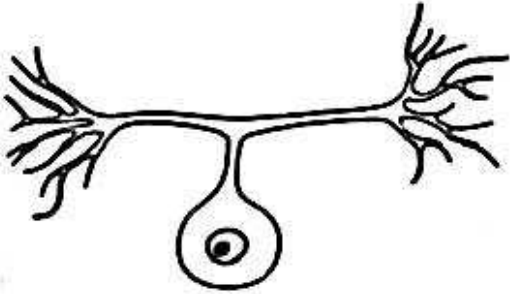
Импульс по аксону проходит скачкообразно. В каждом перехвате происходит генерализация импульса.

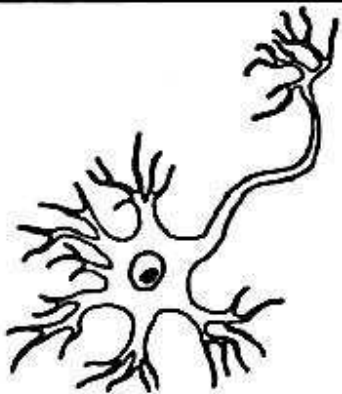
Классификация нейронов. Форма нейронов чрезвычайно разнообразна (пирамидные, звёздчатые, корзинчатые, овальные, круглые и т.д.).

По количеству отростков, отходящих от тела клетки, нейроны делятся на униполярные, псевдоуниполярные, биполярные и мультиполярные (табл. 2).

Таблица 2

Классификация нейронов по количеству отростков

Название нейрона	Изображение	Характери стика
Униполярный		У этих клеток только один клеточный отросток и тело овальной формы. Выйдя из клетки, на некотором расстоянии от неё делится на аксон и дендриты.
Биполярный		Биполярные чаще относят к периферическим чувствительным системам. Этот нейрон имеет два отростка: дендрит и аксон
Псевдоуниполярный		Нейроны имеют ложный вырост. встречаются у брюхоногих моллюсков, насекомых

Мультиполярный		Характерны для мозга позвоночных, имеют много дендритных отростков и один аксон.
----------------	---	--

Размеры нервных клеток колеблются от 5 мкм (клетки-зёрна мозжечка) и до 90 мкм (клетки ганглиев брюхоногих). Чем крупнее нейрон, тем больше его дендритное поле, тем длиннее аксон. Следовательно, крупный нейрон получает больше информации и на большее расстояние передаёт её.

Функционально нейроны делятся на три типа: афферентные, эфферентные и промежуточные (табл.3).

Таблица 3

Классификация нейронов по функциональным особенностям

Название нейрона	Характеристика	Функции
<i>Афферентный</i> (центростремительный, чувствительный или сенсорный)	Рецепторные нейроны органов чувств, чаще всего псевдоуниполярные нейроны спинальных и черепно-мозговых ганглиев	Информация по ним поступает в нервные центры
<i>Эфферентный</i> (цетробежный, двигательный или мотонейрон)	Аксоны отличаются большой длиной, выходят за пределы своей	Информация от нервных центров идет к эффекторам