

# Морфология нервной ткани

---

## Введение

Одно из центральных мест в психологии занимает понимание психики. Психика есть свойство высокоорганизованной материи – нервной системы. Нервная система осуществляет две важнейшие функции: связь человека с окружающим его миром и согласование, координацию работы всех частей организма, управление им.

Большой вклад в разработку материалистического понимания психики внесли русские ученые-физиологи И. М. Сеченов, И. П. Павлов, А. А. Ухтомский, П. К. Анохин и др. Значительно расширили представления о материальных основах психической деятельности человека современные исследования нейрофизиологических механизмов деятельности мозга. Для понимания психики человека, ее материальных основ важно уяснить ряд фундаментальных положений физиологии ВНД, физиологии головного мозга, нервной системы человека.

## Нервная ткань

**Нервная ткань** – система взаимосвязанных нервных клеток и нейроглии, обеспечивающих специфические функции восприятия раздражений, возбуждения, выработки нервного импульса и его передачи.

**Нейрон** – является морфо-функциональной единицей нервной систем.

Это нервная клетка, специализирующаяся в восприятии и проведении нервных импульсов. Центральная нервная система человека включает в себя по разным подсчётам от 10 до 30 млрд. нейронов, различающихся по форме и функциям

**Нейроглия** – обеспечивает существование и функционирование нервных клеток, осуществляя опорную трофическую, разграничительную, секреторную и защитную функции.

## 1. Нейроны

### 1. 1. Строение нейронов

***Нейроцит или нейрон (neurocytus, neuronum).***

Основными функциями нейрона являются: восприятие раздражения, анализ и трансформация этой информации в нервный (электрический) импульс или химический сигнал; передача и хранение этой информации, способность продуцировать биологически активные вещества.

Уникальными особенностями нейрона являются способность генерировать электрические разряды и передавать информацию с помощью специализированных окончаний — **синапсов**.

Современный вариант нейронной теории связывает определенные части нервной клетки с характером возникающих в них электрических сигналов. В типичном нейроне есть четыре определяемые морфологические области: **сома, дендриты, аксон и пресинаптическое окончание аксона**.

При возбуждении нейрона в нем последовательно появляется четыре разновидности электрических сигналов: входной, объединенный,

проводящийся и выходной. Каждый из этих сигналов возникает только в определенной морфологической области.

Нейрон состоит из тела (перикариона), где информация обрабатывается, и отростков, отходящих от тела. Отростки являются характерным структурным признаком нейронов, они обеспечивают проведение нервного импульса.

Отростки есть двух видов - аксоны и дендриты.

**Аксон или нейрит** (от греческого axis - ось), - представляет собой вырост цитоплазмы, приспособленный для проведения информации, собранной дендритами, переработанной в нейроне и переданной аксону через аксонный холмик — место выхода аксона из нейрона. Аксон данной клетки имеет постоянный диаметр, в большинстве случаев одет в миелиновую оболочку, образованную из глии. Аксон имеет разветвленные окончания. В окончаниях находятся митохондрии и секреторные образования.

**Дендриты** (от греческого dendron - дерево) - основное воспринимающее поле нейрона. Мембрана дендрита и синаптической части тела клетки способна реагировать на медиаторы, выделяемые аксонными окончаниями изменением электрического потенциала.

Обычно нейрон имеет несколько ветвящихся дендритов. Необходимость такого ветвления обусловлена тем, что нейрон как информационная структура должен иметь большое количество входов. Информация к нему поступает от других нейронов через специализированные контакты, так называемые шипики.

Эти отростки проводят нервный импульс от окончаний к телу нейрона.

Нервные клетки динамично поляризованные, то есть способны пропускать нервный импульс только в направлении от дендрита к аксону. **Тело нейрона (сома)**, помимо информационной, выполняет трофическую функцию относительно своих отростков и их синапсов. Сомы обеспечивают также рост дендритов и аксона.

СOMA нейрона заключена в многослойную мембрану, обеспечивающую формирование и распространение электротонического потенциала к аксонному холмику.

Внутриклеточное пространство заполнено ядром и цитоплазмой.

Ядро содержит хромосомы, представляющие собой нити дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Последовательность нуклеотидов в ДНК кодирует всю информацию, необходимую для развития и последующего функционирования нервной клетки.

Цитоплазма – это сложная по химическому составу жидкость, образующая внутриклеточную среду клетки, в которой располагаются цитоплазматические органеллы. Наиболее важными из них являются:

- 1) митохондрии, внутри которых в процессе аэробного окисления глюкозы синтезируются молекулы АТФ – универсального переносчика энергии в организме. Митохондрии являются своего рода энергетическими станциями, поставляющими энергию для всех клеточных структур.
- 2) лизосомы нервных клеток при электронной микроскопии выглядят в виде плотно упакованных пластин эндоплазматической мембраны, отсюда другое их название – плотное тельце. Внутри этих структур содержатся различные ферменты, необходимы для нормального протекания метаболизма в клетке.
- 3) Внутри нейрона имеется система мембранных канальцев, по которым в клетке транспортируются различные вещества. Эта сеть канальцев называется эндоплазматическим ретикулюмом (ЭПР). Существует два вида эндоплазматического ретикулюма. На внутренней поверхности мембраны «шероховатого» или гранулярного ретикулюма находятся рибосомы, обуславливающие эту «шероховатость» мембран. На рибосомах синтезируются различные белковые вещества, предназначенные для секреции. Такие же рибосомы, расположенные в цитоплазме самостоятельно, отдельно от эндоплазматического ретикулюма, называются свободными рибосомами. Вещества, которые в них синтезируются, не секретируются, а

используются внутри клетки. Второй вид эндоплазматического ретикулума называют «гладким», что объясняется отсутствием рибосом. В гладком ЭПР, называемом ещё аппаратом Гольджи, происходит упаковка в мембранные оболочки в виде гранул тех веществ, которые предназначены для секреции. В последующем эти гранулы по специальным микротрубочкам переносятся к поверхности клетки, где они выводятся наружу.

При окраске нейронов гематоксилином и эозином шероховатый ретикулум окрашивается в виде глыбок базофильного материала (вещество Ниссля). Обращает на себя внимание неравномерность распределения вещества Ниссля в нейроне: оно обнаруживается в дендритах и теле, но его нет в аксоне и в аксональном холмике. Это отражает функциональную роль разных отделов нейрона и позволяет отличать на гистограммах аксон от дендритов.

5) Сократительные элементы нервных клеток. Внутри нейронов, особенно вблизи цитоплазматической мембраны, располагается большое количество микрофиламентов (нейрофибрилл) и микротрубочек (нейротрубочек).

Микрофиламенты – это нитевидные полимерные образования толщиной 5–7 нм, образующиеся из мономеров белка F–актина, растворённого в цитоплазме. Микротрубочки аналогичным образом образуются из мономеров белка тубулина, их толщина около 10 нм.

Микрофиламенты и микротрубочки образуют густую сеть под наружной мембраной клетки, соединяясь с мембранными белками и между собой, некоторые волокна пронизывают цитоплазму, заполняющую тело и отростки нервной клетки. Таким образом, микрофиламенты и микротрубочки образуют сократимый скелет клетки (цитоскелет). Сократительные белки обеспечивают движения участков цитоплазмы клетки относительно друг друга, перемещение веществ на внутренней и наружной поверхностях клеточной мембраны, внутри клетки, вытягивание аксонов и дендритов, изменение их диаметра, а также образование (выпячивание) на аксонах и дендритах мелких мембранных выростов – микрошипов.

Микрошипы, располагающиеся на дендритах и аксонах, несут на своей поверхности синапсы, предназначенные для передачи возбуждения с одной нервной клетки на другую. При частом использовании синапсов, соединяющих два нейрона, увеличивается число микрошипов и синапсов на контактирующих отростках. Этот процесс, называемый неосинаптогенезом, идёт параллельно с распадом неиспользуемых синапсов, обеспечивая *пластичность функций нервной системы.*

*Нейроны являются возбудимыми клетками*, то есть они способны изменять заряд клеточной мембраны и генерировать нервные импульсы под воздействием электрических импульсов, передающихся от других нервных клеток. При активации возбуждающих синапсов возбуждение от пресинаптического нейрона распространяется по дендритам к телу постсинаптического нейрона, в результате этого происходит деполяризация всей его мембраны. Как только достигается критический уровень деполяризации для аксонального холмика, от которого непосредственно отходит аксон, происходит образование центробежных нервных импульсов, идущих по аксону на периферию. Таким образом, нервная система в виде нервных импульсов кодирует, передаёт и перерабатывает информацию о состоянии внешней и внутренней среды, импульсный код используется и для передачи команд рабочим органам.

Нейроны, передающие информацию от места восприятия раздражение в центральную нервную систему, а затем до рабочего органа, связанные между собой с помощью многочисленных межклеточных контактов - **синапсов** (от греческого *synapsis* - связь), которые обеспечивают передачу нервного импульса от одного нейрона к другому.

В синапсах происходит преобразование электрических сигналов в химические, а затем - химических сигналов в электрические. Нервный импульс вызывает, например, в парасимпатическом окончании высвобождения посредника - нейромедиатора, который связывается с

рецепторами постсинаптического полюса, и приводит к изменению его потенциала.

## 1.2 Морфофункциональная классификация нейронов

**По строению нейроны делят на три типа:**

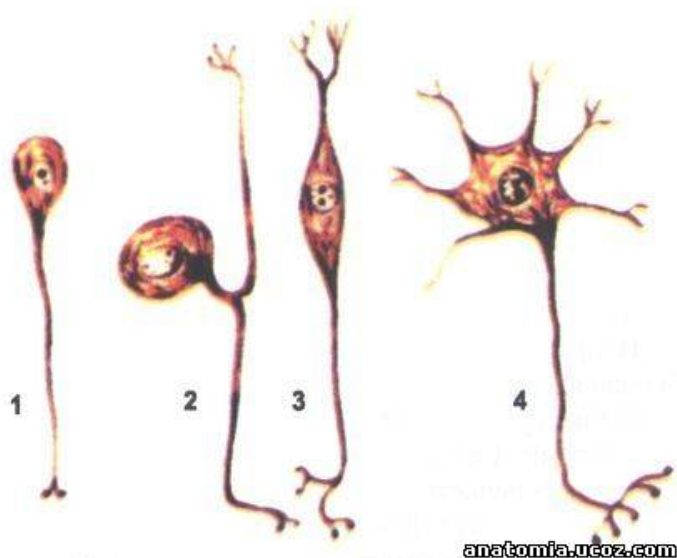
униполярные, биполярные и мультиполярные.

**униполярные**, имеющие только один отросток — аксон. находятся только в мезэнцефалическом ядре тройничного нерва. Эти нейроны обеспечивают проприоцептивную чувствительность жевательных мышц.

**биполярные**, имеющих два отростки: аксон и дендрит. Нейроны этого типа встречаются в основном в периферических частях зрительной, слуховой и обонятельной систем. Биполярные нейроны дендритом связаны с рецептором, аксоном — с нейроном следующего уровня организации соответствующей сенсорной системы.

**псевдоуниполярные** нейроны имеют два отростки аксон и дендрит, но возле тела клетки эти два отростка настолько плотно прилегают друг к другу, что создается эффект одного отростка, но на определенном расстоянии эти отростки Т-образно расходятся. По функцией это чувствительные нейроны, в основном они расположены в чувствительных узлах спинномозговых и черепных нервов.

**мультиполярные нейроны** имеют многочисленные дендриты и один аксон, они преобладают в нервной ткани.



**Рис1.** 1 – униполярный нейрон 2 – псевдоуниполярный нейрон

3 – биполярный нейрон 4 – мультиполярный нейрон

**В зависимости от выполняемых функций обычно выделяют нейроны:**

*сенсорные* (чувствительные, афферентные);

*эффекторные* (двигательные и вегетативные, эфферентные);

*вставочные* (интернейроны, сочетательные, ассоциативные).

Среди них особое место занимают модуляторные нейроны, которые самостоятельно не запускают каких-либо реакций, но могут изменять уровень активности нервных центров, модулируя, таким образом, их реактивность.

## **Нейроглия. Морфофункциональная классификация нейроглии.**

**Нейроглия или глия**, — совокупность клеточных элементов нервной ткани, образованная специализированными клетками различной формы. Она обнаружена Р. Вирховым и названа им нейроглией, что означает «нервный



клей». Клетки нейроглии заполняют пространства между нейронами, составляя 40% от объема мозга. Глиальные клетки по размеру в 3—4 раза меньше, чем нервные; число их в ЦНС млекопитающих достигает 140 млрд. С возрастом у человека в мозге число нейронов уменьшается, а число глиальных клеток увеличивается.

## 2.1 Макроглия

**Макроглия ЦНС** подразделяется на следующие клетки: астроциты (волокнистые и протоплазматические), олигодендроциты и эпендимоциты (в том числе и танцциты).

Макроглия периферической нервной системы: сателлитоциты и леммоциты (шванновские клетки).

**Функции макроглии:** защитная, трофическая, секреторная.

**Астроциты** – звездчатые клетки, многочисленные отростки которых ветвятся и окружают другие структуры мозга. *Астроциты* есть только в ЦНС и анализаторах – производных нервной трубки.

**Виды астроцитов:** волокнистые и протоплазматические астроциты.

Терминали отростков обоих типов клеток имеют пуговичные расширения (ножки астроцитов), большинство из которых заканчивается в периваскулярном пространстве, окружая капилляры и образуя периваскулярные глиальные мембраны.

Волокнистые астроциты имеют многочисленные, длинные, тонкие, слабо или совсем не ветвящиеся отростки. В основном присутствуют в белом веществе мозга.

Протоплазматические астроциты отличаются короткими, толстыми и сильно ветвящимися отростками. Имеются преимущественно в сером веществе мозга. Астроциты располагаются между телами нейронов,

немиелинизированной и миелинизированной частями нервных отростков, синапсами, кровеносными сосудами, подependимными пространствами, изолируя и в то же время структурно связывая их.

Специфическим маркером астроцитов является глиальный фибриллярный кислый белок, из которого образуются промежуточные филаменты.

Астроциты имеют относительно крупные светлые ядра, со слабо развитым ядрышковым аппаратом. Цитоплазма слабо оксифильная, в ней слабо развита аЭПС и грЭПС, комплекс Гольджи. Митохондрий мало, они небольших размеров. Цитоскелет развит умеренно в протоплазматических и хорошо – в волокнистых астроцитах. Между клетками значительное число щелевидных и десмосомоподобных контактов.

В постнатальный период жизни человека астроциты способны к миграции, особенно в зоны повреждения и способны к пролиферации (из них образуются доброкачественные опухоли астроцитомы).

**Основные функции астроцитов:** участие в гематоэнцефалическом и ликворогематическом барьерах (своими отростками покрывают капилляры, поверхности мозга и участвуют в транспорте веществ от сосудов к нейронам и наоборот), в связи с этим выполняют защитную, трофическую, регуляторную функции; фагоцитоз погибших нейронов, секреция биологически активных веществ: ФРФ, ангиогенные факторы, ЭФР, интерлейкин–I, простагландины.

**Олигодендроциты** – клетки с небольшим числом отростков, способные к образованию миелиновых оболочек вокруг тел и отростков нейронов. Олигодендроциты находятся в сером и белом веществе ЦНС, в периферической нервной системе располагаются разновидности олигодендроцитов – леммоциты (шванновские клетки). Олигодендроциты и их разновидности характеризуются способностью образовывать дупликацию

мембраны – мезаксон, который окружает отросток нейрона, образуя миелиновую или безмиелиновую оболочку.

Ядра олигодендроцитов мелкие, округлые, темноокрашенные, отростки тонкие, не ветвятся или слабо ветвятся. На электроннооптическом уровне в цитоплазме хорошо развиты органеллы, особенно синтетический аппарат, слабо развит цитоскелет.

Часть олигодендроцитов концентрируется в непосредственной близости к телам нервных клеток (сателлитные, или мантийные олигодендроциты).

Терминальная зона каждого отростка участвует в формировании сегмента нервного волокна, то есть каждый олигодендроцит обеспечивает окружение сразу нескольких нервных волокон.

***Леммоциты (шванновские клетки)*** периферической нервной системы характеризуются удлиненными, темноокрашенными ядрами, слабо развитыми митохондриями и синтетическим аппаратом (гранулярная, гладкая ЭПС, пластинчатый комплекс). Леммоциты окружают отростки нейронов в периферической нервной системе, образуя миелиновую или безмиелиновую оболочки. В области формирования корешков спинномозговых и черепно-мозговых нервов леммоциты формируют скопления (глиальные пробки), предотвращая проникновение отростков ассоциативных нейронов ЦНС за ее пределы.

В периферической нервной системе, помимо леммоцитов, имеются другие разновидности олигодендроцитов: *сателлитные (мантийные) глиоциты* в периферических нервных узлах вокруг тел нейронов, *глиоциты нервных окончаний*, конкретные морфологические особенности которых рассматриваются при изучении нервных окончаний и анатомии нервных узлов.

**Основные функции олигодендроцитов и их разновидностей:** образуя миелиновую или безмиелиновую оболочки вокруг нейронов, обеспечивают изолирующей, трофической, опорной, защитной функциями; участвуют в проведении нервного импульса, в регенерации поврежденных нервных клеток, фагоцитозе остатков осевых цилиндров и миелина при нарушении структуры аксона дистальнее места повреждения.

**Эпендимоциты, или эпендимная глия** – клетки низкопризматической формы, образующие непрерывный пласт, покрывающий полости мозга. Эпендимоциты тесно прилежат друг к другу, формируя плотные, щелевидные и десмосомальные контакты. Апоикальная поверхность содержит реснички, которые у большинства клеток затем замещаются микроворсинками. Базальная поверхность имеет базальные впячивания (инвагинации), а также длинные тонкие отростки (от одного до нескольких), которые проникают до периваскулярных пространств микрососудов мозга. В цитоплазме эпендимоцитов обнаруживаются митохондрии, умеренно развитый синтетический аппарат, хорошо представлен цитоскелет, имеется значительное количество трофических и секреторных включений. Вариантом эпендимной глии являются **танициты**. Они выстилают сосудистые сплетения желудочков головного мозга, субкомиссуральный орган задней комиссуры. Активно участвуют в образовании ликвора (спинномозговой жидкости). Характеризуются тем, что базальная часть содержит тонкие длинные отростки.

**Основные функции эпендимоцитов:** секреторная (синтез ликвора), защитная (обеспечение гемато-ликворного барьера), опорная, регуляторная (предшественники таницитов направляют миграцию нейробластов в нервной трубке в эмбриональном периоде развития).

## 2.2. Микроглия

*Микроглиоциты*, или *нейральные макрофаги* – клетки небольших размеров мезенхимного происхождения (производные моноцитов), диффузно распределенные в ЦНС, с многочисленными сильно ветвящимися отростками, способны к миграции.

Микроглиоциты – специализированные макрофаги нервной системы. Их ядра характеризуются преобладанием гетерохроматина.

В цитоплазме обнаруживается много лизосом, гранул липофусцина; синтетический аппарат развит умеренно.

Функции микроглии: защитная (в том числе иммунная).

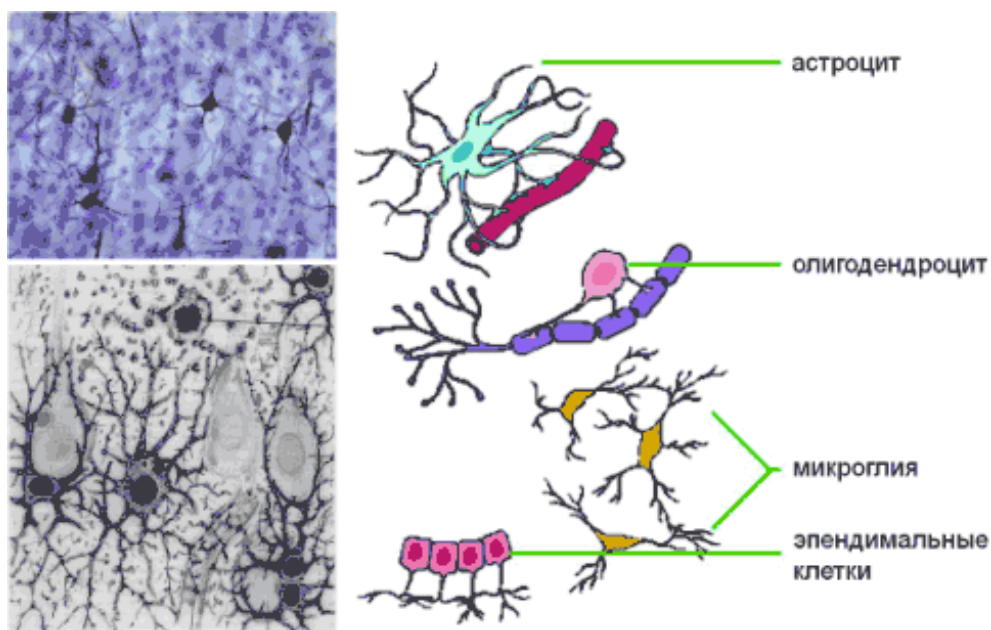


Рис 2. Нейроглия

## 3. Особенности строения и виды нервных волокон

Нервное волокно - аксон - покрыт клеточной мембраной.

Выделяют 2 вида нервных волокон:

**Безмиелиновые** нервные волокна - один слой швановских клеток, между ними - щелевидные пространства. Клеточная мембрана на всем протяжении контактирует с окружающей средой. При нанесении раздражения возбуждение возникает в месте действия раздражителя. Безмиелиновые нервные волокна обладают электрогенными свойствами (способностью генерировать нервные импульсы) на всем протяжении.

**Миелиновые** нервные волокна - покрыты слоями шванновских клеток, которые местами образуют перехваты Ранвье (участки без миелина) через каждые 1 мм. Продолжительность перехвата Ранвье 1 мкм. Миелиновая оболочка выполняет трофическую и изолирующую функции (высокое сопротивление). Участки, покрытые миелином не обладают электрогенными свойствами. Ими обладают перехваты Ранвье. Возбуждение возникает в ближайшем к месту действия раздражителя перехвате Ранвье. В перехватах Ранвье высокая плотность Na-каналов, поэтому в каждом перехвате Ранвье происходит усиление нервных импульсов. Перехваты Ранвье выполняют функцию ретрансляторов (генерируют и усиливают нервные импульсы). Импульсы в миелинизированных волокнах распространяются именно по этим перехватам, что увеличивает скорость их прохождения.

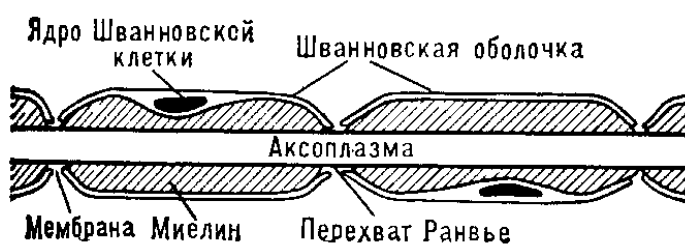


Рис 3. Миелиновое волокно

## **Заключение**

Нервная ткань — это высокоспециализированный вид ткани, которая состоит из двух компонентов: нервных клеток (нейронов или нейроцитов) и нейроглии.

Нервные клетки обладают свойствами воспринимать раздражения, приходить в состояние возбуждения, вырабатывать нервные импульсы и передавать их. Этим и определяется гистофизиологическое значение нервной ткани в корреляции и интеграции тканей, органов, систем организма и его адаптации.

### **Литература:**

Тишевской И.А. «Анатомия центральной нервной системы». Учебное пособие . Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000.

Пивоварчик М.В. «Анатомия и физиология центральной нервной системы». Учебно-методическое пособие. Минск, ООО «БМП-С Плюс», 2005

Батуев А. С «Высшая нервная деятельность». – М. Высш. Шк. 1991г