

**НЕРВНАЯ СИСТЕМА:  
ОБЩАЯ АНАТОМИЯ  
И ФИЗИОЛОГИЯ.**



# НЕРВНАЯ СИСТЕМА.

- **Нервная система (sistema nervosum)** - комплекс анатомических структур, обеспечивающих индивидуальное приспособление организма к внешней среде и регуляцию деятельности отдельных органов и тканей.
- Нервная система вместе с железами внутренней секреции (эндокринными железами) является главным интегрирующим и координирующим аппаратом, который, с одной стороны, обеспечивает целостность организма, с другой, - его поведение, адекватное внешнему окружению.

# ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕРВНОЙ ТКАНИ:

- **Возбудимость** — способность клеток нервной ткани быстро реагировать на раздражение посредством изменения электрических свойств мембраны клеток и их обмена веществ. Количественной мерой возбудимости является **порог раздражения** — минимальная величина раздражителя, способная вызвать ответную реакцию ткани.
- **Проводимость** — способность живой ткани проводить возбуждение. Проведение возбуждения происходит за счет распространения нервного импульса, который переходит через синапс на соседние клетки и может передаваться в любой отдел нервной системы.
- **Лабильность** — способность возбудимой ткани воспроизводить максимальное количество потенциалов действия в единицу времени. Нервная ткань обладает наибольшей лабильностью, у мышечной ткани она значительно ниже.

# КЛАССИФИКАЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

- **НЕРВНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА КЛАССИФИЦИРУЕТСЯ:**

**По условиям формирования и виду управления:**

- Низшая нервная деятельность
- Высшая нервная деятельность

**По способу передачи информации:**

- Нейрогуморальная регуляция
- Рефлекторная регуляция

# КЛАССИФИКАЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.

- **По области локализации:**

- Центральная нервная система (спинной и головной мозг)
- Периферическая нервная система

- **По функциональной принадлежности:**

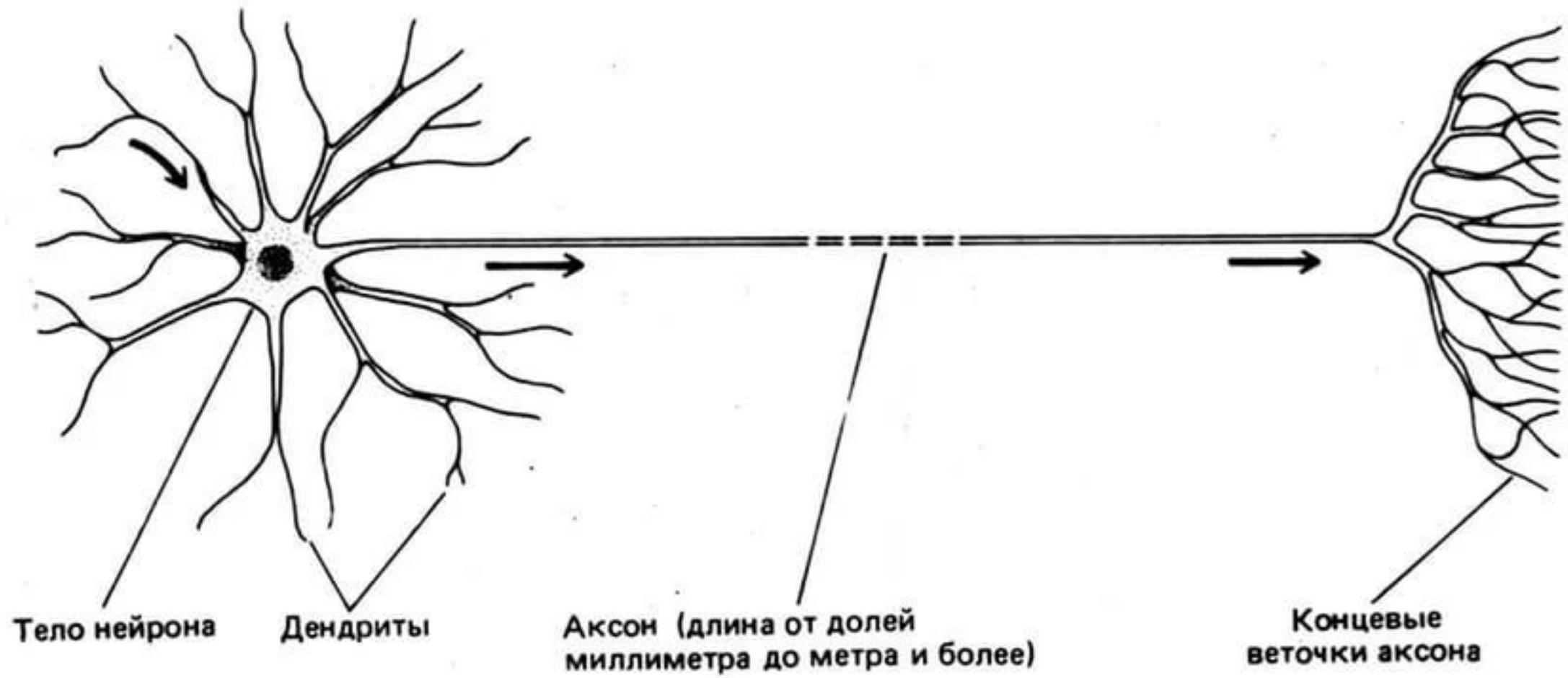
- Вегетативная нервная система
- Соматическая нервная система
- Симпатическая нервная система
- Парасимпатическая нервная система

# ЧАСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.

- **Головной мозг** - часть центральной системы, находящаяся внутри черепа. Состоит из ряда органов: большого мозга, мозжечка, ствола и продолговатого мозга.
- **Спинной мозг** – образует распределительную сеть центральной нервной системы. Лежит внутри позвоночного столба, и от него отходят все нервы, образующие периферическую нервную систему.
- **Периферические нервы** - представляют собой пучки, или группы волокон, передающих нервные импульсы. Могут быть восходящими, если передают ощущения от всего тела в центральную нервную систему, и нисходящими, или двигательными, если доводят команды нервных центров до всех участков организма.

# СТРОЕНИЕ НЕРВНОЙ ТКАНИ.

- Анатомической и функциональной единицей нервной системы является нервная клетка - **нейрон**. Нейроны имеют отростки, с помощью которых соединяются между собой и с иннервируемыми образованиями (мышечными волокнами, кровеносными сосудами, железами). Отростки нервной клетки неравнозначны в функциональном отношении: некоторые из них проводят раздражение к телу нейрона - это **дендриты (короткие отростки)**, и только один отросток - **аксон (длинный)** - от тела (сомы) нервной клетки к другим нейронам или органам, а также выполняет транспортную функцию (перенос питательных веществ в тело клетки).



# ТИПЫ НЕЙРОНОВ:

- По структуре и функции различают три типа нейронов:
- Рецепторные, или чувствительные;
- Вставочные, замыкательные (кондукторные они же ассоциативные);
- Эффекторные, двигательные нейроны, от которых импульс направляется к рабочим органам (мышцам, железам).

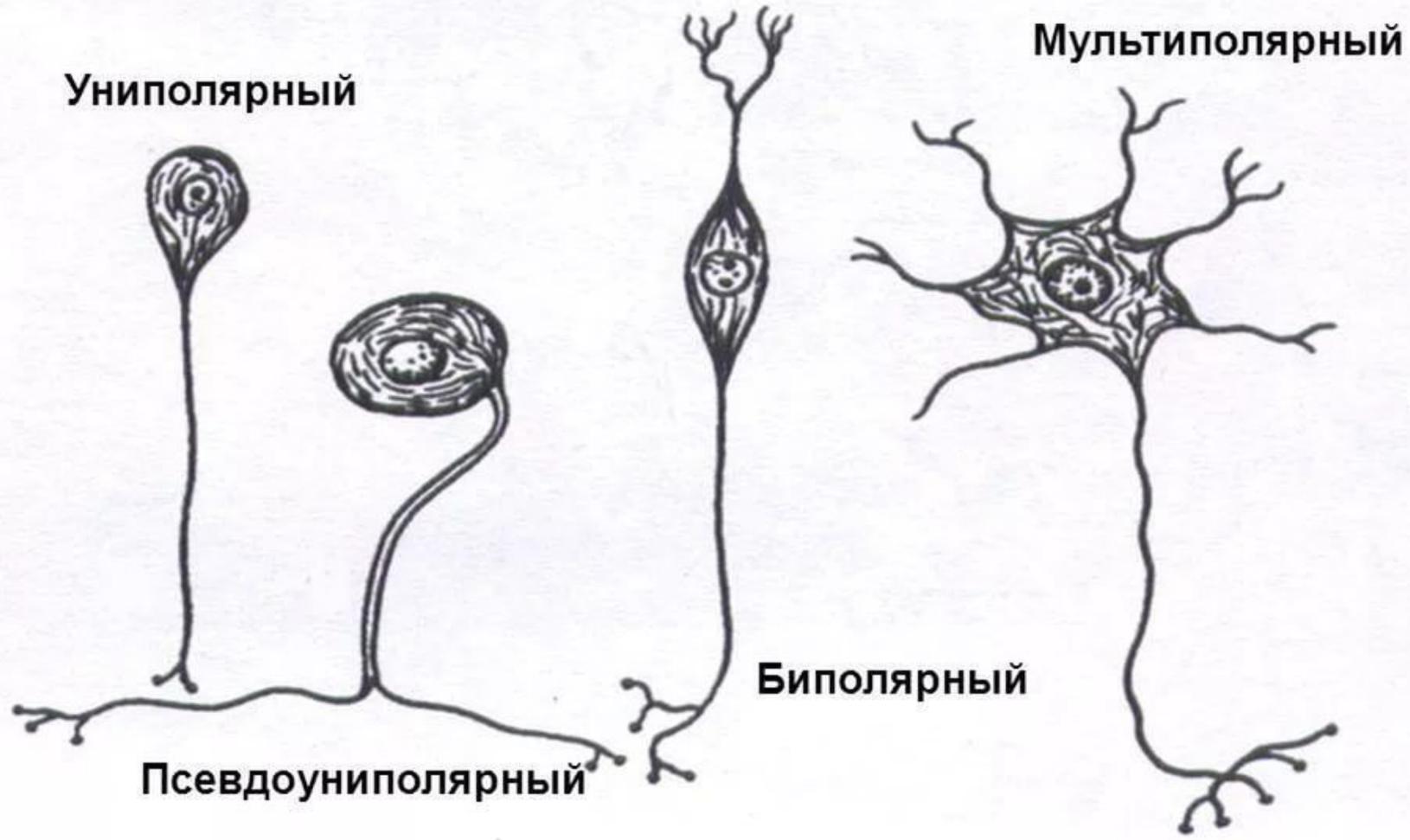
## ТИПЫ НЕЙРОНОВ:



# ТИПЫ НЕЙРОНОВ:

- По количеству отростков нейроны делятся на
- **биполярные (двухполюсные)** - с двумя отростками,
- **мультиполярные (многополюсные)** - с несколькими отростками,
- **псевдоуниполярные (ложноднополюсные)** - это нейроны, аксон и дендрит которых начинаются от общего выроста тела клетки с последующим Т - образным делением. Такая форма клеток характерна для чувствительных нейронов.

# Классификация нейронов по количеству отростков



# НЕЙРОГЛИЯ.

- Нейроглия, или просто глия (от др.-Греч. Νεῦρον — волокно, нерв + γλία — клей), — совокупность вспомогательных клеток нервной ткани. Составляет около 40 % объёма ЦНС. Количество глиальных клеток в мозге примерно равно количеству нейронов .
- Глиальные клетки имеют общие функции и, частично, происхождение (исключение — микроглия). Они составляют специфическое микроокружение для нейронов, обеспечивая условия для генерации и передачи нервных импульсов, а также осуществляя часть метаболических процессов самого нейрона.
- Нейроглия выполняет опорную, трофическую, секреторную, разграничительную и защитную функции.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ГЛИИ.

- Микроглиальные клетки, хоть и входят в понятие «глия», не являются собственно нервной тканью, так как имеют мезодермальное происхождение. Они представляют собой мелкие отростчатые клетки, разбросанные по белому и серому веществу мозга и способные к фагоцитозу.
- Макроглия — производная глиобластов, выполняет опорную, разграничительную, трофическую и секреторную функции.

# КЛАССИФИКАЦИЯ МАКРОГЛИИ.

- **Эпендимальные клетки** напоминают однослойный эпителий, лежат на базальной мембране и имеют кубическую или призматическую форму. Выделяют:

**Эпендимоциты 1 типа** — лежат на базальной мембране мягкой мозговой оболочки и участвуют в образовании гематоглифического барьера.

**Эпендимоциты 2 типа** — выстилают желудочки мозга и спинномозговой канал; на апикальной части имеют реснички по направлению тока ликвора.

**Танициты** — на поверхности имеют ворсинки.

- **Астроциты** — небольшие клетки, имеющие многочисленные ветвящиеся отростки. Различают:

**Протоплазматические астроциты** — содержатся в сером веществе, отростки их усиленно ветвятся и образуют множество глиальных мембран.

**Волокнистые астроциты** — их количество больше в белом веществе; морфологически отличаются наличием слабо ветвящихся отростков.

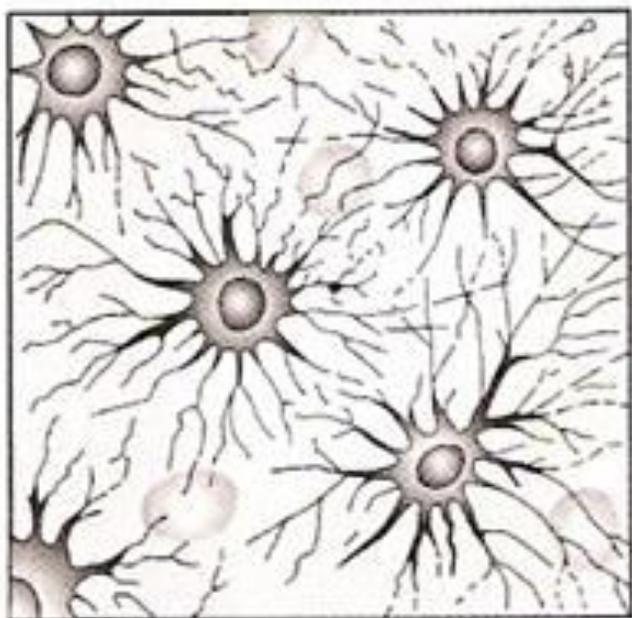
# КЛАССИФИКАЦИЯ МАКРОГЛИИ.

- **Олигодендроциты** — полигональные крупные клетки, имеющие 1-5 слабо ветвящихся отростков, в зависимости от их расположения, выделяют:

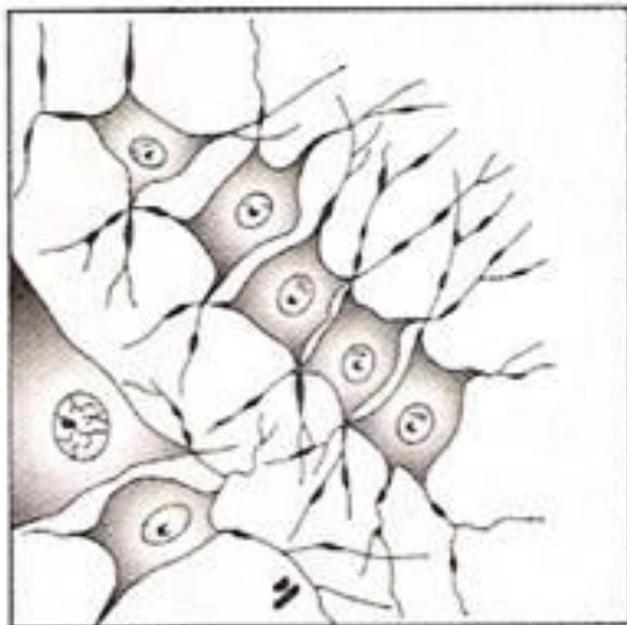
**Олигодендроциты**, окружающие тела нейронов в периферических ганглиях (сателлиты);

**Олигодендроциты**, окружающие тела нейронов в ЦНС (центральные глиоциты);

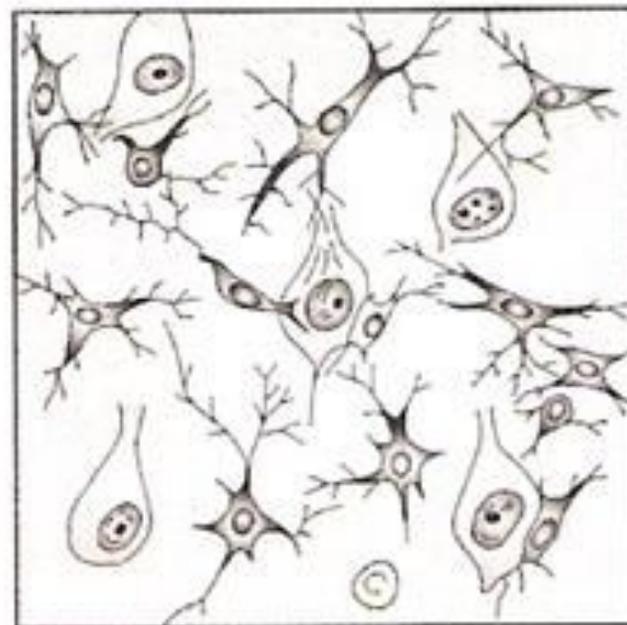
**Олигодендриды**, обобщающие нервные волокна (шванновские клетки).



*a)*



*б)*



*в)*

**Рис. 1.20.** Виды нейроглии: *a* — астроциты; *б* — олигодендроциты; *в* — клетки микроглии среди более крупных нейронов

# СТРОЕНИЕ НЕРВНОГО ВОЛОКНА.

- Нервные волокна образованы отростками нейронов. В зависимости от того, имеют ли они слой миелина, они делятся на **безмиелиновые (безмякотные)** и **миелиновые (мякотные)**. Первые преобладают в вегетативной, а вторые — в соматической части нервной системы.



**Схема строения нервных волокон:**

**А** – безмиелиновые волокна: 1 – Шванновская клетка, 2 – нервные волокна, 3 – цитоплазма, 4 – ядро;

**Б** – образование миелина: I, II, III, IV – этапы образования миелиновой оболочки вокруг нервного волокна, 1 – ядро, 2 – цитоплазма, 3 – аксон, 4 – ядро Шванновской клетки,

5 – плазматическая мембрана Шванновской клетки, 6 – миелин;

**В** – строение миелинового волокна: 1 – нейрофибриллы, 2 – ядро Шванновской клетки, 3 – миелин,

4 – цитоплазма Шванновской клетки, 5 – плазматическая мембрана Шванновской клетки,

6 – перехват Ранвье (граница между двумя Шванновскими клетками), 7 – аксон

# ФУНКЦИИ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН

- Нервные волокна имеют две основные функции — **проведение возбуждения и транспорт веществ (аксонный транспорт)**, обеспечивающих трофическую функцию.

# АКСОННЫЙ ТРАНСПОРТ

- **Быстрый аксонный транспорт** идет в двух направлениях: от тела клетки до аксонных окончаний (антеградный транспорт, скорость 250—400 мм/сут) и в противоположном направлении (ретроградный транспорт, скорость 200—300 мм/сут). Путем антеградного транспорта в аксонные окончания доставляются везикулы, образующиеся в аппарате Гольджи и содержащие гликопротеины мембран, ферменты, медиаторы, липиды и другие вещества.
- Путем ретроградного транспорта в тело нейрона переносятся везикулы, содержащие остатки разрушенных структур, фрагменты мембран, ацетилхолинэстераза, неидентифицированные «сигнальные вещества», регулирующие синтез белка в соматических клетках. В патологических условиях по аксону к телу клетки могут транспортироваться вирусы полиомиелита, герпеса, бешенства и столбнячный экзотоксин. Многие вещества, доставленные путем ретроградного транспорта, подвергаются разрушению в лизосомах.

# АКСОННЫЙ ТРАНСПОРТ

- **Медленный аксонный транспорт** осуществляется только в антеградном направлении и представляет собой передвижение всего столба аксоплазмы. Скорость медленного транспорта равна 1—2 мм/сут, что соответствует скорости роста аксона в онтогенезе и при его регенерации после его повреждения. С помощью этого транспорта перемещаются образованные в эндоплазматической сети белки микротрубочек и микрофиламентов (тубулин, актин и др.), Ферменты цитозоля, РНК, белки каналов, насосов и другие вещества.

# ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ.

## **ДВУСТОРОННЕЕ ПРОВЕДЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ.**

- ЕСЛИ СТИМУЛ ДЕЙСТВУЕТ НА СРЕДНИЙ УЧАСТОК ИЗОЛИРОВАННОГО НЕРВА, ТО РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ РЕГИСТРИРУЕТСЯ КАК В ПРОКСИМАЛЬНОМ, ТАК И В ДИСТАЛЬНОМ УЧАСТКАХ НЕРВА. В УСЛОВИЯХ ОРГАНИЗМА ДВУСТОРОННЕЕ ПРОВЕДЕНИЕ ПОКАЗАНО В АКСОННОМ ХОЛМИКЕ: ВОЗНИКШИЙ В ЭТОМ МЕСТЕ ПД РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ НЕ ТОЛЬКО В АКСОН, НО И В ТЕЛО НЕЙРОНА.

# ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ

- **Изолированное проведение возбуждения.** В обычных условиях деятельности нервного ствола (возбуждение только части нервных волокон, асинхронное распространение в них ПД) проведение возбуждения в составляющих его волокнах происходит практически изолированно. Это обусловлено тем, что петли тока в межклеточной жидкости ствола, имеющей низкое сопротивление, почти не проникают в невозбужденные волокна нерва из-за большого сопротивления их оболочек. Изолированное проведение импульсов по нервным волокнам обеспечивает точное афферентное и эфферентное влияния функционально разнородных волокон нерва

# ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ

- **Большая скорость проведения возбуждения.** Скорость проведения ПД в различных типах волокон нерва равна 0,5—120 м/с . передача возбуждения по нервным волокнам является наиболее скоростным из известных способов передачи информации на значительные расстояния в организме. Для сравнения отметим, что скорость передачи гуморальных влияний ограничена скоростью кровотока, которая равна от 0,5 мм/с в капиллярах до 0,25 м/с в аорте (средняя скорость).

# ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ

- **Малая утомляемость нервного волокна.** При нормальном кровоснабжении (доставке кислорода и питательных веществ) проводящий возбуждение нерв практически не утомляется. Это обусловлено тем, что при проведении ПД по нервным волокнам используется всего лишь одна миллионная часть запасов трансмембранных ионных градиентов и, следовательно, нужны не большие количества АТФ для восстановления (например, посредством Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-насоса) ионных градиентов.

# ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ

- **Возможность функционального блока проведения возбуждения при морфологической целостности волокон.** Нарушение физиологической непрерывности нервных волокон возникает при действии анестетиков, электрического тока, при гипоксии, воспалении, охлаждении. После прекращения действия этих факторов проведение возбуждения по волоку нам нерва восстанавливается.
- **Высокая лабильность:** нервное волокно может проводить до 400 имп/с.

# СИНАПС.

- **Синапс (греч. Synapsis — соединение)** — специализированная структура, обеспечивающая передачу возбуждающих или тормозных влияний между двумя возбудимыми клетками. Через синапс наряду с прямым влиянием на возбудимость иннервируемой клетки осуществляется и более медленное трофическое влияние, приводящее к изменению метаболизма иннервируемой клетки, ее структуры и функции.

# КЛАССИФИКАЦИЯ СИНАПСОВ.

- По виду у соединяемых клеток синапсы можно разделить на **межнейронные, нейроэффекторные и нейрорецепторные.**
- **Межнейронные синапсы** находятся в ЦНС и вегетативных ганглиях.
- **Нейроэффекторные (нейромышечные и нейросекреторные)** синапсы соединяют эфферентные нейроны соматической и вегетативной нервной системы с исполнительными клетками — поперечнополосатыми и гладкими миоцитами, секреторными клетками.
- **К нейрорецепторным** синапсам относят контакты во вторичных рецепторах между рецепторной клеткой и дендритом афферентного нейрона.

# КЛАССИФИКАЦИЯ СИНАПСОВ.

- По эффекту синапсы делят на **возбуждающие**, т.е. запускающие генерацию потенциала действия, и **тормозные**, препятствующие возникновению потенциала действия.

# КЛАССИФИКАЦИЯ СИНАПСОВ.

- По способу передач и сигнала синапсы делят на **химические, электрические и смешанные.**
- **Химические синапсы** являются специфическим межклеточным контактом для нервной системы. В них передача влияния на постсинаптическую клетку осуществляется с помощью химического посредника — **медиатора.**
- В **электрических синапсах** потенциалы действия непосредственно (электротонически) передаются на постсинаптическую клетку. Эти синапсы являются разновидностью щелевых межклеточных контактов, которые встречаются и в других тканях (например, нексусы в миокарде и гладкомышечной ткани). Электрические синапсы немногочисленны в нервной системе млекопитающих, особенно в постнатальном периоде.

# КЛАССИФИКАЦИЯ

• По природе медиатора химические синапсы делят на:

## СИНАПСОВ

- холинергические (медиатор — ацетилхолин),
- адренергические (норадреналин),
- дофаминергические (дофамин),
- гамкергические ( $\gamma$ -аминомасляная кислота),
- глутаматергические (глутамат),
- аспартатергические (аспартат),
- пептидергические (пептиды),
- пуринергические (АТФ).

# СТРОЕНИЕ СИНАПСА.

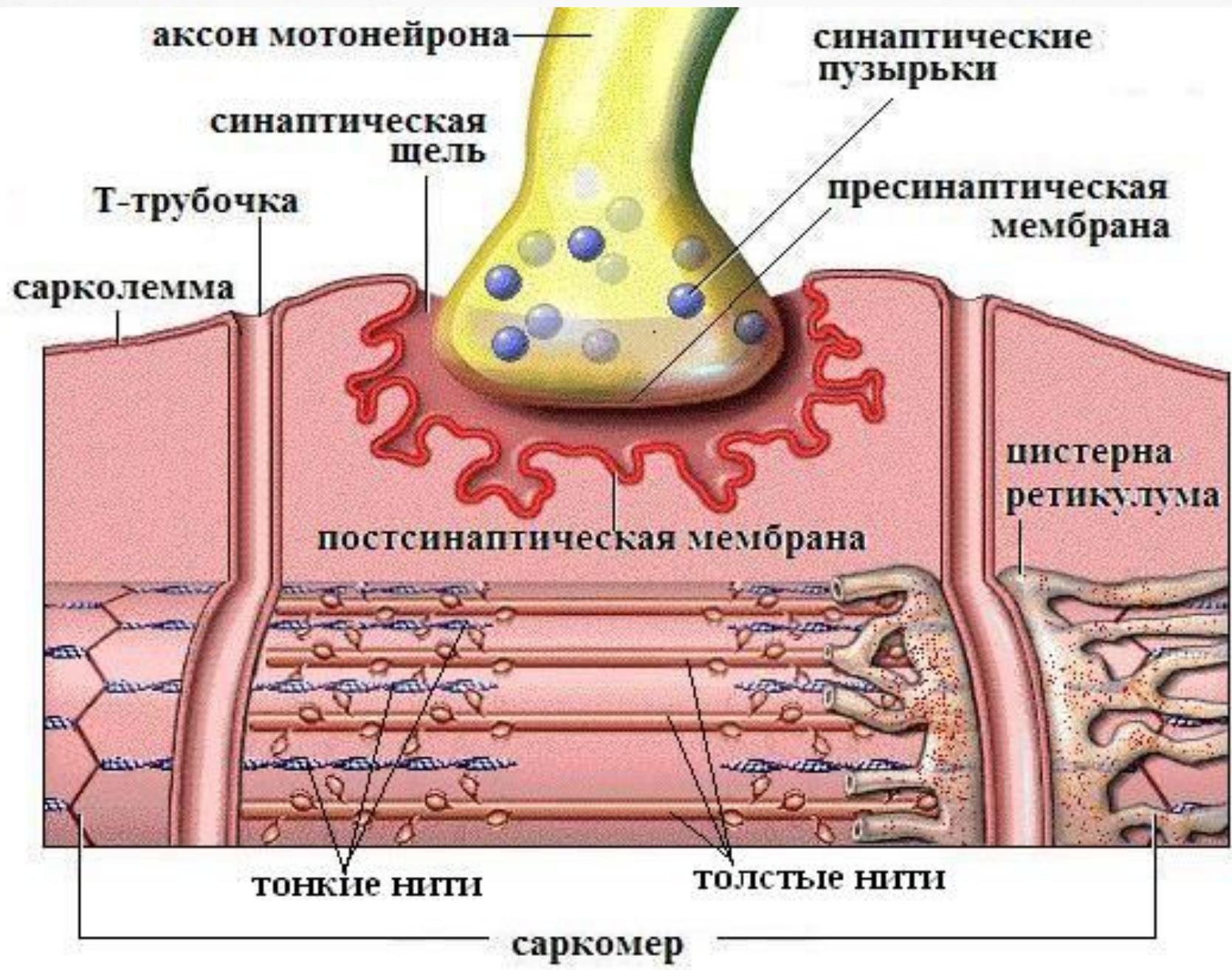
- Синапс имеет следующие структурные элементы: **пресинаптическое окончание**, **постсинаптическую мембрану** и связывающую их **синаптическую щель**. Однако структура нервно-мышечного синапса имеет отличия от других синапсов, связанные с иннервацией длинных клеток (миоцитов) и необходимостью из одного синапса при передаче одного импульса практически одновременно активировать все сократительные единицы (саркомеры) миоцита.

# СТРОЕНИЕ СИНАПСА.

- **Пресинаптическое окончание** образуется расширениями по ходу разветвления аксона, иннервирующего мышечное волокно. В нервно-мышечном синапсе пресинаптическое окончание имеет большую длину (около 1—2 мм).
- **Синаптическая щель** в нервномышечном синапсе имеет ширину в среднем 50 нм. Она содержит межклеточную жидкость и мукополисахаридное плотное вещество в виде полосок, мостиков, которое обеспечивает связь между пре- и постсинаптической мембранами и может содержать ферменты. Это вещество хорошо выражено в щели нервно-мышечного синапса, где оно формирует базальную мембрану и содержит фермент ацетилхолинэстеразу.

# СТРОЕНИЕ СИНАПСА.

- **Постсинаптическая мембрана** — утолщенная часть клеточной мембраны иннервируемой клетки, содержащая белковые рецепторы, имеющие ионные каналы и способные связать молекулы медиатора. Ее особенностью в нервно-мышечном синапсе является наличие множества мелких складок, которые образуют слепые карманы, открывающиеся в синаптическую щель. Благодаря им резко увеличиваются площадь постсинаптической мембраны и количество ее рецепторов, которое в одном синапсе достигает 10—20 млн. Постсинаптическую мембрану нервно-мышечного синапса называют также концевой пластинкой .



# ПОНЯТИЕ О РЕФЛЕКСАХ.

- **Рефлѐкс** (от лат. **Reflexus** — **отражѐнный**) — стереотипная реакция живого организма на раздражитель, проходящая с участием центральной нервной системы.

# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕФЛЕКСОВ

**По типу образования:** условные и безусловные рефлексы.

- **По видам рецепторов:** экстероцептивные (кожные, зрительные, слуховые, обонятельные), интероцептивные (с рецепторов внутренних органов) и проприоцептивные (с рецепторов мышц, сухожилий, суставов)
- **По эффекторам:** соматические, или двигательные (рефлексы скелетных мышц), например флексорные, экстензорные, локомоторные, статокINETические и др.; Вегетативные внутренних органов — пищеварительные, сердечно-сосудистые, выделительные, секреторные и др.
- **По биологической значимости:** оборонительные, или защитные, пищеварительные, половые, ориентировочные.

# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕФЛЕКСОВ.

- По степени сложности нейронной организации рефлекторных дуг различают **моносинаптические**, дуги которых состоят из афферентного и эфферентного нейронов (например, коленный), и **полисинаптические**, дуги которых содержат также один или несколько промежуточных нейронов и имеют два или несколько синаптических переключений (например, флексорный).
- По характеру влияния на деятельность эффектора: **возбуждающие** — вызывающие и усиливающие (облегчающие) его деятельность, **тормозные** — ослабляющие и подавляющие её (например, рефлекторное учащение сердечного ритма симпатическим нервом и урежение его или остановка сердца — блуждающим).

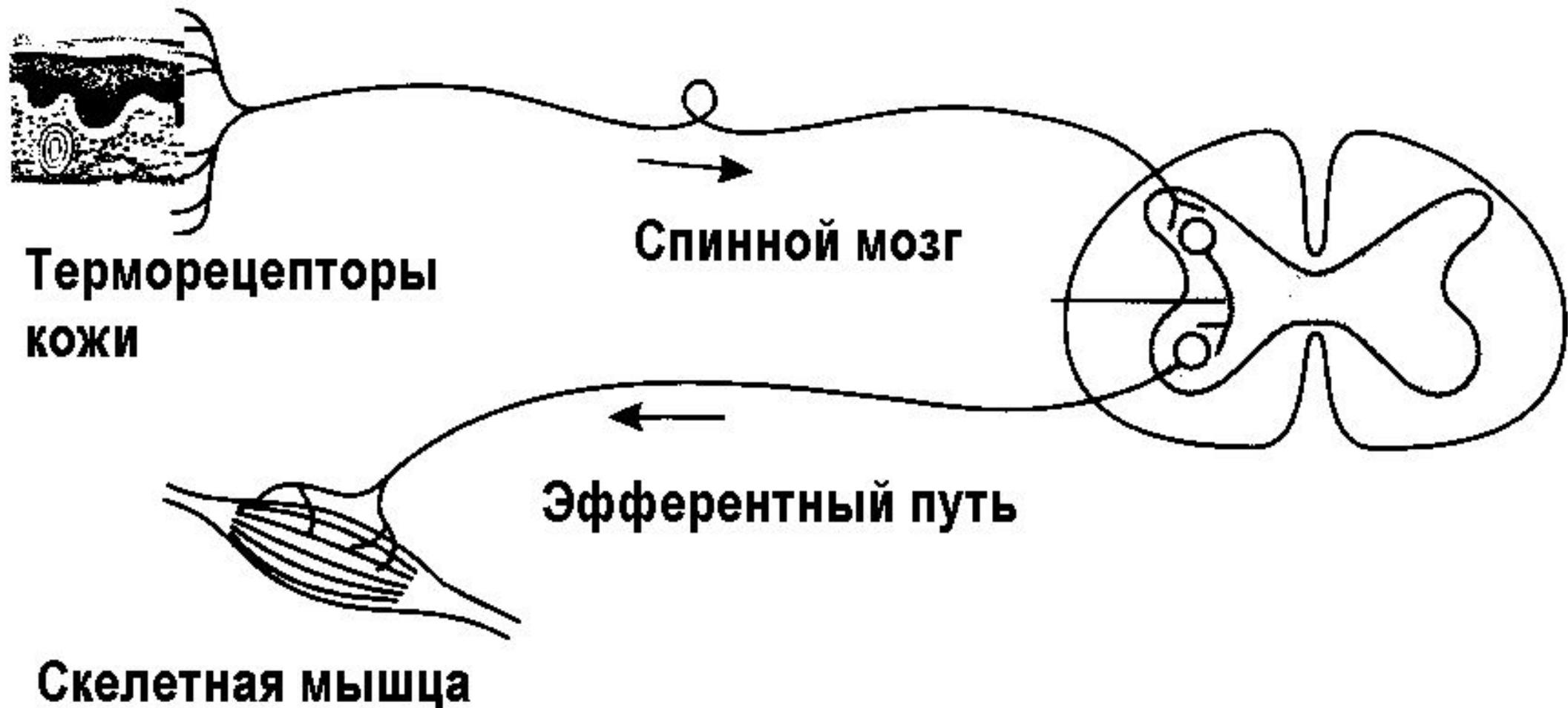
# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕФЛЕКСОВ

- По анатомическому расположению центральной части рефлекторных дуг различают **спинальные рефлексы** и **рефлексы головного мозга**. В осуществлении спинальных рефлексов участвуют нейроны, расположенные в спинном мозге. Пример простейшего спинального рефлекса — отдергивание руки от острой булавки. Рефлексы головного мозга осуществляются при участии нейронов головного мозга. Среди них различают **бульбарные**, осуществляемые при участии нейронов продолговатого мозга; **мезэнцефальные** — с участием нейронов среднего мозга; **кортикальные** — с участием нейронов коры больших полушарий головного мозга.

# СТРОЕНИЕ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ.

- **Рефлекторная дуга (нервная дуга)** — путь, проходимый нервными импульсами при осуществлении рефлекса.
- **Рефлекторная дуга состоит из:**
  - **Рецептора** — нервное звено, воспринимающее раздражение;
  - **Афферентного звена** — центrostремительное нервное волокно — отростки рецепторных нейронов, осуществляющие передачу импульсов от чувствительных нервных окончаний в центральную нервную систему;
  - **Центрального звена** — нервный центр (необязательный элемент, например для аксон-рефлекса);
  - **Эфферентного звена** — осуществляют передачу от нервного центра к эффектору;
  - **Эффектора** — исполнительный орган, деятельность которого изменяется в результате рефлекса.

# Афферентный путь



# СВОЙСТВА БЕЗУСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА.

- **Безусловные рефлексy** — наследственно передаваемые (врождённые) реакции организма, присущие всему виду. Выполняют защитную функцию, а также функцию поддержания гомеостаза (постоянства внутренней среды организма).
- Основные типы безусловных рефлексов: **пищевые, защитные, ориентировочные, половые.**
- Примером защитного рефлекса является рефлексорное отдергивание руки от горячего объекта. Гомеостаз поддерживается, например, рефлексорным учащением дыхания при избытке углекислого газа в крови. Практически каждая часть тела и каждый орган участвует в рефлексорных реакциях.

# СВОЙСТВА БЕЗУСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА.

- Дуги участвующие в безусловных рефлексах, **замыкаются в сегментарном аппарате спинного мозга**, но могут замыкаться и выше (например, в подкорковых ганглиях или в коре). Другие отделы нервной системы также участвуют в рефлексах: ствол мозга, мозжечок, кора больших полушарий.
- Дуги безусловных рефлексов **формируются к моменту рождения и сохраняются в течение всей жизни**. Однако они могут изменяться под влиянием болезни. Многие безусловные рефлексы проявляются лишь в определённом возрасте; так, свойственный новорождённому хватательный рефлекс угасает в возрасте 3—4 месяцев.

# УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ

- **Условный рефлекс** — это приобретенный рефлекс, свойственный отдельному индивиду (особи). Возникают в течение жизни особи и не закрепляются генетически (не передаются по наследству). Возникают при определённых условиях и исчезают при их отсутствии. Формируются на базе безусловных рефлексов при участии высших отделов мозга. Условно-рефлекторные реакции зависят от прошлого опыта, от конкретных условий, в которых формируется условный рефлекс.

# ФОРМИРОВАНИЕ УСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА

- Для этого необходимо:
- **Наличие 2 раздражителей:** безусловного раздражителя и индифферентного (нейтрального) раздражителя, который затем становится условным сигналом;
- **Определенная сила раздражителей.** Безусловный раздражитель должен быть настолько сильным, чтобы вызывать доминантное возбуждение в центральной нервной системе. Индифферентный раздражитель должен быть привычным, чтобы не вызывать ярко выраженного ориентировочного рефлекса.
- Неоднократное сочетание раздражителей во времени, причем первым должен воздействовать индифферентный раздражитель, затем безусловный раздражитель.  
**Постоянство окружающей среды** — выработка условного рефлекса требует постоянства свойств условного сигнала.

