

# Строение спинного мозга



## План

1. Общая характеристика, функции спинного мозга.
2. Анатомическое строение спинного мозга (серое, белое вещество).
3. Спинно-мозговые нервы, их ветви



- Любое живое существо, в том числе и человек, наделено способностью реагировать на внешние раздражители, и каждая группа клеток, из которых оно состоит, специализируется на определенной функции: размножении, пищеварении, дыхании...
  
- Поэтому наш организм, ввиду его сложности, нуждается в механизме, который регулировал бы деятельность всех органов и систем, обеспечивая их функциональное единство и связь организма с внешней средой. Это осуществляется **нервной системой**.
  - Нервная система состоит из:
    - - центральной нервной системы
      - головного мозга
      - спинного мозга
    - - периферической нервной системы
      - соматической (произвольной) нервной системы
      - вегетативной (непроизвольной) нервной системы
        - симпатической системы (возбуждает тело и мобилизует его энергию)
        - парасимпатической системы (расслабляет тело и сохраняет его энергию)

# Общая характеристика спинного мозга



- **Спинной мозг** по внешнему виду представляет собой длинный, цилиндрической формы, уплощенный спереди назад тяж, с узким центральным каналом внутри. Снаружи спинной мозг имеет три оболочки - *твердую, паутинную, и мягкую*.
- 
- Спинной мозг располагается в позвоночном канале и на уровне нижнего края большого затылочного отверстия переходит в головной мозг. Внизу спинной мозг заканчивается на уровне I-II поясничных позвонков сужением - *мозговым конусом*. От мозгового конуса тянется вниз *концевая (терминальная) нить*, которая в своих верхних отделах еще содержит нервную ткань, а ниже уровня II крестцового позвонка - это соединительнотканное образование, представляющее собой продолжение всех трех оболочек спинного мозга. Заканчивается терминальная нить на уровне тела II копчикового позвонка, срастаясь с его надкостницей. Терминальная нить окружена длинными корешками нижних спинномозговых нервов, которые образуют в позвоночном канале пучок, получивший название *конский хвост*.

Длина спинного мозга у взрослого человека в среднем 43 см (у мужчин - 45, у женщин 41-42 см), масса - около 34-38 г, что составляет примерно 2% массы головного мозга.

В шейном и пояснично-крестцовом отделах спинного мозга обнаруживаются два заметных утолщения - *шейное* утолщение и *пояснично-крестцовое* утолщение. Образование утолщений объясняется скоплением в этих частях мозга большого количества нервных клеток и волокон, иннервирующих верхние и нижние конечности.

На передней поверхности спинного мозга видна *передняя срединная щель*. По срединной линии задней поверхности мозга проходит *задняя срединная борозда*. Передняя щель и задняя борозда являются границами, разделяющими спинной мозг на правую и левую симметричные половины. На передней поверхности спинного мозга с каждой стороны от срединной щели проходит *передняя латеральная борозда*, которая является местом выхода из спинного мозга *переднего (двигательного) корешка*. Эта борозда служит также границей на поверхности спинного мозга между передним и боковым канатиками. На задней поверхности спинного мозга, на каждой его половине, имеется *задняя латеральная борозда*, место вхождения в спинной мозг *заднего (чувствительного) корешка*. Эта борозда служит границей между боковым и задним канатиками спинного мозга.

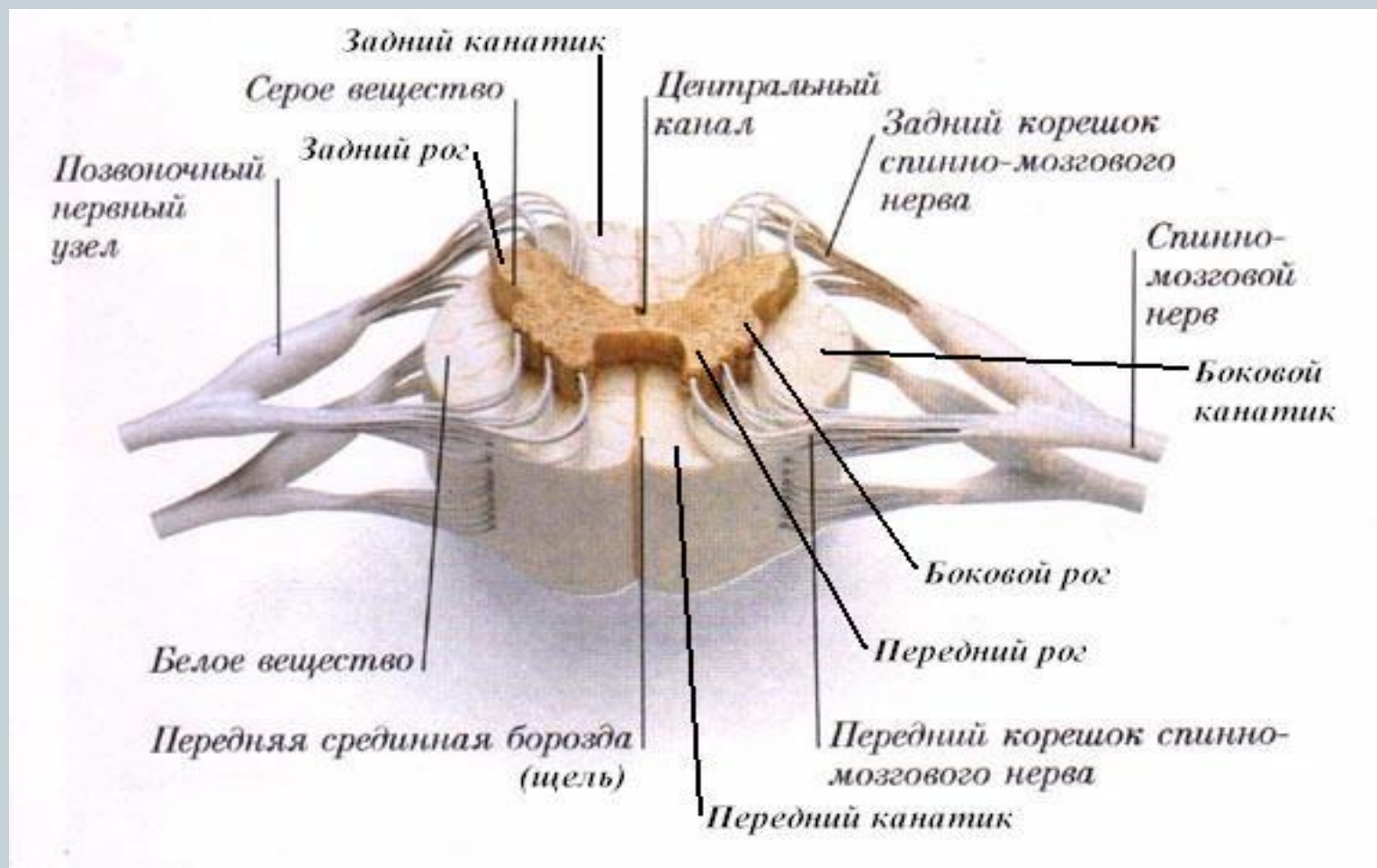
*Передние корешки* спинномозговых нервов состоят из отростков *двигательных (моторных)* нервных клеток, расположенных в *переднем роге* серого вещества спинного мозга.

*Задний корешок* представлен совокупностью проникающих в спинной мозг центральных отростков *псевдоуниполярных (чувствительных)* клеток, тела которых образуют *спинномозговой узел*, лежащий у места соединения заднего корешка с передним.

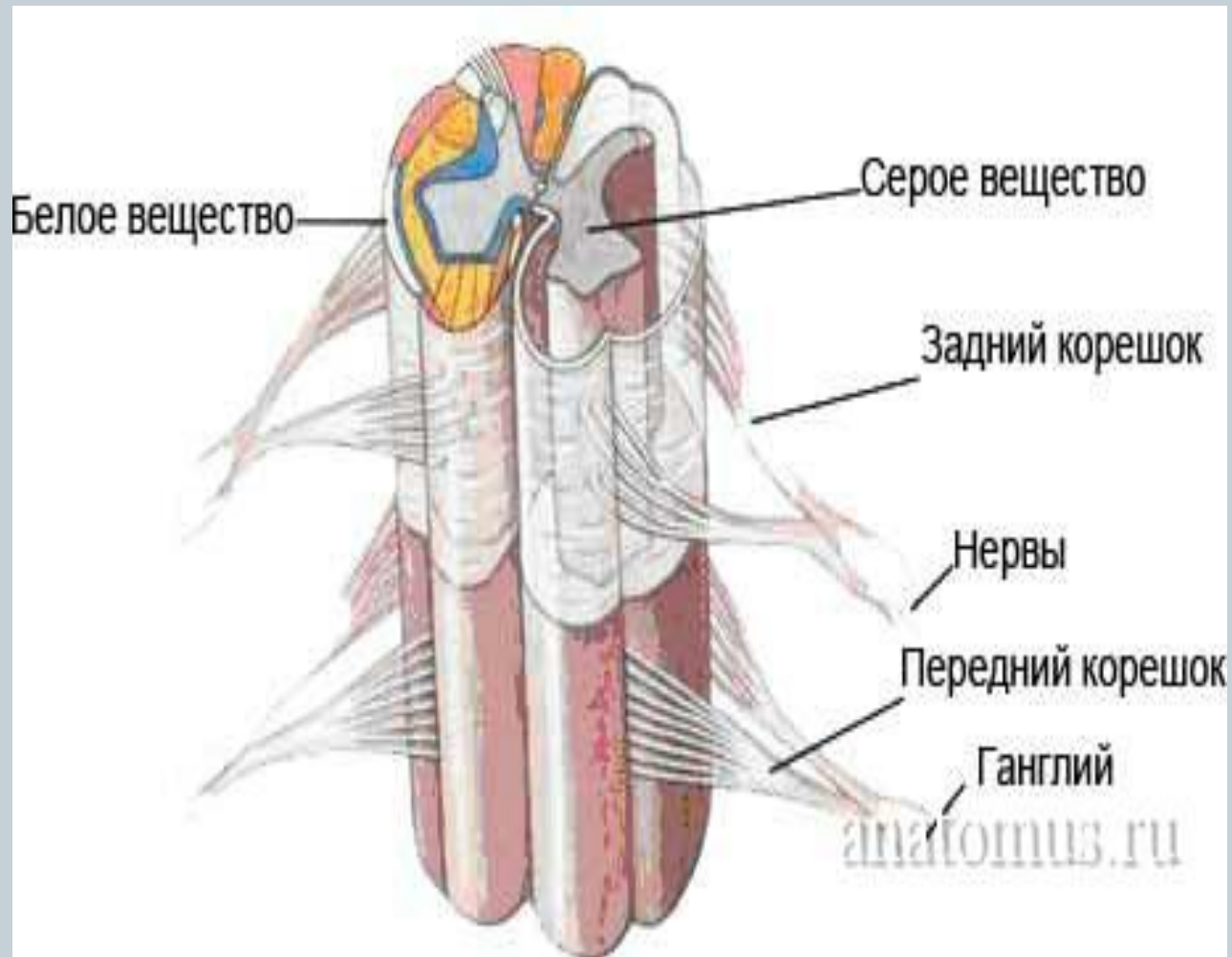
На всем протяжении спинного мозга с каждой его стороны отходит 31 пара корешков спинномозговых нервов. Отрезок спинного мозга, соответствующий двум парам корешков спинномозговых нервов (два передних и два задних), называют *сегментом* спинного мозга.

Спинной мозг человека состоит из 31 сегмента. Различают 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 копчиковый сегменты спинного мозга. Протяженность спинного мозга значительно меньше длины позвоночного столба, поэтому порядковый номер сегмента спинного мозга и уровень их положения, начиная с нижнего шейного отдела, не соответствует порядковым номерам одноименных позвонков.

От спинного мозга, образуясь из передних и задних корешков, отходит 31 пара смешанных спинномозговых нервов: 8 пар шейных, 12 пар грудных, 5 пар поясничных, 5 пар крестцовых и 1 пара копчиковых. Участок спинного мозга, соответствующий отхождению пары спинномозговых нервов, называют сегментом спинного мозга. В спинном мозге выделяют 31 сегмент.

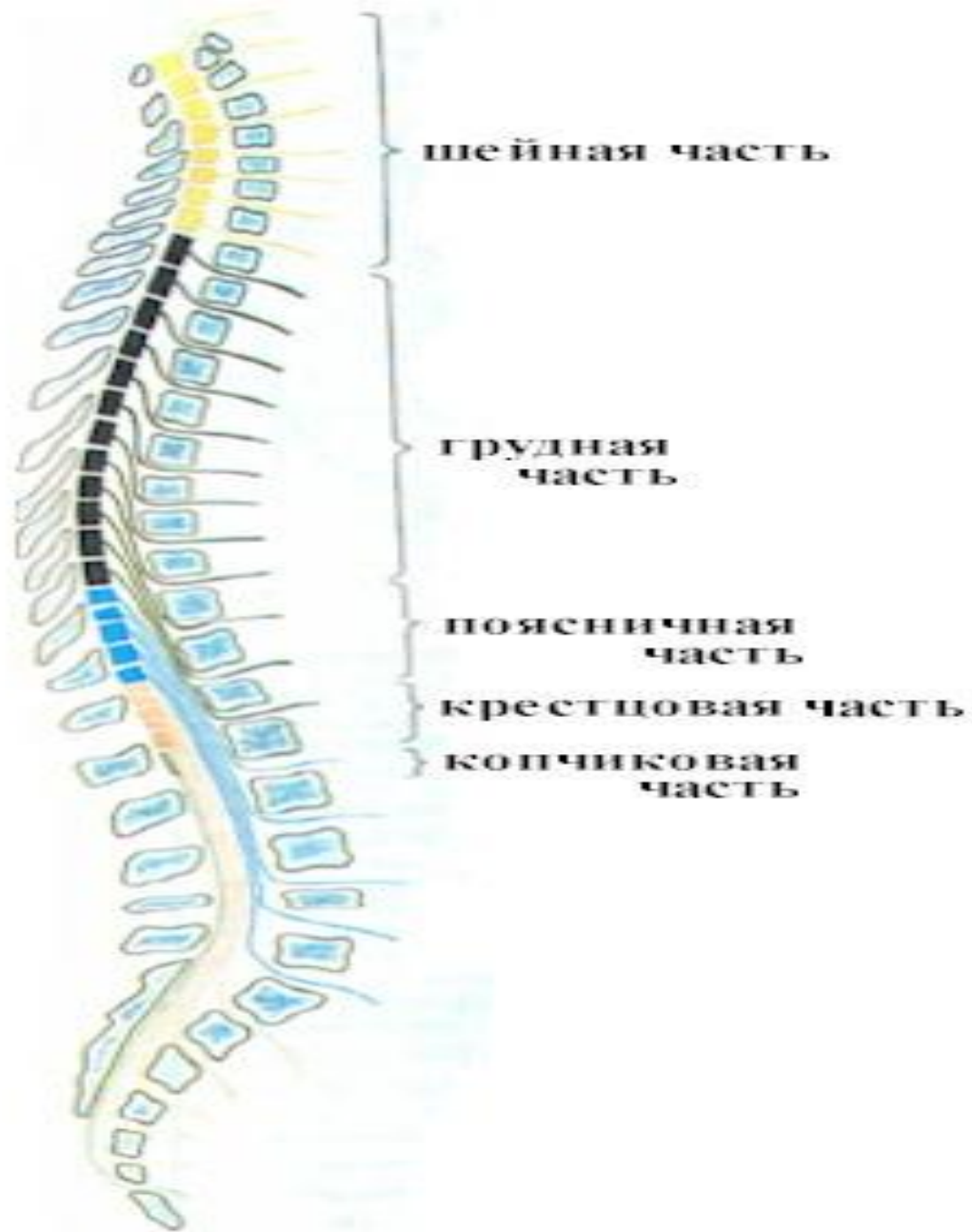


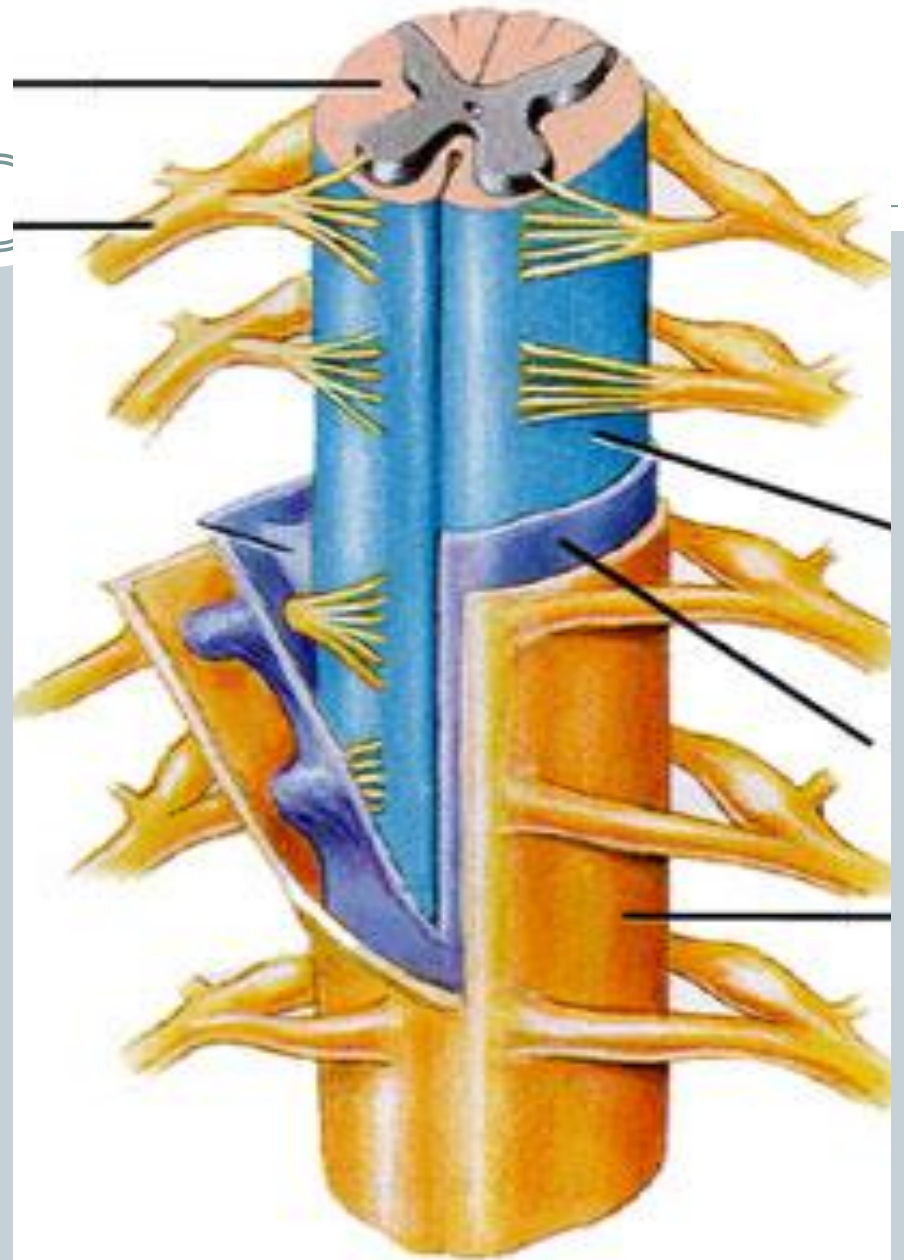
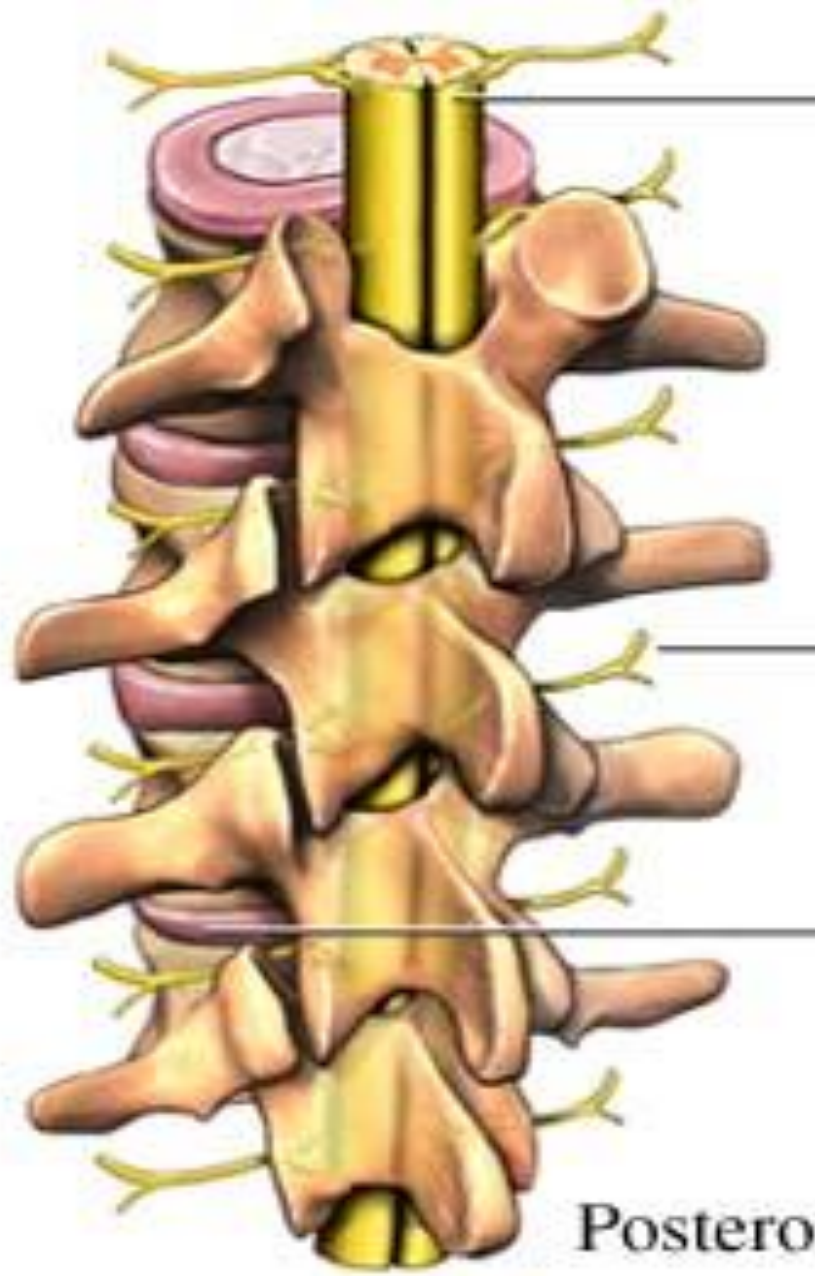
**Спинной мозг (medulla spinalis) — часть центральной нервной системы, расположенная в позвоночном канале.**











# Функции спинного мозга



Выделяют две основные функции спинного мозга:

- *собственную сегментарно-рефлекторную (в нём находятся центры безусловных рефлексов);*
- *проводниковую (белое вещество спинного мозга обеспечивает связь всех отделов ЦНС)*

Спинной мозг обеспечивает связь между головным мозгом, туловищем, конечностями, внутренними органами и др. По задним корешкам спинного мозга передаются чувствительные сигналы (центростремительные, афферентные), а по передним корешкам — двигательные (центробежные, эфферентные) сигналы.

# Функции спинного мозга



*Спинной мозг* (*medulla spinalis*) выполняет две главные функции — рефлекторную и проводниковую. Как рефлекторный центр спинной мозг способен осуществлять сложные двигательные и вегетативные рефлексы. Аfferентными (чувствительными) путями спинной мозг связан с рецепторами, а эfferентными — со скелетной мускулатурой и со всеми внутренними органами. Длинные нисходящие и восходящие пути спинного мозга соединяют периферические части тела с головным мозгом.

Функциональное разнообразие нейронов спинного мозга, наличие в нем аfferентных нейронов, интернейронов, мотонейронов и нейронов автономной системы, а также многочисленных прямых и обратных, сегментарных, межсегментарных связей и связей со структурами головного мозга - все это создает условия для рефлекторной деятельности спинного мозга. Подобная организация позволяет реализовать все двигательные рефлексы тела, диафрагмы, мочеполовой системы и прямой кишки, терморегуляции, сосудистые рефлексы и т.д.

Рефлекторные реакции спинного мозга зависят от места, силы раздражения, площади раздражаемой рефлексогенной зоны, скорости проведения по афферентным и эфферентным волокнам и, наконец, от влияния головного мозга. Сила и длительность рефлексов спинного мозга увеличивается при повторении раздражения (суммация).

Собственная рефлекторная деятельность спинного мозга осуществляется сегментарными рефлекторными дугами.

Сегментарная рефлекторная дуга состоит из рецептивного поля, из которого импульсация по чувствительному волокну нейрона спинального ганглия, а затем по аксону этого же нейрона через задний корешок входит в спинной мозг, далее аксон может идти прямо к мотонейрону переднего рога, аксон которого подходит к мышце. Так образуется *моносинаптическая рефлекторная дуга*, которая имеет один синапс между афферентным нейроном спинального ганглия и мотонейроном переднего рога. Эти рефлекторные дуги образуются в таких рефлексах, которые возникают только при раздражении рецепторов аннулоспиральных окончаний мышечных веретен.

Другие спинальные рефлексy реализуются с участием интернейронов заднего рога или промежуточной области спинного мозга. В итоге возникают *полисинаптические рефлекторные дуги*. Рассмотрим некоторые рефлексy спинного мозга.

*Миотатические рефлексy* - рефлексy на растяжение мышцы. Быстрое растяжение мышцы, всего на несколько миллиметров механическим ударом по ее сухожилию приводит к сокращению всей мышцы и двигательной реакции. Например, легкий удар по сухожилию надколенной чашечки вызывает сокращение мышц бедра и разгибание голени. Дуга этого рефлексa следующая: мышечные рецепторы четырехглавой мышцы бедра - спинальный ганглий - задние корешки - задние рога III поясничного сегмента - мотонейроны передних рогов того же сегмента - экстрафузальные волокна четырехглавой мышцы бедра. Реализация этого рефлексa была бы невозможна, если бы одновременно с сокращением мышц-разгибателей не расслаблялись мышцы-сгибатели. Рефлекс на растяжение свойствен всем мышцам, но у мышц-разгибателей, они хорошо выражены и легко вызываются.

*Рефлексы с рецепторов кожи* носят характер, зависящий от силы раздражения, вида раздражаемого рецептора, но чаще всего конечная реакция выглядит в виде усиления сокращения мышц-сгибателей.

*Висцеромоторные рефлексы* возникают при стимуляции афферентных нервов внутренних органов и характеризуются появлением двигательных реакций мышц грудной клетки и брюшной стенки, мышц разгибателей спины.

*Рефлексы автономной нервной системы* имеют свои пути. Они начинаются от различных рецепторов, входят в спинной мозг через задние корешки, задние рога, далее в боковые рога, нейроны которых через передний корешок посылают аксоны непосредственно к органам, а к ганглию симпатического или парасимпатического отдела автономной нервной системы.

Автономные (вегетативные) рефлексы обеспечивают реакцию внутренних органов, сосудистой системы на раздражение висцеральных, мышечных, кожных рецепторов. Эти рефлексы отличаются большим латентным периодом (ЛП) двумя фазами реакции: первая - ранняя - возникает с ЛП 7-9 мс и реализуется ограниченным числом сегментов, вторая поздняя - возникает с большим ЛП - до 21 мс и вовлекает в реакцию практически все сегменты спинного мозга. Поздний компонент вегетативного рефлекса обусловлен вовлечением в него вегетативных центров головного мозга.



Сложной формой рефлекторной деятельности спинного мозга является рефлекс, реализующий произвольное движение. В основе реализации произвольного движения лежит  $\gamma$  афферентная рефлекторная система,  $\alpha$  и  $\gamma$  - мотонейроны спинного мозга, экстра- и интрафузальные волокна мышечного веретена.

При травмах у человека в ряде случаев происходит полное или половинное пересечение спинного мозга. При половинном латеральном повреждении спинного мозга развивается синдром Броун-Секара. Он проявляется в том, что на стороне поражения спинного мозга (ниже места поражения) развивается паралич двигательной системы вследствие повреждения пирамидных путей. На противоположной пораженной стороне движения сохраняются.

На стороне поражения (ниже места поражения) нарушается проприоцептивная чувствительность. Это обусловлено тем, что восходящие пути глубокой чувствительности идут по своей стороне спинного мозга до продолговатого мозга, где происходит их перекрест.

На противоположной стороне туловища (относительно повреждения спинного мозга) нарушается болевая чувствительность, так как проводящие пути болевой чувствительности кожи идут от спинального ганглия в задний рог спинного мозга, где переключаются на новый нейрон, аксон которого переходит на противоположную сторону. В итоге если повреждена левая половина спинного мозга, то исчезает болевая чувствительность правой половины туловища ниже повреждения. Полную перерезку спинного мозга в экспериментах на животных производят для исследования влияния вышележащих отделов ЦНС на нижележащие. После полного пересечения спинного мозга возникает *спинальный шок*.

Это явление заключается в том, что все центры ниже перерезки перестают организовывать присущие им рефлексy. Нарушение рефлекторной деятельности после пересечения спинного мозга у разных животных длится разное время. У лягушек оно исчисляется десятками секунд, у кролика рефлексy восстанавливаются через 10-15 мин, у собак отдельные рефлексy, например мышечного сокращения, восстанавливаются через несколько часов, другие - через несколько дней (рефлексy регуляции артериального давления), через недели восстанавливаются рефлексy мочеиспускания. У обезьян первые признаки восстановления рефлексов после перерезки спинного мозга появляются через несколько суток; у человека первые спинальные рефлексy восстанавливаются через несколько недель, а то и месяцев.

Следовательно, чем сложнее организация ЦНС у животного, тем сильнее контроль вышележащих отделов мозга над нижележащими. То, что причиной шока является нарушение супраспинальных влияний, доказывается повторной перерезкой спинного мозга ниже места первой перерезки. В этом случае спинальный шок не возникает, рефлекторная деятельность спинного мозга сохраняется.

По истечению длительного периода времени после шока спинальные рефлексы резко усиливаются, что объясняется устранением тормозного влияния ретикулярной формации ствола мозга на рефлексы спинного мозга. Деятельность спинного мозга контролируется головным мозгом,

Собственный сегментарный аппарат спинного мозга состоит из нейронов различного функционального назначения:

- чувствительных
- двигательных (альфа-, гамма-мотонейронов)
- вегетативных
- вставочных (сегментарных и межсегментарных интернейронов)

Все они имеют прямые или опосредованные синаптические связи с проводниковыми системами спинного мозга. Нейроны спинного мозга обеспечивают рефлексы на растяжение мышц — *миотатические рефлексы*. Они являются единственными рефлексами спинного мозга, при которых имеется прямое (без участия вставочных нейронов) управление мотонейронами с помощью сигналов, поступающих по афферентным волокнам от мышечных веретен.

# Оболочки спинного и головного мозга



- Спинной и головной мозг покрыты тремя оболочками. Это наружная - *твердая* оболочка мозга, средняя - *паутинная* и внутренняя - *мягкая* оболочка мозга. Оболочки спинного мозга в области большого затылочного отверстия продолжают в одноименные оболочки головного мозга.
- Непосредственно к наружной поверхности мозга, спинного и головного, прилежит *мягкая (сосудистая)* оболочка, которая заходит во все щели и борозды. Мягкая оболочка очень тонкая, образована рыхлой соединительной тканью, богатой тонкими эластическими волокнами и кровеносными сосудами. От нее отходят соединительнотканые волокна, которые вместе с кровеносными сосудами проникают в вещество мозга.

Спинной мозг покрыт плотным чехлом твердой мозговой оболочки, отростки которой, отходящие у каждого межпозвоночного отверстия, покрывают корешок и спинномозговой узел. Пространство между твердой оболочкой и позвонками (эпидуральное пространство) заполнено венозным сплетением и жировой тканью. Кроме твердой мозговой оболочки спинного мозга покрыт также паутинной и мягкой мозговыми оболочками. Между мягкой мозговой оболочкой и спинным мозгом расположено субарахноидальное пространство спинного мозга, заполненное цереброспинальной жидкостью.

Кнаружи от сосудистой оболочки располагается *паутинная* оболочка. Между веществом мозга, покрытым мягкой оболочкой и паутинной оболочкой, находится так называемое *подпаутинное (субарахноидальное) пространство*, заполненное (120-140 мл) спинномозговой жидкостью. В нижней части позвоночного канала в подпаутинном пространстве спинного мозга свободно плавают корешки нижних (крестцовых) спинномозговых нервов. В полости черепа над крупными щелями и бороздами подпаутинное пространство широкое, образует вместилища, получившие названия *цистерн*. Наиболее обширные цистерны - *мозжечково-мозговая*, лежащая между мозжечком и продолговатым мозгом, цистерна *латеральной ямки* - располагается в области одноименной борозды. *Цистерна зрительного перекреста* находится впереди от перекреста, *межножковая цистерна* - между ножками мозга. Подпаутинные пространства головного и спинного мозга сообщаются между собой в месте перехода спинного мозга в головной.



В подпаутинное пространство оттекает спинномозговая жидкость, образующаяся в желудочках головного мозга. В боковых (I и II), третьем (III) и четвертом (IV) желудочках мозга имеются *сосудистые сплетения*, образующие спинномозговую жидкость. Состоят сосудистые сплетения из рыхлой волокнистой соединительной ткани с большим количеством в ней кровеносных сосудов (капилляров), покрытых со стороны желудочков кубическим эпителием.

Из *боковых* желудочков через межжелудочковые отверстия жидкость оттекает в *третий* желудочек, из третьего по *водопроводу мозга* - в *четвертый*, а из четвертого через три отверстия (боковые и срединное) - в *мозжечково-мозговую цистерну* подпаутинного пространства. Отток спинномозговой жидкости из подпаутинного пространства в кровь осуществляется через *выпячивания (грануляции)* паутинной оболочки, проникающие в просвет синусов твердой оболочки головного мозга, а также в кровеносные капилляры у места выхода корешков черепных и спинномозговых нервов из полости черепа и из позвоночного канала. Благодаря этому механизму спинномозговая жидкость постоянно образуется в желудочках и всасывается в кровь с одинаковой скоростью.

Снаружи от паутинной оболочки находится *твердая* оболочка мозга, которая образована плотной волокнистой соединительной тканью и отличается прочностью. В позвоночном канале твердая оболочка спинного мозга представляет собой длинный мешок, содержащий спинной мозг с корешками спинномозговых нервов, спинномозговыми узлами, мягкой и паутинной оболочками и спинномозговой жидкостью. Наружная поверхность твердой мозговой оболочки спинного мозга отделена от надкостницы, выстилающей изнутри позвоночный канал *надоболочечным пространством*, заполненным жировой клетчаткой и венозным сплетением. Твердая оболочка спинного мозга вверху переходит в твердую оболочку головного мозга.

Твердая оболочка головного мозга срастается с надкостницей, поэтому она непосредственно покрывает внутреннюю поверхность костей черепа. С костями основания черепа твердая оболочка сращена прочно, а с костями свода черепа - рыхло. Между твердой оболочкой мозга и паутинной оболочкой имеется - узкое пространство, в котором находится небольшое количество жидкости.

В некоторых участках твердая оболочка головного мозга образует отростки, которые состоят из двух листков и глубоко впячиваются в щели, отделяющие друг от друга части мозга. В местах отхождения отростков оболочка (листки) расщепляется, образуя каналы треугольной формы - *синусы* твердой мозговой оболочки, выстланные эндотелием. Листки, образующие стенки синусов, туго натянуты и не спадаются. В синусы из мозга по венам оттекает венозная кровь, которая поступает затем во внутренние яремные вены.

Самым крупным отростком твердой мозговой оболочки, расположенным в сагиттальной плоскости, является *серп большого мозга*. Серп отделяет друг от друга полушария большого мозга. В основании серпа большого мозга имеется расщепление его листков - *верхний сагиттальный синус*. В толще свободного нижнего края серпа находится *нижний сагиттальный синус*.

Другой крупный отросток - *намет мозжечка*, внедряется сзади в поперечную щель большого мозга и отделяет затылочные доли полушарий от мозжечка. Намет мозжечка прикрепляется спереди к верхним краям височных костей, а сзади - к затылочной кости по краям борозды *поперечного синуса*. По линии прикрепления к затылочной кости намета мозжечка между его листками образуется *поперечный синус*, который по сторонам продолжается в парный *сигмовидный синус*. С каждой стороны сигмовидный синус, лежащий в сигмовидной борозде, переходит во внутреннюю яремную вену.

Между полушариями мозжечка находится в сагиттальной плоскости серп мозжечка, прикрепляющийся сзади к внутреннему затылочному гребню. По линии прикрепления к затылочной кости серпа мозжечка в его расщеплении находится *затылочный синус*.

Над гипофизом твердая оболочка образует *диафрагму седла (турецкого)*, которая отделяет гипофизарную ямку от полости черепа.

По бокам от турецкого седла расположен *пещеристый синус*. Через этот синус проходит внутренняя сонная артерия, а также глазодвигательный, блоковой и отводящий черепные нервы и глазная ветвь тройничного нерва.

Оба пещеристых синуса соединяются между собой поперечными *межпещеристыми синусами*. Парные *верхний и нижний каменистые синусы*, лежащие вдоль одноименных краев пирамиды височной кости, впереди соединяются с соответствующим пещеристым синусом, а сзади и латерально с поперечным и сигмовидным синусами.

С каждой стороны сигмовидный синус, лежащий в сигмовидной борозде, переходит во внутреннюю яремную вену.

Нервная система новорожденного наименее развита из всех органов и систем. Но и в этом случае можно наблюдать различную степень дифференцировки: более старые филогенетические отделы (спинной мозг, продолговатый мозг, мост, средний мозг и старое полосатое тело) развиты в большей степени, чем новые сегменты (новое полосатое тело и кора). Кора недостаточно развита, нейроны дифференцированы не полностью, с небольшим количеством пигмента, слаборазвитыми дендритами и с не полностью миелинизированными нервными волокнами. Функция предшествует морфологическому созреванию, и это особенно заметно на уровне анализаторов. Орган равновесия действует еще со времени внутриутробного развития, слуховой, зрительный, вкусовой и кожные анализаторы - сразу же после рождения. Дифференцировка нейронов происходит до 3-летнего возраста, полностью заканчивается в 8 лет. Процесс миелинизации проходит в определенном порядке: кожные рецепторы, органы равновесия, обонятельные, слуховые - на первых двух месяцах жизни, последними миелинизируются зрительные рецепторы. На уровне коры, начиная со второго месяца после рождения, миелинизируются височные и затылочные доли и в более поздний период лобные доли.

Эфферентные волокна проходят процесс миелинизации позже афферентных, за исключением двигательных волокон, принадлежащих черепным нервам и переднему корково-спинальному тракту или переднему пирамидному, которые частично миелинизированы к рождению. Волокна латерального корково-спинального тракта начинают миелинизироваться в возрасте 4 -6 месяцев, и этот процесс оканчивается одновременно с окончанием процесса миелинизации спинномозговых нервов у ребенка в возрасте от 3 до 7 лет. Головной мозг у новорожденного и взрослого имеет большой перегиб в области моста, менее выраженный в детском возрасте. Мост краниально на 5 - 8 мм превосходит задний край турецкого седла. Форма черепной полости определяется мозгом. Свободное пространство у новорожденного очень мало, составляет только 2,5% емкости мозга; у взрослого - 7,5%. В детском возрасте плоскость ската приближается к горизонтальной плоскости. У новорожденного угол между этими двумя плоскостями составляет 60 - 70 градусов, у взрослого он не превышает 50°. Нижняя поверхность мозжечка у новорожденного расположена на 8 мм краниальнее от заднего края затылочного отверстия, в 10-летнем возрасте достигает этого края. Процесс роста мозжечка приводит к изменению мозжечково-спинномозговой цистерны, которая уменьшается. Ее относительная величина больше, чем у взрослого.

# Анатомическое строение спинного мозга

Спинной мозг построен из серого и белого вещества. *Серое* вещество состоит из *тел* нервных клеток и нервных волокон - отростков нервных клеток. *Белое* вещество образовано только *нервными волокнами* - отростками нервных клеток как самого спинного мозга, так и головного мозга.

Серое вещество в спинном мозге занимает центральное положение. В центре серого вещества проходит *центральный канал*. Снаружи от серого вещества располагается белое вещество спинного мозга.

В каждой половине спинного мозга серое вещество образует серые *столбы*. Правый и левый серые столбы соединены поперечной пластинкой - *серой спайкой*, в центре которой видно отверстие центрального канала. Кпереди от центрального канала находится *передняя спайка* спинного мозга, кзади - *задняя спайка*. На поперечном разрезе спинного мозга серые столбы вместе с серой спайкой имеют форму буквы «Н» или бабочки с расправленными крыльями. Образованные в стороны выступы серого вещества получили название *рогов*. Выделяют парные, более широкие *передние рога* и узкие, также парные *задние рога*.

# Серое вещество



- В передних рогах спинного мозга расположены крупные нервные клетки - *двигательные* нейроны. Их длинные отростки - нейриты образуют основную часть волокон передних корешков спинномозговых нервов. Нейроны, расположенные в каждом переднем роге, образуют *пять ядер*: два медиальных и два латеральных, а также центральное ядро. Отростки клеток этих ядер направляются к скелетным мышцам.
- В середине заднего рога располагается собственное его ядро. Оно состоит из так называемых вставочных нейронов, отростки которых (аксоны) направляются в передний рог, а также переходят через *переднюю белую спайку* на противоположную сторону спинного мозга.
- В основании заднего рога располагается другое ядро, образованное крупными вставочными нейронами с сильно разветвленными дендритами. На нервных клетках ядер задних рогов заканчиваются нервные волокна (чувствительные) задних корешков, являющихся отростками нервных клеток, тела которых располагаются в межпозвоночных спинномозговых узлах.



*Промежуточная зона серого вещества спинного мозга расположена между передними и задними рогами. В этой зоне на протяжении от VIII шейного по II поясничный сегмент имеются выступы серого вещества - боковые рога. В боковых рогах находятся центры симпатической части вегетативной нервной системы в виде групп нервных клеток, объединенных в латеральное промежуточное вещество. Аксоны этих клеток проходят через передний рог и выходят из спинного мозга в составе передних корешков спинномозговых нервов.*

**СЕРОЕ ВЕЩЕСТВО** спинного мозга  
образовано *телами мультиполярных  
нейронов, безмиелиновых и тонких  
миелиновых волокон, нейроглии.*

**Передние** (вентральные) рога

**Задние** (дорсальные) рога

**Боковые** (латеральные) рога

**ПЛАСТИНЫ РЕКСЕДА** – расположение нейронов спинного мозга в процессе развития в виде 10 слоев или пластинок.

- **I – V** пластины соответствуют задним рогам
- **VI – VII** пластины соответствуют промежуточной зоне
- **VIII – IX** пластины соответствуют передним рогам
- **X** – пластина располагается вокруг центрального спинномозгового канала

# **КЛАССИФИКАЦИЯ НЕЙРОЦИТОВ**

**Корешковые клетки**

**Внутренние клетки**

**Пучковые клетки**

**ЯДРАМИ** серого вещества спинного мозга называют *скопления мультиполярных нейроцитов*, сходных по размерам, тонкому строению и функциональному значению.

**БЕЛОЕ ВЕЩЕСТВО** спинного мозга  
представляет совокупность продольно  
ориентированных преимущественно  
миелиновых волокон.

Проекционные проводящие пути

Собственные пучки белого вещества

# Белое вещество



Белое вещество занимает периферические отделы спинного мозга и состоит из отростков нервных клеток. Борозды, расположенные на наружной поверхности спинного мозга, делят белое вещество на передний, задний и боковой канатики. Нервные волокна, единые по происхождению и функции, внутри белого вещества объединяются в пучки или тракты, которые имеют четкие границы и занимают определенное положение в канатиках.

В белом веществе выделяют три парных *канатика*. *Передний канатик* расположен между срединной щелью медиально и передней латеральной бороздой - с латеральной стороны (место выхода передних корешков). *Задний канатик* находится между задней срединной и задней латеральной бороздами, *боковой канатик* - между передней и задней латеральными бороздами. Состоит белое вещество из нервных волокон, по которым нервные импульсы следуют или вверх, в сторону головного мозга, или вниз - к ниже расположенным сегментам спинного мозга. В глубине всех канатиков, в непосредственной близости от серого вещества, лежат короткие межсегментарные нервные волокна, соединяющие соседние сегменты спинного мозга. По этим волокнам устанавливается связь между остальными сегментами, поэтому эти пучки выделяются в *собственный сегментарный аппарат* спинного мозга. Волокна нейронов спинномозговых ганглиев, проникающие в спинной мозг в составе задних корешков, не только вступают в задний рог, часть волокон продолжает свой путь по различным направлениям. Некоторые волокна оканчиваются на вставочных нейронах задних рогов противоположной стороны или на нейронах автономной нервной системы боковых рогов. Другие волокна входят в состав задних канатиков и поднимаются вверх, к головному мозгу. Они относятся к восходящим проводящим путям спинного мозга.



## **ЗАДНИЕ РОГА**

### **Губчатый слой**

- **Глиальный остов**
- **Мелкие вставочные нейроны**

### **Желатинозное вещество**

- **Много глиальных клеток**
- **Мало мелких нейронов**

### **Ядра задних рогов**

- **Собственное ядро заднего рога**
- **Грудное ядро (ядро Кларка)**

### **Мелкие вставочные нейроны**

## **ПЕРЕДНИЕ РОГА**

**Моторные соматические центры**

- **Медиальная группа ядер**
- **Латеральная группа ядер**

## **БОКОВЫЕ РОГА**

**Медиальное  
промежуточное ядро**

**Латеральное  
промежуточное ядро**

# **НЕЙРОГЛИЯ СПИННОГО МОЗГА**

**Эпендимоциты**

**Астроциты**

- **протоплазматические**
- **волокнистые**

**Олигодендроглиоциты**

**Микроглия**

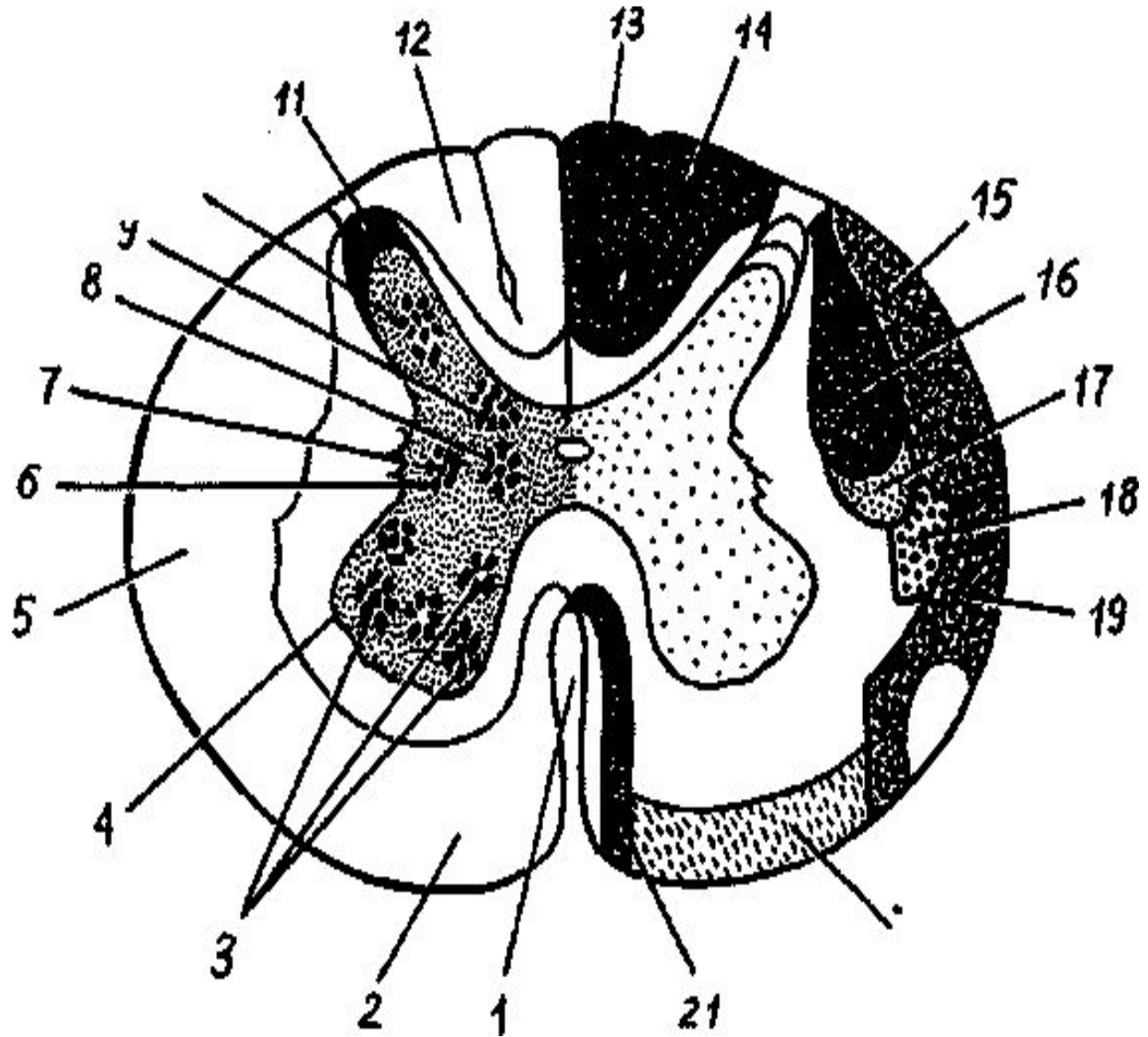
## **РЕФЛЕКТОРНЫЕ ДУГИ**

**являются структурной основой  
функционирования органов нервной  
системы**

- Чувствительный (афферентный) нейрон**
- Вставочный (ассоциативный) нейрон**
- Двигательный (эфферентный) нейрон**



Рис.1. Схема строения спинного мозга на поперечном разрезе: 1 - передняя срединная щель, 2 - передний канатик, 3 - ядра (двигательные) переднего рога, 4 - передний рог, 5 - боковой (латеральный) канатик, 6 - промежуточно-латеральное (вегетативное, симпатическое) ядро, 7 - боковой рог, 8 - промежуточно-медиальное ядро, 9 - грудное ядро, 10 - собственное ядро заднего рога, 11 - задний рог, 12 - задний канатик, 13 - тонкий пучок, 14 - клиновидный пучок, 15 - задний спинномозжечковый путь, 16 - корково-спинномозговой (пирамидный) латеральный путь, 17 - краснаядерно-спинномозговой путь, 18 - спинноталамический латеральный путь, 19 - спинноталамический передний путь, 20 - преддверно-спинномозговой путь, 21 - корково-спинномозговой путь (пирамидальный) передний путь



# Проводящие пути спинного и головного мозга



- В спинном мозге функционируют три системы проводящих путей:
  - - *ассоциативные (короткие)*
  - - *афферентные (чувствительные)*
  - - *эфферентные (двигательные)*
- Короткие ассоциативные пучки соединяют между собой сегменты спинного мозга. Чувствительные (восходящие) тракты направляются к центрам головного мозга. Нисходящие (двигательные) тракты обеспечивают связь головного мозга с двигательными центрами спинного мозга.

*Проводящие пути* спинного мозга расположены кнаружи от его межсегментарных (собственных) пучков. По проводящим путям в восходящем направлении проходят импульсы от чувствительных и вставочных нейронов спинного мозга. В нисходящем направлении импульсы следуют от вышележащих нервных клеток головного мозга к двигательным нейронам спинного мозга.

К *восходящим* путям спинного мозга относятся *тонкий и клиновидный* пучки, занимающие место в заднем канатике, а также *задний и передний спинно-мозжечковые пути, боковой спинно-таламический* путь, располагающиеся в боковом (латеральном) канатике.

Тонкий и клиновидный пучки располагаются в заднем канатике. Они образованы нейритами чувствительных нейронов спинно-мозговых узлов. Эти пучки проводят нервные импульсы в продолговатый мозг от чувствительных окончаний (проприорецепторов) мышц и суставов. *Тонкий* пучок проводит импульсы от рецепторов нижних конечностей и нижней половины тела (до V грудного сегмента). *Клиновидный* пучок несет нервные импульсы от верхней конечности и верхней половины тела.



*Задний спинно-мозжечковый* путь лежит в задней части бокового канатика. Он берет начало от клеток грудного ядра, которое находится в медиальной части основания заднего рога одноименной стороны.

*Передний спинно-мозжечковый* путь состоит из отростков вставочных нейронов промежуточно-медиального ядра, также расположенного в основании заднего рога.

Оба спинно-мозжечковые проводящие пути проводят проприоцептивные импульсы от скелетных мышц к мозжечку.

*Латеральный спинно-таламический* путь находится также в боковом канатике и состоит из волокон вставочных нейронов заднего рога противоположной стороны. Путь проводит импульсы болевой и температурной чувствительности к промежуточному мозгу и далее к коре большого мозга.

***Нисходящие*** проводящие пути включают *красноядерно-спинномозговой, латеральный корково-спинномозговой (пирамидный)*, расположенные в боковом канатике спинного мозга, а также занимающие место в переднем канатике *передний корково-спинномозговой (пирамидный), покрывочно-спинномозговой пути, предцверно-спинно-мозговой* и др.

*Красноядерно-спинномозговой* путь начинается от красного ядра среднего мозга, спускается в боковом канатике противоположной стороны спинного мозга к двигательным нейронам передних рогов. Этот путь несет произвольные двигательные импульсы.

*Латеральный корково-спинномозговой (пирамидный)* путь лежит в латеральном канатике кнутри от спинно-мозжечковых путей и состоит из нейритов клеток коры большого мозга полушария противоположной стороны. Путь постепенно истончается, так как в каждом сегменте спинного мозга часть его волокон заканчивается на двигательных клетках переднего рога. Путь проводит от коры произвольные двигательные импульсы.

*Передний корково-спинномозговой (пирамидный)* путь, как и латеральный, состоит из аксонов клеток коры полушария большого мозга, но лежит в переднем канатике спинного мозга. Нервные волокна этого пути оканчиваются на двигательных клетках переднего рога противоположной стороны, переходя туда в составе передней спайки спинного мозга. Этот путь имеет такую же функцию, что и латеральный корково-спинномозговой.

*Покрышечно-спинномозговой* путь лежит также в переднем канатике кнутри от переднего пирамидного пути. Начинается этот путь в верхних и нижних холмиках крыши среднего мозга и заканчивается на клетках передних рогов.

*Преддверно-спинномозговой* путь лежит в переднем канатике спинного мозга. Он идет от вестибулярных ядер моста к передним рогам спинного мозга и проводит импульсы, обеспечивающие равновесие тела.

# Кровоснабжение спинного мозга



- Вдоль спинного мозга располагаются кровоснабжающие его артерии: *непарная передняя спинальная артерия и парная задняя спинальная артерия*, которые формируются крупными радикуломедуллярными артериями. Поверхностные артерии спинного мозга связаны между собой многочисленными анастомозами. Венозная кровь от спинного мозга оттекает через поверхностные продольные вены и анастомозы между ними по корешковым венам во внутреннее позвоночное венозное сплетение.

# Спинномозговые нервы



Спинномозговые нервы (nn. spinales) представляют собой парные, метамерно расположенные нервные стволы, которые созданы слиянием двух корешков спинного мозга — заднего (чувствительного) и переднего (двигательного) (рис. 2). На уровне межпозвоночного отверстия они соединяются и выходят, делясь на три или четыре ветви: переднюю, заднюю, менингеальную, белую соединительные ветви; последние соединяются с узлами симпатического ствола. У человека находится 31 пара спинномозговых нервов, которые соответствуют 31 паре сегментов спинного мозга (8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 пара копчиковых нервов). Каждая пара спинномозговых нервов иннервирует определенный участок мышц (миотом), кожи (дерматом) и костей (склеротом). На основании этого выделяют сегментарную иннервацию мышц, кожи и костей.

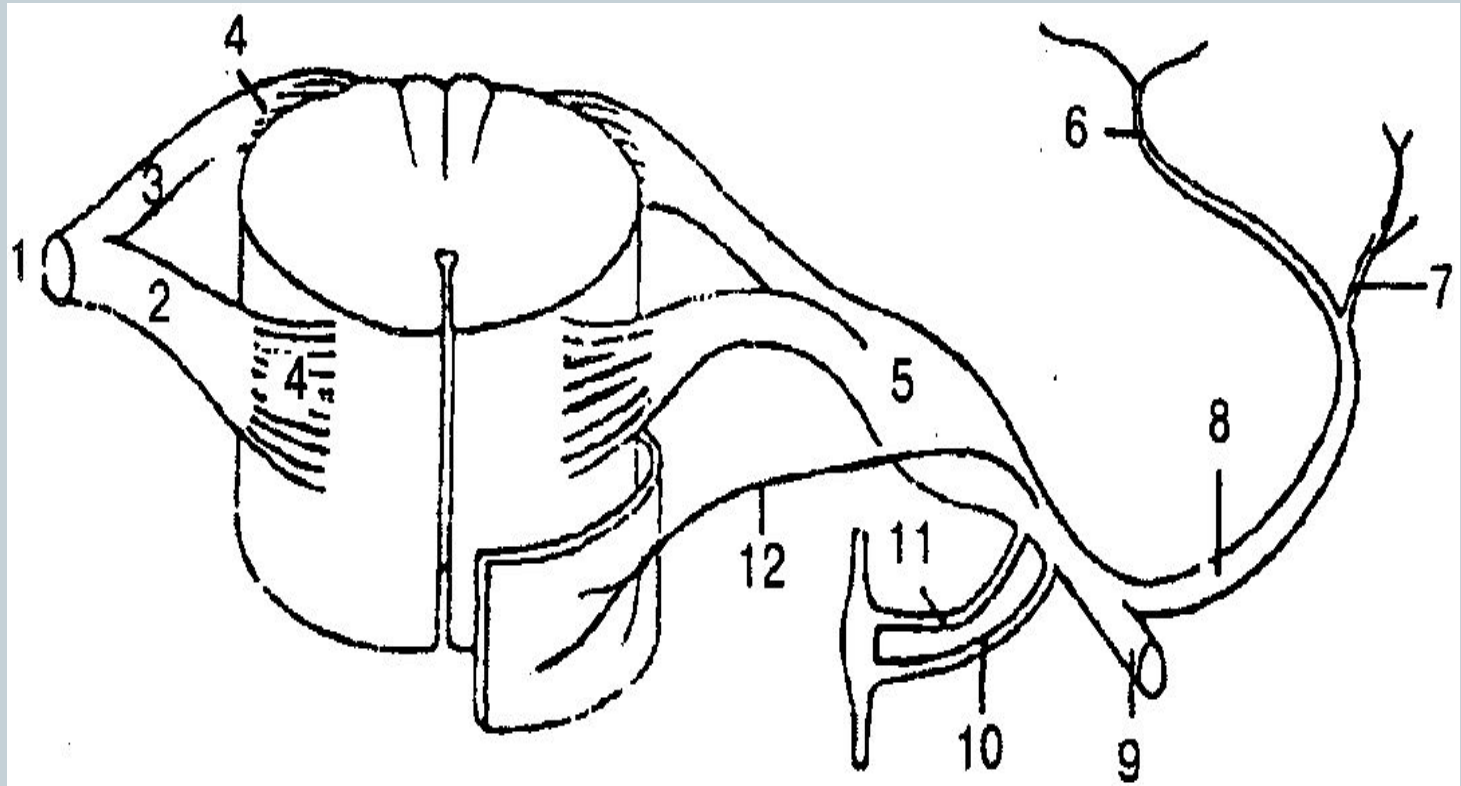
*Задние ветви* спинномозговых нервов иннервируют глубокие мышцы спины, затылка, а также кожу задней поверхности головы и туловища. Выделяют задние ветви шейных, грудных, поясничных, крестцовых и копчикового нервов.

Задняя ветвь I шейного спинномозгового нерва ( $C_1$ ) называется *подзатылочным нервом*. Он иннервирует большую и малую задние прямые мышцы головы, верхнюю и нижнюю косые мышцы головы и полуостистую мышцу головы.

Задняя ветвь II шейного спинномозгового нерва ( $C_{II}$ ) называется *большим затылочным нервом*, делится на короткие мышечные ветви и длинную кожную ветвь, иннервирует мышцы головы и кожи затылочной области.

*Передние ветви* спинномозговых нервов значительно толще и длиннее задних. Они иннервируют кожу, мышцы шеи, груди, живота, верхней и нижней конечностей. В отличие от задних ветвей метамерное (сегментарное) строение сохраняют передние ветви только грудных спинномозговых нервов. Передние ветви шейных, поясничных, крестцовых и копчикового спинномозговых нервов образуют сплетения (plexus). Выделяют шейное, плечевое, поясничное, крестцовое и копчиковое нервные сплетения.

*Рис.2* . Схема образования спинномозгового нерва:  
1 — ствол спинномозгового нерва; 2 — передний (двигательный) корешок; 3 — задний (чувствительный) корешок; 4 — корешковые нити; 5 — спинномозговой (чувствительный) узел; 6 — медиальная часть задней ветви; 7 — латеральная часть задней ветви; 8 — задняя ветвь; 9 — передняя ветвь; 10 — белая ветвь; 11 — серая ветвь; 12 — менингеальная ветвь



# СПЛЕТЕНИЯ СПИННОМОЗГОВЫХ НЕРВОВ

● *Шейное сплетение* образовано передними ветвями четырех верхних шейных ( $C_1$  —  $C_{IV}$ ) спинномозговых нервов, соединены тремя дугообразными петлями и лежит на глубоких мышцах шеи. Шейное сплетение соединяется с добавочным и подъязычным нервами. Шейное сплетение имеет двигательные (мышечные), кожные и смешанные нервы и ветви. Мышечные нервы иннервируют трапециевидную, грудино-мышечно-сосцевидную мышцы, отдают ветви к глубоким мышцам шеи, а от шейной петли получают иннервацию подподъязычные мышцы. Кожные (чувствительные) нервы шейного сплетения дают начало большому ушному нерву, малому затылочному нерву, поперечному нерву шеи и надключичным нервам. Большой ушной нерв иннервирует кожу ушной раковины и наружного слухового прохода; малый затылочный нерв — кожу бокового отдела затылочной области; поперечный нерв шеи дает иннервацию коже передней и боковой области шеи; надключичные нервы иннервируют кожу над ключицей и ниже ее.

● Самым крупным нервом шейного сплетения является *диафрагмальный нерв*. Он смешанный, формируется от передних ветвей III—V шейных спинномозговых нервов, проходит в грудную клетку и заканчивается в толще диафрагмы.

● Двигательные волокна диафрагмального нерва иннервируют диафрагму, а чувствительные — перикард и плевру.

*Плечевое сплетение* (рис. 3) образуется передними ветвями четырех нижних шейных ( $C_V — C_{VIII}$ ) нервов, частью передней ветви I шейного ( $C_{IV}$ ) и грудного ( $Th_I$ ) спинномозговых нервов.

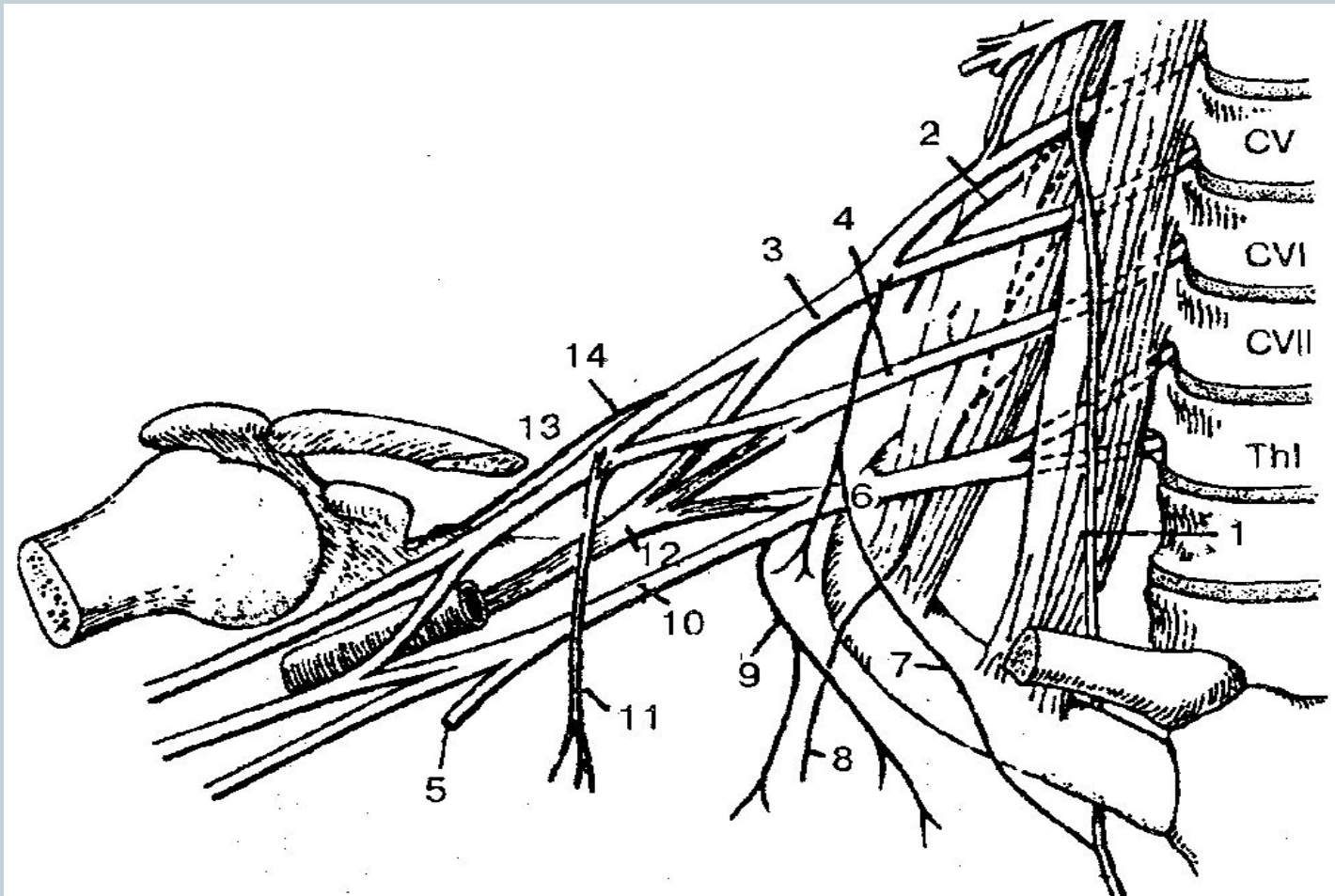
В межлестничном промежутке передние ветви образуют три ствола — верхний, средний и нижний. Эти стволы делятся на ряд ветвей и направляются в подмышечную ямку, где формируют три пучка (латеральный, медиальный и задний) и окружают подмышечную артерию с трех сторон. Стволы плечевого сплетения вместе с их ветвями, лежащими выше ключицы, называются *надключичной частью*, а с ветвями, лежащими ниже ключицы, — *подключичной частью*. Ветви, которые отходят от плечевого сплетения, делятся на короткие и длинные. Короткие ветви иннервируют главным образом кости и мягкие ткани плечевого пояса, длинные — свободную верхнюю конечность.

В составе коротких ветвей плечевого сплетения находятся *дорсальный нерв* лопатки — иннервирует мышцу, поднимающую лопатку, большую и малую ромбовидные мышцы; *длинный грудной нерв* — переднюю зубчатую мышцу; *подключичный* — одноименную мышцу; *надлопаточный* — над- и полостную мышцы, капсулу плечевого сустава; *подлопаточный* — одноименную и большую круглую мышцы; *грудно-спинной* — широчайшую мышцу спины; *латеральные и медиальные грудные нервы* — одноименные мышцы; *подмышечный нерв* — дельтовидную и малую круглую мышцы, капсулу плечевого сустава, а также кожу верхних отделов боковой поверхности плеча.



*Рис.3 . Плечевое сплетение (схема):*

1 — диафрагмальный нерв; 2 — дорсальный нерв лопатки; 3 — верхний ствол плечевого сплетения; 4 — средний ствол плечевого сплетения; 5 — подключичный ствол; 6 — нижний ствол, плечевого сплетения; 7 — добавочные диафрагмальные нервы; 8 — длинный грудной нерв; 9 — медиальный грудной нерв; 10 — латеральный грудной нерв; 11 — медиальный пучок; 12 — задний пучок; 13 — латеральный пучок; 14 — надлопаточный нерв



*Длинные ветви* плечевого сплетения берут начало от латерального, медиального и заднего пучков подключичной части плечевого сплетения (рис. 4, А, Б).

*Мышечно-кожный нерв* берет начало от латерального пучка, отдает свои ветви плечеклювовидной, двуглавой и плечевой мышцам. Отдав ветви локтевому суставу, нерв спускается как латеральный кожный. Он иннервирует часть кожи предплечья.

*Срединный нерв* образуется путем слияния двух корешков из латерального и медиального пучков на передней поверхности подмышечной артерии. Первые ветви нерв отдает локтевому суставу, затем, опускаясь ниже, — передним мышцам предплечья. На ладони подладонным апоневрозом срединный нерв делится на конечные ветви, которые иннервируют мышцы большого пальца, кроме мышцы, приводящей большой палец кисти. Срединный нерв иннервирует также суставы запястья, первые четыре пальца и часть червеобразных мышц, кожу тыльной и ладонной поверхности.

*Локтевой нерв* начинается от медиального пучка плечевого сплетения, идет вместе с плечевой артерией по внутренней поверхности плеча, где ветвей не дает, затем огибает медиальный надмыщелок плечевой кости и переходит на предплечье, где в одноименной борозде идет вместе с локтевой артерией. На предплечье он иннервирует локтевой сгибатель кисти и часть глубокого сгибателя пальцев. В нижней трети предплечья локтевой нерв делится на тыльную и ладонную ветви, которые затем переходят на кисть. На кисти ветви локтевого нерва иннервируют мышцу, приводящую большой палец, все межкостные мышцы, две червеобразные мышцы, мышцы мизинца, кожу ладонной поверхности на уровне V пальца и локтевого края IV пальца, кожу тыльной поверхности на уровне V, IV и локтевой стороны III пальцев.

*Медиальный кожный нерв плеча* выходит из медиального пучка, отдает ветви коже плеча, сопровождает плечевую артерию, соединяется в подмышечной ямке с латеральной ветвью II, а иной раз и III межреберных нервов.

*Медиальный кожный нерв предплечья* также является ветвью медиального пучка, иннервирует кожу предплечья.

*Лучевой нерв* берет начало от заднего пучка плечевого сплетения, является самым толстым нервом. На плече в плечемышечном канале проходит между плечевой костью и головками трехглавой мышцы, отдает мышечные ветви к этой мышце и кожные — к задней поверхности плеча и предплечья. В латеральной борозде локтевой ямки делится на глубокую и поверхностную ветви. Глубокая ветвь иннервирует все мышцы задней поверхности предплечья (разгибатели), а поверхностная идет в борозде вместе с лучевой артерией, переходит на тыл кисти, где иннервирует кожу 2 1/2 пальца, начиная от большого.

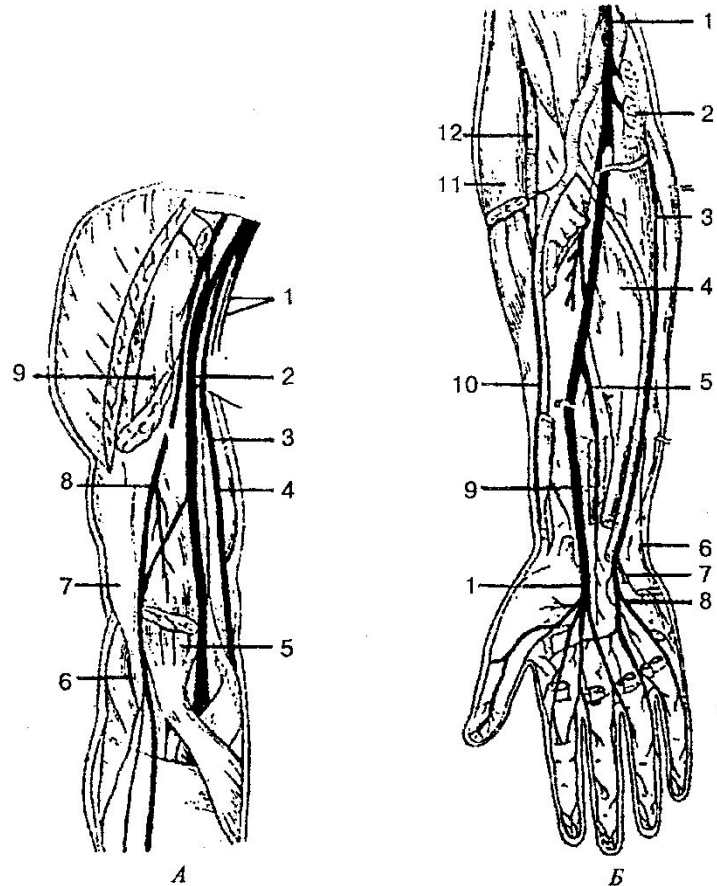
*Передние ветви* грудных спинномозговых нервов ( $Th_I$ —  $Th_{XII}$ ), 12 пар, идут в межреберных промежутках и называются межреберными нервами. Исключение составляет передняя ветвь XII грудного нерва, которая проходит под XII ребром и называется подреберным нервом. Межреберные нервы идут в межреберных промежутках между внутренней и наружной межреберными мышцами и не образуют сплетений. Шесть верхних межреберных нервов с двух сторон доходят до грудины, а пять нижних реберных нервов и подреберный нерв продолжают на переднюю стенку живота.

Передние ветви иннервируют собственные мышцы груди, участвуют в иннервации мышц передней стенки брюшной полости и отдают передние и боковые кожные ветви, иннервируя кожу груди и живота.



Рис. 4. Нервы плеча, предплечья и кисти:

*А* — нервы плеча: 1 — медиальный кожный нерв плеча и медиальный кожный нерв предплечья; 2 — срединный нерв; 3 — плечевая артерия; 4 — локтевой нерв; 5 — двуглавая мышца плеча (дистальный конец); 6 — лучевой нерв; 7 — плечевая мышца; 8 — мышечно-кожный нерв; 9 — двуглавая мышца плеча (проксимальный конец); *Б* — нервы предплечья и кисти: 1 — срединный нерв; 2 — круглый пронатор (пересечен); 3 — локтевой нерв; 4 — глубокий сгибатель пальцев; 5 — передний межкостный нерв; 6 — тыльная ветвь локтевого нерва; 7 — глубокая ветвь локтевого нерва; 8 — поверхностная ветвь локтевого нерва; 9 — квадратный пронатор (пересечен); 10 — поверхностная ветвь лучевого нерва; // — плечелучевая мышца (пересечена); 12 — лучевой нерв



*Пояснично-крестцовое сплетение* (рис. 5) образуется передними ветвями поясничных и крестцовых спинномозговых нервов, которые, соединяясь между собой, формируют поясничное и крестцовое сплетения. Связующим звеном между этими сплетениями служит пояснично-крестцовый ствол.

*Поясничное сплетение* формируется передними ветвями трех верхних поясничных и частично передними ветвями XII грудного и IV поясничного спинномозговых нервов. Оно лежит впереди от поперечных отростков поясничных позвонков в толще большой поясничной мышцы и на передней поверхности квадратной мышцы поясницы. От всех передних ветвей поясничных нервов отходят короткие мышечные ветви, иннервирующие большую и малую поясничные мышцы, квадратную мышцу поясницы и межпоясничные латеральные мышцы поясницы.

Наиболее крупными ветвями поясничного сплетения являются бедренный и запирающий нервы.

*Бедренный нерв* формируется тремя корешками, которые сначала идут вглубь большой поясничной мышцы и соединяются на уровне V поясничного позвонка, образуя ствол бедренного нерва. Направляясь вниз, бедренный нерв располагается в борозде между большой поясничной и подвздошной мышцами. На бедро нерв выходит через мышечную лауну, где отдает ветви передним мышцам бедра и коже переднемедиальной поверхности бедра. Наиболее длинная ветвь бедренного нерва — *подкожный нерв бедра*. Последний вместе с бедренной артерией входит в приводящий канал, затем вместе с нисходящей коленной артерией следует по медиальной поверхности голени до стопы. На своем пути иннервирует кожу коленного сустава, надколенника, частично кожу голени и стопы.

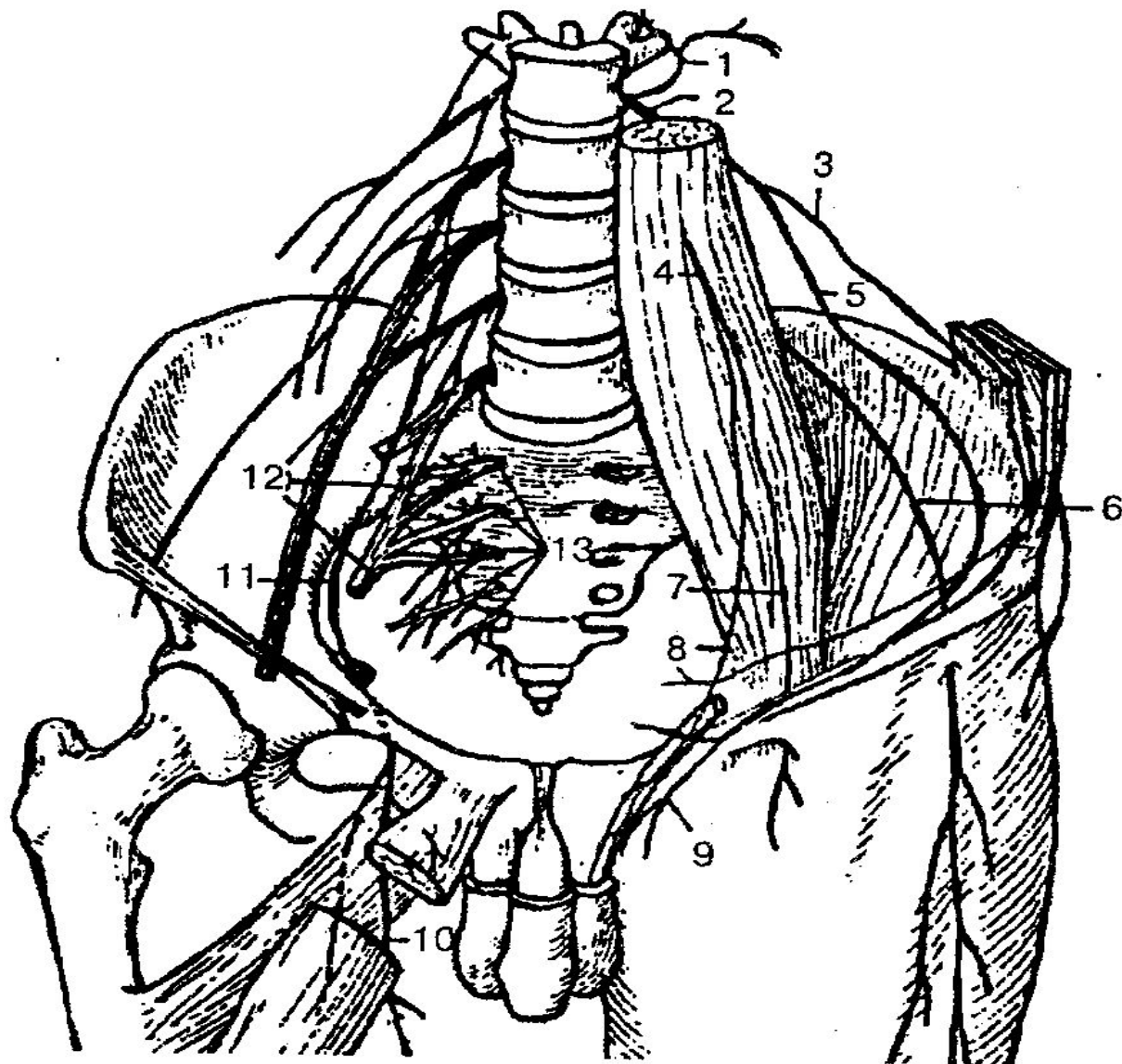
*Запирательный нерв* — вторая по величине ветвь поясничного сплетения. Из поясничной области нерв опускается вдоль медиального края большой поясничной мышцы в малый таз, где вместе с одноименными артерией и веной идет через запирательный канал на бедро, отдает мышечные ветви приводящим мышцам бедра и делится на две конечные ветви: переднюю (иннервирует кожу медиальной поверхности бедра) и заднюю (иннервирует наружную запирательную, большую приводящую мышцы, тазобедренный сустав).

Кроме того, от поясничного сплетения отходят более крупные ветви: 1) *подвздошно-подчревный нерв* — иннервирует мышцы и кожу передней стенки живота, часть ягодиной области и бедра; 2) *подвздошно-паховый нерв* — иннервирует кожу лобка, паховой области, корень полового члена, мошонку (кожу больших половых губ); 3) *бедренно-половой нерв* — делится на две ветви: половую и бедренную. Первая ветвь иннервирует часть кожи бедра, у мужчин — мышцу, поднимающую яичко, кожу мошонки, и мясистую оболочку; у женщин — круглую маточную связку и кожу больших половых губ. Бедренная ветвь через сосудистую лауну проходит на бедро, где иннервирует кожу паховой связки и области бедренного канала; 4) *латеральный кожный нерв бедра* — выходит из полости таза на бедро, иннервирует кожу латеральной поверхности бедра до коленного сустава.

*Крестцовое сплетение* образуется передними ветвями верхних четырех крестцовых, V поясничного и частично IV поясничного спинномозговых нервов. Передние ветви последних образуют *пояснично-крестцовый ствол*. Он опускается в полость малого таза, соединяется с передними ветвями I - IV крестцовых спинномозговых нервов. Ветви крестцового сплетения делятся на короткие и длинные.

*Рис. 5.* Пояснично-крестцовое сплетение:

1-задние ветви поясничных нервов; 2- передние ветви поясничных нервов; 3- подвздошно-подчревный нерв; 4- бедренно-половой нерв; 5-подвздошно-паховый нерв; 6 - латеральный кожный нерв бедра; 7- бедренная ветвь; 8- половая ветвь; 9 - передние мошоночные нервы; 10 - передняя ветвь запирающего нерва; 11 - запирающий нерв; 12 — пояснично-крестцовое сплетение; 13 - передние ветви крестцового сплетения



К коротким ветвям крестцового сплетения относятся верхний и нижний ягодичные нервы (рис. 6), половой нерв, внутренний запирающий и грушевидный, а также нерв квадратной мышцы бедра. Последние три нерва являются двигательными и иннервируют одноименные мышцы через подгрушевидное отверстие.

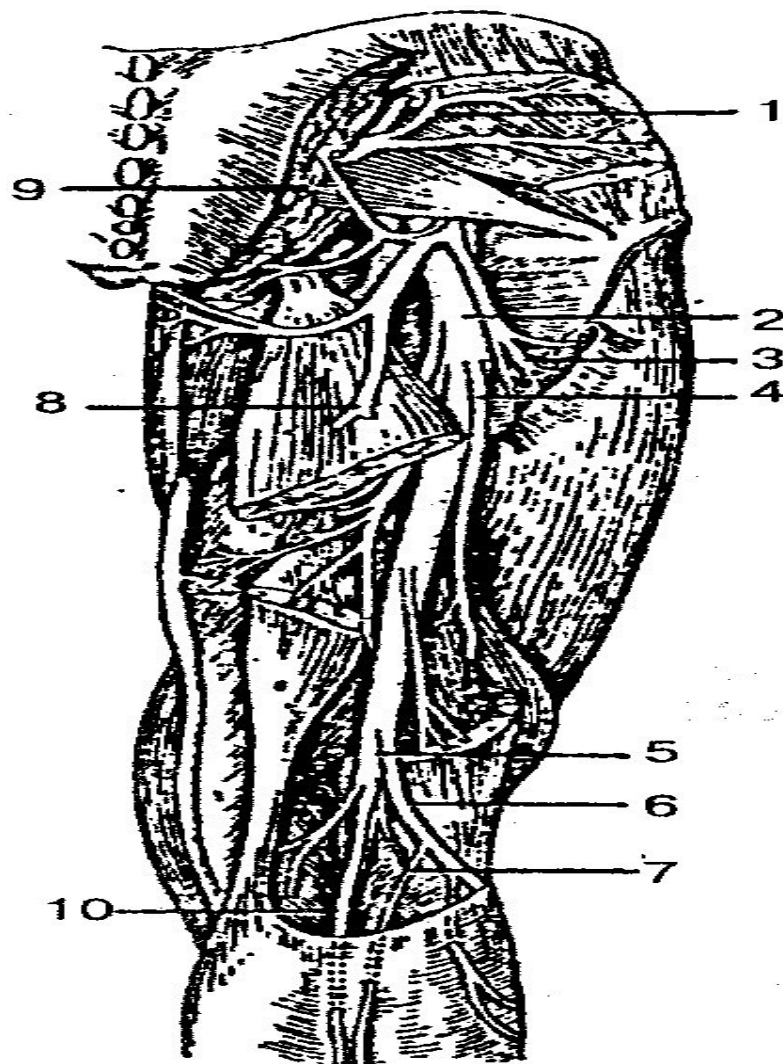
*Верхний ягодичный нерв* из полости таза через надгрушевидное отверстие вместе с верхней ягодичной артерией и веной проходит между малой и средней ягодичными мышцами. Иннервирует ягодичные мышцы, а также мышцу, напрягающую широкую фасцию бедра.

*Нижний ягодичный нерв* выходит из полости таза через грушевидное отверстие и иннервирует большую ягодичную мышцу.



*Рис. 6.* Нервы ягодичной области и задней поверхности бедра:

1 — верхний ягодичный нерв; 2— седалищный нерв; 3,4— мышечные ветви седалищного нерва; 5 — большебердовый нерв; 6 — общий малоберцовый нерв; 7— латеральный кожный нерв икры; 8- задний кожный нерв бедра; 9 — нижний ягодичный нерв; 10— медиальный тыльный кожный нерв



*Длинные ветви* крестцового сплетения представлены задним кожным нервом бедра, который иннервирует кожу ягодичной области и частично кожу промежности, и седалищным нервом (рис. 7).

*Седалищный нерв* — самый крупный нерв тела человека. Он выходит из полости таза через подгрушевидное отверстие, идет вниз и на уровне нижней трети бедра делится на большеберцовый и общий малоберцовый нервы. Они иннервируют заднюю группу мышц на бедре.

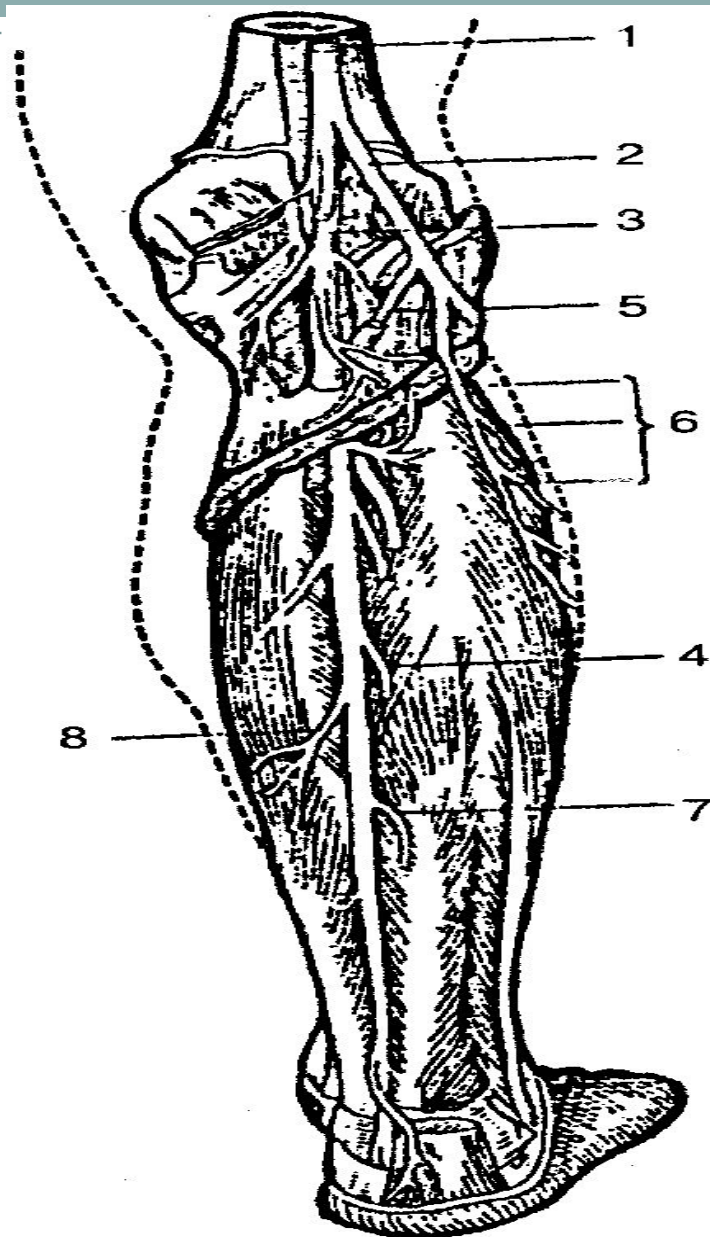
*Большеберцовый* нерв проходит в подколенной ямке, на своем пути отдает ветви коленному суставу, трехглавой мышце голени, подошвенной и подколенной мышцам. Спускаясь вниз, нерв идет на голень, отдает ветви мышцам. В подколенной ямке от большеберцового нерва отходит медиальный кожный нерв икры, который в нижней трети голени соединяется с ветвью латерального кожного нерва икры и образуют *икроножный нерв*. Он иннервирует кожу латеральной части стопы и лодыжки. В области медиальной лодыжки большеберцовый нерв делится на медиальный и латеральный подошвенные нервы. Эти нервы иннервируют мышцы, кожу и суставы стопы.

*Общий малоберцовый нерв*, отделившись от седалищного нерва, идет латерально вниз на голень и делится на поверхностный и глубокий. *Поверхностный малоберцовый нерв* проходит через верхний мышечно-малоберцовый канал, отдает ветви длинной и короткой малоберцовым мышцам, выходит на тыл стопы, где иннервирует кожу тыла стопы и пальцев. *Глубокий малоберцовый нерв* идет по передней поверхности межкостной перепонки и выходит на тыл стопы; иннервирует передние мышцы голени, стопы, голеностопный сустав, часть кожи I - II пальцев стопы.

*Копчиковое сплетение* образуется передними ветвями последнего крестцового и копчикового спинномозговых нервов. Оно расположено на копчиковой мышце, отдает ветви коже в области копчика и заднепроходного отверстия.

Рис 7. Нервы голени  
(задняя поверхность):

1 — седалищный нерв; 2 — общий малоберцовый нерв; 3 — большеберцовый нерв; 4, 7, 8 — мышечные ветви большеберцового нерва; 5 — латеральный кожный нерв икры; 6 — мышечные ветви малоберцового нерва



# **СПИННОМОЗГОВОЙ УЗЕЛ**

**Соединительнотканная капсула**

**Соединительнотканые перегородки  
(трабекулы)**

**Псевдоуниполярные нейроны**

**Нейриты – задний корешок спинного мозга**

**Дендриты – чувствительная часть  
смешанного нерва**

**Мантийные глиоциты**

## **ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ НЕРВЫ**

**(нервные стволы) – состоят из  
*миелиновых и безмиелиновых нервных  
волокон и соединительнотканых  
оболочек.***

# ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ НЕРВ

- Эндоневрий
- Периневрий
- Эпиневрй

# Возрастные особенности спинного мозга

- Развитие спинного определяет его функциональные возможности, соответствующие конкретному возрасту.
- В норме у плода человека спинной мозг составляет 0,35% массы тела, а у новорожденного - 0,08%. Сразу после рождения в связи с активацией функций систем организма, их ростом быстро увеличивается длина грудного отдела спинного мозга (в 3 раза), а длина его шейного и поясничного отделов - в 2,4 раза. Это означает, что происходит значительное удлинение проводниковых структур спинного мозга.
- Объем серого вещества спинного мозга после рождения у ребенка увеличивается в 5 раз, а проводниковая структура - в 14 раз, причем наибольший рост серого и белого вещества отмечается в грудном отделе.
- В целом увеличение массы белого вещества спинного мозга к моменту рождения плода и в период новорожденности ребенка опережает рост серого вещества. Это связано с тем, что на данном этапе функционально наиболее важно установление регуляторных связей между спинным мозгом и эффекторами.



Число волокон чувствительных корешков спинного мозга человека слева и справа не одинаково. Справа - 1142,5 тыс., а слева немногим более 900 тыс. В корешках шейного отдела справа их 301,3 тыс., а слева - 283,7 тыс. В грудном отделе справа – 221,9 тыс., а слева - 205,7 тыс., в поясничном утолщении справа — 463,5 тыс., а слева - 389,6 тыс. После 50 лет происходит значительное уменьшение (на 22 - 27%) числа волокон чувствительных корешков спинного мозга, что, естественно, сказывается на дифференциальной чувствительности иннервируемых ими зон кожной поверхности, мышц и сухожилий, а следовательно, ведет к некоторому изменению чувствительной и двигательной функций. У лиц пожилого возраста ощущения характеризуются некоторой «размытостью», т. е. не имеют четкой локализации.

Двигательных волокон передних корешков спинного мозга у взрослого человека значительно меньше, чем чувствительных; слева их около 200 тыс., а справа - около 230 тыс. С возрастом, особенно после 70 лет, число волокон передних корешков уменьшается, в результате человеку становится трудно выполнять точные, мелкие движения, филигранную работу.

Существенные изменения в онтогенезе человека происходят в скорости проведения возбуждения по нервным волокнам. Известно, что скорость и локальность проведения зависят от миелинизации волокон. В течение первых 10 лет после рождения число миелинизированных волокон увеличивается, оставаясь относительно стабильным до 30 лет, затем постепенно уменьшается и к 90-летнему возрасту число миелинизированных волокон в грудных отделах спинного мозга уже на 32% меньше, чем в зрелом возрасте. В результате скорость сенсомоторных реакций резко замедляется.

У новорожденного позвоночный канал, где расположен спинной мозг, относительно больше, чем у взрослого. Продольный диаметр канала составляет 10 - 12 мм - примерно две трети окончательной величины, устанавливающейся в 3 - 6 лет. Поперечный диаметр начинает увеличиваться после того, как продольный достигает максимального развития.

Спина́льный мозг и эмбриональном периоде заполняет позвоночный канал на всем его протяжении. Начиная с третьего месяца, темпы роста позвоночника в длину ускоряются таким образом, что спинной мозг, имеющий замедленный темп роста, оставляет часть канала свободной и одновременно приближается к телам позвонков, изгиб которых он повторяет. У новорожденного, наоборот, он приближается к позвоночной дуге. Длина спинного мозга составляет 14,1 см (13,6 - 14,8 см), достигая каудально (снизу) до нижнего края второго поясничного позвонка или верхнего края третьего поясничного позвонка (у взрослого на 1 позвонок выше). К рождению он составляет 29,5% длины тела, в 1 год - 27%, в 3 года - 21%. До 10-летнего возраста начальная длина удваивается. Существует точная связь между длиной спинного мозга и тела: эти две величины увеличиваются прямо пропорционально

## Связь между длиной спинного мозга и тела

возраст	средняя длина тела		средняя длина спинного мозга		средний вес спинного мозга	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки
новорожде нные	52,0	51,3	15,0	14,2	3,9	3,8
2-3 месяца	57,6	55,1	16,5	16,0	4,0	4,6
4-6 месяцев	64,7	57,8	17,2	16,9	7,1	6,1
7-10 месяцев	66,3	63,3	18,4	17,5	8,2	7,5
11-15 месяцев	72,3	73,7	19,9	18,0	10,7	10,5
16-21 месяц	-	-	-	18,7	-	11,0
3 года	99,2	82,0	21,2	20,9	13,0	13,6
5 лет	119,8	104,1	24,9	22,9	15,7	14,8
7 лет	123,5	105,0	27,2	24,7	18,9	18,2

Различные отделы мозга увеличиваются неравномерно. Больше других увеличивается грудной отдел, особенно грудные сегменты VI и VII, затем шейная область и медленнее всех поясничная область. В результате разницы в росте между позвоночным столбом и спинным мозгом корешки спинномозговых нервов расположены тем более косо в каудальном направлении, чем они ниже. Нижней границей шейного отдела у новорожденного является седьмой шейный позвонок или первый грудной (как у взрослого), нижней границей грудного отдела является девятый или десятый грудной позвонок (у взрослого - десятый или одиннадцатый грудной позвонок), нижние границы поясничного и крестцового отделов - как у взрослого. Спинномозговой конус расположен на уровне второго поясничного позвонка, почти как у взрослого, у которого он не превосходит третий поясничный позвонок. Конечная нить оканчивается на уровне первого или второго крестцовых позвонков.

Объем серого вещества спинного мозга увеличивается быстро, особенно за счет собственных пучков сегментарного аппарата, формирование которого происходит в более ранние сроки по сравнению с длинными проводящими путями, образующими связи спинного мозга с головным мозгом.

## Рост сегментов спинного мозга (в мм)

сегмент	7 недель	3 года 6 месяцев	32 года
<b>C I</b>	3,00	-	-
<b>II</b>	3,50	5,50	9,73
<b>III</b>	3,75	7,00	11,60
<b>IV</b>	5,00	7,20	11,10
<b>V</b>	5,30	8,60	15,30
<b>VI</b>	4,73	6,80	13,25
<b>VII</b>	4,25	6,30	12,40
<b>VIII</b>	4,20	6,30	11,40
<b>T I</b>	4,60	5,80	12,80
<b>II</b>	4,50	7,25	13,50
<b>III</b>	4,70	7,00	12,80
<b>IV</b>	6,10	8,90	16,60
<b>V</b>	7,70	10,30	18,40
<b>VI</b>	8,20	11,90	24,40
<b>VII</b>	8,25	13,30	23,20
<b>VIII</b>	7,60	11,75	21,40
<b>IX</b>	7,70	11,50	21,25
<b>X</b>	6,20	9,60	20,20
<b>XI</b>	5,50	9,30	19,10
<b>XII</b>	5,80	7,75	20,10
<b>L I</b>	5,30	8,25	15,50
<b>II</b>	5,00	6,25	13,75
<b>III</b>	4,60	4,50	9,90
<b>IV</b>	3,90	4,10	7,80
<b>V</b>	4,00	2,90	7,80
<b>S I</b>	3,00	3,50	6,50
<b>II</b>	2,50	3,40	5,90
<b>III</b>	2,00	3,80	4,90
<b>IV</b>	3,00	3,50	5,30
<b>V</b>	3,00	3,00	3,80

Средняя масса спинного мозга у новорожденного составляет 3,2 г (2,8 - 3,45 г) (0,1 % массы тела, у взрослых - 0,04%). У новорожденного центральный канал шире, чем у взрослого. Уменьшение его просвета происходит главным образом в течение 1-2-го года, а также в более поздние возрастные периоды, когда происходит увеличение массы серого и белого вещества. До 6 месяцев после рождения его масса удваивается, в 11 месяцев увеличивается в 3 раза. У детей 1 года масса спинного мозга составляет около 10 г. К трем годам масса спинного мозга превышает 13 г, в 6 лет - 17 г, к 7 годам равна примерно 19 г, к 14 годам - в среднем 22 г, у взрослого 27- 28 г, т.е. превосходит первоначальную массу в 7-8 раз. У новорожденного масса спинного мозга составляет 1% массы головного мозга, в 1 год - 1,2%, в 3 года - 1,3%, в 4 года - 1,4%, у взрослого - 2%. По отношению к массе тела масса спинного мозга уменьшается с возрастом. У новорожденного она составляет 0,1%, в 1 год - 0,09%, в 4 года - 0,07% , у взрослого - 0,04%. Шейное и поясничное утолщения хорошо выражены. Они появляются на 3-м месяце внутриутробного развития, одновременно с развитием конечностей. На поверхности спинного мозга может существовать большее количество борозд, чем у взрослого. Передняя средняя борозда глубокая и содержит передние центральные артерии. Задняя средняя борозда менее выражена. Более трудной дифференцировке подлжит задняя промежуточная борозда. Довольно слабо развита и задняя латеральная борозда.

Кроме этих борозд, которые углубляются с возрастом и становятся хорошо заметными, у новорожденного существует ряд борозд; из них одни непостоянные в смысле появления, другие исчезают впоследствии (после 6-го месяца). Таких борозд, характерных для маленького ребенка, имеется четыре. Одна борозда, неглубокая, существует два месяца после рождения, она расположена латерально от заднего рога серого вещества и исчезает к концу первого года жизни. Вторая борозда, глубокая, существует только в шейной и верхней грудной областях и расположена впереди перекреста пирамид по латеральной поверхности спинного мозга. Третья борозда расположена сзади треугольного пучка Hellweg. Присутствующая в шейной и грудной областях, она достигает наибольшего развития на первом году жизни, затем исчезает или может оставаться и у взрослого. Четвертая борозда расположена впереди предшествующей борозды. На поперечном срезе внешний вид спинного мозга такой же, как у взрослого. Белое вещество занимает вдвое большую поверхность по сравнению с поверхностью серого вещества. Оно занимает пространство в  $20 \text{ мм}^2$  на уровне III шейного сегмента;  $20,56 \text{ мм}^2$  - между V и VII шейными сегментами;  $13,8 \text{ мм}^2$  - на уровне III грудного сегмента;  $10,4 \text{ мм}^2$  - между VI и VII грудными сегментами;  $11,4 \text{ мм}^2$  - в XII грудном сегменте;  $13 \text{ мм}^2$  - между IV и V поясничными сегментами.



На уровне утолщений передний рог большей величины. Передняя и задняя спайки серого вещества имеют величину в шейной области 0,18 - 0,24 мм и соответственно 0,14 - 0,17 мм; в грудной области - 0,20 - 0,22 мм и 0,14 - 0,16 мм; в поясничной - 0,28 - 0,42 мм и 0,28 - 0,40 мм. Величина спаек изменяется обратно пропорционально величине центрального канала. Центральный канал у новорожденного составляет две трети его величины у взрослого и остается таковым только в его передней области; кзади он постоянно уменьшается ввиду развития заднего канатика. Его размеры увеличиваются в краниально-каудальном направлении. В шейной области это простое расщепление, в грудной он округляется и становится широким в поясничной области, где образует конечный желудочек. Уменьшение канала имеет место в большей мере в первый год после рождения. Конечный желудочек развивается в самой большей степени к концу второго года жизни, затем наступает его обратное развитие, так что у взрослого он облитерирован в большей или меньшей степени. У новорожденного клетки эпендимы, покрывающие центральный канал, имеют жгутики, остающиеся до 5-летнего возраста.

Эпендимные клетки передней и задней областей пролиферируют у новорожденного и у ребенка на первых годах жизни, тогда как на латеральных частях они регрессируют. Пролиферация имеет место в виде клеточных выступов, из которых передний в форме веретена, достигающего передней срединной щели. С возрастом он уменьшается до одного-двух рядов клеток и в этой форме может оставаться у взрослого. Клетки заднего выступа имеют утолщенные головки, некоторые из них проникают в нежный пучок Голля. Нейроны переднего рога большие и не пигментированные до 8-летнего возраста, когда появляется пигмент. Самые большие нейроны встречаются на уровне утолщений, где они сгруппированы, их ядра не отличаются от ядер у взрослого.

Большое количество клеток по сравнению с другими периодами развития характеризует строение спинного мозга у новорожденного. Пути и пучки мозга находятся в большей или меньшей степени миелинизации. Чувствительные тракты миелинизируются полностью до уровня коры. Передний пирамидный путь хорошо миелинизирован. Латеральный пирамидный путь и спинно-оливарный путь - пучок Гелвега - не миелинизированы. Первый миелинизируется до 4-летнего возраста.

Что касается чувствительных путей, то процесс их миелинизации начинается с 4-го внутриутробного месяца на уровне заднего рога и центрального серого вещества, направляется к задней средней борозде, затем к латеральным частям заднего канатика. Глия хорошо развита, ее волокна образуют периферическую краевую зону гораздо тоньше, чем у взрослого. В течение первого года жизни она в большей степени развивается по направлению к центральному каналу, образуя сеть вокруг серого вещества, особенно вокруг его переднего рога и центрального канала. У ребенка подобная сеть образуется и в пучке Голля, но затем исчезает. На уровне сосудов глия оканчивается ножками, прикрепляющимися к сосудистой стенке. Макроглия хорошо развита, тогда как микроглия находится в различной степени развития. До 6-го месяца жизни глия развивается полностью. У новорожденного сосуды спинного мозга имеют пропорциональную величину и расположение как у взрослого.

Структуры центральной нервной системы человека созревают в онтогенезе гетерохронно. Наиболее раннее развитие получают жизненно важные регуляторные центры. Например, созревание дыхательного, сосудодвигательного, пищевого, выделительного центров происходит значительно раньше, чем ориентировочных, речевых и других центров (центр речи формируется только к 2-2,5 годам).

На ранних этапах созревания мозга его дифференциация обусловлена преимущественно генетическими факторами, а позднее усиливается влияние факторов внешней и внутренней среды. В связи с этим очень важным фактором в созревании мозга является расширение контакта ребенка с внешней средой, дающей сенсорные стимулы к развитию специализированных мозговых образований. Чем активнее нагружается анализатор в раннем онтогенезе, тем более совершенен будет в дальнейшем аппарат его реализации. Для этих целей используют тонкую моторику, музыкальные воздействия, обонятельную стимуляцию и др.

Под влиянием разнообразных форм раздражений, чувствительность к которым особенно возрастает в критические периоды онтогенеза, в нервной системе происходит образование новых констелляций - с более высокими возможностями регуляции. При этом существенное значение для развития нервной системы имеет афферентная импульсация от скелетной мускулатуры.

Для осуществления специфических функций нервной системы определенного возрастного периода необходимо формирование функциональных констелляций центральных звеньев, обеспечивающих оптимизацию взаимодействия организма с условиями среды. На разных этапах онтогенеза происходит генетически обусловленное созревание именно тех структур, которые должны обеспечить особенности физиологического функционирования систем и поведенческих реакций, соответствующих возрастному периоду. Новые функциональные звенья при созревании нервной системы входят в функционально иерархическое взаимодействие с ранее сформированными.

Для всех критических возрастных периодов характерна малая резистентность и высокая неспецифическая чувствительность нервной системы к действию разнообразных повреждающих агентов. Понижаются пороги возбудимости на раздражители и чувствительность к восприятию новых компонентов среды, с которыми встречается организм. В критические периоды чувствительность, или возбудимость, нервной системы повышается не к любым формам раздражения, а избирательно. Интенсивное воздействие неадекватных раздражителей в критические периоды может явиться причиной задержки или даже физиологически неполноценного развития нервной системы.

Зрелость отдельных структур мозга определяется такими свойствами нервной системы, как возбудимость, проводимость, лабильность, выраженность тормозных процессов.

По мере созревания мозга увеличивается количество химических ингибиторов нервной передачи, это приводит к усилению тормозных процессов. У новорожденного низок уровень тормозных аминов. Этим объясняется генерализованность реакций, возникающих у младенцев на любые раздражения.

В динамике созревания и дифференцировки нервной системы формируются в первую очередь основные рефлекторные, в том числе тормозные, двигательные механизмы.