

Онтогенез и развитие спинного мозга. Строение.

- Начиная с этапа зародыша и заканчивая становлением индивида, нервная система проходит сложнейший путь развития. Онтогенез спинного мозга можно поделить на периоды эмбрионального, пренатального, постнатального развития. В каждом из них орган развивается, усовершенствуется и набирает необходимый функционал для дальнейшего развития.

Формирование нервной системы

- Начало развития нервной системы идет от формирования ее зачатка из эктодермы. Этот процесс происходит под видом утолщения этой эктодермы вдоль спины зародыша и начинается на 3-й неделе с момента зачатия ребенка. Образовывается некая пластинка. В будущем, она формирует нервную трубку. Происходит это путем образования нервной бороздки и валиков, которые смыкаются. Вскоре, эта трубка отделяется от эктодермы и продолжает развиваться как отдельный орган. На этапе формирования нервной трубки, ее стенки состоят из одного слоя клеток. Со временем те делятся митотическим способом. Трубка уже имеет 3 слоя:

Формирование нервной системы

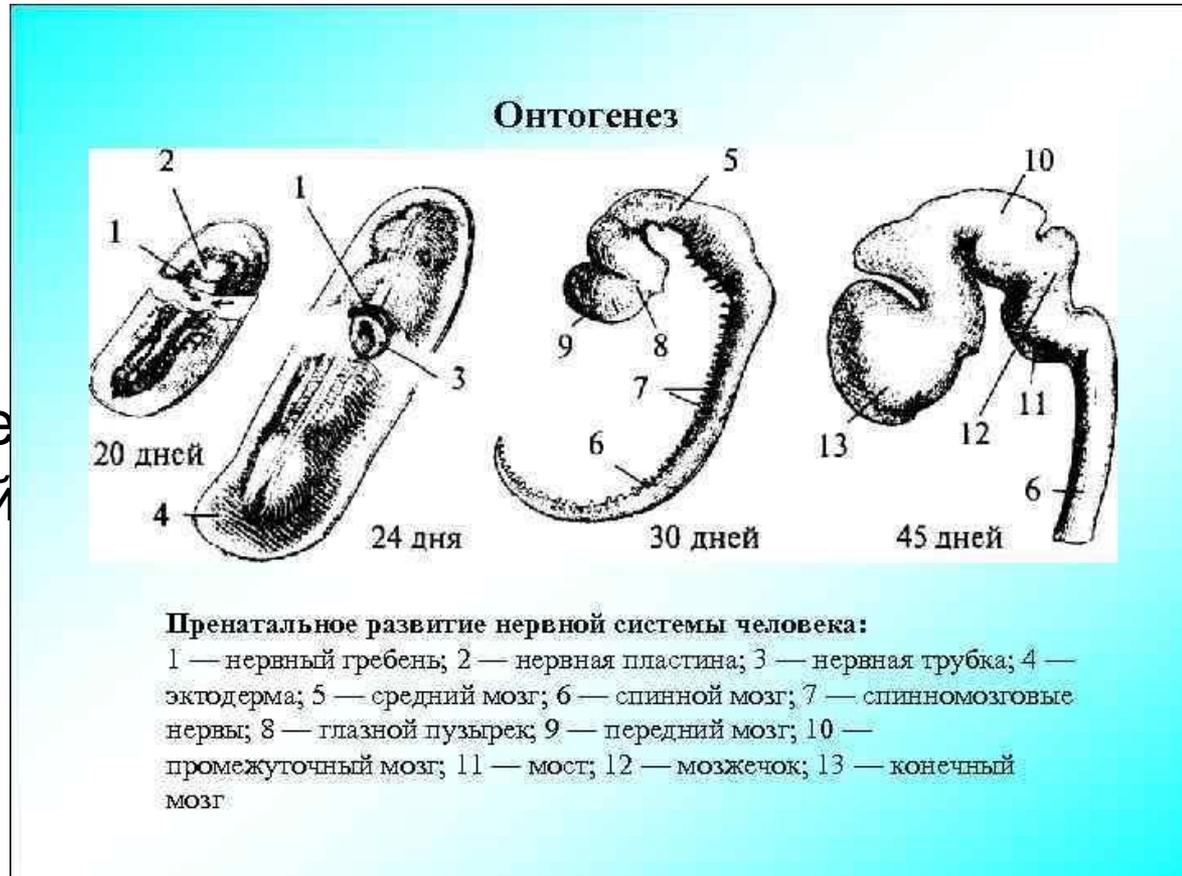
- Внутренний (эпендимный). Этот слой есть началом развития клеток центрального канала и стенок желудочков.
- Средний (мантийный). Тут формируются нейробласты – источники развития нервных клеток, их отростков (серое вещество мозга), а также спонгиобласты – дают начало развитию нейроглии.
- Внешний слой. Он беден на содержание клеток. В будущем он формирует белое вещество мозга.

Формирование нервной системы

- Развивающийся мозг со временем формирует канатики. Из нервного гребня формируются узловые пластинки. В дальнейшем они разделяются. Клетки, которые находятся ближе всего к нервной трубке в будущем развиваются в чувствительные узлы черепных и спинномозговых нервов. Клетки, которые были дальше всего, мигрируют в органы, формируя узлы автономной нервной системы.

Формирование нервной системы

- Со временем нервная трубка расширяется на головном конце. Там начинается свое развитие головной мозг. Более узкая часть превращается в спинной мозг.



Эмбриональный период развития

Спинной мозг начинает формироваться из боковых стенок нервной трубки, вследствие их усиленного роста. Каждая стенка разделяется пограничной бороздой на основную и крыльную пластинки и промежуточную зону. Основная борозда отвечает за двигательные центры, а крыльная – за чувствительные. В промежуточной зоне развиваются автономные центры.

Эмбриональный период развития Из двигательного центра выходят аксоны, которые, сливаясь, образуют нервные корешки. Со временем, те вырастают в мезодерму и соединяются с миобластами. Из чувствительных узлов вырастают пучки отростков, которые вскоре идут к чувствительному центру спинного мозга. Отростки этих нейробластов растут и сближаются с двигательными корешками. Таким образом, на 5—6 неделе развития образуется спинномозговой нерв.

Формируются узлы симпатической нервной системы. Процесс происходит благодаря миграции нейробластов ганглиозной пластинки, которые формируют узлы по бокам позвоночного столба. Там формируются связи с аксонами нейробластов автономных центров и передних корешков. Со временем, миграция клеток от этих узлов образует сплетения и другие узлы вокруг крупных сосудов. По мере развития спинного мозга, боковые стенки развиваются в две симметричные половины. При этом центральный канал сужается и наполняется спинномозговой жидкостью.

Внутриутробное развитие спинного мозга

На начальных этапах внутриутробного роста ребенка, спинной мозг заполняет весь позвоночный столб. Далее, на третьем месяце развития, позвоночник начинает интенсивный рост в длину. Развитие спинного мозга начинает отставать, вследствие чего, его копчиковый сегмент перемещается вверх. На момент рождения, нижняя точка спинного мозга находится на уровне III—IV позвонка поясничного отдела. Сегменты мозга смещаются вверх, из-за чего возникает несоответствие нумерации позвонка к сегменту. Таким образом, в шейном отделе сегменты размещаются выше на один позвонок, поясничные отделы мозга залегают на уровне XI позвонка грудного отдела. Крестцовые и копчиковые сегменты находятся в конце грудного и в начале поясничного отделов.

Постнатальное развитие спинного мозга

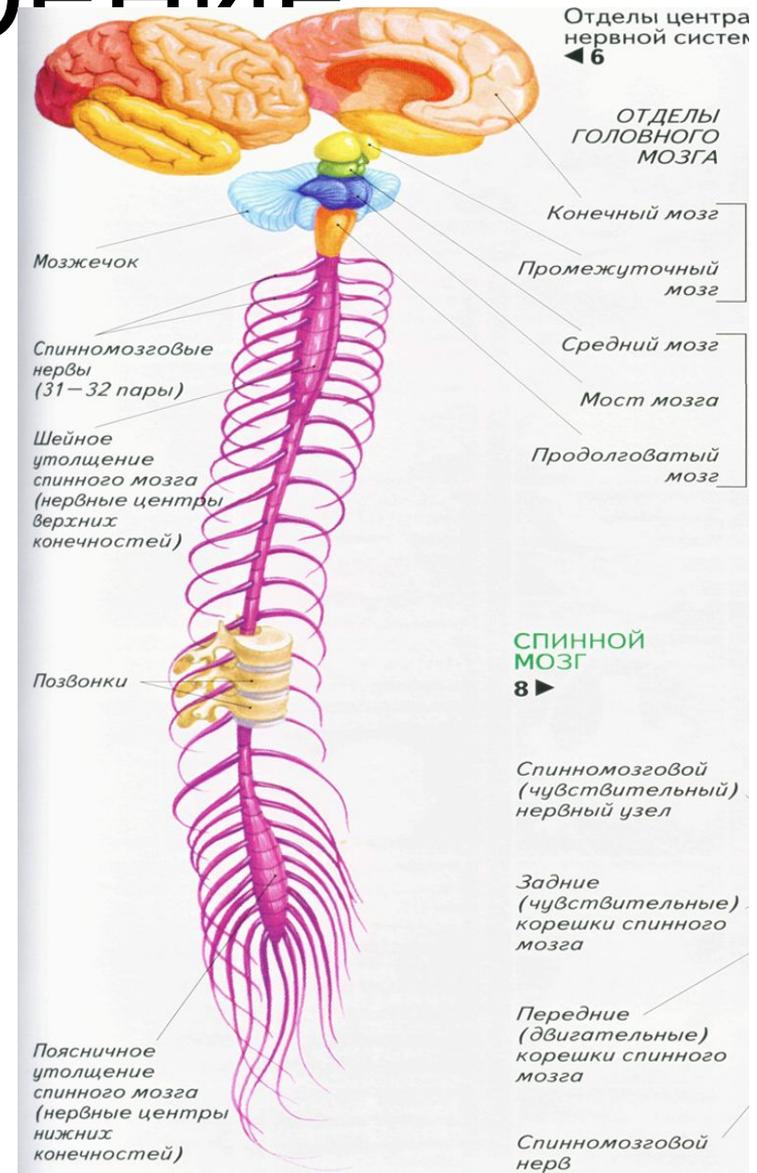
Этап рождения в онтогенезе спинного мозга отыгрывает точку, когда он начинает интенсивный рост. На момент рождения масса спинного мозга составляет 2—6 гр., а длина — 14—15 см, его конец залегает на уровне II—III поясничных позвонков. К 5 годам масса увеличивается вдове, а к 20 годам в 8—9 раз. В толщину мозг растет медленно. Его поперечный размер удваивается только к 12 годам жизни и в дальнейшем почти не меняется. На момент рождения у ребенка отсутствуют шейные и поясничные утолщения. Их формирование начинается на период 3 лет с момента рождения. Шейное утолщение развивается гораздо быстрее, чем поясничное, что обосновывают более быстрым развитием верхних конечностей.

Со временем отмечаются морфологические и гистологические изменения в строении мозга. Передние рога развиваются немного лучше задних. Объясняется это тем, что на раннем этапе развития ребенка имеет место ускоренное развитие моторики движений. Малыш старается в большей мере координировать движения головы, рук и ног. Усовершенствуются статические и динамические движения. С развитием ребенка увеличивается количество клеток в сером веществе, отмечаются изменения в их микроструктуре.

Образовавшимися вследствие утолщения боковых стенок спинномозговой трубки и проходящими по средней линии передней и задней продольными бороздами: глубокой *fissura mediana anterior*, и поверхностной, *sulcus medianus posterior*, спинной мозг делится на две симметричные половины - правую и левую; каждая из них в свою очередь имеет слабо выраженную продольную борозду, идущую по линии входа задних корешков (*sulcus posterolateralis*) и по линии выхода передних корешков (*sulcus anterolateralis*). Эти борозды делят каждую половину белого вещества спинного мозга на три продольных канатика: передний - *funiculus anterior*, боковой - *funiculus lateralis* и задний - *funiculus posterior*. Задний канатик в шейном и верхнегрудном отделах делится еще промежуточной бороздкой, *sulcus intermedius posterior*, на два пучка: *fasciculus gracilis* и *fasciculus cuneatus*. Оба эти пучка под теми же названиями переходят вверху на заднюю сторону продолговатого мозга.

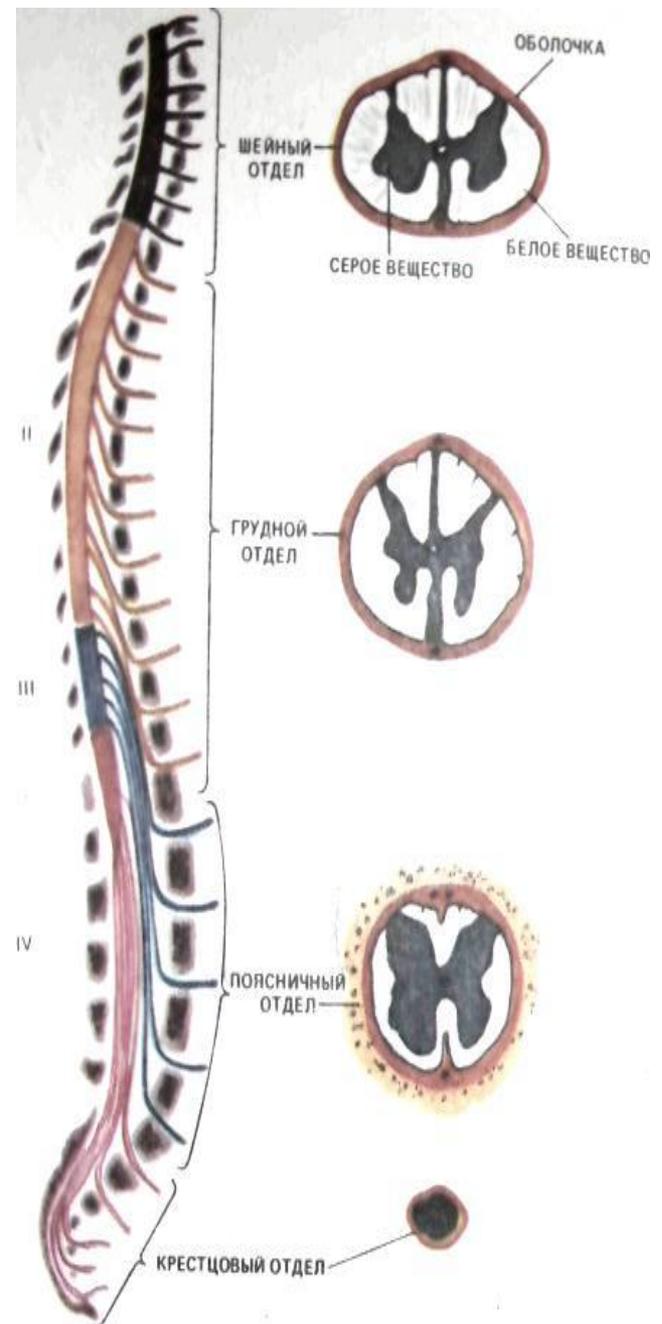
СПИННОЙ МОЗГ. СТРОЕНИЕ

- Спинной мозг лежит в позвоночном канале представляет собой длинный тяж (его длина у взрослого человека около 45 см), несколько сплюснутый спереди назад. Вверху он переходит в продолговатый мозг, а внизу, на уровне I — II поясничных позвонков, заканчивается.



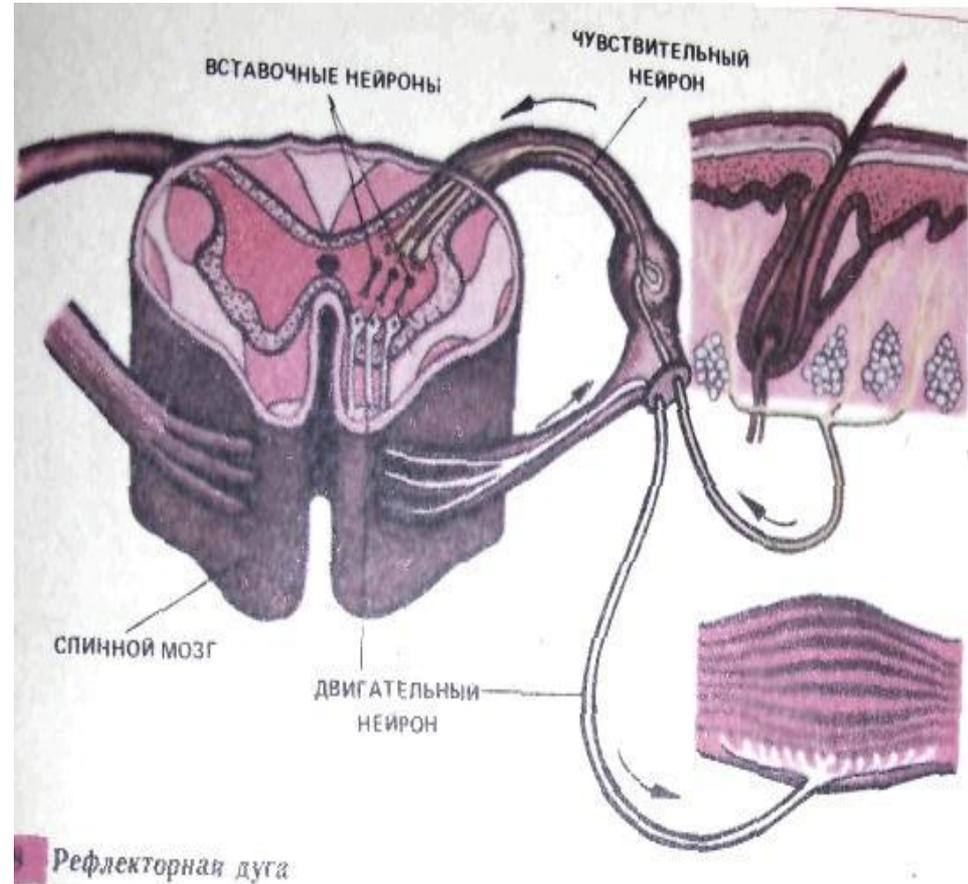
СПИННОЙ МОЗГ. СТРОЕНИЕ.

- В центре его проходит спинномозговой канал, вокруг которого сосредоточено **серое вещество** — скопление нервных клеток, образующих контур бабочки.
- Серое вещество окружено **белым веществом** — скоплением пучков отростков нервных клеток. нервные волокна этих клеток создают восходящих и нисходящих пути, соединяющие различные участки спинного мозга друг с другом, а также спинной мозг с головным

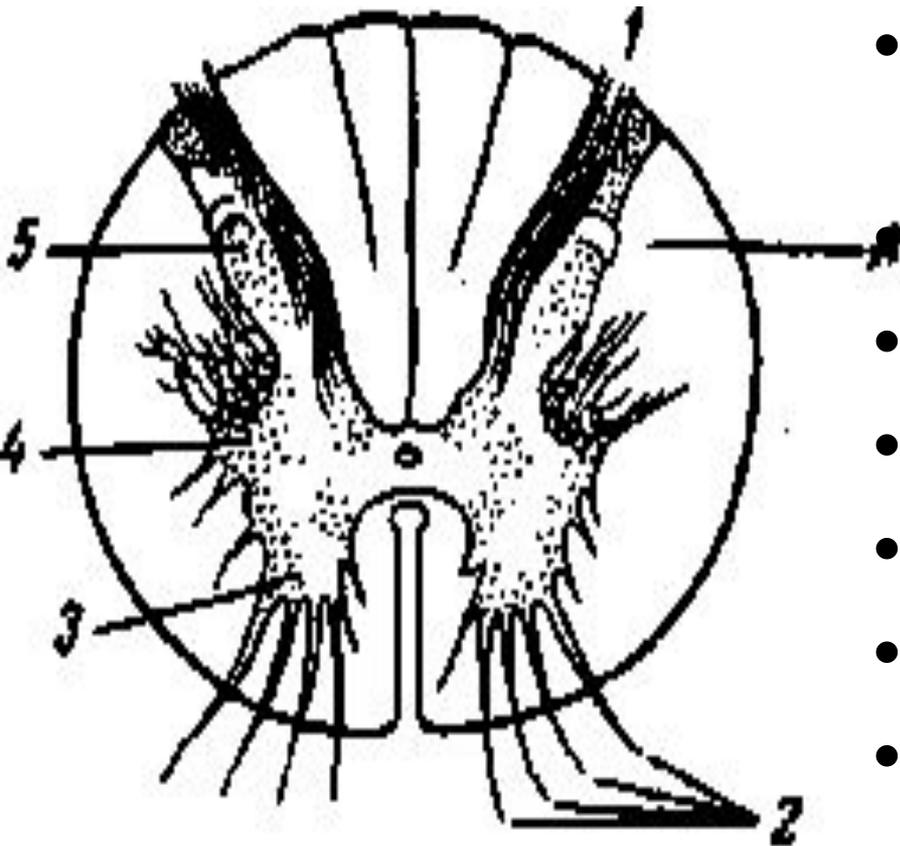


СПИННОЙ МОЗГ. СТРОЕНИЕ.

- В сером веществе различают **передние, задние и боковые рога**.
- В передних рогах залегают **двигательные нейроны**,
- в задних — **вставочные**, которые осуществляют связь между **чувствительными и двигательными нейронами**.



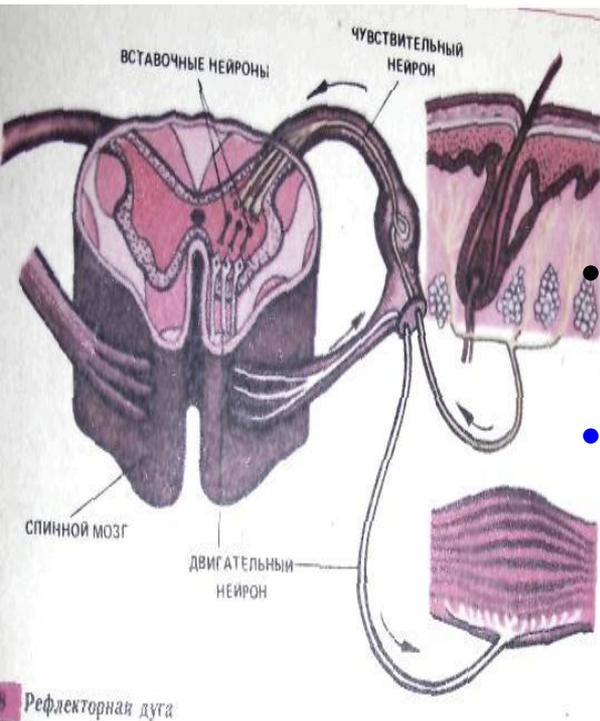
СПИННОЙ МОЗГ. СТРОЕНИЕ.



- Поперечный разрез спинного мозга.
- 1 — задние корешки;
- 2 — передние корешки;
- 3 — передний рог;
- 4 — боковой рог;
- 5 — задний рог;
- 6 — белое вещество.

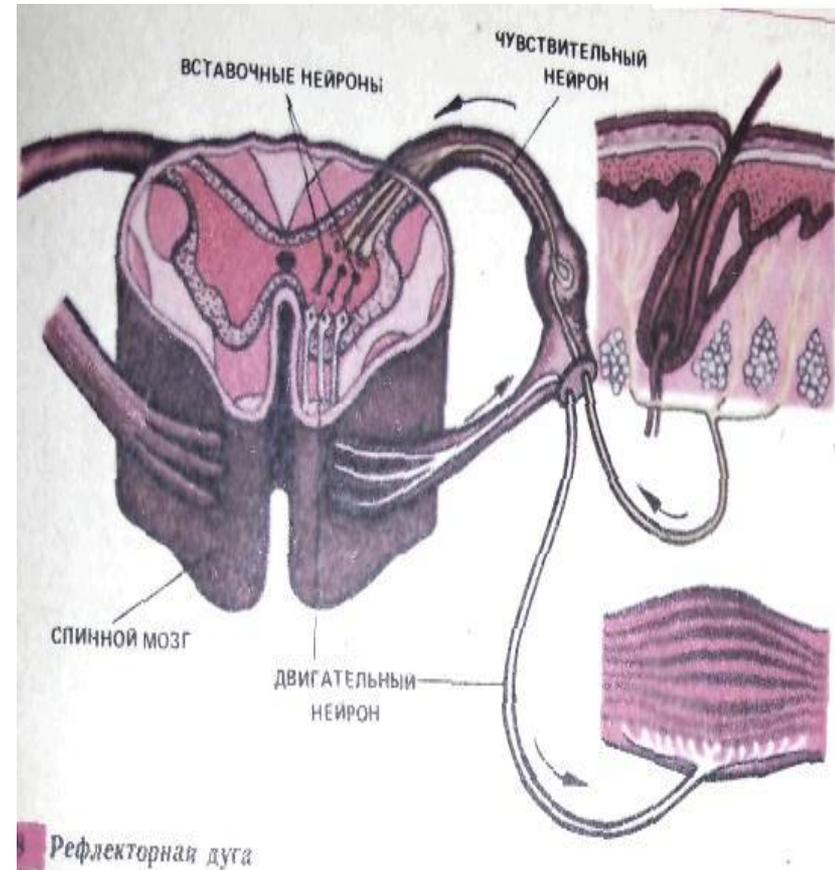
СПИННОЙ МОЗГ. СТРОЕНИЕ.

- Функции спинномозговых корешков были выяснены при помощи методов **перерезки и раздражения**.
- Выдающийся шотландский анатом и физиолог **Белл** и французский исследователь **Мажанди** установили, что при односторонней перерезке передних корешков спинного мозга отмечается паралич конечностей этой же стороны, чувствительность же сохраняется полностью.
- Перерезка задних корешков приводит к утрате чувствительности, двигательная функция при этом сохраняется.
- Таким образом, было показано, что **афферентные импульсы поступают в спинной мозг через задние корешки (чувствительные), эфферентные импульсы выходят через передние корешки (двигательные)**.



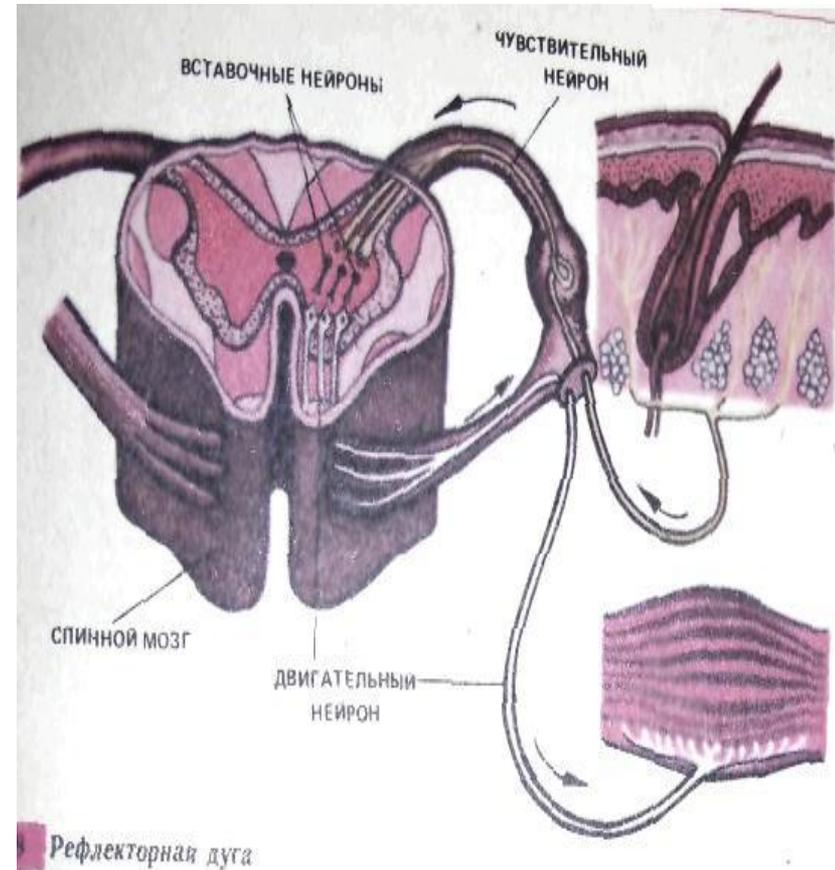
СПИННОЙ МОЗГ. СТРОЕНИЕ.

- **Чувствительные нейроны** лежат вне тяжа, в спинномозговых узлах по ходу **чувствительных нервов**.
- От **двигательных нейронов** передних рогов отходят длинные отростки — аксоны, образующие **передние корешки** и продолжающиеся далее в **двигательные нервные волокна**.



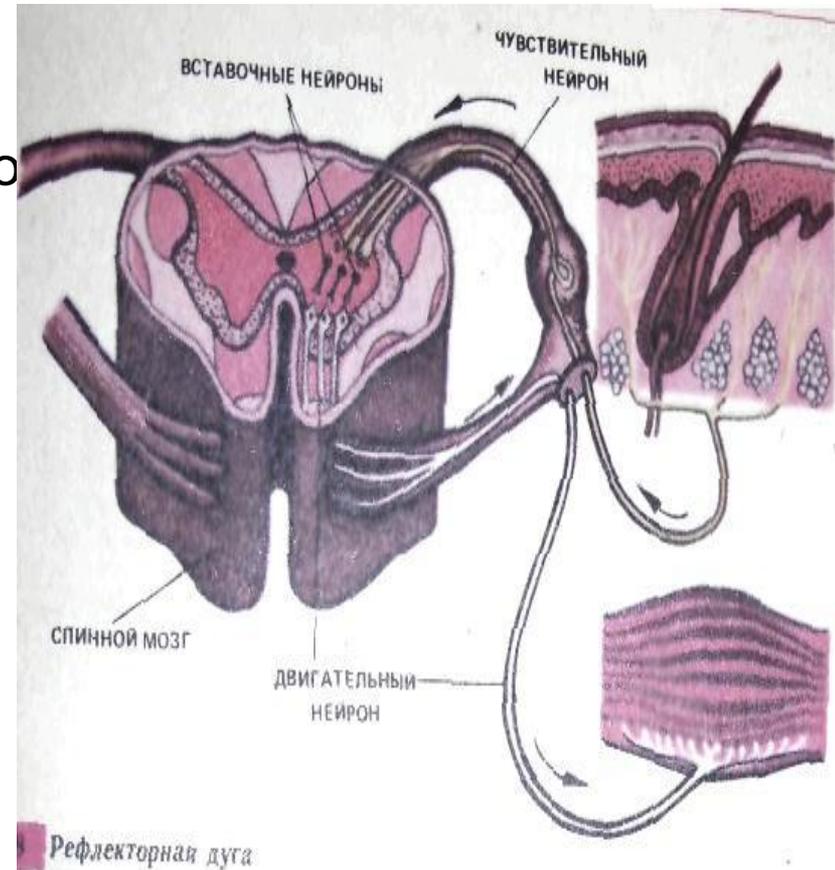
СПИННОЙ МОЗГ. СТРОЕНИЕ.

- В межпозвонковых отверстиях **двигательные** и **чувствительные корешки** соединяются, образуя **смешанные нервы**, которые затем распадаются на **передние и задние ветви**. Каждая из них состоит из **чувствительных и двигательных волокон**.
- Таким образом, на уровне каждого позвонка от спинного мозга в обе стороны отходит всего **31 пара спинномозговых нервов смешанного типа**.



СПИННОЙ МОЗГ. СТРОЕНИЕ.

- Белое вещество спинного мозга образует **проводящие пути**, которые тянутся вдоль спинного мозга, соединяя как отдельные его сегменты друг с другом, так и спинной мозг с головным.
- Одни проводящие пути называются **восходящими или чувствительными**, передающими возбуждение в головной мозг,
- Другие **нисходящими или двигательными**, проводящими импульсы от головного мозга к определенным сегментам спинного мозга.



Нервный сегмент - это поперечный отрезок спинного мозга и связанных с ним правого и левого спинномозговых нервов, развившихся из одного невротомы (невромера). Он состоит из горизонтального слоя белого и серого вещества (задние, передние и боковые рога), содержащего нейроны, отростки которых проходят в одном парном (правом и левом) спинномозговом нерве и его корешках.

В спинном мозге различают 31 сегмент, которые топографически делятся на 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 копчиковый.

Задние канатики содержат волокна задних корешков спинномозговых нервов, слагающиеся в две системы:

Медиально расположенный тонкий пучок, *fasciculus gracilis*.

Латерально расположенный клиновидный пучок, *fasciculus cuneatus*.

Пучки тонкий и клиновидный проводят от соответствующих частей тела к коре головного мозга сознательную проприоцептивную (мышечно-суставное чувство) и кожную (чувство стереогноза - узнавание предметов на ощупь) чувствительность, имеющую отношение к определению положения тела в пространстве, а также тактильную чувствительность.

Боковые канатики содержат следующие пучки:

А. Восходящие:

К заднему мозгу:

tractus spinocerebellaris posterior, задний спинно-мозжечковый путь, располагается в задней части бокового канатика по его периферии;
tractus spinocerebellaris anterior, передний спинно-мозжечковый путь, лежит вентральнее предыдущего. Оба спинно-мозжечковых тракта проводят бессознательные проприоцептивные импульсы (бессознательная координация движений).

К среднему мозгу:

tractus spinotectalis, спинно-покрыщечный путь, прилегает к медиальной стороне и передней части tractus spinocerebellaris anterior.

К промежуточному мозгу:

tractus spinothalamics lateralis прилегает с медиальной стороны к tractus spinocerebellaris anterior, тотчас позади tractus spinotectalis. Он проводит в дорсальной части тракта температурные раздражения, а в вентральной - болевые;

tractus spinothamicus anterior s. ventralis аналогичен предыдущему, но располагается кпереди от соименного латерального и является путем проведения импульсов осязания, прикосновения (тактильная чувствительность). Этот тракт располагается в переднем канатике.

Б. Нисходящие.

От коры большого мозга:

латеральный корково-спинномозговой (пирамидный) путь, *tractus corticospinalis (pyramidalis) lateralis*. Этот тракт является сознательным эфферентным двигательным путем.

От среднего мозга:

tractus rubrospinalis. Он является бессознательным эфферентным двигательным путем.

От заднего мозга:

tractus olivospinalis, лежит вентральнее *tractus spinocerebellaris anterior*, вблизи переднего канатика. Передние канатики содержат нисходящие пути.

От коры головного мозга:

передний корково-спинномозговой (пирамидный) путь, *tractus corticospinalis (pyramidalis) anterior*, составляет с латеральным пирамидным пучком общую пирамидную систему.

От среднего мозга:

tractus tectospinalis, лежит медиальнее пирамидного пучка, ограничивая *fissura mediana anterior*. Благодаря ему осуществляются рефлекторные защитные движения при зрительных и слуховых раздражениях - зрительно-слуховой рефлекторный тракт.

Ряд пучков идет к передним рогам спинного мозга от различных ядер продолговатого мозга, имеющих отношение к равновесию и координации движений

ФУНКЦИИ И ЦЕНТРЫ СПИННОГО МОЗГА.

- Рефлекторная функция спинного мозга. В спинной мозг поступают:
- афферентные импульсы от рецепторов кожи,
- проприорецепторов двигательного аппарата,
- интерорецепторов кровеносных сосудов,
- пищеварительного тракта,
- выделительных и половых органов.

ФУНКЦИИ И ЦЕНТРЫ СПИННОГО МОЗГА.

- **Эфферентные импульсы** от спинного мозга идут к скелетным мышцам (за исключением мышц лица),
- в том числе к **дыхательным—межреберным мышцам и диафрагме.**
- Кроме того, от спинного мозга по вегетативным нервным волокнам **импульсы поступают ко всем внутренним органам, кровеносным сосудам, потовым железам.**

ФУНКЦИИ И ЦЕНТРЫ СПИННОГО МОЗГА.

- Мотонейроны спинного мозга возбуждаются за счет **афферентных импульсов**, поступающих к ним от различных рецепторов организма.
- Большая роль в регуляции деятельности мотонейронов принадлежит **нисходящим влияниям головного мозга** (коры больших полушарий, ретикулярной формации ствола мозга, мозжечка и др.),
- а также **внутриспинальным воздействиям** многочисленных вставочных нейронов.

ФУНКЦИИ И ЦЕНТРЫ СПИННОГО МОЗГА.

- Среди вставочных нейронов особая роль принадлежит **клеткам Реншоу**. Эти клетки образуют на мотонейронах тормозные синапсы. При возбуждении клеток Реншоу активность мотонейронов притормаживается, что предупреждает перевозбуждение и контролирует их работу.
- Деятельность мотонейронов спинного мозга контролируется также потоком импульсов, идущих от проприорецепторов мышц (**обратная афферентация**).

ФУНКЦИИ И ЦЕНТРЫ СПИННОГО МОЗГА.

Рефлекторные центры спинного мозга.

В шейном отделе спинного мозга
находятся:

- *центр диафрагмального нерва,*
- *центр сужения зрачка,*

В шейном и грудном отделах —

- *центры мышц верхних конечностей,*
- *мышц груди, спины и живота,*

ФУНКЦИИ И ЦЕНТРЫ СПИННОГО МОЗГА.

Рефлекторные центры спинного мозга.

В поясничном отделе —

центры мышц нижних конечностей

В крестцовом отделе —

центры мочеиспускания,

дефекации и половой деятельности

В боковых рогах грудного и поясничного отделов спинного мозга —

центры потоотделения

спинальные сосудодвигательные центры.

ФУНКЦИИ И ЦЕНТРЫ СПИННОГО МОЗГА.

Рефлекторные центры спинного мозга.

Изучая нарушения деятельности тех или других групп мышц или отдельных функций у больных людей, можно установить, какой отдел спинного мозга поврежден или функция какого отдела нарушена.

ФУНКЦИИ И ЦЕНТРЫ СПИННОГО МОЗГА.

Рефлекторные центры спинного мозга.

- Рефлекторные дуги отдельных рефлексов проходят через **определенные сегменты спинного мозга**.
- Возбуждение, возникшее в рецепторе, по центростремительному нерву поступает в **соответствующий отдел спинного мозга**.
- Центробежные волокна, выходящие из спинного мозга в составе передних корешков, **иннервируют строго определенные участки тела**.

ФУНКЦИИ И ЦЕНТРЫ СПИННОГО МОЗГА.

Рефлекторные центры спинного мозга.

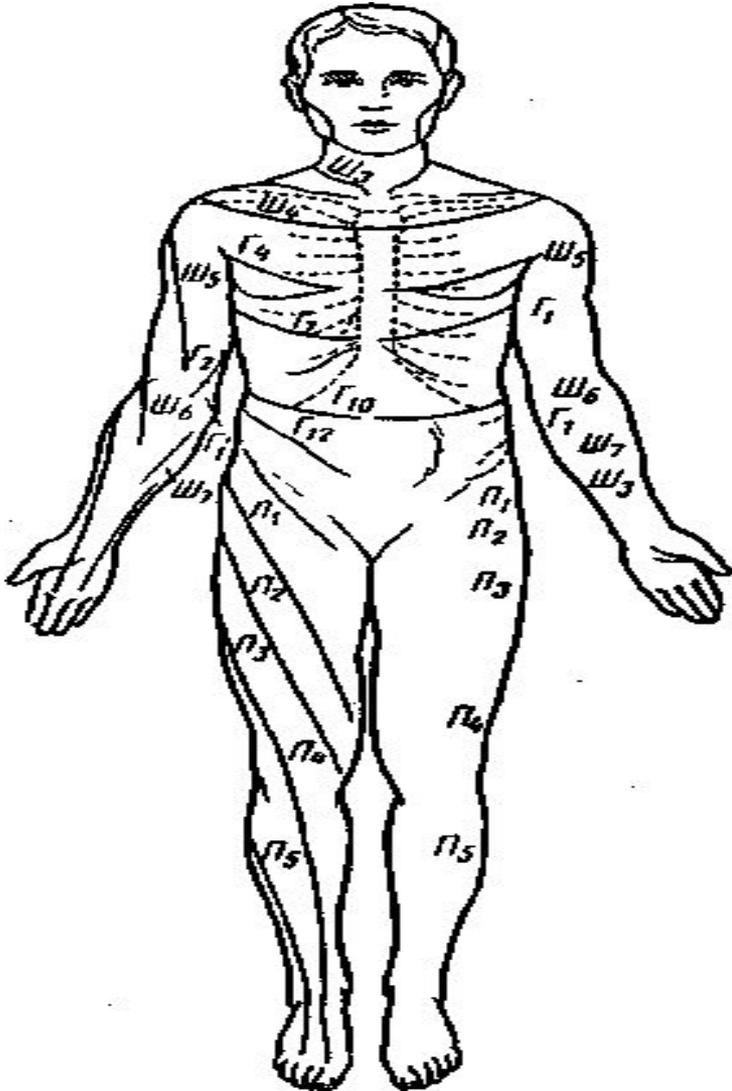


Схема иннервации отдельных участков кожной поверхности тела человека соответствующими сегментами спинного мозга.

Ш — шейный отдел спинного мозга; Г — грудной отдел; П — поясничный отдел.

Цифры, находящиеся рядом с указанными буквами, являются показателями позвонков, на уровне которых находится соответствующий отрезок спинного мозга.

ФУНКЦИИ И ЦЕНТРЫ СПИННОГО МОЗГА.

Проводниковая функция спинного мозга.

- Через спинной мозг проходят **восходящие** и **нисходящие** пути.
- **Восходящие нервные пути** передают информацию от **тактильных, болевых, температурных рецепторов кожи**, от **проприорецепторов мышц** через нейроны спинного мозга и другие отделы центральной нервной системы к **мозжечку** и **коре головного мозга**.

ФУНКЦИИ И ЦЕНТРЫ СПИННОГО МОЗГА.

Проводниковая функция спинного мозга.

- Нисходящие нервные пути (пирамидный и экстрапирамидный) связывают кору головного мозга, подкорковые ядра и образования ствола мозга с мотонейронами спинного мозга.
- Они обеспечивают влияние высших отделов центральной нервной системы на деятельность скелетных мышц.

ФУНКЦИИ И ЦЕНТРЫ СПИННОГО МОЗГА.

Проводниковая функция спинного мозга.

- Головной мозг регулирует работу спинного мозга. Известны случаи, когда в результате ранения или перелома позвоночника у человека прерывается связь между спинным и головным мозгом.
- Головной мозг у таких людей функционирует нормально. Но большинство спинномозговых рефлексов, центры которых расположены ниже места повреждения, исчезают.
- Такие люди могут поворачивать голову, совершать жевательные движения, изменять направление взгляда, иногда у них действуют руки. В то же время, нижняя часть их тела лишена чувствительности и неподвижна.