

ГБОУ ВПО «Кировская ГМА» Минздрава РФ
Кафедра анатомии

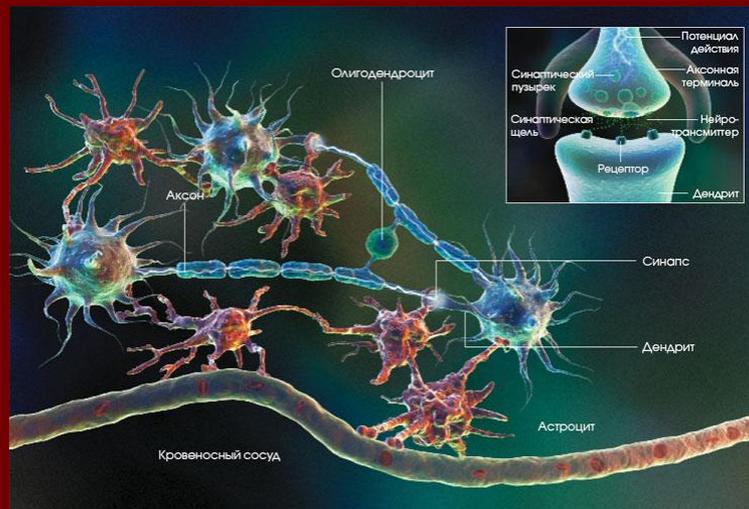


Проводящие пути ЦНС

Лекция доцента кафедры анатомии
Мальцевой Надежды Леонидовны

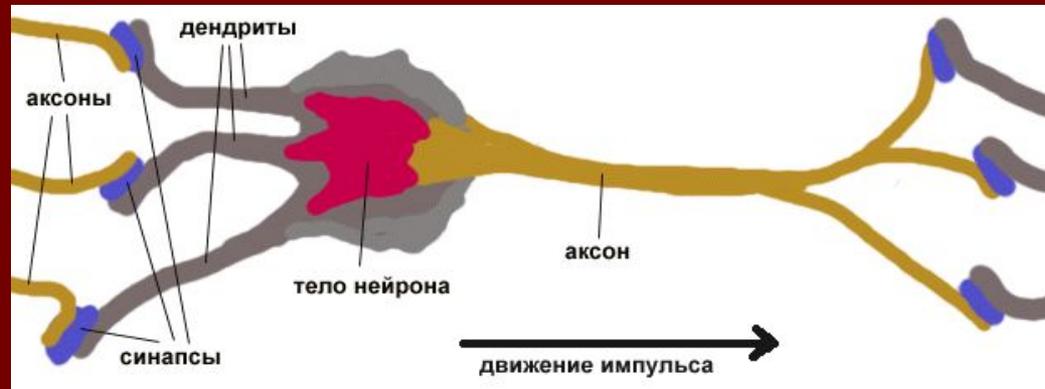
Рефлекторная деятельность нервной системы

- Основная функция нервной системы – постоянное приспособление организма к изменяющимся условиям внешней среды. Реакция организма осуществляется с помощью рефлексов. «Все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы» (И.М. Сеченов).
- Рефлекторная деятельность нервной системы возможна благодаря главному свойству синапсов (участков контакта мембран нервных клеток) – **односторонней** передаче нервного импульса.



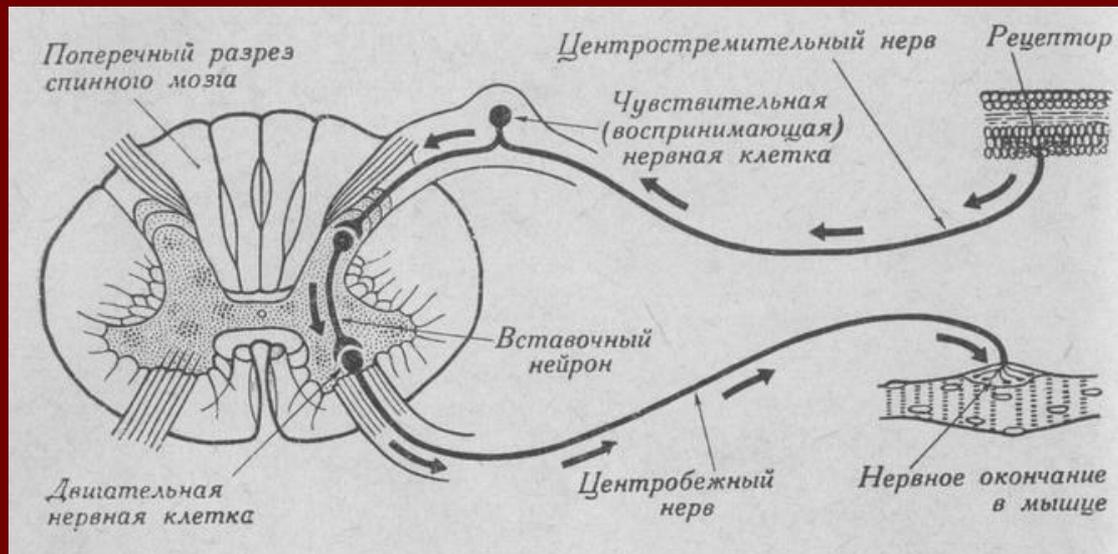
Рефлекторная деятельность нервной системы

- Нервный импульс всегда распространяется в одном направлении: по дендритам – к телу нейрона, от тела нейрона – по аксону.
- Нейрон – это система со множеством входов (дендриты) и одним выходом (аксон).
- Для нервной системы в целом свойственна такая же закономерность: количество нервных волокон, несущих импульсы к центру, превосходит число волокон, несущих импульсы к периферии.



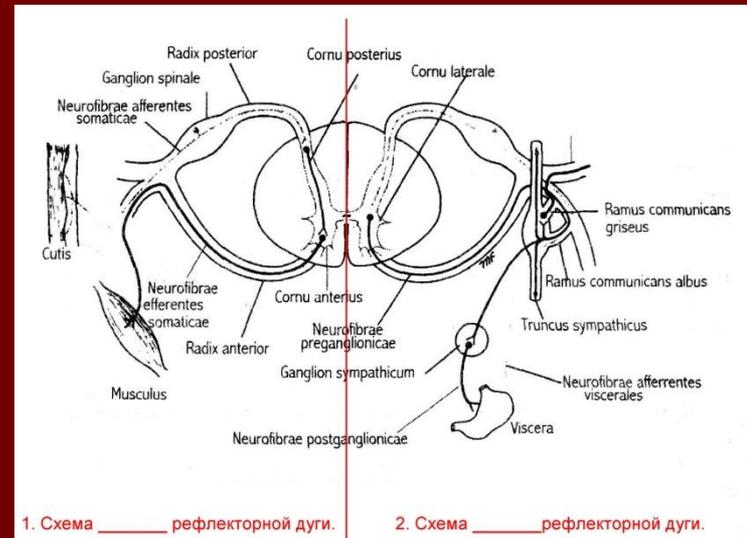
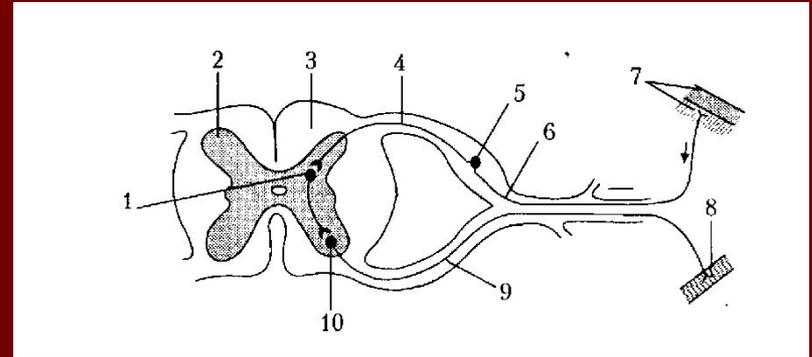
Рефлекторная дуга

- **Рефлекс** – ответная реакция организма на воздействие внешней или внутренней среды.
- Цепочка последовательно соединенных синапсами нейронов, обеспечивающих рефлекс, называется **рефлекторной дугой**.
- В функциональном отношении нейроны делятся на афферентные (чувствительные), вставочные и эфферентные (к которым относятся двигательные).



Функциональная классификация нейронов

- **Афферентный** нейрон получает нервный импульс от рецептора и передает на **вставочный** нейрон.
- Во **вставочном** нейроне происходит предварительная переработка нервных импульсов и образуются коллатеральные (окольные) связи.
- **Эфферентный нейрон** – тот, которым заканчивается рефлекторная дуга, он связан с рабочим органом (передает нервный импульс мышце или клеткам желез).



Нервный центр

- В **рефлекторной дуге** выделяют рецептор, афферентное звено, нервный центр (или зону замыкания – может включать много вставочных нейронов) и эфферентное звено.
- **Нервный центр** - комплекс нейронов, осуществляющий автономную регуляцию какой-либо функции (объединены только функционально - нейроны могут находиться на большом удалении друг от друга).

Принцип обратной связи «Рефлекторное кольцо»

- Любая, даже простейшая функция, не может регулироваться **однократным** нервным импульсом. Нервный центр постоянно получает информацию от рабочего органа о том, как выполняются его команды. Таким образом, по рефлекторной дуге постоянно циркулируют нервные импульсы и рефлекторная дуга по сути является **рефлекторным кольцом**.
- Отечественный физиолог Анохин впервые установил это явление и обозначил понятие «**обратной связи**». С помощью обратной связи осуществляется автоматическая саморегуляция различных функций организма и поддержание каких-либо показателей на определенном уровне (например, частоты дыхания, сердцебиений, АД и пр.). Так работают центры дыхания, кровообращения, глотания, рвоты, чихания и др.

Сегментарный и надсегментарный аппарат

- Простейшие рефлекторные дуги замыкаются в **сегментарном аппарате** спинного мозга (в сером веществе задних, боковых или передних рогов спинного мозга) или ствола головного мозга (ядра черепных нервов и их связи).
- Непосредственную связь с рабочим органом имеет только **сегментарный аппарат**. Все вышележащие центры влияют на периферию только через сегменты спинного мозга и ядра черепных нервов.
- В **надсегментарный аппарат** входят другие, кроме ядер черепных нервов, виды серого вещества ствола, серое вещество мозжечка, базальные ядра, кора больших полушарий и все белое вещество спинного и головного мозга.

Афферентные и эфферентные проводящие пути

- **Афферентные** проводящие пути – это начальные отделы рефлекторных дуг (включают рецепторы, восходящие пути, промежуточные и корковые центры), представляют собой **анализаторы**.
- **Афферентные пути** являются чувствительными, однако понятие «чувствительность» является более узким (не всякие восходящие нервные импульсы ведут к ощущениям, хотя всегда производят какой-то эффект – например нервные импульсы, идущие по путям Флексига и Говерса).
- **Эфферентные** проводящие пути – конечные части рефлекторных дуг, начинаются от нервных центров (кора больших полушарий, подкорковые узлы, мозжечок, центры ствола) и заканчиваются эфферентным нейроном и рабочим органом.

Виды проводящих путей

- Проводящие пути ЦНС – ассоциативные, комиссуральные, проекционные.
- Комиссуральные и ассоциативные волокна располагаются в основном в полушариях мозжечка и большого мозга.
- Проекционные пути спинного мозга и ствола головного мозга – чувствительные (восходящие, афферентные) и двигательные (нисходящие, эфферентные).

Восходящие (афферентные, чувствительные пути спинного мозга)

ПРОПРИОЦЕПТИВНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ коркового направления (сознательная):

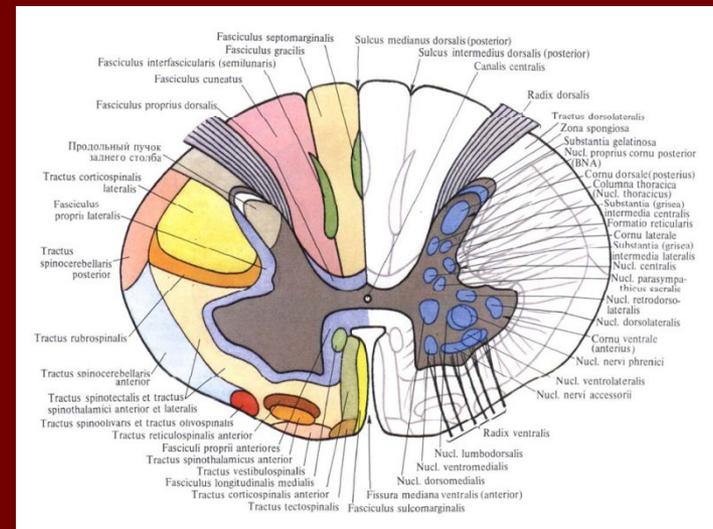
- Тонкий пучок (путь Голля) *fasciculus gracilis (Goli's)*.
- Клиновидный пучок (путь Бурдаха) *fasciculus cuneatus (Burdach's)*.

ПРОПРИОЦЕПТИВНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ мозжечкового направления (бессознательная):

- Передний спино-мозжечковый путь (путь Говерса) *tractus spinocerebellaris anterior (Gowers')*.
- Задний спино-мозжечковый путь (путь Флексига) *tractus spinocerebellaris posterior (Flechsig's)*.

КОЖНАЯ (ЭКСТЕРОЦЕПТИВНАЯ) ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ:

- Передний спиноталамический путь *tractus spinothalamicus anterior*.
- Латеральный спиноталамический путь *tractus spinothalamicus lateralis*.



Общие закономерности анатомии восходящих проводящих путей

- **I нейроны** (афферентные, псевдоуниполярные) - лежат в чувствительном узле спинномозгового нерва (вне пределов ЦНС);
- **II нейроны** (ассоциативные, мультиполярные) - расположены в сером веществе спинного мозга или продолговатого мозга;
- Проводящие пути коркового направления являются перекрещенными (подвергаются перекресту отростки **II нейронов**);
- Восходящие пути проходят в дорсальной части ствола мозга;
- **III нейроны** проводящих путей коркового направления расположены в таламусе;
- Отростки **III нейронов** проходят в задней трети задней ножки внутренней капсулы, *capsula interna*, и достигают соответствующих участков коры полушарий большого мозга;
- Восходящие проводящие пути мозжечкового направления проходят в мозжечковых ножках и **III нейроны** находятся в коре червя мозжечка.

Анатомия чувствительных проводящих путей спинного мозга и ствола головного мозга

- Название по-русски, по-латыни и по автору (эпонимы).
- Функциональное значение путей: - вид чувствительности: экстероцептивная, проприоцептивная, интероцептивная; - коркового направления (сознательная) или мозжечкового направления (бессознательная).
- Вид рецепции, название рецепторов.
- Расположение 1-го, чувствительного, нейрона (всегда - псевдоуниполярные нейроны спинальных или черепных ганглиев).

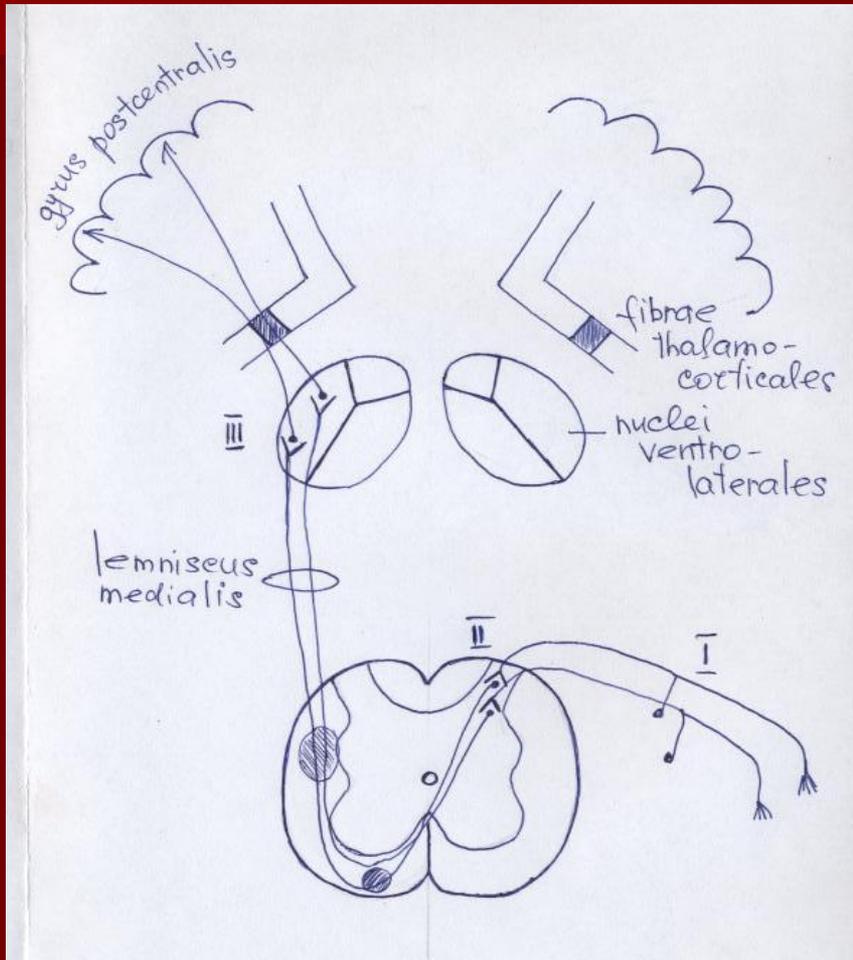
3 вида рецепторов

- 1 группа – экстерорецепторы, представленные контактрецепторами, преобразующими в нервный импульс энергию внешнего воздействия непосредственно на ткани организма (болевые, температурные, тактильные и др.) и дистантрецепторами (энергия от источников, находящихся на удалении) – фоторецепторы, рецепторы органа слуха и равновесия;
- 2 группа – проприорецепторы, расположенные в мышцах, суставах, связках, надкостнице, т.е. в опорно-двигательном аппарате (рецепторы мышечно-суставного чувства);
- 3 группа – интерорецепторы, расположенные во внутренних органах (в норме редко вызывающие отчетливые ощущения).

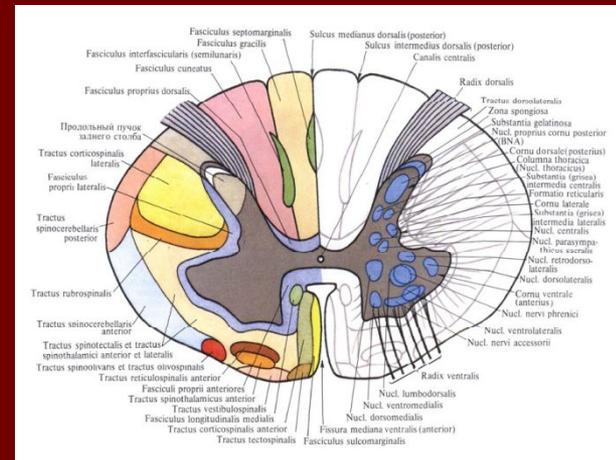
Анатомия чувствительных проводящих путей спинного мозга и ствола головного мозга

- Расположение 2-го (вставочного) нейрона.
- Расположение перекреста аксона 2-го нейрона.
- Расположение 3-го нейрона (для путей общей чувствительности – латеральная группа ядер таламуса).
- Положение во внутренней капсуле (*tractus thalamocorticalis*) - для путей общей чувствительности (а также вкусового и стато-кинетического анализатора).
- Проекционные поля коры больших полушарий (для путей коркового направления).

Пути кожной (экстероцептивной) чувствительности



- *tr. spinothalamicus anterior* (тактильная чувствительность)
- *tr. spinothalamicus lateralis* (болевая и температурная чувствительность)



Общее в строении *tr.spinothalamicus anterior et lateralis*

- **сознательная** кожная чувствительность (рецепторы в коже, оба тракта достигает коры больших полушарий);
- 1-й нейрон - в спинальных ганглиях;
- 2-й нейрон (вставочный) – в задних рогах серого вещества спинного мозга;
- перекрест аксона 2-го нейрона располагается в спинном мозге, **на 2-3 сегмента выше**;
- в стволе головного мозга проходят в медиальной петле;
- 3-й нейрон – в латеральной группе ядер таламуса;

Общее в строении *tr.spinothalamicus anterior et lateralis*

- проходят в задней ножке внутренней капсулы в составе *tractus thalamocorticalis*;
- проецируются в постцентральный извилину теменной доли больших полушарий;
- проекционные поля коры имеют вид соматотопической проекции («гомункулус»), наибольшую площадь занимают рецепторы слизистой языка, ладонные поверхности дистальных фаланг пальцев.

Отличия в строении *tr. spinothalamicus anterior et lateralis*

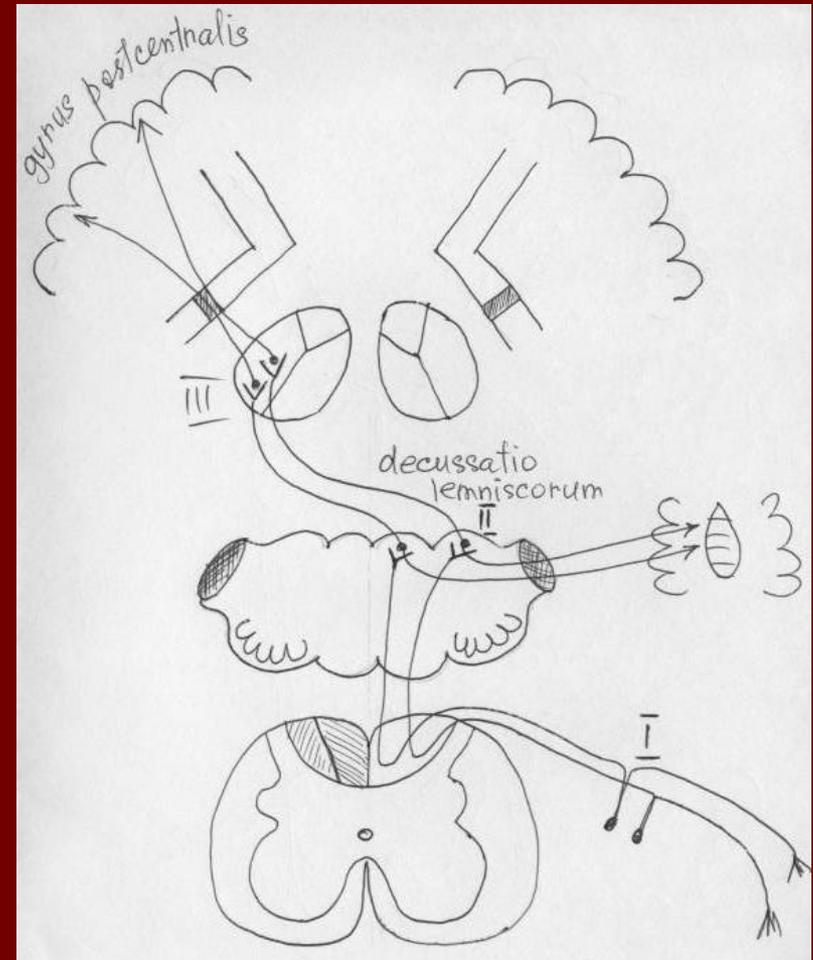
- Рецепторы тактильной чувствительности – тельца Меркеля, диски Мейснера, тельца Фатер-Пачини; рецепторы болевой чувствительности – свободные нервные окончания, рецепторы чувства холода – колбы Краузе, тепловые рецепторы – тельца Руффини.
- Вставочные нейроны *tr. spinothalamicus anterior* – в *substantia gelatinosa*, *tr. spinothalamicus lateralis* – в *nuclei proprii* (задние рога серого вещества спинного мозга).

Отличия в строении *tr. spinothalamicus anterior et lateralis*

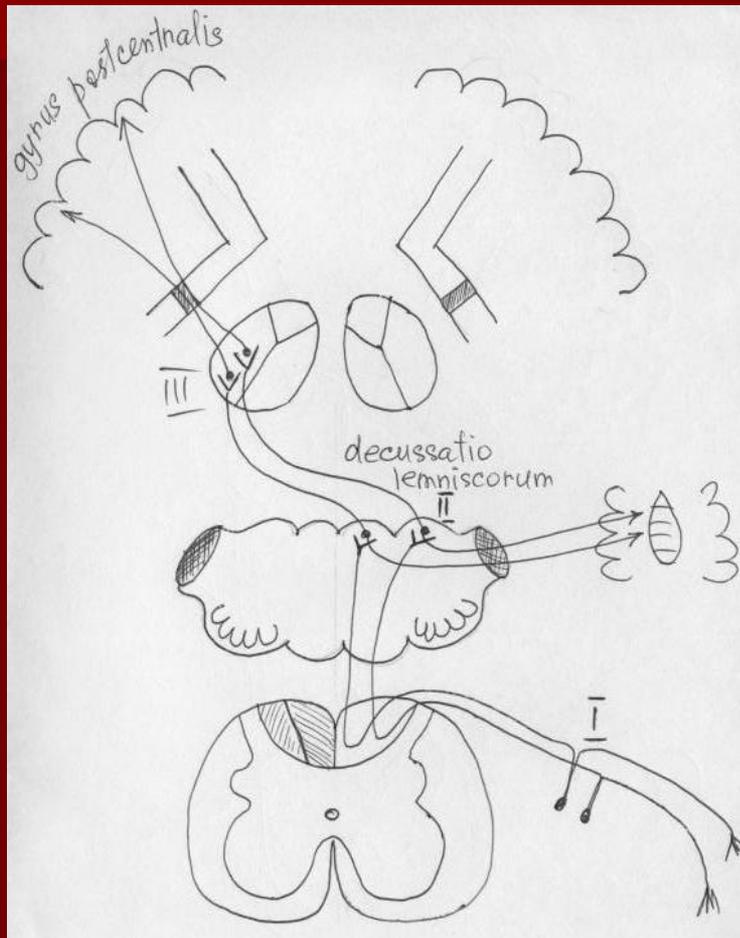
- Положение в белом веществе спинного мозга: *tr. spinothalamicus anterior* – в передних канатиках, *tr. spinothalamicus lateralis* – в боковых канатиках.
- Положение в стволе головного мозга - *tr. spinothalamicus lateralis* проходит более латерально.

Пути Голля-Бурдаха – проприочувствительность коркового направления

- Пути задних канатиков спинного мозга – наиболее филогенетически молодая часть восходящих систем спинного мозга и у взрослого занимает около 20% общей площади поперечного сечения спинного мозга.
- Рецепторы располагаются в мышечных веретенах.
- 1-й нейрон – в спинальных ганглиях (путь Голля – в 19-ти нижних, путь Бурдаха – в 12-ти верхних).
- Аксоны 1-го нейрона образуют *fasciculus gracilis et cuneatus* спинного мозга своей стороны.
- Переключение на 2-й нейрон – в *nucleus gracilis et cuneatus* продолговатого мозга.

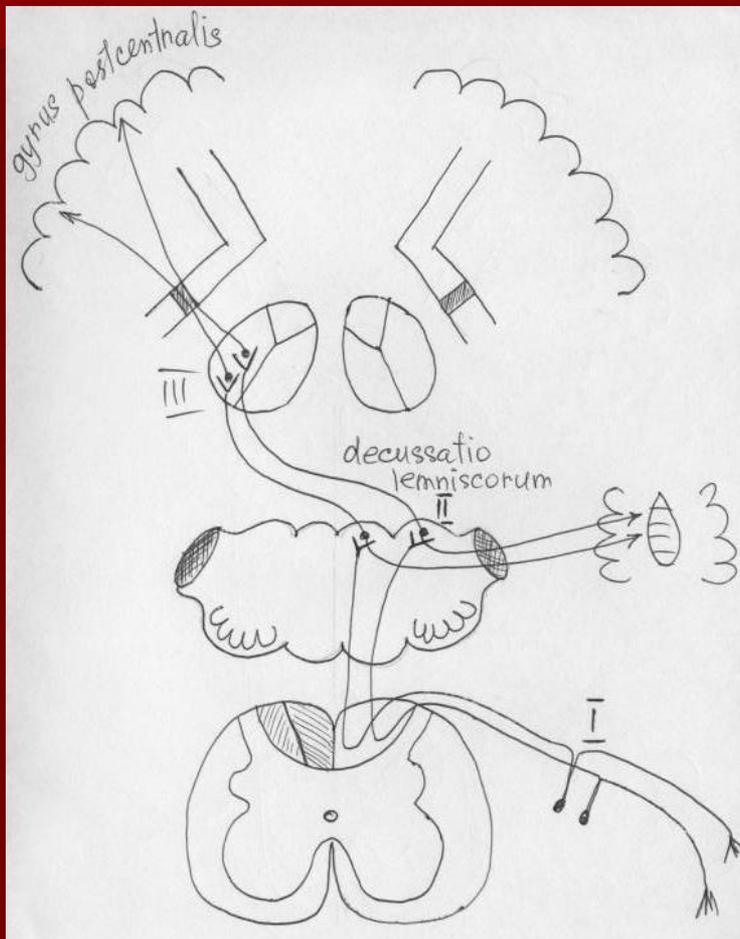


Медиальная петля



- Аксоны II нейронов направляются в виде внутренних дугообразных волокон, *fibrae arcuatae internae*, и образуют, перекрещиваясь в межolivном слое, медиальную петлю.
- Эти волокна идут в таламус (под названием *tractus bulbothalamicus*), образуя перекрест в дорсальной части продолговатого мозга (*decussatio lemniscorum* – сенсорный перекрест).

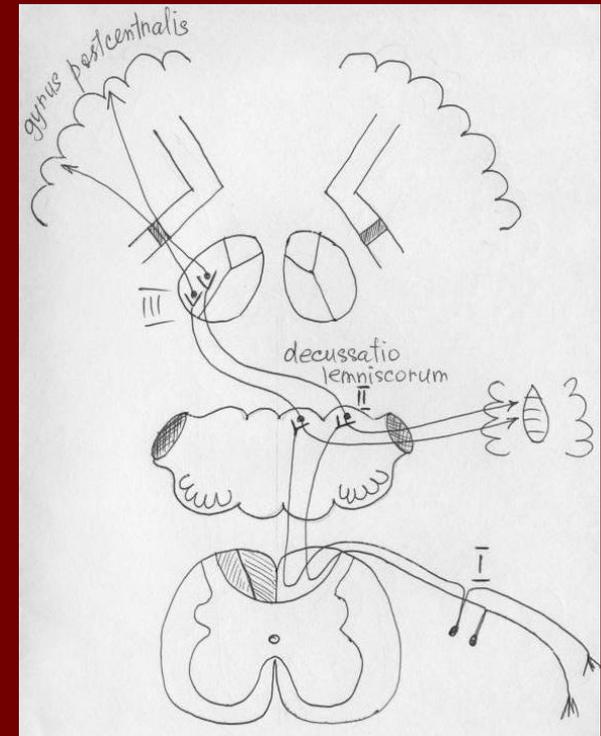
Аксоны нейронов *nucleus gracilis et cuneatus*



- **II нейрон** также проводит проприоцептивные импульсы к мозжечку через *fibrae arcuatae externae* нижних ножек мозжечка.
- **Часть аксонов нейронов тонкого и клиновидного ядер образует:**
 - **задние наружные дугообразные волокна, *fibrae arcuatae externae dorsales*** (идут через нижнюю мозжечковую ножку своей стороны в кору червя мозжечка);
 - **передние наружные дугообразные волокна, *fibrae arcuatae externae ventrales*** (переходят на противоположную сторону, огибают оливу продолговатого мозга и также через нижнюю мозжечковую ножку идут в кору червя мозжечка).

Пути Голля-Бурдаха

- ***Lemniscus medialis*** поднимается в дорсальной части ствола головного мозга и достигает таламуса *thalamus*, заканчиваясь в его заднелатеральном вентральном ядре, ***nucleus ventralis posterolateralis***, где лежат **III нейроны** этих путей.
- Аксоны **III нейронов** проходят в составе заднего отдела задней ножки внутренней капсулы; большая их часть (почти 2/3) достигает поверхностных слоев предцентральной извилины, 1/3 волокон идет в постцентральную извилину полушария большого мозга и некоторые волокна направляются в верхнюю теменную долю.
- Проекция проприорецепторов имеют вид «гомункулюса» (соматотопическая проекция).



Сенсорная атаксия

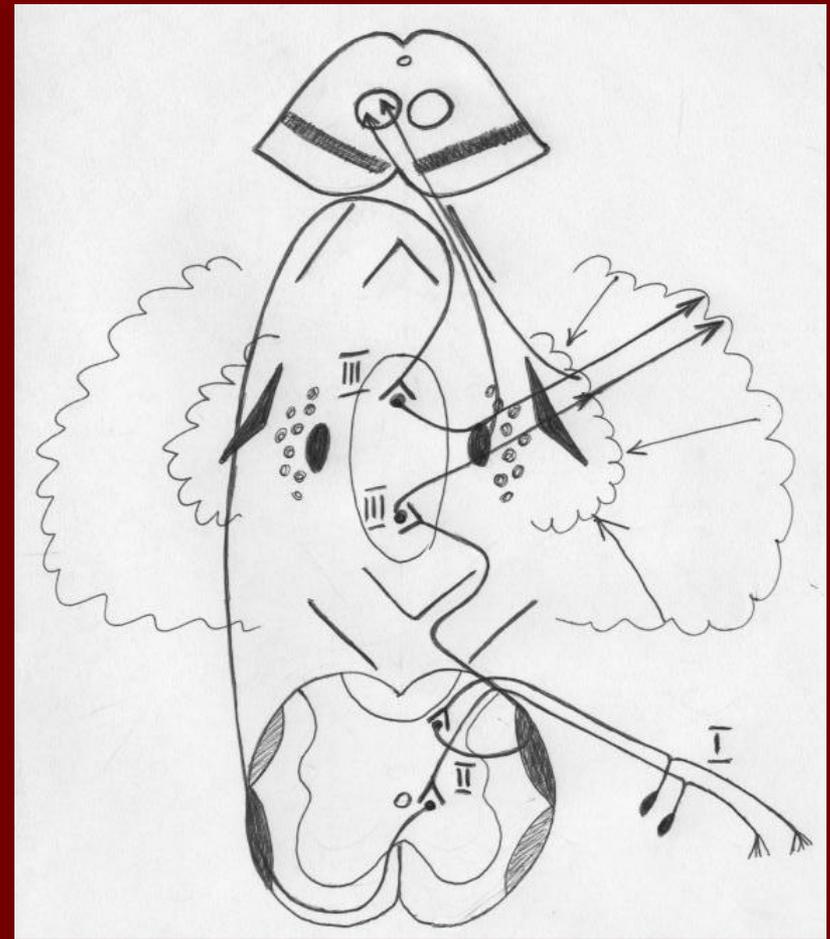
- При нарушении проприоцептивной чувствительности коркового направления развивается **сенсорная атаксия**.
- Движения больного с сенсорной атаксией становятся неловкими, раскоординированными, нарушается походка, почерк. При закрывании глаз больной не может определить направление движения конечностей. Это связано с отсутствием обратной связи коркового конца двигательного анализатора с периферией.

Нарушения чувствительности при одностороннем поражении спинного мозга

- При повреждении **задних** канатиков спинного мозга (т.е. до перекреста медиальной петли) развивается сенсорная атаксия на стороне поражения, при более высокой локализации патологического очага - на противоположной стороне тела.
- При поражении **бокового** канатика спинного мозга расстройства болевой и температурной чувствительности возникают на противоположной стороне тела и на 2-3 сегмента ниже уровня поражения.
- Отмечается лишь некоторое снижение тактильной чувствительности.

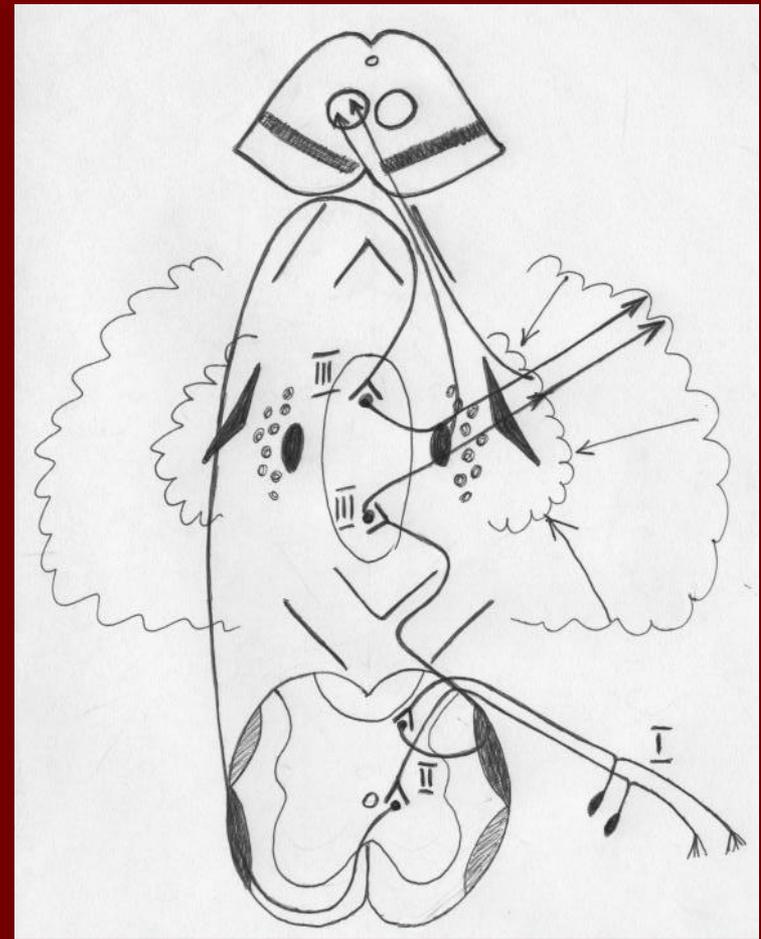
Пути Флексига и Говерса.

- Проприорецепторы располагаются в мышечных веретенах.
- 1-й нейрон – в спинальных ганглиях.
- Вставочный нейрон путей Флексига – *nucleus thoracicus (dorsalis)* задних рогов серого вещества спинного мозга, путей Говерса – *nucleus intermediomedialis* боковых рогов.



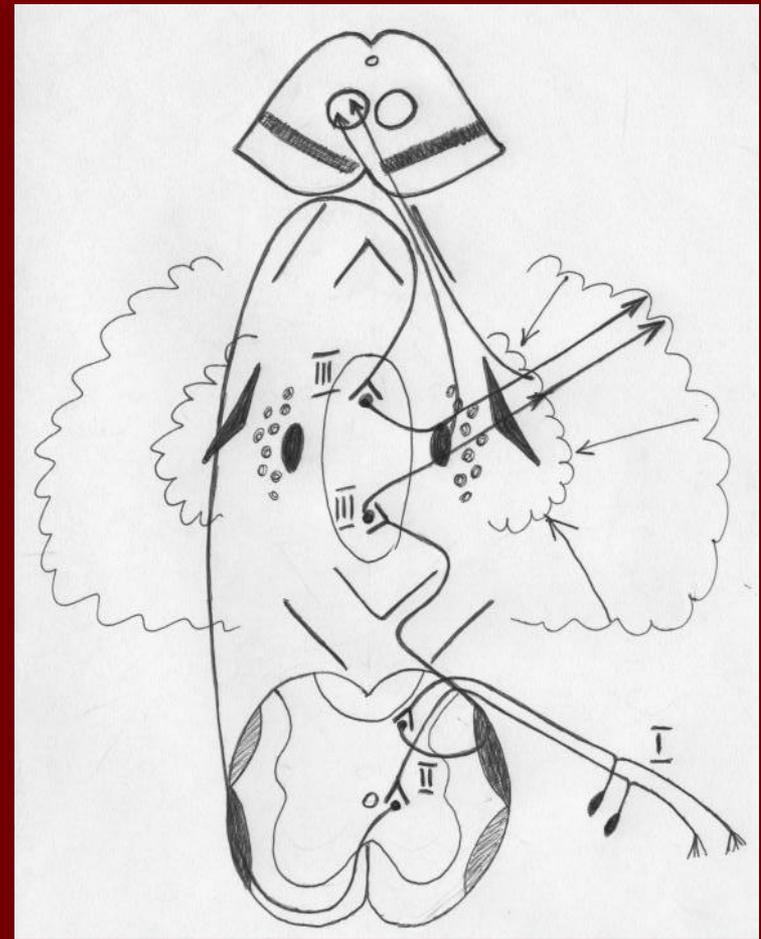
Пути Флексига и Говерса.

Отростки 2-го нейрона путей Флексига идут в боковых канатиках белого вещества спинного мозга своей стороны («прямой» спино-мозжечковый путь), Говерса – противоположной стороны («перекрещенный» спино-мозжечковый путь).



Пути Флексига и Говерса.

- Пути подходят к мозжечку через разные ножки: Флексига – через нижние, Говерса – через верхние ножки мозжечка (где он делает 2-й перекрест).
- 3-й нейрон – в черве мозжечка (Флексига – в нижней части, Говерса – в верхней части).
- Проекция обоих путей – в кору полушария мозжечка своей стороны.



Задний спиномозжечковый путь (путь Флексига) *tractus spinocerebellaris posterior (Flechsig's)* - прямой (неперекрещенный) спиномозжечковый путь.

- проводит неосознанное мышечно-суставное чувство в мозжечок от мышечных веретен - проприоцепторов скелетных мышц.
- **I нейроны** лежат в чувствительных узлах спинномозговых нервов (псевдоуниполярные клетки)
- **II нейроны** – в заднем грудном ядре (Штиллинга-Кларка), *nucleus thoracicus posterior (Stilling-Clarke's)*
- Аксоны **II нейронов** идут в задний отдел бокового канатика спинного мозга своей стороны, достигают продолговатого мозга и коры червя мозжечка (**III нейрон**) через нижние мозжечковые ножки.

Внутри мозжечковые пути

- Из коры червя мозжечка внутри мозжечковые пути идут через пробковидное и шаровидное ядра, *nucleus emboliformis et nucleus globosus*, и далее через верхнюю мозжечковую ножку в средний мозг к красному ядру противоположной стороны.
- Кроме того, от коры червя мозжечка идут внутри мозжечковые волокна к коре полушарий мозжечка, откуда импульсы поступают в зубчатое ядро *nucleus dentatus*.

Tractus cerebellotegmentalis (*dentatorubralis*)

- От нейронов зубчатого ядра через верхние мозжечковые ножки идут аксоны, формирующие проводящие пути к красным ядрам. На уровне нижних холмиков крыши среднего мозга эти волокна образуют перекрест Вернекинга, *decussatio pedunculorum cerebellarium superiorum (Wernick's)*.
- От красных ядер начинается красноядерно-спинномозговой путь. Таким образом, осуществляется участие мозжечка в синхронизации функций пирамидной и экстрапирамидной систем в обеспечении мышечного тонуса и координации, необходимых для поддержания равновесия тела при стоянии и ходьбе, а также для преодоления инерции и силы тяжести при различных движениях.

Передний спиномозжечковый путь (путь Говерса) *tractus spinocerebellaris anterior* (*Gowers'*) - перекрещенный спиномозжечковый путь

- Путь Говерса контролирует взаимодействие между мышцами синергистами и антагонистами, необходимое для осуществления стояния, ходьбы и любых других форм движения.
- Рецепторы - сухожильные органы Гольджи - проприоцепторы сухожилий поперечно-полосатых мышц, «отслеживающие» развиваемое мышцей напряжение.
- I нейроны - псевдоуниполярные клетки спинальных ганглиев.
- II нейроны - проходят в центральное промежуточное вещество и заканчиваются в промежуточно-медиальном ядре, *nucleus intermediomedialis*.
- 90% аксонов II нейронов переходят через переднюю белую спайку спинного мозга на его противоположную сторону (первый перекрест) и поднимаются в составе бокового канатика в дорсальные части продолговатого мозга и моста.
- В области переднего мозгового паруса совершается второй перекрест и волокна возвращаются на свою сторону, через верхние мозжечковые ножки подходят к коре червя мозжечка (III нейрон).
- 10% аксонов II нейронов не совершают перекрестов, также передавая импульсы неосознанного мышечно-суставного чувства с одноименной (гомо-латеральной) стороны тела.

Эфферентные проводящие пути

- Представляют собой эфферентные (центробежные) отделы рефлекторных дуг. Делятся на 2 группы – **пирамидные** (пути сознательных движений, идущие от коры больших полушарий) и **экстрапирамидные** (пути бессознательных движений, идущие от экстрапирамидных центров ствола).
- Ни одно движение невозможно без участия экстрапирамидных путей, которые автоматически обеспечивают регуляцию тонуса мышц, очередность, согласованность движений – т.е. создают «предуготованность» к совершению двигательных актов. Пирамидные пути в основном участвуют только в сложных, точных, высокодифференцированных движениях.

Эфферентные проводящие пути

- Волокна всех нисходящих (эфферентных) путей заканчиваются синапсами на мотонейронах спинного мозга и ствола. Мотонейрон получает импульсы от всех отделов ЦНС, имеющих отношение к движению: от коры, всех экстрапирамидных центров и от мозжечка (опосредованно через экстрапирамидные пути) а также от афферентной части рефлекторной дуги.
- К мотонейрону подходят как возбуждающие, так и тормозящие нервные импульсы.
- В мотонейроне суммируются конечные результаты всей деятельности нервной системы, которые выражаются в состоянии мышечного тонуса и в двигательной активности мышц.

Классификация нисходящих (двигательных) проводящих путей

I. Пирамидный путь,
tractus pyramidalis –
путь сознательных
движений

II. Экстрапирамидные пути
(внепирамидные) – пути
бессознательных движений,
обеспечивают условия реализации
программы выполнения
двигательных актов.

A. Старые экстрапирамидные пути:

- *tractus rubrospinalis*
(Monakow's)
- *tractus tectospinalis*
- *tractus reticulospinalis*
- *tractus*

Б. Новые экстрапирамидные пути –
«корковый контроль мозжечка»:

- корково-мостовые волокна, *fibrae corticopontinae*,
- мостомозжечковые волокна, *fibrae pontocerebellares*

Пирамидный путь *tractus pyramidalis*

выполняет программу осознанных двигательных актов, в его состав входят:

- *fibrae corticospinales* – к скелетным мышцам туловища и конечностей (распадаются на *tractus corticospinalis lateralis* и *tractus corticospinalis anterior*);
- *fibrae corticonucleares* (к скелетным мышцам головы, некоторым мышцам шеи, мягкого неба, глотки, гортани и языка).

Старые экстрапирамидные пути

- путь Монакова, *tractus rubrospinalis* – автоматические движения (бег, ходьба).
- *tractus tectospinalis* – непроизвольные движения в ответ на зрительный и слуховой раздражитель.
- *tractus reticulospinalis* – поддержание тонуса мышц, участие в сложных рефлекторных двигательных актах с одномоментным участием скелетных мышц различных областей тела.
- *tractus vestibulospinalis, tractus vestibulo-spinalis medialis* – поддержание равновесия, позы.
- *fibrae olivospinales* - поддержание тонуса мышц шеи и двигательные акты для поддержания равновесия тела в пространстве.

Функциональное значение новых экстрапирамидных путей – «корковый контроль мозжечка»

- **Аксоны II** нейронов переходят на противоположную сторону и образуют мощные пучки мостомозжечковых волокон, составляющих среднюю мозжечковую ножку.
- Эти волокна подходят к коре полушарий мозжечка, благодаря чему мозжечок получает «копию» всех двигательных импульсов, исходящих из коры больших полушарий. Информацию с «периферии» о состоянии опорно-двигательного аппарата мозжечок получает непрерывно по быстропроводящим спинномозжечковым путям Флексига и Говерса.
- Ответная реакция мозжечка идет через красноядерно-спинномозговой путь, *tractus rubrospinalis*; таким образом, мозжечок в целом контролирует и координирует произвольные движения, мгновенно корректируя их неточность через пути экстрапирамидной системы.

Схема работы МОЗЖЕЧКА

Кора
больших
полушарий

Tr.
corticopontinus

Средний
МОЗГ

Tr.

МОСТ

Tr.
pontocerebellari

МОЗЖЕЧ

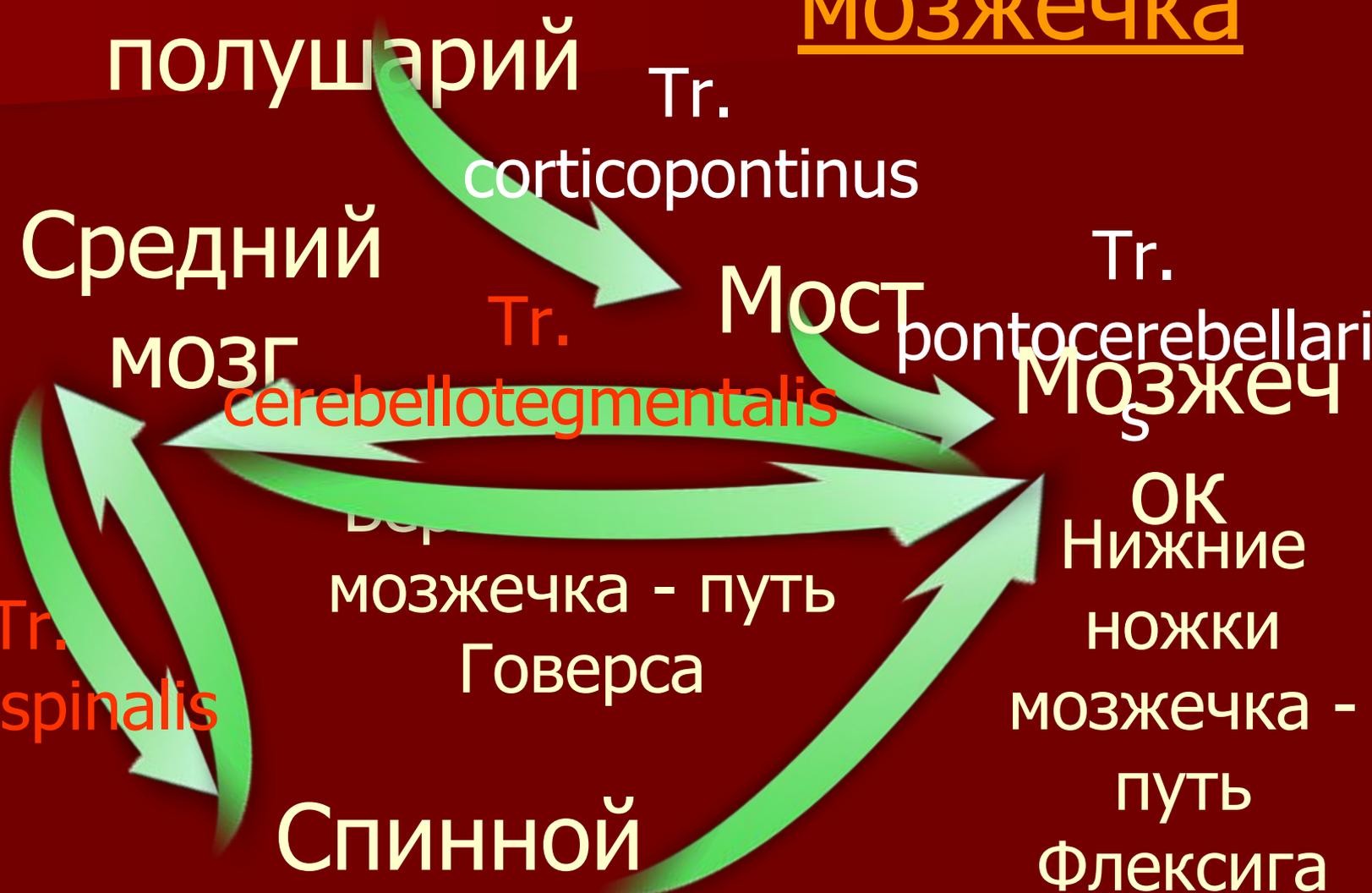
cerebellotegmentalis

Верх
мозжечка - путь
Говерса

ОК
Нижние
ножки
мозжечка -
путь
Флексига

Tr.
rubrospinalis

Спинной
МОЗГ



Общие закономерности анатомии нисходящих путей пирамидной и экстрапирамидной систем

- I нейроны пирамидного пути - это большие и гигантские пирамидные клетки Беца, тела которых лежат в V слое коры моторных зон полушарий большого мозга;
- I нейроны нисходящих проводящих путей экстрапирамидной системы лежат в подкорковых двигательных центрах;
- Отростки I нейронов, как правило, делают перекрест;
- II нейроны нисходящих проводящих путей - это альфа- или гамма- мотонейроны ядер передних рогов спинного мозга и ядер черепных нервов;
- аксоны II нейронов образуют двигательные корешки и далее в составе ветвей спинномозговых и черепных нервов направляются к соответствующим скелетным мышцам (общий двигательный концевой путь мозга).

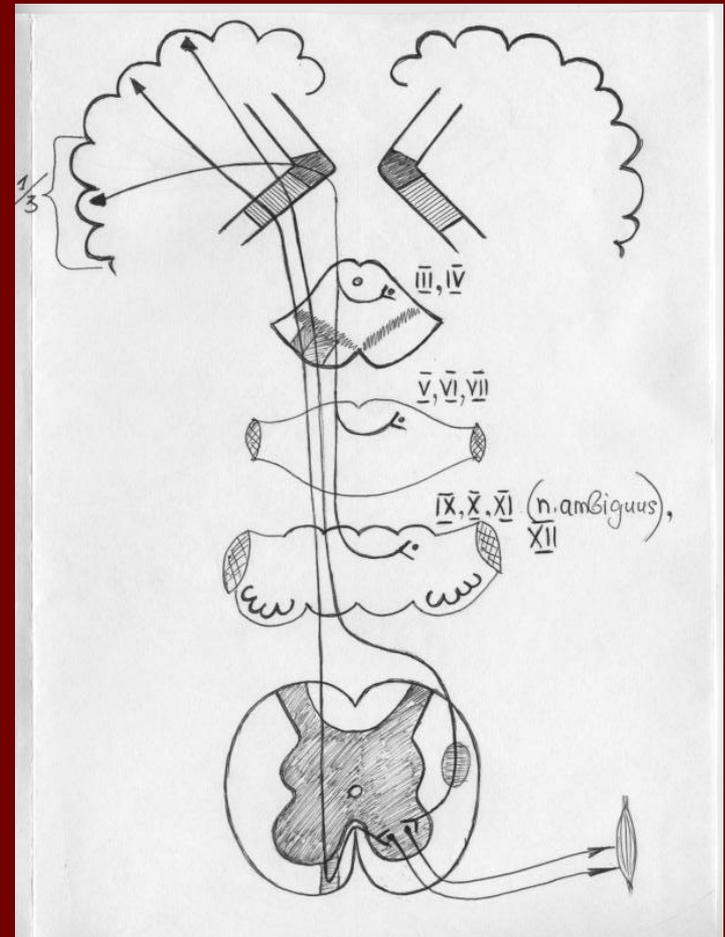
Пирамидный путь

tractus pyramidalis – путь сознательных движений

- Высокая степень развития пирамидного пути у человека в сравнении с обезьянами отражает способность к тонко дифференцированным движениям конечностей. В верхних шейных сегментах спинного мозга его площадь составляет 30% площади сечения, а у антропоморфных (человекообразных) обезьян – около 20%. В онтогенезе площадь сечения пирамидного пути увеличивается за счет миелинизации (у новорожденного – 15%).
- В пирамидном пути скорость проведения нервного импульса выше, чем в экстрапирамидных путях.
- Наиболее длинный двигательный путь, начинающийся от коры больших полушарий.
- Филогенетически пирамидный путь моложе всех других нисходящих путей (экстрапирамидных).

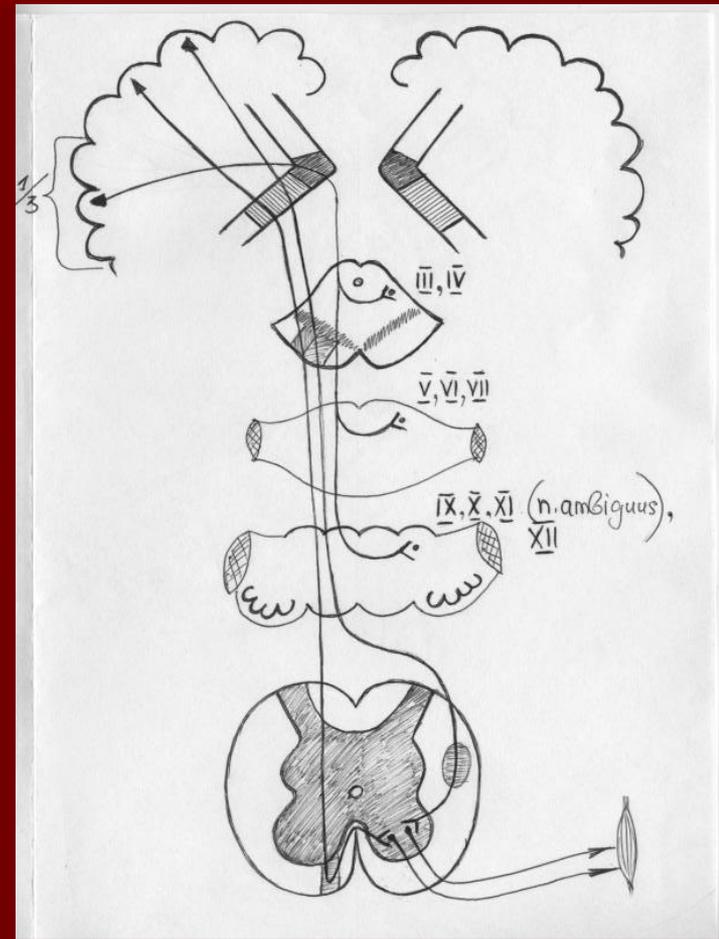
Пирамидный путь *tractus pyramidalis*

- Пирамидный путь *tractus pyramidalis* имеет 2 части:
- корково-спинномозговые волокна *fibrae corticospinales* (путь сознательных движений мышц туловища и конечностей, т.к. оканчивается на мотонейронах спинного мозга);
- корково-ядерные волокна *fibrae corticonucleares* (это путь сознательных движений мышц головы и части мышц шеи, оканчивается на мотонейронах двигательных ядер черепных нервов, т.е. в стволе).



Пирамидный путь *tractus pyramidalis*

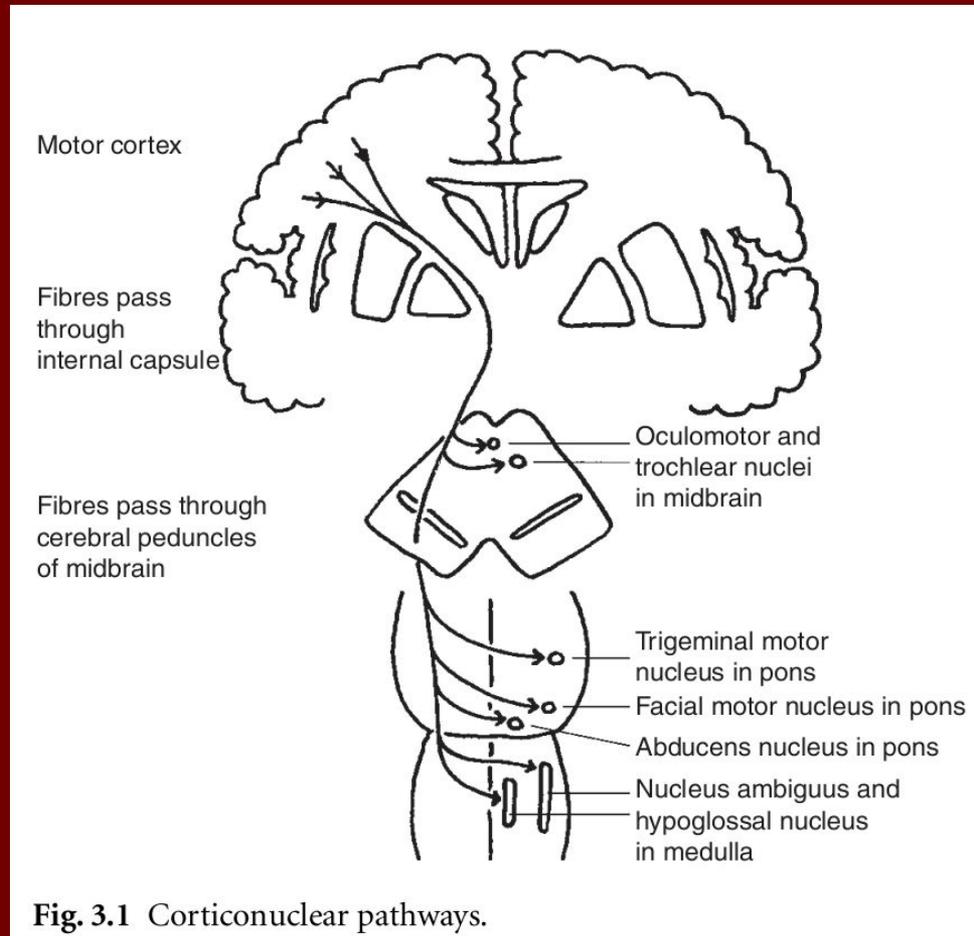
- Волокна пирамидного пути в полушарии большого мозга проходят в составе лучистого венца, далее - в области колена внутренней капсулы (*fibrae corticonucleares*) и двух передних третей ее задней ножки (*fibrae corticospinales*).
- Волокна пирамидного пути локализуются в вентральной части ствола головного мозга.
- Пирамидный путь связывает корковый центр движения со скелетными мышцами противоположной стороны тела (делает перекрест).



Корково-ядерные волокна *fibrae corticonucleares*

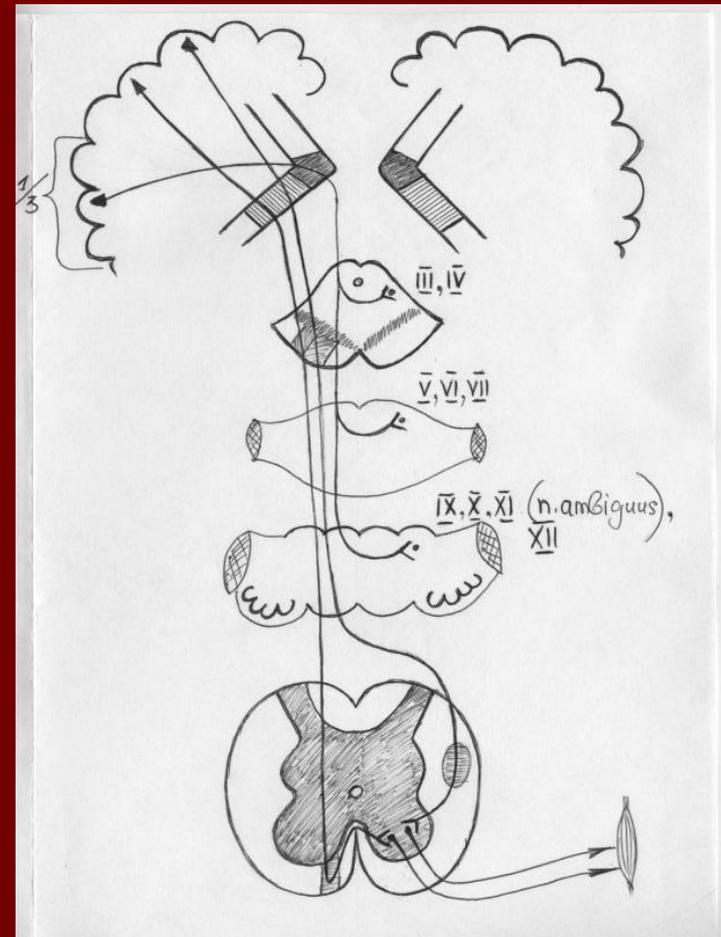
- Корково-ядерные волокна *fibrae corticonucleares* идут в стволе более медиально, чем *fibrae corticospinales* и по направлению книзу постепенно истончаются, отдавая волокна к мотонейронам двигательных ядер ЧМН, расположенных в стволе головного мозга (с III по XII ЧМН, за исключением VIII (преддверно-улиткового) нерва, имеющего только чувствительные ядра).
- При подходе к некоторым ядрам перекрест неполон: V пара, верхняя часть ядра VII пары, *n. ambiguus* IX и X пары (жевательная мускулатура, верхняя 1/2 мимической мускулатуры, мышцы глотки, мягкого неба и гортани имеют 2-стороннюю корковую иннервацию).

Корково-ядерные волокна *fibrae corticonucleares*



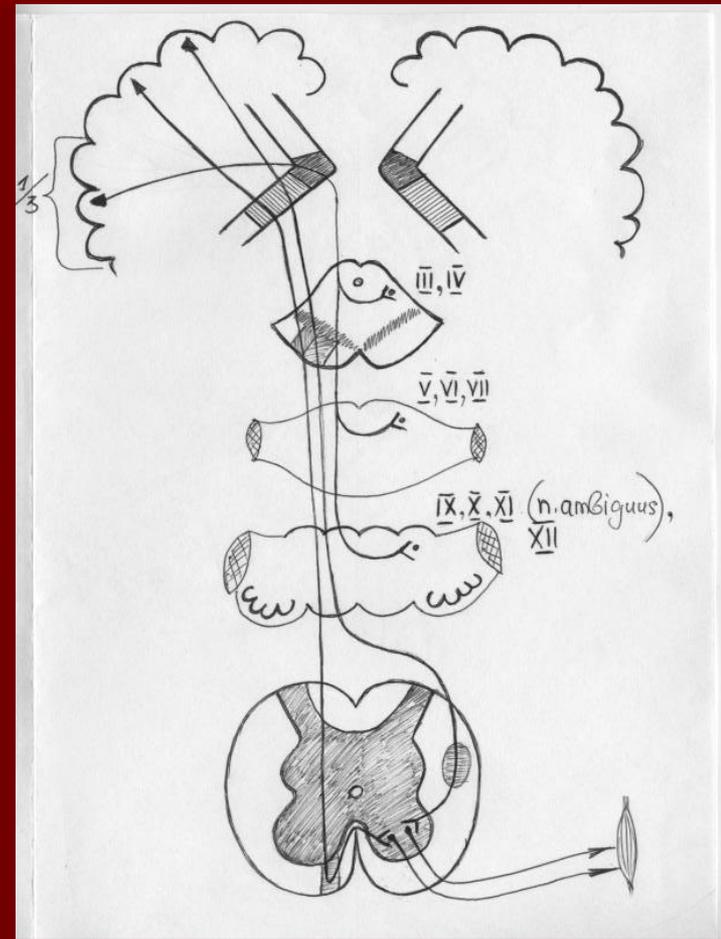
Корково-спинномозговые волокна *fibrae corticospinales*

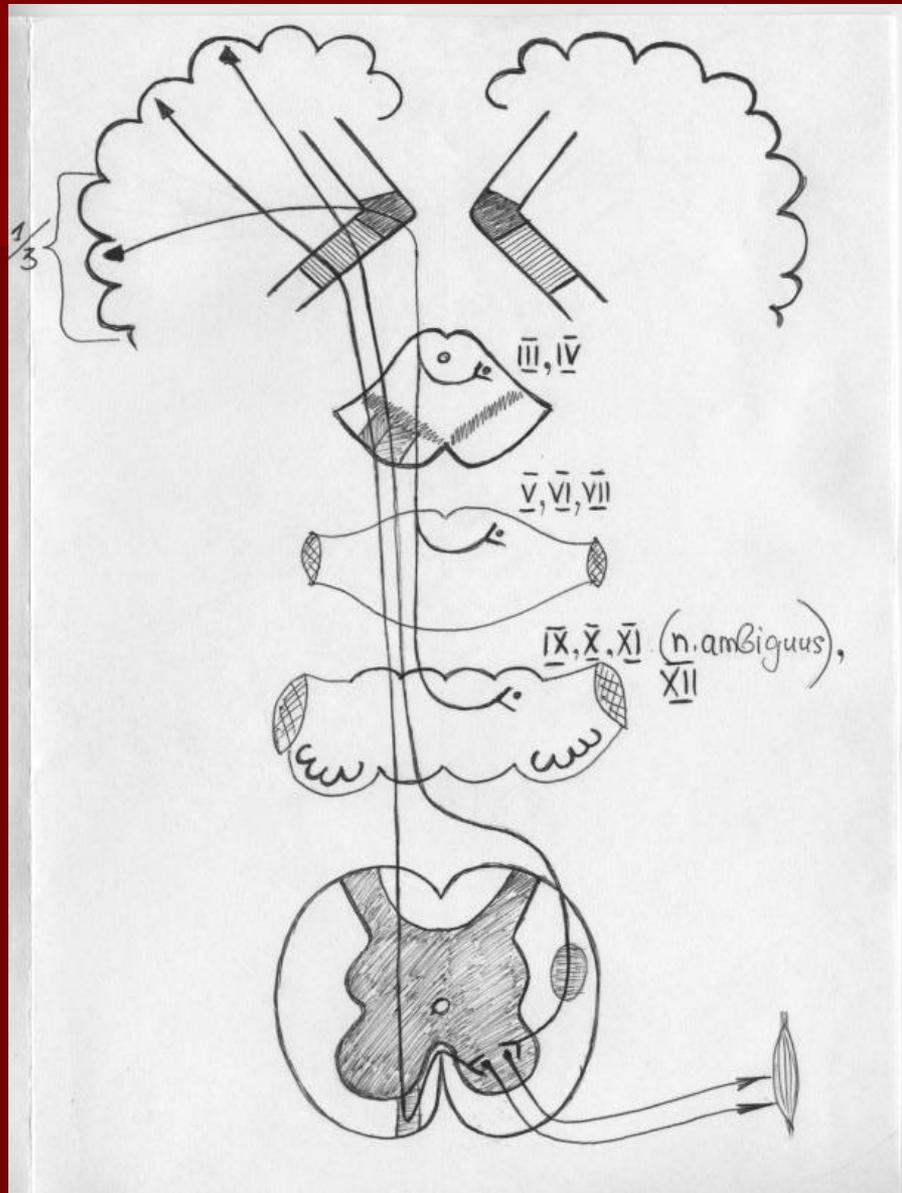
- Корково-спинномозговые волокна *fibrae corticospinales* - единственный путь, транзитно проходящий через весь ствол, не прерываясь.
- В ножках мозга занимает средние $2/3$, в мосту сохраняет базальное положение, расслаиваясь на ряд пучков проходящими поперечно волокнами.
- На границе со спинным мозгом подвергается неполному перекресту - перекрест пирамид (моторный перекрест продолговатого мозга - *decussatio pyramidum*).



Корково-спинномозговые волокна *fibrae corticospinales*

- 70-80% волокон *fibrae corticospinales* направляется в боковой канатик спинного мозга (перекрещенная часть) и образует *tractus corticospinalis lateralis*
- 20-30% (*tractus corticospinalis anterior*) опускается в переднем канатике и перекрещивается посегментно, составляя большую часть передней белой спайки. заканчивается на мотонейронах противоположной стороны, частично – на своей стороне.

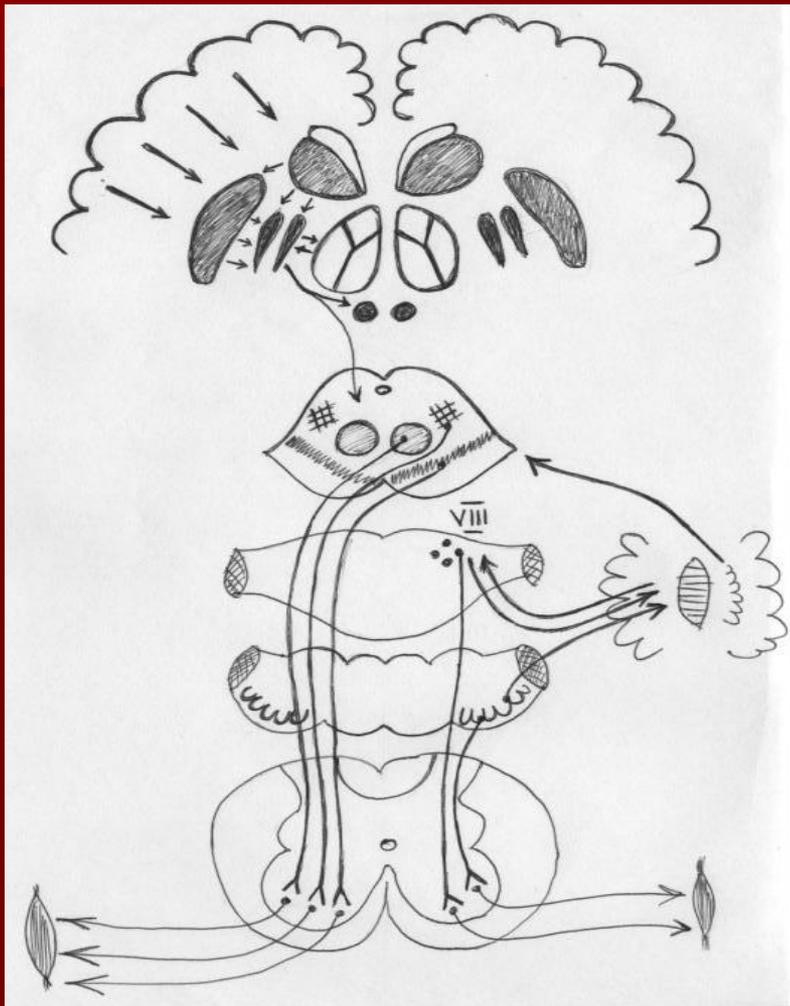




Tractus corticospinalis anterior et lateralis

- Общая масса волокон *fibrae corticospinales* над перекрестом (в пирамидах продолг. мозга) достигает 1 миллион. 55% его волокон заканчиваются в нижних шейных сегментах, 20% - в грудных сегментах, 25% - в поясничных.
- В сегментах спинного мозга, связанных с иннервацией мышц головы и шеи, количество волокон пирамидного пути, приходящееся на единицу массы мышечной ткани, в 4 раза больше, чем в сегментах, связанных с мускулатурой руки и в 7 раз больше, чем в сегментах, управляющих нижними конечностями.

Экстрапирамидная система



- Высший центр – стриопаллидарная система.
- Стриатум получает нисходящие влияния от коры лобной доли и «подавляет» паллидум.
- Паллидум регулирует активность экстрапирамидных центров ствола через *fasciculus tegmentalis centralis*.
- Экстрапирамидные центры ствола «работают» в связи с мозжечком.

«Старые» экстрапирамидные пути

- Красноядерно-спинномозговой путь (путь Монакова), *tractus rubrospinalis (Monakow's)*, поддерживает тонус скелетных мышц и управляет автоматическими движениями;
- Крышеспинномозговой путь, *tractus tectospinalis*, связывает подкорковые центры пластинки крыши среднего мозга с ядрами передних рогов спинного мозга, обеспечивая защитные двигательные реакции и регуляцию тонуса скелетной мускулатуры туловища и конечностей;
- Передний ретикулоспинномозговой путь, *tractus reticulospinalis anterior*, и латеральный ретикулоспинномозговой путь, *tractus reticulospinalis lateralis*, передают импульсы из ретикулярной формации ствола головного мозга на мотонейроны передних рогов спинного мозга для поддержания тонуса мускулатуры скелетных мышц;
- Латеральный преддверно-спинномозговой путь, *tractus vestibulospinalis lateralis*, и медиальный преддверно-спинномозговой путь, *tractus vestibulospinalis medialis*, отвечают за поддержание равновесия.

Красноядерно-спинномозговой путь *tractus rubrospinalis* (*Monakow's*)

- «Монаковский» пучок - путь экстрапирамидной системы, является эфферентной частью сложной рефлекторной дуги при ответной реакции мозжечка на импульсы, идущие от: спинного мозга по спинальным путям, от коры головного мозга по корково-мостовым волокнам, от ядер стрио-паллидарной системы конечного мозга.
- Путь проводит импульсы, обеспечивающие:
 - 1) точность и плавность выполнения всех произвольных движений, включая такие привычные движения как ходьба, бег, прыжки, дополняя, таким образом, пирамидную систему;
 - 2) длительное поддержание тонуса скелетной мускулатуры при движении и стоянии;
 - 3) сохранение позы.

Красноядерно-спинномозговой путь (путь Монакова) - *tractus rubrospinalis* (*Monakow's*)

- I нейроны - клетки красного ядра покрышки среднего мозга. Аксоны I нейронов, выйдя из красных ядер, переходят на уровне верхних бугорков пластинки четверохолмия на противоположную сторону и образуют передний покрышечный перекрест (Фореля), *decussatio tegmentalis anterior (Forel)*.
- Эти волокна спускаются в основание ножек мозга, далее через базилярную часть моста и продолговатый мозг - в боковые канатики спинного мозга. В боковых канатиках красноядерно-спинномозговой путь располагается кпереди от латерального корково-спинномозгового пути.
- Аксоны I нейронов посегментно заканчиваются синапсами на II нейронах - альфа- и гамма-мотонейронах передних рогов спинного мозга своей стороны.
- Аксоны II нейронов направляются в составе передних корешков и далее в составе спинномозговых нервов к скелетным мышцам туловища и конечностей.

Крышеспинальномозговой путь - *tractus tectospinalis*

- Двухнейронный нисходящий путь экстрапирамидной системы; проводит импульсы от подкоркового интеграционного центра крыши среднего мозга (нейроны серых слоев верхнего холмика) к нейронам соматодвигательных ядер черепных нервов и мотонейронам спинного мозга, обеспечивая защитные двигательные реакции человека при внезапных резких слуховых, зрительных, обонятельных и тактильных раздражениях; оказывает влияние на тонус скелетной мускулатуры туловища и конечностей.
- I нейроны - клетки промежуточного и глубокого серых слоев (соответственно пластинки IV и VI) верхнего холмика крыши среднего мозга, которые получают следующие импульсы:
 - из подкорковых центров зрения - зрительного слоя (пластинка III) верхних холмиков;
 - из подкоркового центра слуха - ядер нижних холмиков среднего мозга;
 - из подкоркового центра обоняния - ядер задней гипоталамической области (латеральное и медиальное сосцевидные ядра);
 - от проводящих путей общей и глубокой чувствительности – через боковые ответвления соответственно от спинномозговой и медиальной петель.

Крышеспинномозговой путь - *tractus tectospinalis*

- Аксоны **I нейронов** из крыши среднего мозга направляются вентрально, образуют задний покрывчатый перекрест (Мейнерта), *decussatio tegmentalis posterior (Meynert 's)*.
- В области продолговатого мозга волокна спускаются по дорсальным поверхностям пирамид и входят в спинной мозг, занимая в его передних канатиках наиболее медиальные участки.
- Аксоны заканчиваются синапсами на **II нейронах** - альфа-мотонейронах передних рогов спинного мозга.

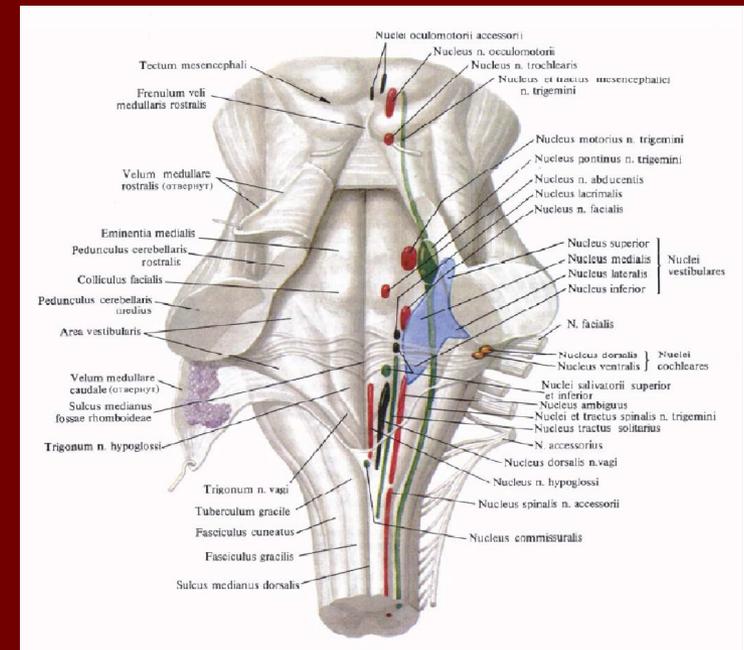
Латеральный и медиальный преддверно-спинномозговой путь - *tractus vestibulospinalis lateralis et medialis*

Осуществляют связь вестибулярного аппарата с мотонейронами передних рогов спинного мозга и **обеспечивают установочные реакции тела при нарушении равновесия, поддерживают мышечный тонус.**

Волокна этих путей **устанавливают связи правой и левой половин ствола головного мозга со своей половиной спинного мозга (неперекрещенные).**

Латеральный преддверно-спинномозговой путь, *tractus vestibulospinalis lateralis*

- поддерживает мышечный тонус достаточно высоким для поддержания равновесия.
- I нейроны - клетки латерального вестибулярного ядра (Дейтерса) преддверно-улиткового нерва (VIII пары черепных нервов).
- Аксоны I нейронов проходят по своей стороне из дорсальной части моста и продолговатого мозга вентрально, спускаются в спинной мозг на границе бокового и переднего канатиков и идут до крестцовых сегментов, заканчиваясь синапсами на II нейронах - гамма- и альфа-мотонейронах передних рогов спинного мозга.



Медиальный преддверно-спинномозговой путь, *tractus vestibulospinalis medialis*

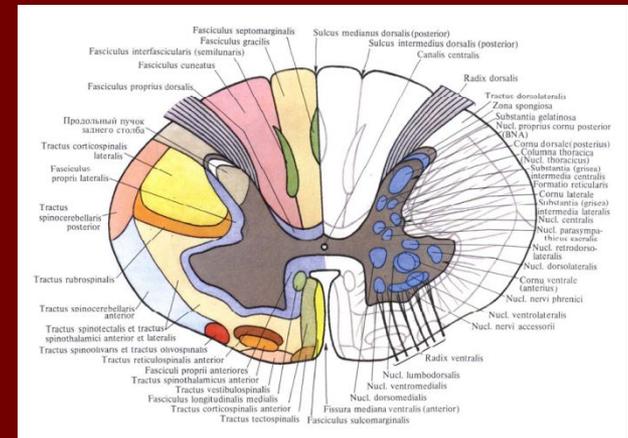
- Определяет тонус мышц шеи в соответствии с различными положениями головы.
- **I нейроны** - клетки медиального вестибулярного ядра Швальбе преддверно-улиткового нерва (VIII пары черепных нервов).
- Аксоны I нейронов проходят по своей стороне из дорсальной части моста и продолговатого мозга вентрально, присоединяются с каждой стороны к медиальному продольному пучку и спускаются в спинной мозг. Заканчиваются синапсами на II нейрона - гамма- и альфа-мотонейронах передних рогов шейных и верхних грудных сегментов спинного мозга.
- Аксоны **II нейронов** направляются в составе передних корешков и далее в составе спинномозговых нервов к скелетным мышца шеи, туловища и верхних конечностей.

Передний и латеральный ретикулоспинномозговой путь *tractus reticulospinali anterior et lateralis*

- передают импульсы из ретикулярной формации ствола головного мозга на мотонейроны передних рогов спинного мозга для поддержания мышечного тонуса, необходимого для ходьбы, стояния и сохранения равновесия;
- активирующие импульсы идут из латеральной части ретикулярной формации моста и среднего мозга; тормозные импульсы исходят из ретикулярных ядер вентро-медиальной части продолговатого мозга и проводятся волокнами;
- принимают участие в осуществлении сложных рефлекторных двигательных актов с одномоментным участием скелетных мышц различных областей тела.

Передний и латеральный ретикулоспинномозговой путь *tractus reticulospinali anterior et lateralis*

- I нейроны - клетки ядер ретикулярной формации ствола головного мозга. Аксоны I нейронов спускаются вниз и входят в наружные отделы передних канатиков спинного мозга своей стороны. В спинном мозге они обозначаются как ретикулоспинномозговые волокна и достигают передних рогов спинного мозга, где лежат II нейроны - гамма-мотонейроны.



Оливоспинномозговые волокна - *fibrae olivospinales*

- нисходящий двигательный двухнейронный путь экстрапирамидной системы; обеспечивает поддержание тонуса мышц шеи и двигательные акты для поддержания равновесия тела в пространстве.
- **I нейроны** лежат в ядрах нижней оливы продолговатого мозга (комплекс нижней оливы). Аксоны **I нейронов** спускаются вентрально и входят в переднемедиальный отдел бокового канатика спинного мозга.
- Оливоспинномозговые волокна заканчиваются посегментно синапсами на **II нейронах** -альфа-мотонейронах передних рогов 4-х верхних шейных сегментов.

Медиальный продольный пучок *fasciculus longitudinalis medialis*

- путь сочетанных движений головы и зора

- Сохраняет положение глазных яблок, отвечает за сочетанный поворот глаз, обеспечивает согласованность движений глазных яблок при поворотах головы и шеи, что является необходимым условием для сохранения равновесия тела в пространстве.
- Пучок связывает между собой ядра ретикулярной формации, двигательные ядра черепных нервов (III, IV, VI, XI) и мотонейроны передних рогов 4-х верхних шейных сегментов спинного мозга.
- Пучок содержит восходящие волокна от латерального вестибулярного ядра Дейтерса (VIII пара) и от среднемозгового ядра V пары (проприочувствительность глазодвигательных мышц) к ядрам ретикулярной формации ствола головного мозга.

Медиальный продольный пучок *fasciculus longitudinalis medialis*

- **I нейроны** лежат в интерстициальном ядре, *nucleus interstitialis*, и ядре задней спайки (Даркшевича), *nucleus commissurae posterioris (Darkschewitsch)*, среднего мозга;
- Аксоны **I нейронов** входят в передние канатики спинного мозга. По своему ходу волокна пучка объединяют между собой **II нейроны**, лежащие в ядрах III, IV и VI пар черепных нервов, отвечающих за движения глазных яблок, и связывают эти ядра со **II нейронами**, расположенными в передних рогах верхних шейных сегментов спинного мозга.
- Медиальный продольный пучок связан с *tractus vestibulospinalis*, *tractus reticulospinalis* и *fasciculus longitudinalis posterior*, что обуславливает вегетативные реакции (тошнота, рвота) при резких изменениях положения головы в пространстве (при ускорении, вращении и т.д.).

Задний продольный пучок (пучок Шютца) *fasciculus longitudinalis posterior (Schutz's)*

- Неперекрещенный путь, осуществляет связи гипоталамуса с автономными (вегетативными) ядрами ствола головного мозга и спинного мозга (регуляция работы внутренних органов).
- I нейроны - в заднем ядре гипоталамуса, *nucleus posterior hypothalami*. Аксоны I нейронов входят в ствол головного мозга, давая ветви к вегетативным ядрам III, VII, IX и X пар черепных нервов.
- В боковом канатике спинного мозга волокна посегментно заканчиваются на нейронах *nucleus intermediolateralis* (центр симпатической части вегетативной нервной системы) и на нейронах крестцовых парасимпатических ядер (S2-S4), *nuclei parasympathici sacrales* (тела II нейронов пучка Шютца).
- Аксоны II нейронов - преганглионарные нервные волокна вегетативной нервной системы (есть III нейрон в вегетативных узлах).

Новые экстрапирамидные пути *fibrae corticopontinae* и *fibrae pontocerebellares*

- Это нисходящие пути, связывающие кору больших полушарий с корой полушарий мозжечка противоположной стороны.
- I нейроны корково-мостовых путей лежат в пятом слое коры полушарий конечного мозга. Выделяют 4 группы волокон: лобно-мостовой путь, *tractus frontopontinus* (I нейроны лежат в коре лобной доли), теменно-мостовые волокна, *fibrae parietopontinae*, височно-мостовые волокна, *fibrae temporopontinae*, затылочно-мостовые волокна, *fibrae occipitopontinae*.
- Аксоны I нейронов *tractus frontopontinus* проходят в составе лучистого венца, *corona radiata*, затем - через задний отдел передней ножки внутренней капсулы. Далее спускаются в медиальную часть основания ножки мозга и заканчиваются на ядрах вентральной части моста, *nuclei pontis*
- Аксоны I нейронов *fibrae occipitotemporoparietopontinae* проходят через среднюю часть задней ножки внутренней капсулы, спускаются в латеральный (наружный) отдел основания ножки мозга и заканчиваются на *nuclei pontis*.

Функциональное значение новых экстрапирамидных путей – «корковый контроль мозжечка»

- **Аксоны II** нейронов переходят на противоположную сторону и образуют мощные пучки мостомозжечковых волокон, составляющих среднюю мозжечковую ножку.
- Эти волокна подходят к коре полушарий мозжечка, благодаря чему мозжечок получает «копию» всех двигательных импульсов, исходящих из коры больших полушарий. Информацию с «периферии» о состоянии опорно-двигательного аппарата мозжечок получает непрерывно по быстропроводящим спинномозжечковым путям Флексига и Говерса.
- Ответная реакция мозжечка идет через красноядерно-спинномозговой путь, *tractus rubrospinalis*; таким образом, мозжечок в целом контролирует и координирует произвольные движения, мгновенно корректируя их неточность через пути экстрапирамидной системы.

Схема работы МОЗЖЕЧКА

Кора
больших
полушарий

Tr.

corticopontinus

Средний
МОЗГ

Tr.

МОСТ

Tr.

pontocerebellari

cerebellotegmentalis

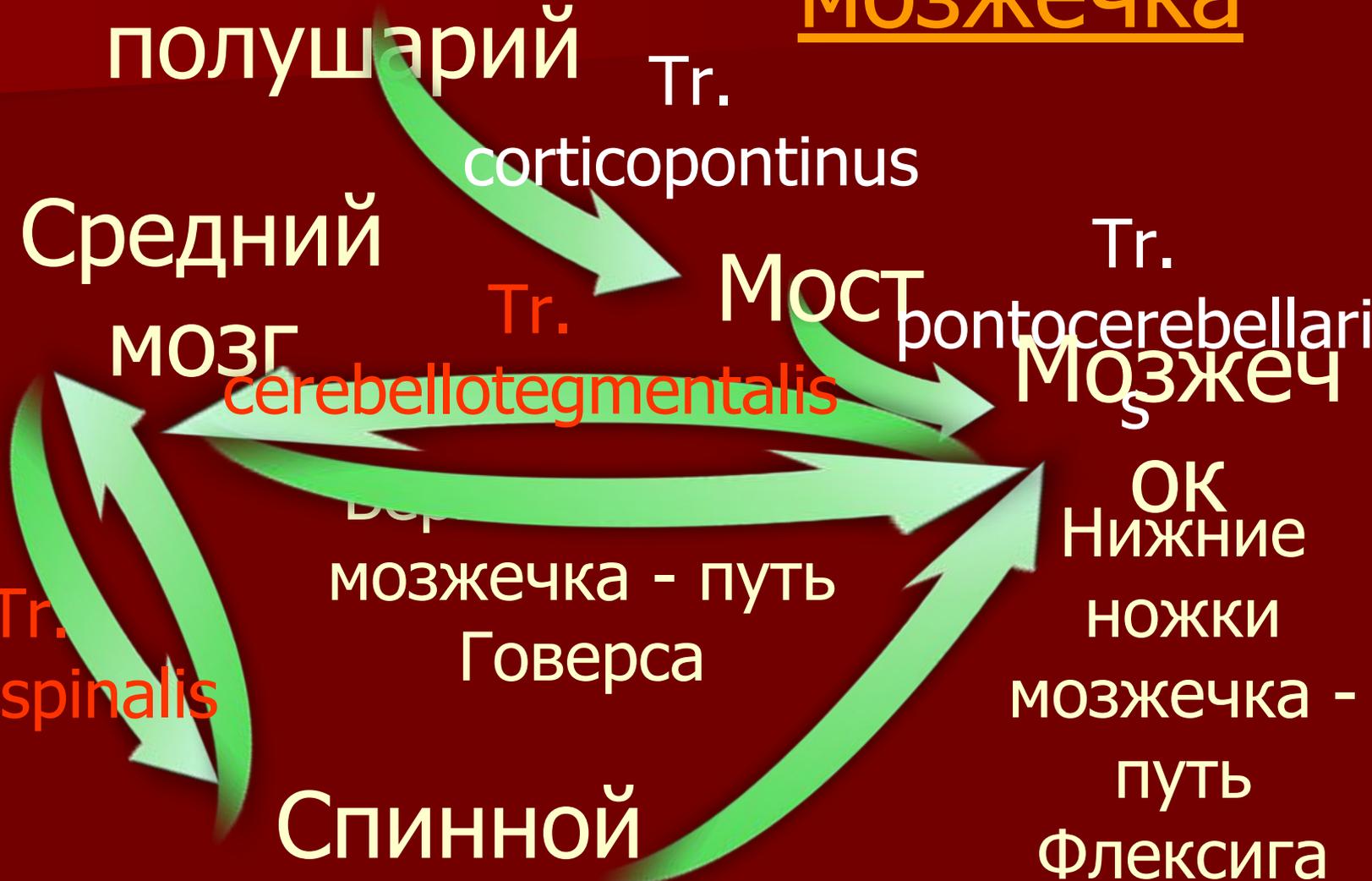
МОЗЖЕЧ

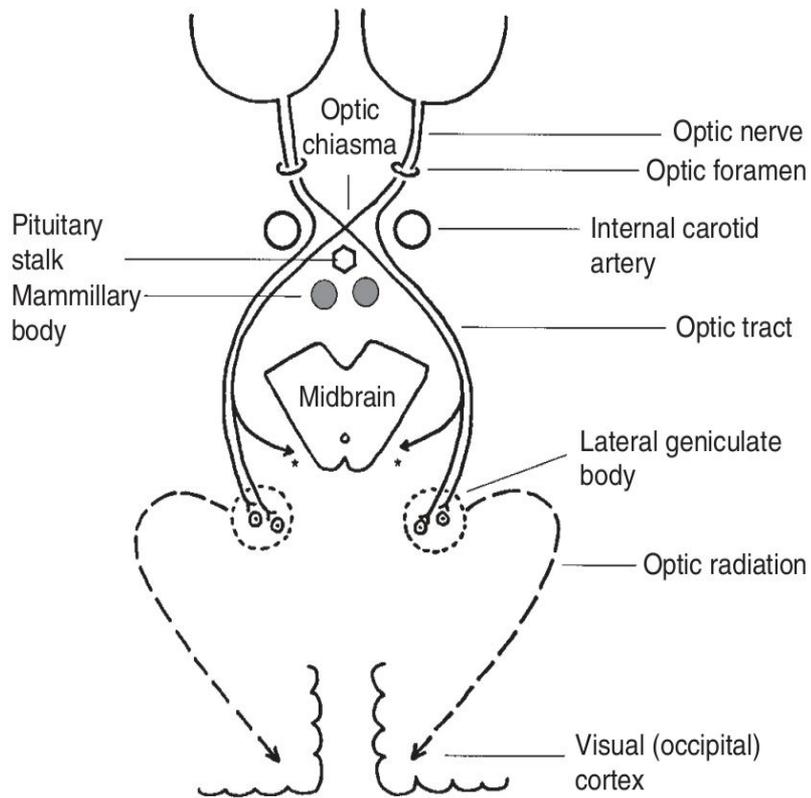
Верх
мозжечка - путь
Говерса

ОК
Нижние
ножки
мозжечка -
путь
Флексига

Спинной
МОЗГ

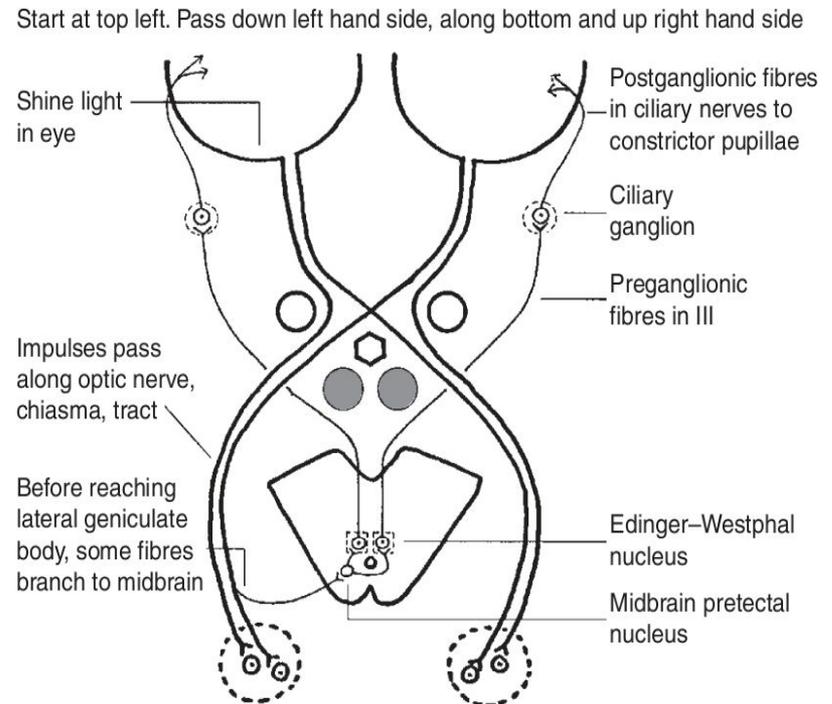
Tr.
rubrospinalis





*Fibres to pretectal nuclei (see 20.4)

Fig. 20.1 Visual pathways.



22.1 Pupillary light reflex (Fig. 22.1, Table 22.1)

A light shone into either eye causes both pupils to constrict. This reflex is elicited on patients, conscious or unconscious, and it is, amongst other things, a crude test of brain stem function. Because of

Start at top left. Pass down left hand side, along bottom and up right hand side

