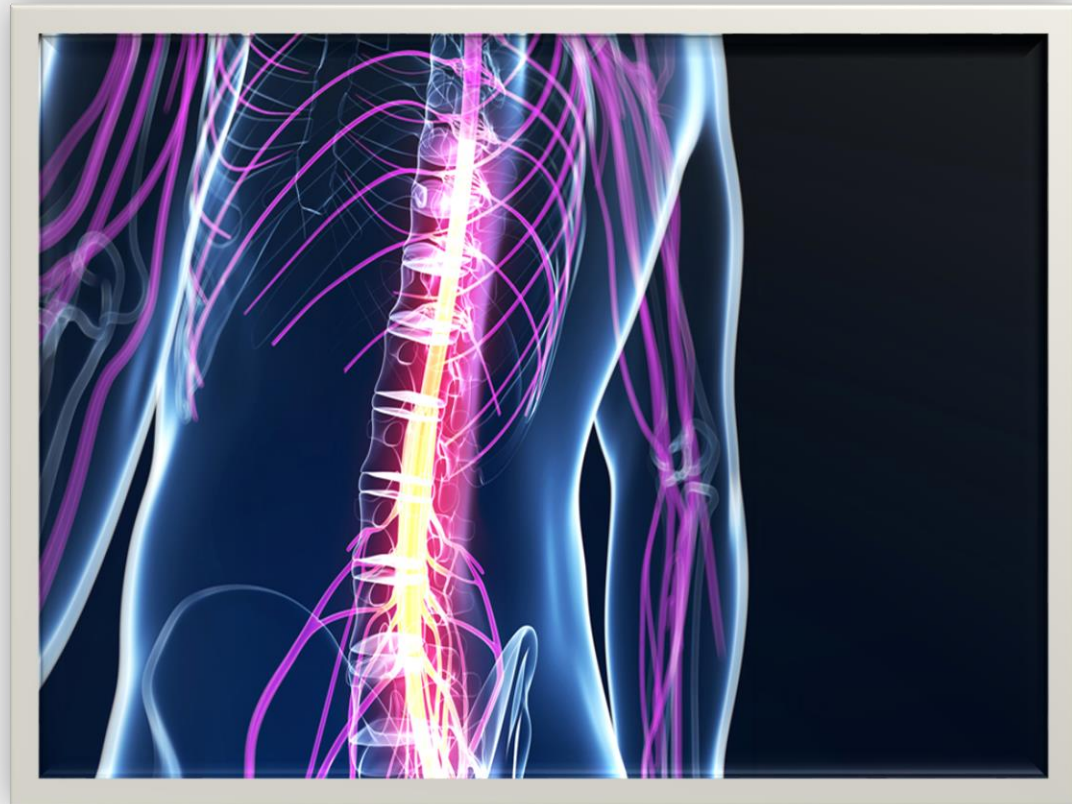




Национальный  
университет  
Высшей школы  
медицины имени  
Аль-Фараби

# Спинной мозг



# В результате обучения вы сможете

- *Определить части спинного мозга на модели;*
- *Определить иннервацию ветвей спинного мозга;*
- *Назвать три основные функции спинного мозга;*
- *Описать его макро- и микроскопическое строение;*
- *Описать восходящие и нисходящие нервные пути.*

# 1. Определите части спинного мозга

- Спинной мозг - орган центральной нервной системы позвоночных, расположенный в позвоночном канале.
- Имеет форму цилиндра, который выходит из ствола мозга через большое затылочное отверстие черепа.
- Вверху переходит в продолговатый мозг.



- По всей длине спинной мозг имеет два четко выраженных утолщения которые отвечают за иннервацию верхних и нижних конечностей: одно на уровне шеи(верхние конечности) и одно на уровне пояснично-крестцового отдела (нижние конечности).



- У взрослых спинной мозг в среднем составляет около 45 см в длину и 1,8 см в толщину (примерно столько же, сколько мизинец).
- На ранних этапах развития плода спинной мозг проходит по всей длине позвоночника.
  - Однако позвоночный столб растет быстрее, чем спинной мозг, поэтому к моменту рождения он доходит только до L3, а у взрослого - до L1.

## Lower limit of spinal cord

- **In fetus**

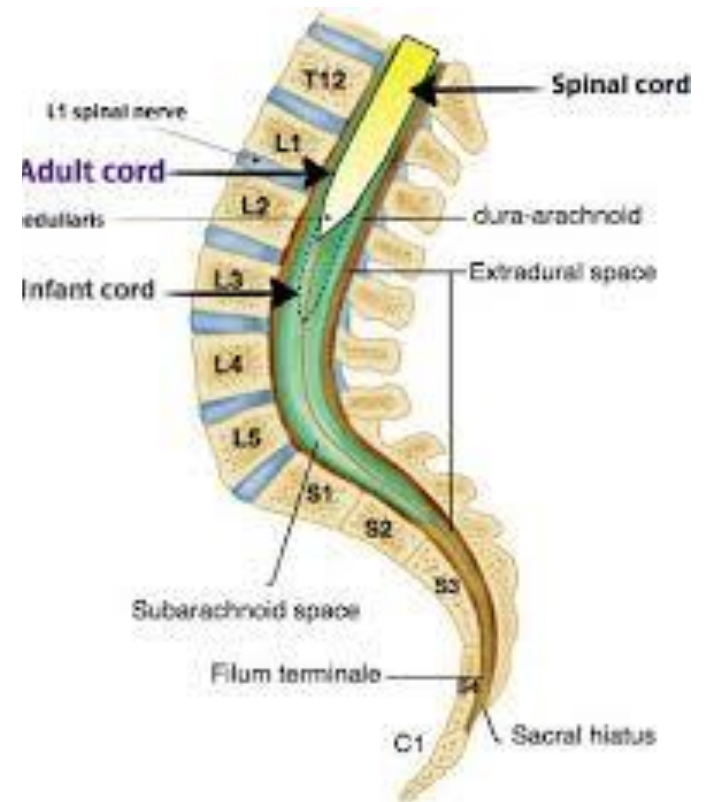
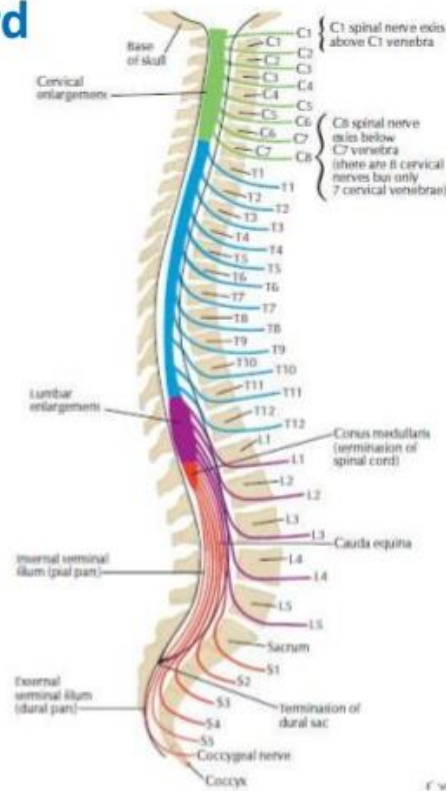
- conus medularis ( lower limit of spinal cord ) = S2
- Spinal dura mater = S2

- **At birth**

- Conus medularis = L3
- Spinal dura mater = S2

- **In Adults**

- Conus medularis = L1 or L2
- Spinal dura mater = S2
- Subarachnoid space = S2



## Спина́й моз́г делится на:

шейный, грудной, поясничный и крестцовый отделы.

- (!) Эти области, однако, названы в честь уровня позвоночного столба, из которого выходят спинномозговые нервы, а не в честь позвонков, содержащих сам спинной мозг.
- Ниже поясничного расширения спинной мозг выходит на точку, называемую *medullary cone* .
  - Из поясничного утолщения и *medullary cone* выходит пучок нервных тканей, он продолжается от L2 до S5
  - Этот пучок, названный конским хвостом (*cauda equina*) из-за его сходства, иннервирует органы таза и нижние конечности.



## 2. Определите иннервацию спинного мозга.

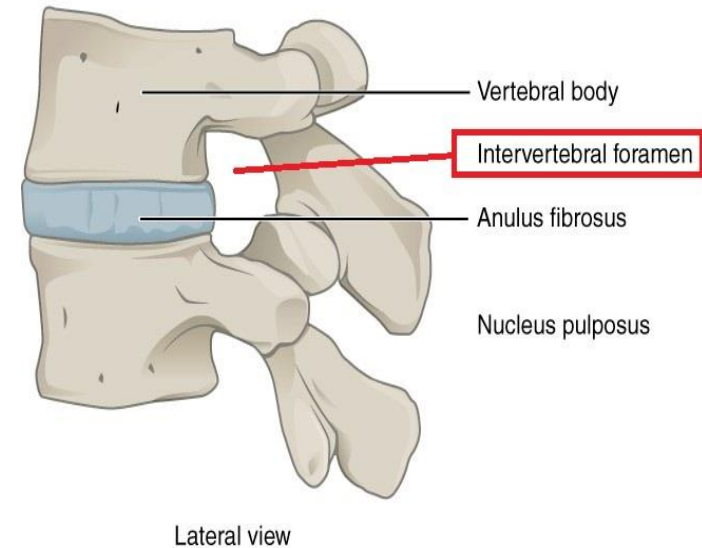
- Отделы спинного мозга подразделяются на сегменты.
- Хотя спинной мозг явно не сегментирован, часть, снабжаемая каждой парой нервов, называется сегментом.
  - **Сегмент** - отрезок спинного мозга, соответствующий двум парам корешков (2 передних и 2 задних).
- Существуют следующие группы сегментов:
  - шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый.



## Divisions of spinal nerve pairs

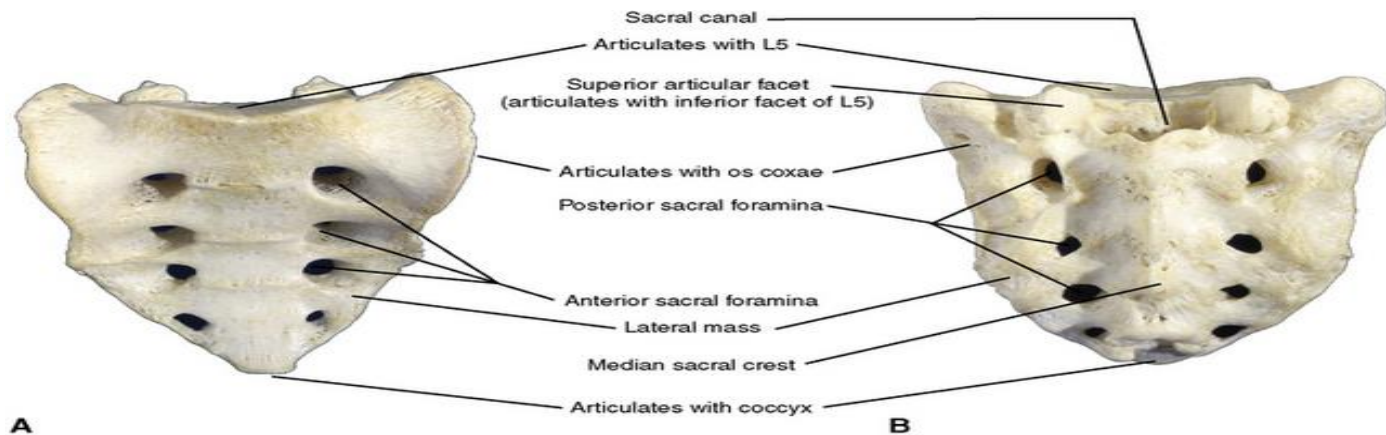
Шейный	8
Грудной	12
Поясничный	5
Крестцовый	5
Копчик	1
Общее количество	31

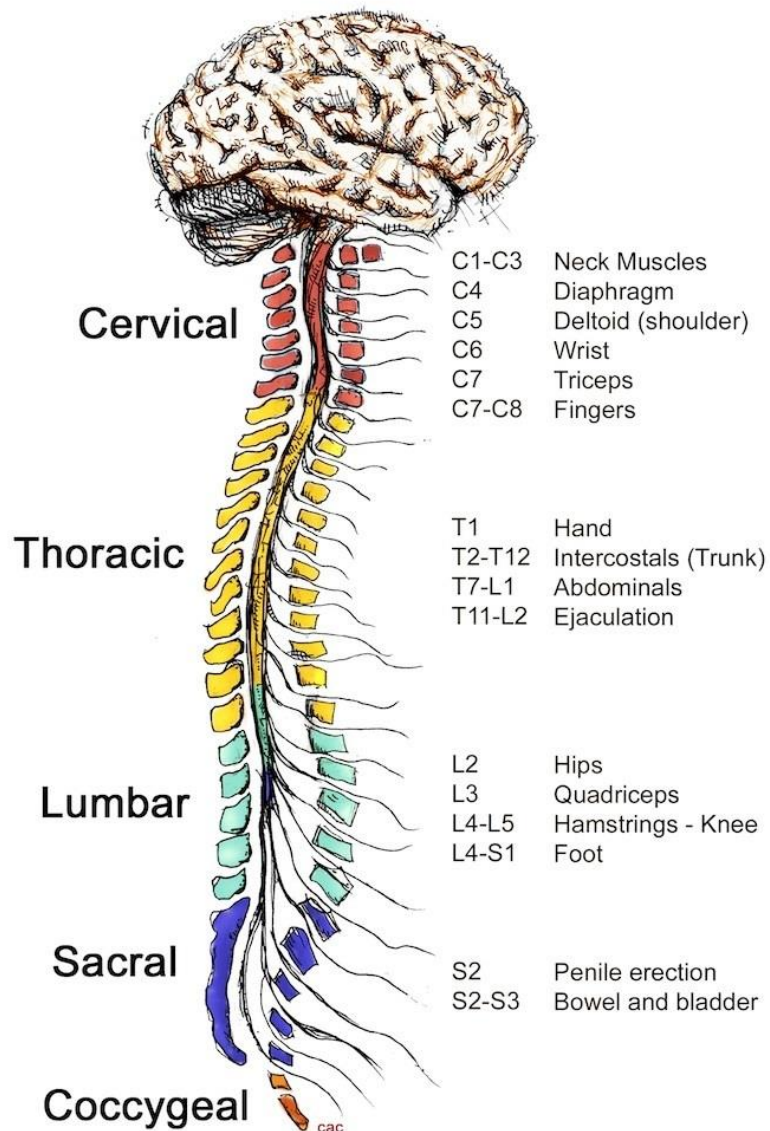
- Дорсальные и вентральные корешки входят и выходят из позвоночного столба, соответственно, через межпозвонковые отверстия в позвоночных сегментах, соответствующих сегменту позвоночника.
- Шейные спинномозговые нервы отличаются от остальных.
  - Спинномозговые нервы C1-C7 выходят из позвоночного канала над соответствующим позвонком, а восьмая пара шейных спинномозговых нервов выходит ниже C7 позвонка, что означает, что всего имеется 8 пар шейных спинномозговых нервов, в то время как шейных позвонков всего 7.

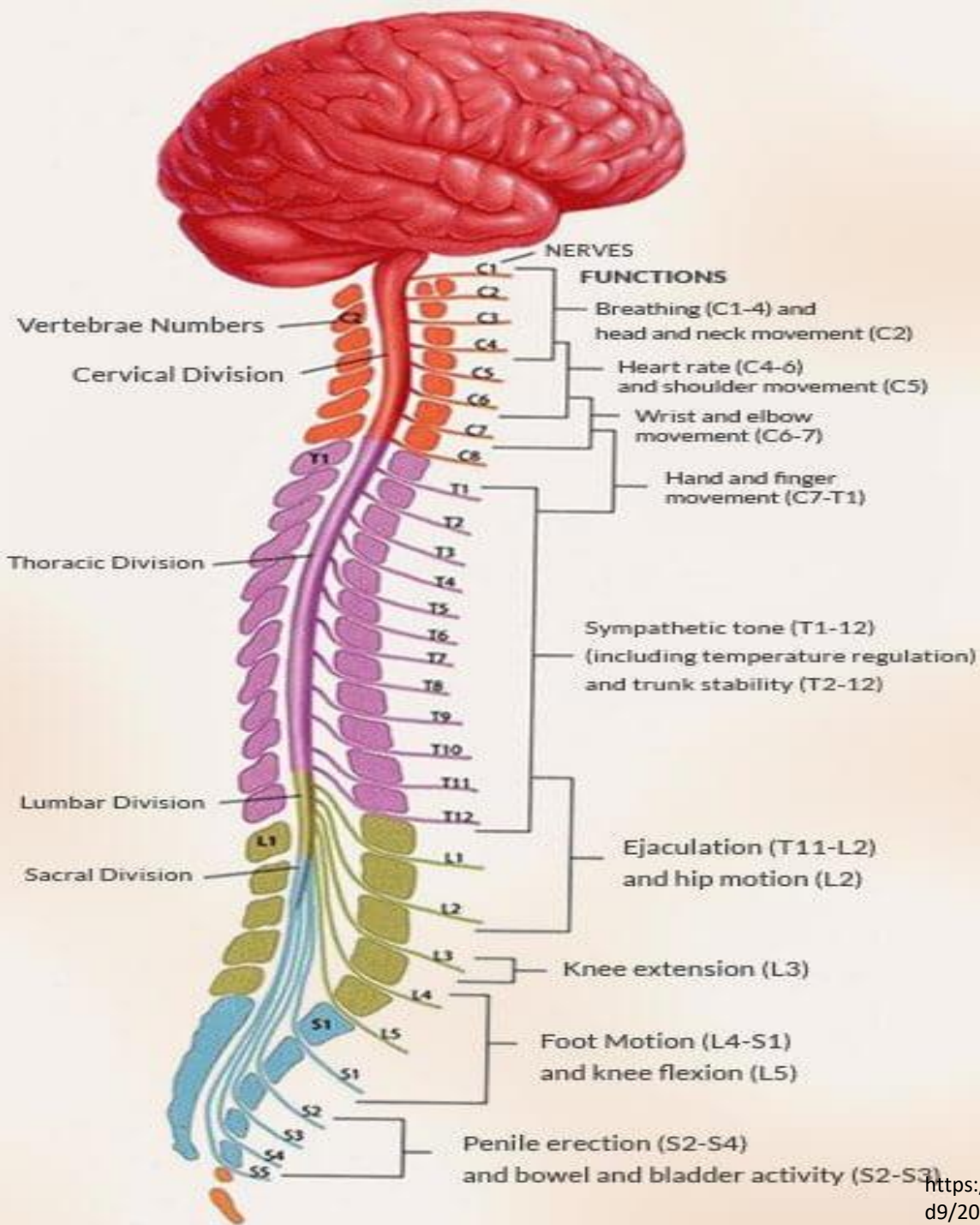


<https://radiopaedia.org/articles/intervertebral-foramen-1?lang=us>

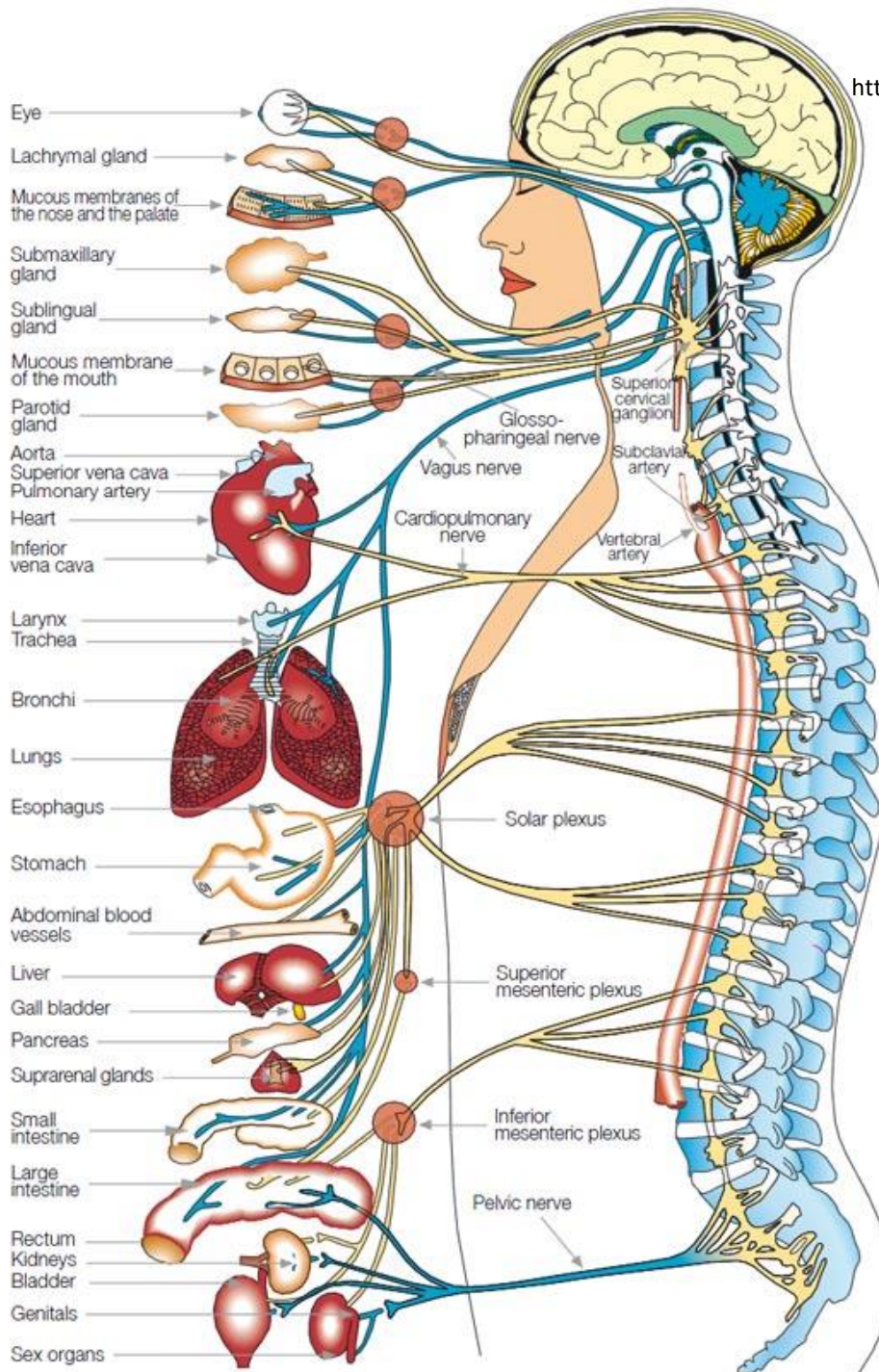
- Крестец отличается от остальной части позвоночного столба тем, что его отдельные позвонки срослись друг с другом, поэтому межпозвонковые отверстия отсутствуют.
- Вместо этого спинномозговые нервы проходят через крестцовые отверстия.



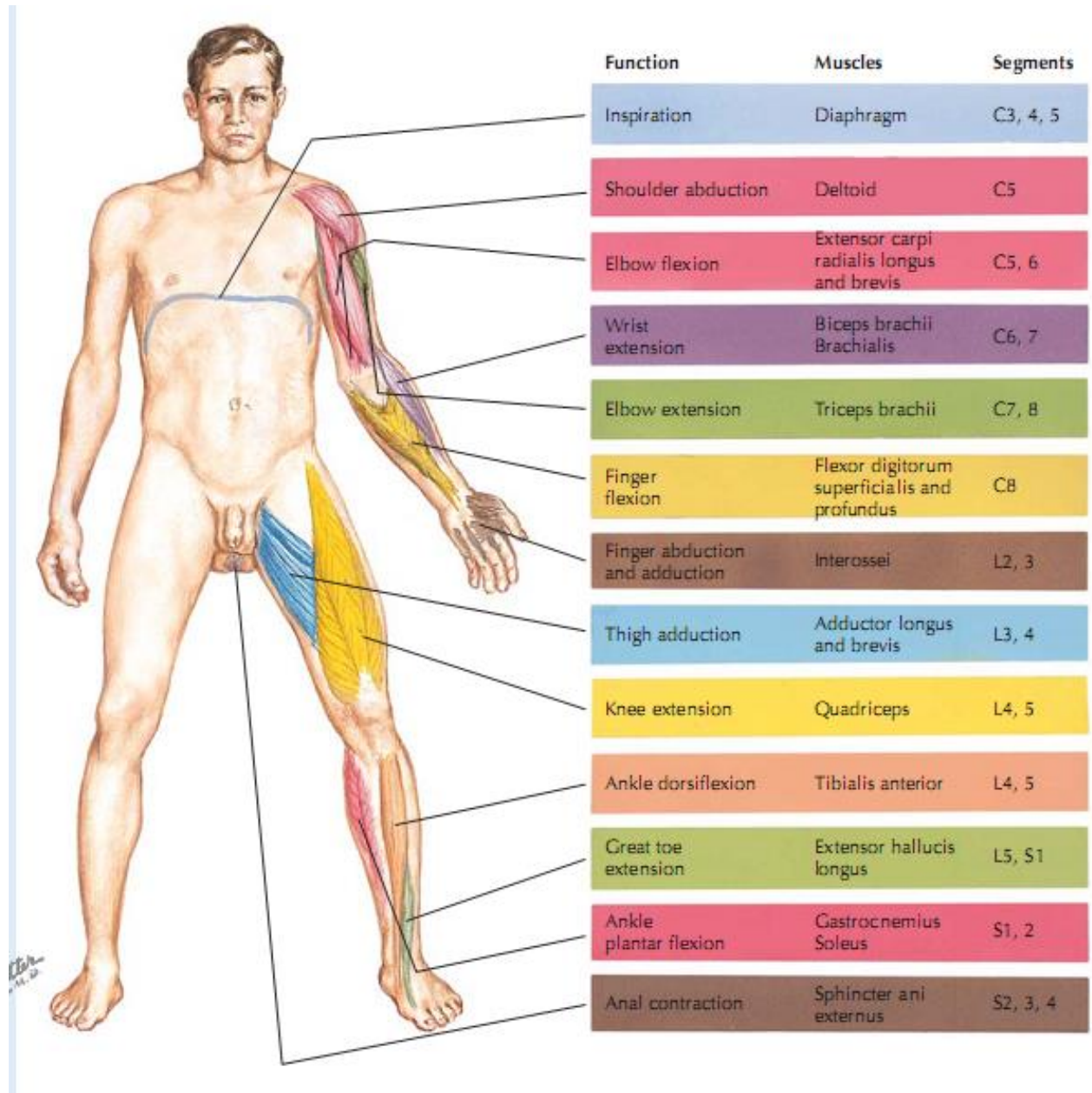








VERTEBRAE	AREAS AND PARTS OF THE BODY	POSSIBLE SYMPTOMS	
<b>CERVICAL</b>			
C 1	• Back of the head	Headaches (including migraines, aches or pain at the back of the head, behind the eyes or in the temples), tension across the forehead, throbbing or pulsating discomfort at the top or back of head)	
C 2	• Various areas of the head		
C 3	• Side and front of the neck		
C 4	• Upper back of the neck		
C 5	• Middle of neck and upper part of arms		Jaw muscle, or joint aches or pains
C 6	• Lower part of neck, arms and elbows		Dizziness, nervousness, vertigo
C 7	• Lower part of arms, shoulders		Soreness, tension and tightness felt in back of neck and throat area
<b>DORSAL</b>			
D 1	• Hands, wrists, fingers, thyroid	Pain, soreness, and restriction in the shoulder area	
D 2	• Heart, its valves and coronary arteries		
D 3	• Lungs, bronchial tubes, pleura, chest	Pain and soreness in arms, hands, elbows and /or fingers	
D 4	• Gall bladder, common duct		
D 5	• Liver, solar plexus	Chest pains, tightness or constriction, asthma, difficulty breathing	
D 6	• Stomach, mid-back area		
D 7	• Pancreas, duodenum	Middle or lower mid-back pain, discomfort and soreness	
D 8	• Spleen, lower mid-back		
D 9	• Adrenal glands	Various and numerous symptoms from trouble or malfunctioning of:	
D 10	• Kidneys		
D 11	• Ureters	- Thyroid - Heart - Lungs - Gall bladder - Liver - Stomach - Pancreas - Spleen	
D 12	• Small intestine, upper/lower back	- Adrenal glands - Kidneys	
<b>LUMBAR</b>			
L 1	• Ileocecal valve, large intestine	- Small and large intestines - Sex organs - Uterus - Bladder - Prostate glands	
L 2	• Appendix, abdomen, upper leg		
L 3	• Sex organs, uterus, bladder, knees	Low back pain, aches and soreness	
L 4	• Prostate gland, lower back		
L 5	• Sciatic nerve, lower legs, ankles, feet	Trouble walking	
<b>SACRO</b>			
SACRO	• Hip bones, buttocks	Sciatica, pain or soreness in the hip and buttocks	
<b>COXIS</b>			
COXIS	• Rectum, anus	Rectal trouble	



Motor Impairment Related to Level of Spinal Injury

# 3. Назовите три основные функции спинного мозга

## 1. Проводимость

- Спинной мозг содержит пучки нервных волокон, которые проводят информацию вверх и вниз, соединяя разные уровни туловища друг с другом и с мозгом.
  - Это позволяет сенсорной информации достигать мозга, двигательным командам – эффекторных клеток, а входным сигналам, полученным на одном уровне спинного мозга, влиять на выходящий сигнал с другого уровня.



- **Нейронная интеграция**
- Объединения спинномозговых нейронов получают входные данные из нескольких источников, интегрируют информацию и выполняют соответствующий вывод.

- Например, спинной мозг может интегрировать ощущение растяжения от полного мочевого пузыря с головным мозгом, чтобы осуществить мочеиспускание в подходящее время и в подходящем месте и, соответственно, осуществлять контроль над мочевым пузырем.

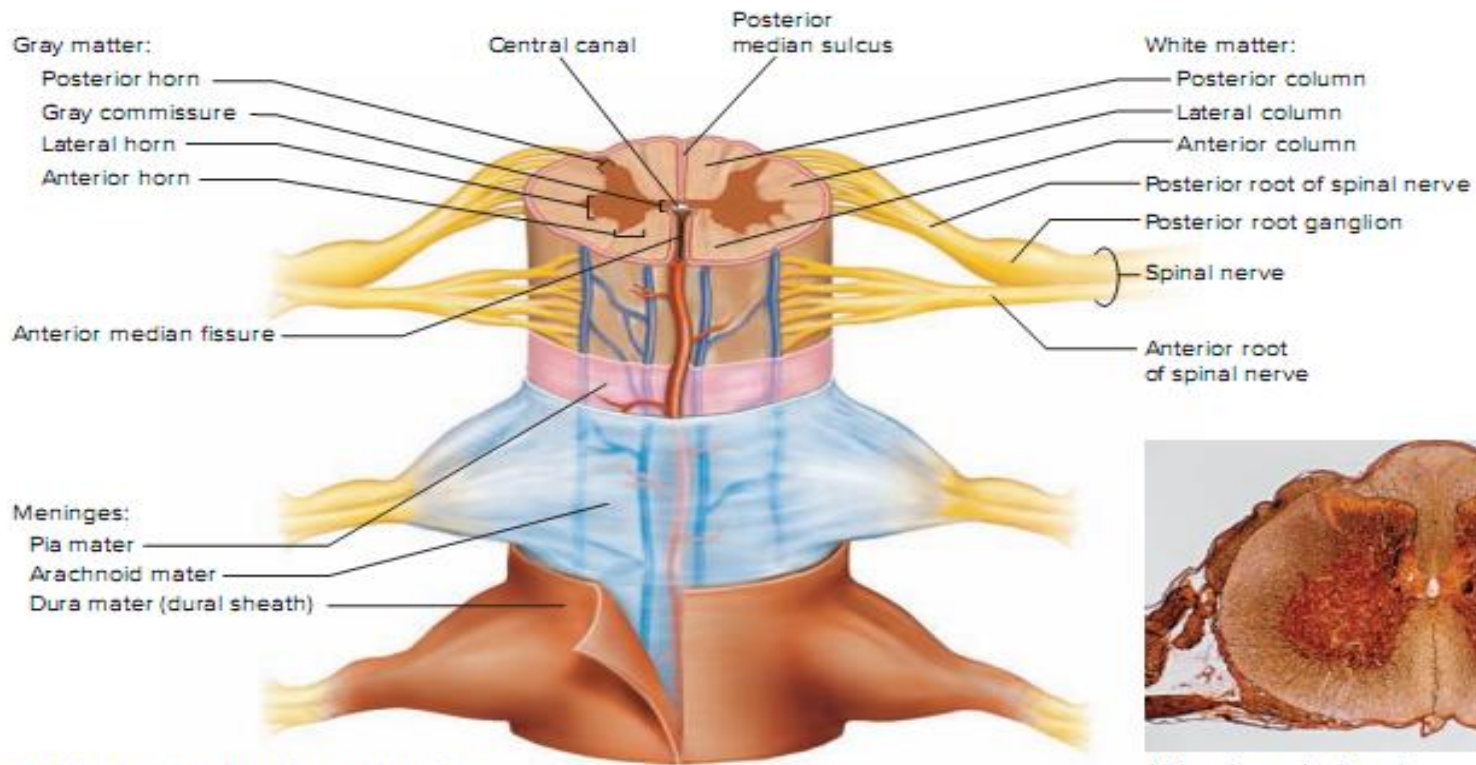
### 3. Передвижение

- Ходьба включает в себя повторяющиеся и скоординированные сокращения нескольких групп мышц.
  - Моторнейроны в головном мозге инициируют ходьбу и определяют ее скорость, расстояние и направление, но простые повторяющиеся мышечные сокращения, заставляющие одну ногу стоять перед другой, снова и снова, координируются группами нейронов, которые называются центральными генераторами паттернов в спинном мозге.
    - Эти нейронные цепи производят последовательность выходящих сигналов к мышцам-разгибателям и сгибателям, которые вызывают попеременные движения нижних конечностей.

- **Рефлексы**
- Спинальные рефлексы играют жизненно важную роль в осанке, координации движений и защитных реакциях на боль или травму.

# 4. Опишите макро- и микроскопическое строение спинного мозга.

**Спинной мозг** имеет продольные бороздки на передней и задней сторонах - *передней срединной борозде* и *задней срединной борозде* соответственно.

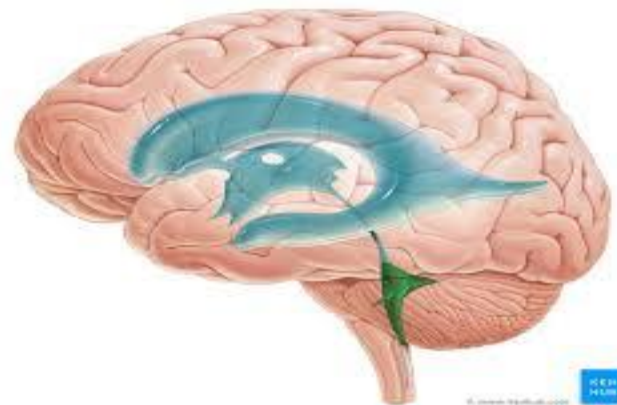
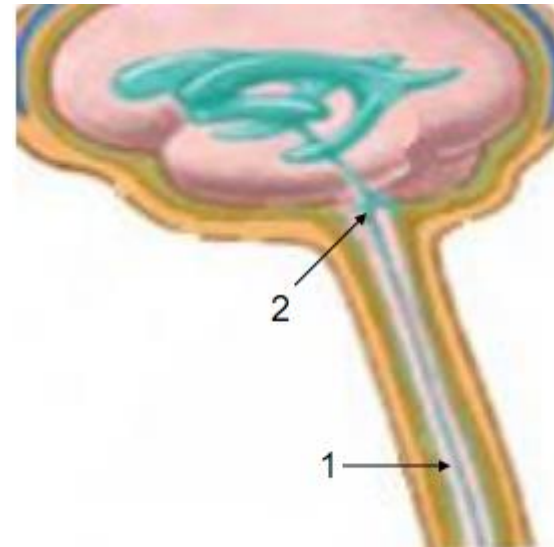


(b) Spinal cord and meninges (thoracic)

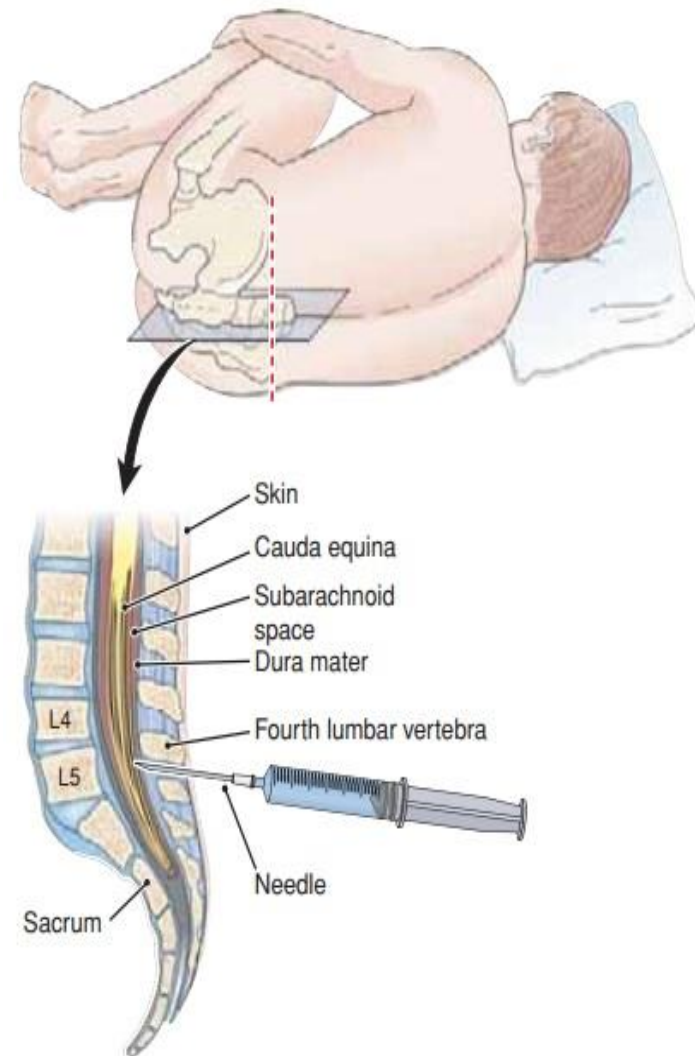


(c) Lumbar spinal cord

- Внутри спинного мозга находится узкая полость - центральный канал (1), который заполнен спинномозговой жидкостью.
  - Верхний его конец сообщается с 4-м желудочком.
  - Нижний конец расширяется и образует терминальный желудочек.
    - Терминальный желудочек (*ventriculus terminalis*, пятый желудочек или хвостовая ампула) - это самая широкая часть центрального канала спинного мозга, которая расположена в или около *conus medullaris*.

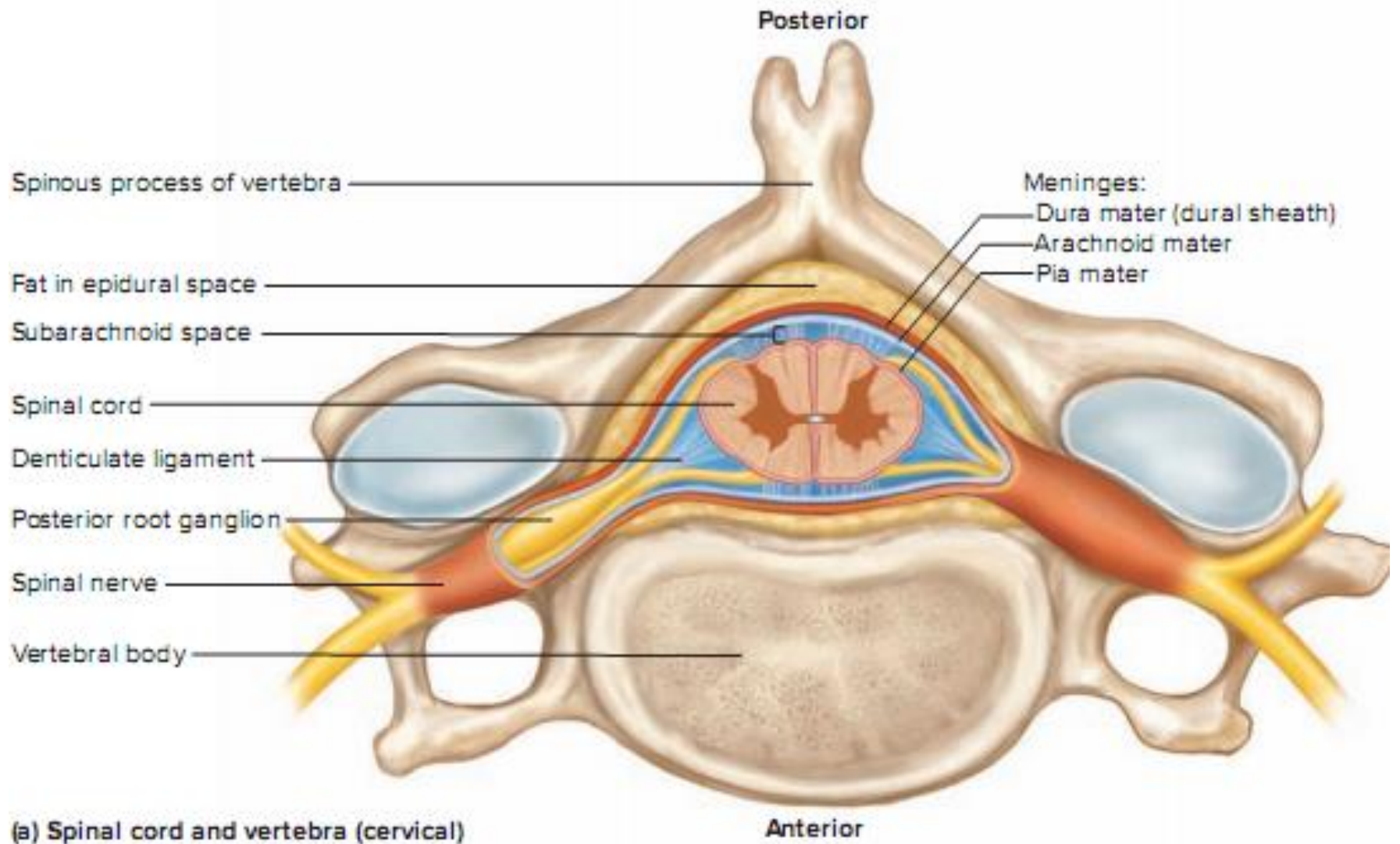


- Когда образец спинномозговой жидкости необходим для клинических целей, его берут из поясничной цистерны с помощью процедуры, называемой люмбальной пункцией (или, в просторечии, спинномозговой пункцией).
  - Спинальная игла вводится между двумя позвонками на уровне L3 / L4 или L4 / L5, где нет риска случайного повреждения спинного мозга (который заканчивается на L1 – L2).
  - обычно собирают от 3 до 4 мл спинномозговой жидкости.

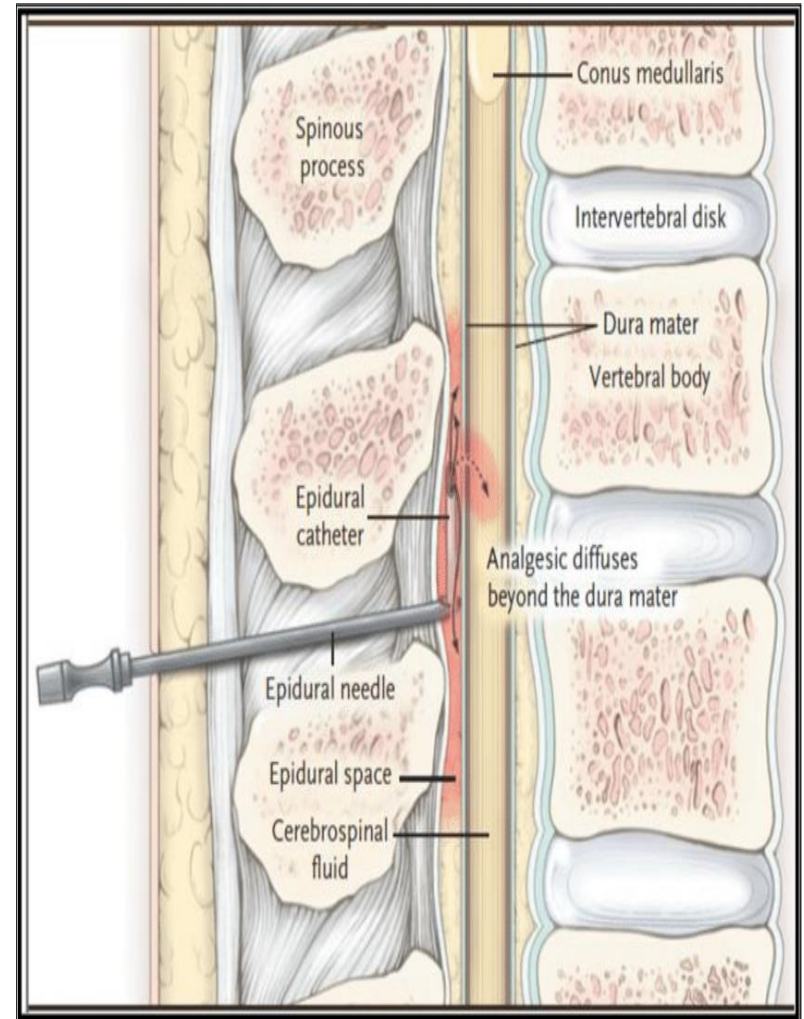


- **Оболочки спинного мозга**
- Спинной и головной мозг заключены в три фиброзные оболочки, которые называются:
  - мозговые оболочки
  - Эти мембраны отделяют мягкие ткани центральной нервной системы от костей позвонков и черепа.
- От поверхностного до глубокого слоя - ***твердая мозговая оболочка, паутинная оболочка и мягкая мозговая оболочка.***
- Твердая мозговая оболочка образует «свободный рукав», называемый дуральной оболочкой, располагается вокруг спинного мозга.
  - Это прочная мембрана толщиной с резиновую кухонную перчатку, состоящая из нескольких неравномерных слоев плотной соединительной ткани.
  - Пространство между оболочкой и позвонками называется эпидуральным пространством, оно заполнено кровеносными сосудами, жировой тканью и рыхлой соединительной тканью.

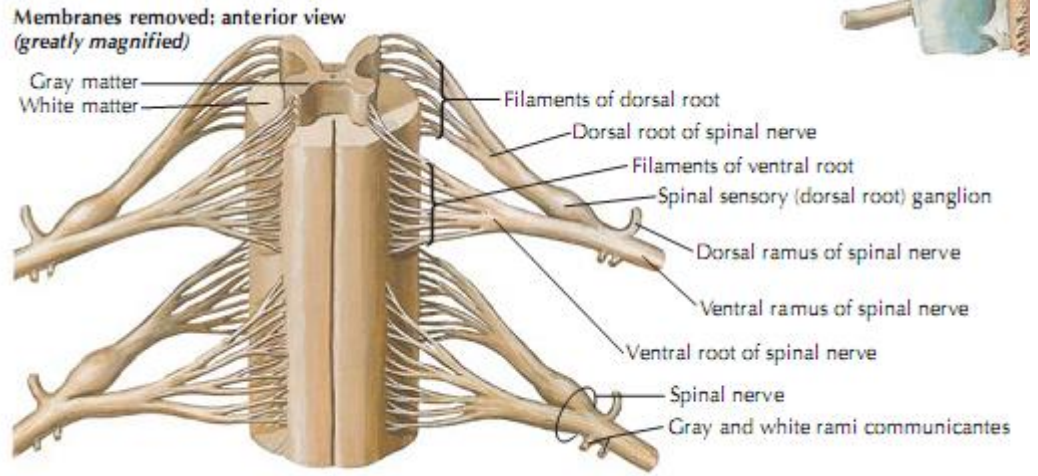
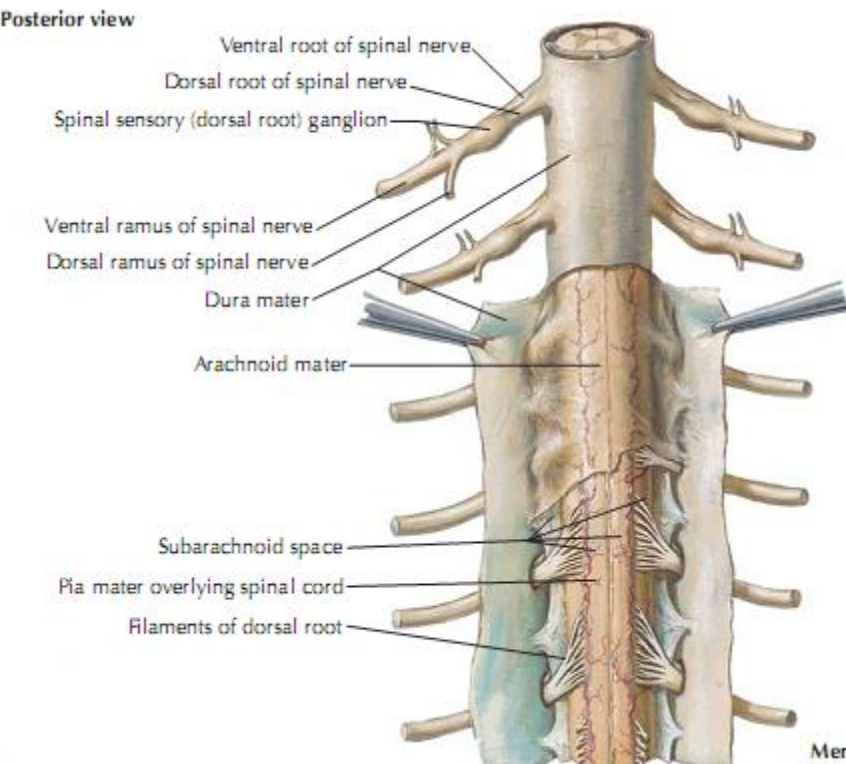




- Иногда в это пространство вводят анестетики, чтобы блокировать болевые сигналы во время родов или операции; эта процедура называется **эпидуральной анестезией**.



- **Паутинная оболочка** состоит из
  - *Паутинной мембраны* - пять или шесть слоев плоскоклеточных или кубовидных клеток, прикрепленных к внутренней части твердой мозговой оболочки
  - *и более рыхлого ряда клеток, коллагеновых и эластических волокон, охватывающих промежуток между паутинной мембраной и мягкой мозговой оболочкой.*
    - Этот промежуток, *субарахноидальное пространство*, заполнен спинномозговой жидкостью (CSF). Ниже мозгового конуса субарахноидальное пространство называется поясничной цистерной и занято конским хвостом и спинным мозгом.

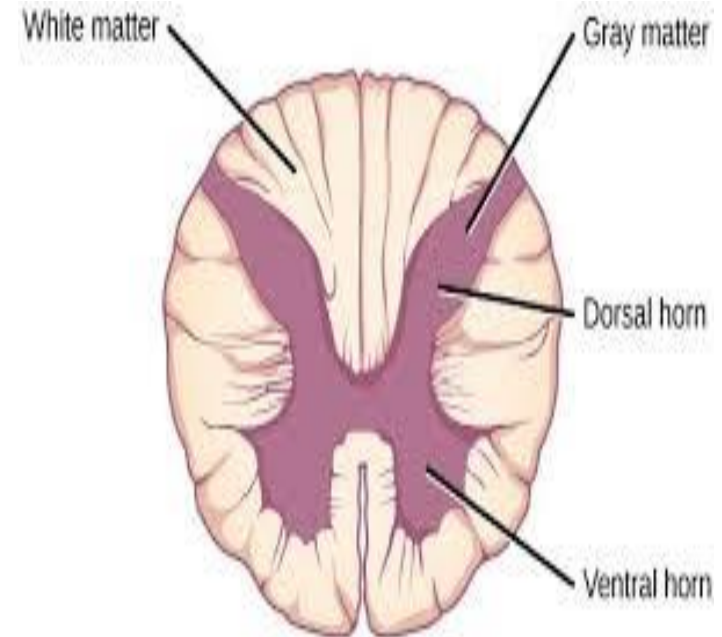


**Figure 4.8 Spinal Membranes and Nerve Roots** Motor fibers and sensory fibers pass through 31 pairs of spinal nerves. The outer dura mater, arachnoid mater, and inner pia mater are the three coverings of the spinal cord, with CSF circulating in the subarachnoid space.

- **Мягкая мозговая оболочка** представляет собой тонкую прозрачную мембрану, состоящую из одного или двух слоев плоских или кубовидных клеток и тонких коллагеновых и эластичных волокон.
  - Она точно повторяет контуры спинного мозга.
  - Она продолжается за пределы *conus medullaris* в виде фиброзной, терминальной, нити внутри поясничной цистерны.
- На уровне позвонка S2 мягкая мозговая оболочка выходит из нижнего конца цистерны и сливается с твердой мозговой оболочкой, и оба образуют копчиковую связку, которая прикрепляет спинной мозг и мозговые оболочки к позвонку Co1.
  - Через равные промежутки, вдоль спинного мозга, отростки мягкой мозговой оболочки, называемые зубчатыми связками, проходят через паутинную оболочку к твердой мозговой оболочке, закрепляя спинной мозг и ограничивая движения из стороны в сторону.

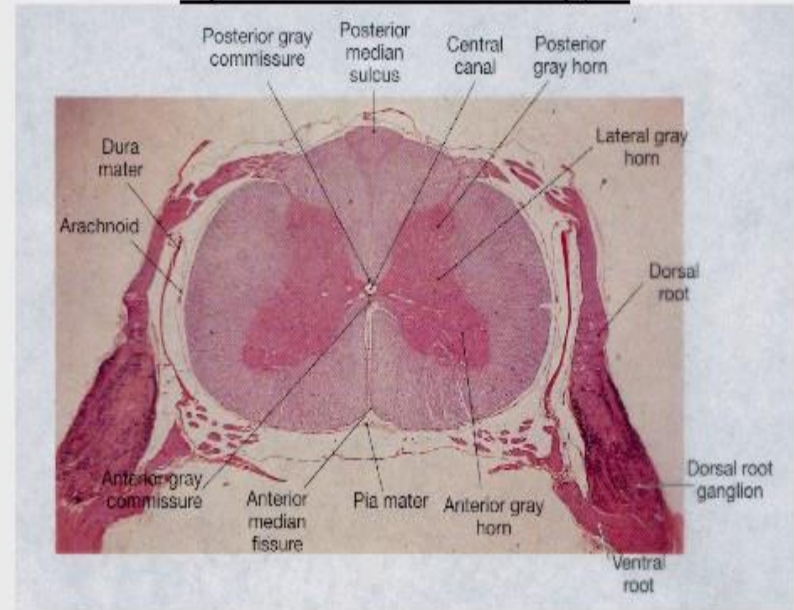


- **Секционная анатомия**
- Спинной мозг, как и головной мозг, состоит из двух видов нервной ткани, называемых **серым** и **белым веществом**.
- **Серое вещество**
  - имеет относительно тусклый цвет, потому что содержит мало миелина.
  - Он содержит сомы, дендриты и проксимальные части аксонов.
  - Это место синаптической связи между нейронами и, следовательно, место всей нейронной интеграции в спинном мозге.
- **Белое вещество**, напротив,
  - Имеет яркий, жемчужно-белый вид из-за обилия миелина.
  - Оно состоит из пучков аксонов, называемых трактами, которые переносят сигналы от одного уровня ЦНС к другому.
- И в сером, и в белом веществе также много глиальных клеток.

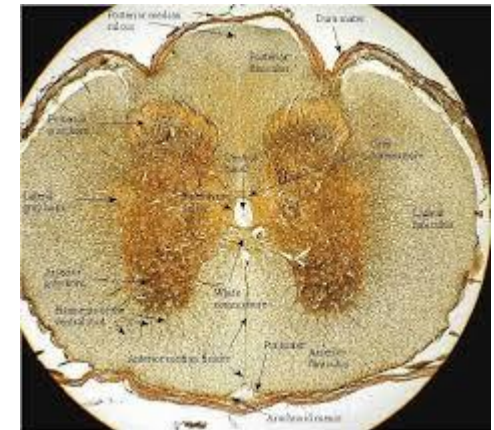


- Нервная ткань часто окрашивается соединениями серебра, которые придают серому веществу коричневый или золотистый цвет, а белому веществу - светло-коричневый или янтарный цвет.

## Spinal Cord w/ Ganglion



<https://www.pinterest.com/pin/521080619362459888/>



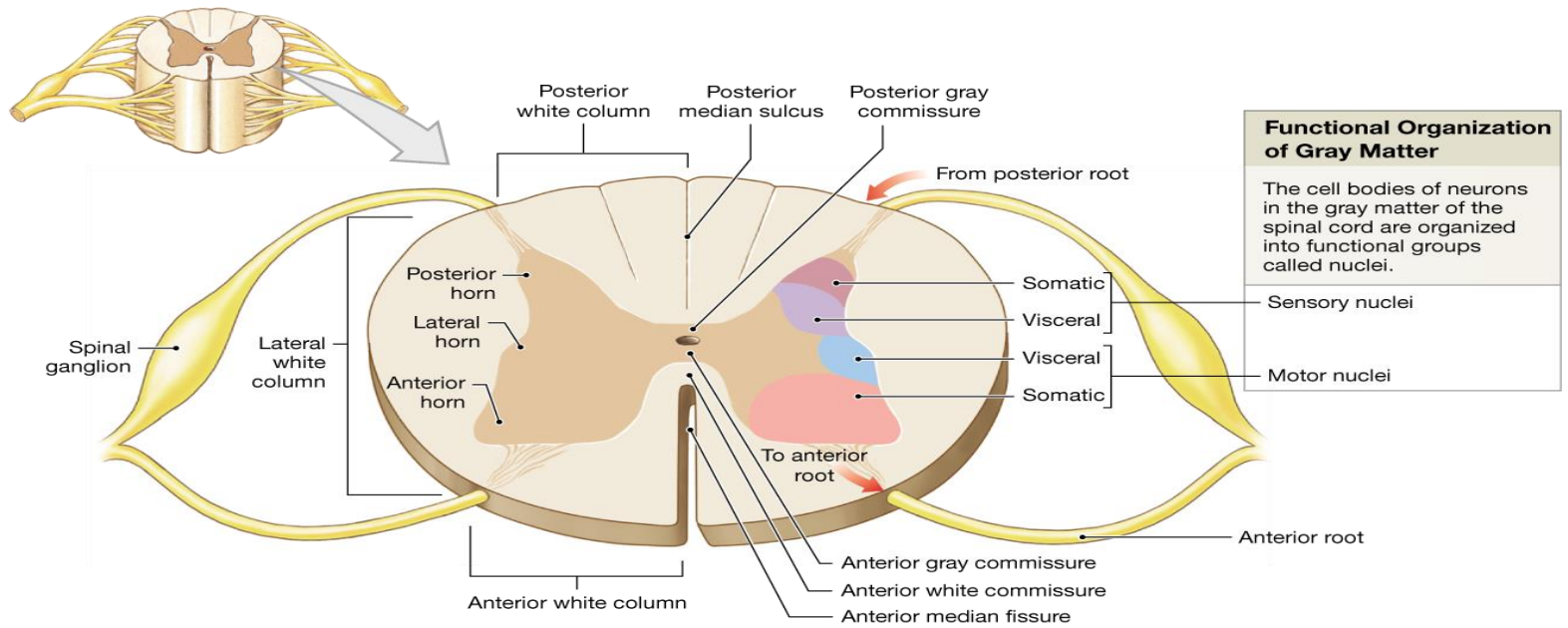
<http://anatomiahumanaust2012.blogspot.com/2012/11/>

- **Серое вещество**
- Спинной мозг имеет сердцевину из серого вещества, которая в поперечном сечении выглядит как «бабочка» или «Н».
  - Серцевина состоит в основном из двух задних (дорсальных) рогов, которые простираются на заднебоковые поверхности спинного мозга,
  - и два более толстых передних (вентральных) рога, которые отходят от переднебоковых поверхностей.
- Правая и левая стороны серого вещества соединены срединным мостиком, называемым *серой комиссурой*.
  - В середине комиссуры находится центральный канал, который разрушен в большинстве областей спинного мозга взрослого, но в некоторых местах (и у маленьких детей) остается открытым, выстлан эпендимными клетками и заполнен спинномозговой жидкостью.

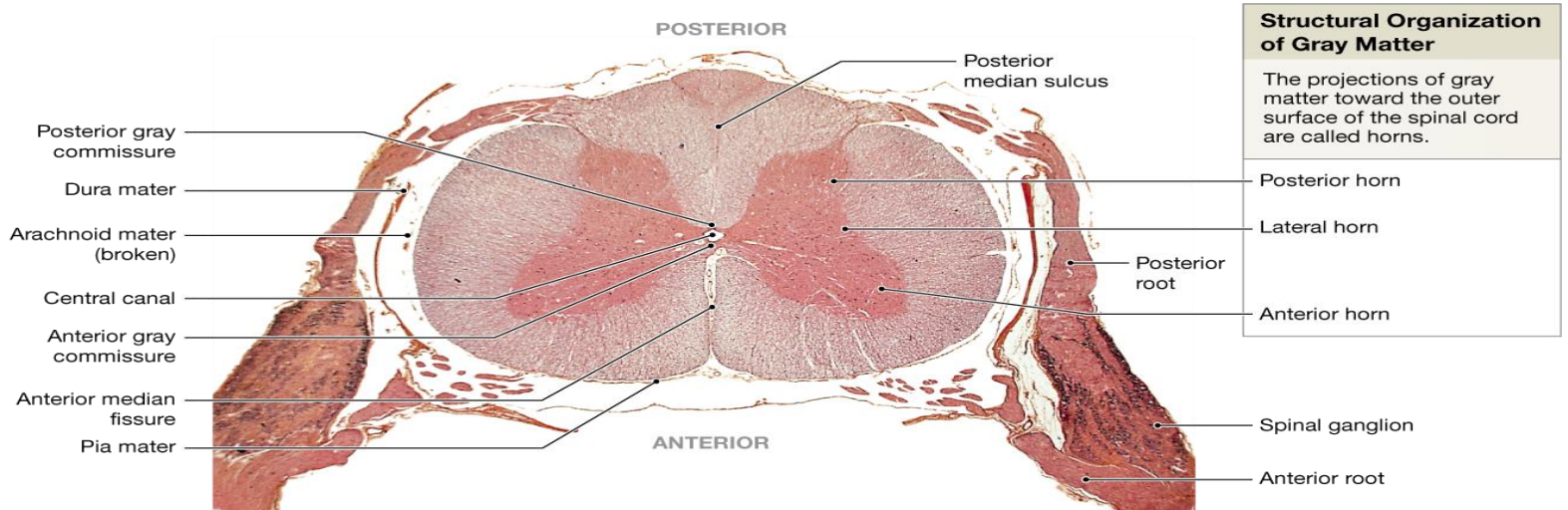


- *Задний рог* получает сенсорные нервные волокна от спинномозговых нервов, которые чаще всего соединяются с сетью интернейронов при помощи синапсов.
- *Передний рог* содержит большие нейросомы мотонейронов, аксоны которых проходят к скелетным мышцам.

- *Интернейроны и мотонейроны* особенно многочисленны в шейных и поясничных утолщениях и довольно заметны на гистологических срезах этих уровней.
  - Высокая плотность нейронов в этих областях связана с двигательным контролем и чувствительностью в верхних и нижних конечностях.
- **Дополнительный боковой рог** виден с каждой стороны серого вещества от сегментов T2 до L1 спинного мозга.
  - Он содержит нейроны симпатической нервной системы, аксоны которых выходят из спинного мозга через передний корешок вместе с эфферентными волокнами.



**a** The left half of this sectional view shows important anatomical landmarks, including the three columns of white matter. The right half indicates the functional organization of the nuclei in the anterior, lateral, and posterior horns. The red arrows represent sensory input from the posterior root and motor output to the anterior root.



**b** A micrograph of a transverse section through the spinal cord, showing major landmarks in and surrounding the cord.

- Что случится если перерезать передние рога?
- А задние?

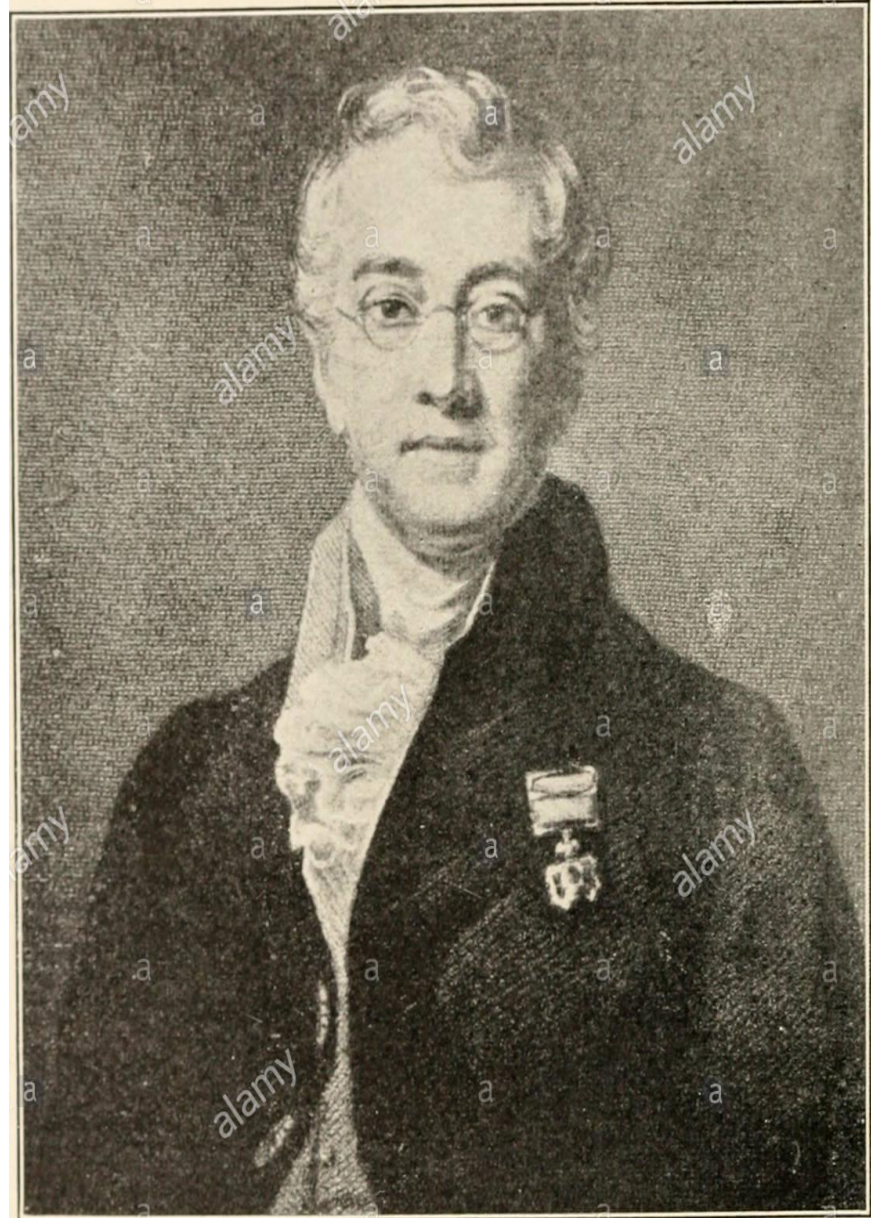
- **Функции спинномозговых корешков выясняли с помощью их перерезки и раздражения.**
- *Выдающийся шотландский анатом и физиолог Белл и французский исследователь Мажанди обнаружили, что если он односторонне перережет передние корешки спинного мозга, это приведет к параличу конечностей с той же стороны, а чувствительность останется полностью.*
- **Обрезка задних корешков приводит к потере чувствительности, двигательная функция сохраняется.**





 alamy stock photo

François Magendie (1783-1855)



 alamy stock photo

Charles Bell (1774-1842)

- Таким образом, было доказано, что **афферентные импульсы** поступают в **спинной мозг** через **задние корешки (чувствительные)**, **эфферентные импульсы** выходят через **передние корешки (моторные)**.

- **Белое вещество**
- Белое вещество спинного мозга окружает серое вещество.
  - Оно состоит из пучков аксонов, которые проходят вверх и вниз по спинному мозгу и обеспечивают коммуникацию между различными уровнями ЦНС.
  - Эти пучки расположены в трех парах, так называемых столбах.
    - задний (дорсальный),
    - боковой
    - и передний (вентральный) столбик с каждой стороны.
    - Каждый столбец состоит из подразделов, называемых трактами или фасцикули.



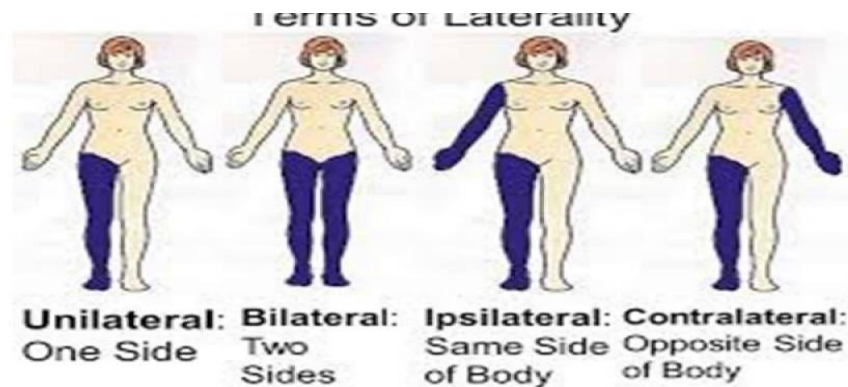
## 5. Отследите пути, по которым нервные сигналы проходят вверх и вниз по спинному мозгу.

- **Спинальные тракты**
- *Знания о расположении и функциях спинного мозга очень важны для диагностики и лечения травм спинного мозга.*
- Нервные пути спинного мозга *находятся в белом веществе спинного мозга.*
  - Как мы уже говорили, с каждой стороны белое вещество разделено на три столба: передний, боковой и задний.
- Восходящие тракты передают информацию от периферии к мозгу.
- Нисходящие пути несут информацию от мозга к периферии.
- Спинной мозг - это больше, чем просто канал, он также изменяет и интегрирует информацию, проходящую через него.

- *Все нервные волокна в одном тракте имеют одинаковое происхождение, назначение и функцию.*
- Многие из этих волокон берут свое начало или место назначения в области, называемой стволом мозга.

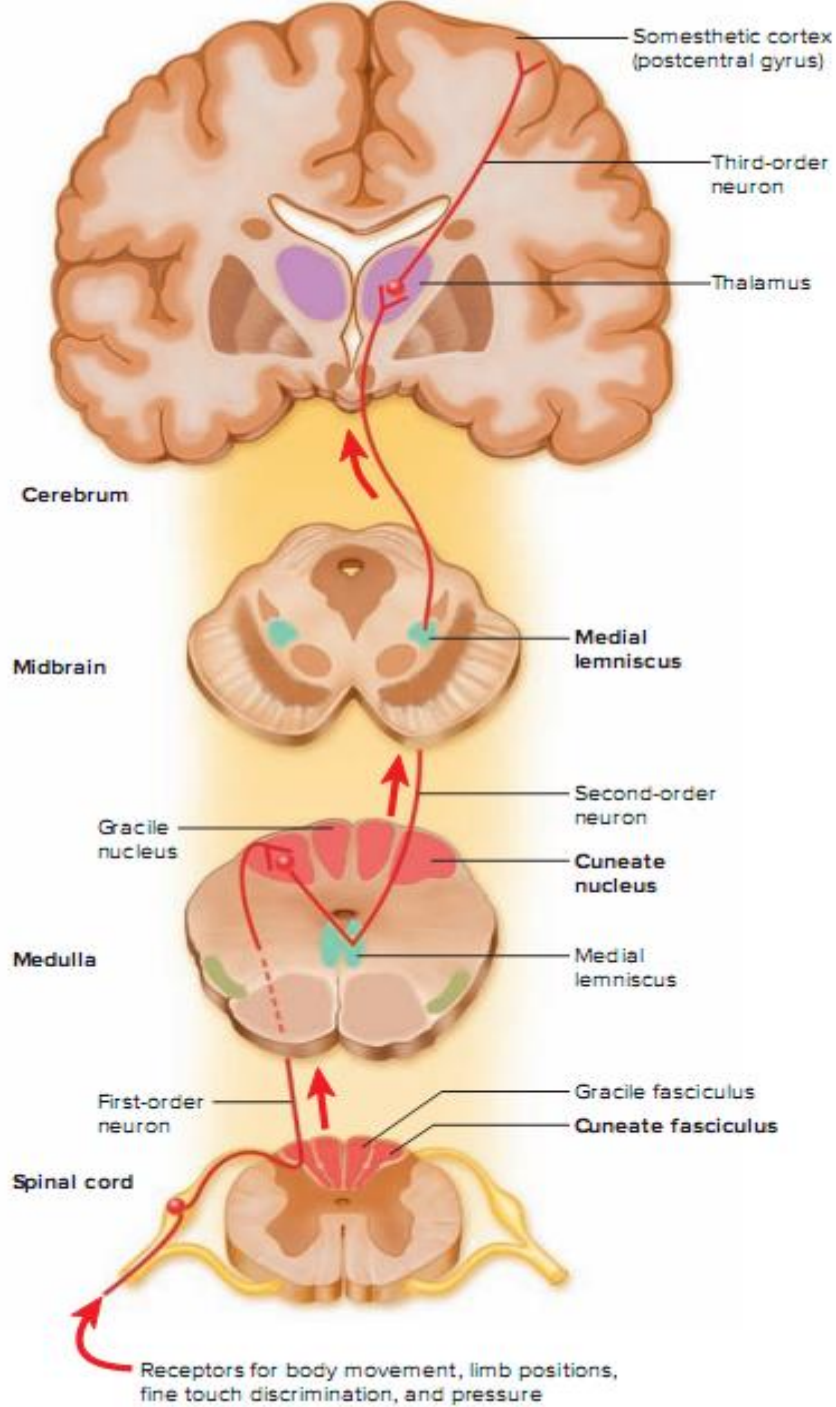
- Некоторые из этих трактов перекрещиваются, когда проходят вверх или вниз по стволу головного мозга и спинному мозгу - это означает, что *они пересекаются с левой стороны тела на правую или наоборот.*
  - В результате левое полушарие мозга получает сенсорную информацию от правой стороны тела и посылает в эту сторону двигательные команды,
  - в то время как правая часть мозга контролирует левую часть тела.
  - Следовательно, *инсульт, повреждающий двигательные центры правой половины мозга, может вызвать паралич левых конечностей и наоборот*

- Когда исходная и конечная точки тракта находятся на противоположных сторонах тела, мы говорим, что они **контралатеральны** друг другу.
- Когда тракт не пересекается, его начало и назначение находятся на одной стороне тела, и мы говорим, что они **ипсилатеральные**.



- **Восходящие тракты**
- *Восходящие пути передают сенсорные сигналы вверх по спинному мозгу.*
- Сенсорные сигналы обычно проходят через три нейрона от их источника в рецепторах до места назначения в мозге:
  - *нейрон первого порядка*, который обнаруживает раздражитель и передает сигнал в спинной мозг или ствол мозга;
  - *нейрон второго порядка*, который доходит до «ворот», называемых таламусом, в верхнем конце ствола мозга;
  - *и нейрон третьего порядка*, который передает сигнал до коры головного мозга.
- Аксоны этих нейронов называются нервными волокнами первого-третьего порядка.
- *Имена большинства из восходящих трактов состоят из префикса *spino-*, за которым следует корень, обозначающий место назначения его волокон в головном мозге.*

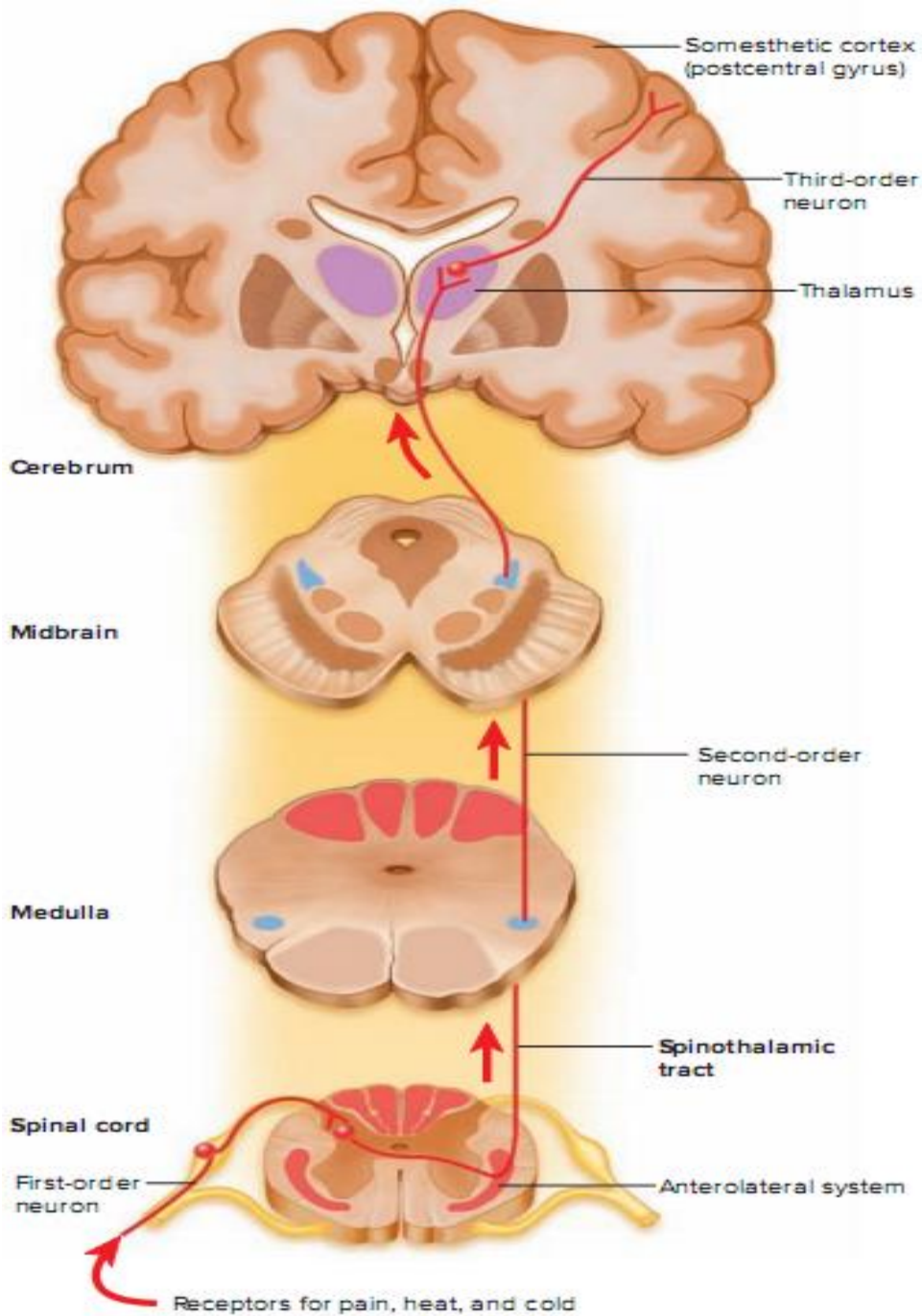
- **Основные восходящие пути**
- ***Gracile fasciculus*** передает сигналы от средней и нижней части тела.
  - Ниже позвонка Т6 этот тракт составляет весь задний столбик.
  - На уровне Т6 к нему присоединяется *cuneate fasciculus*.
  - Он состоит из нервных волокон первого порядка, которые проходят вверх по ипсилатеральной стороне спинного мозга и заканчиваются в gracile nucleus в продолговатом мозге ствола мозга.
- Эти волокна несут *сигналы о вибрации, висцеральной боли, глубоком и различительном прикосновении (прикосновении, местоположение которого можно точно определить) и особенно проприоцепции от нижних конечностей и нижней части туловища.*
- **Проприоцепция** - также известная как кинестезия, — мышечное чувство — ощущение положения частей собственного тела относительно друг друга и в пространстве.



- ***Cuneate fasciculus*** присоединяется к ***gracile fasciculus*** на уровне T6.
- Он проходит через латеральную часть заднего столба и продвигает ***gracile fasciculus*** медиально.
- Он передает тот же тип сенсорных сигналов, только исходящих от T6 и выше (от ствола мозга верхних конечностей до таламуса).
  - Волокна третьего порядка идут от таламуса к коре головного мозга.
  - Из-за перекреста сигналы, передаваемые ***gracile nucleus*** и ***cuneate fasciculus***, в конечном итоге попадают в контралатеральное полушарие головного мозга.

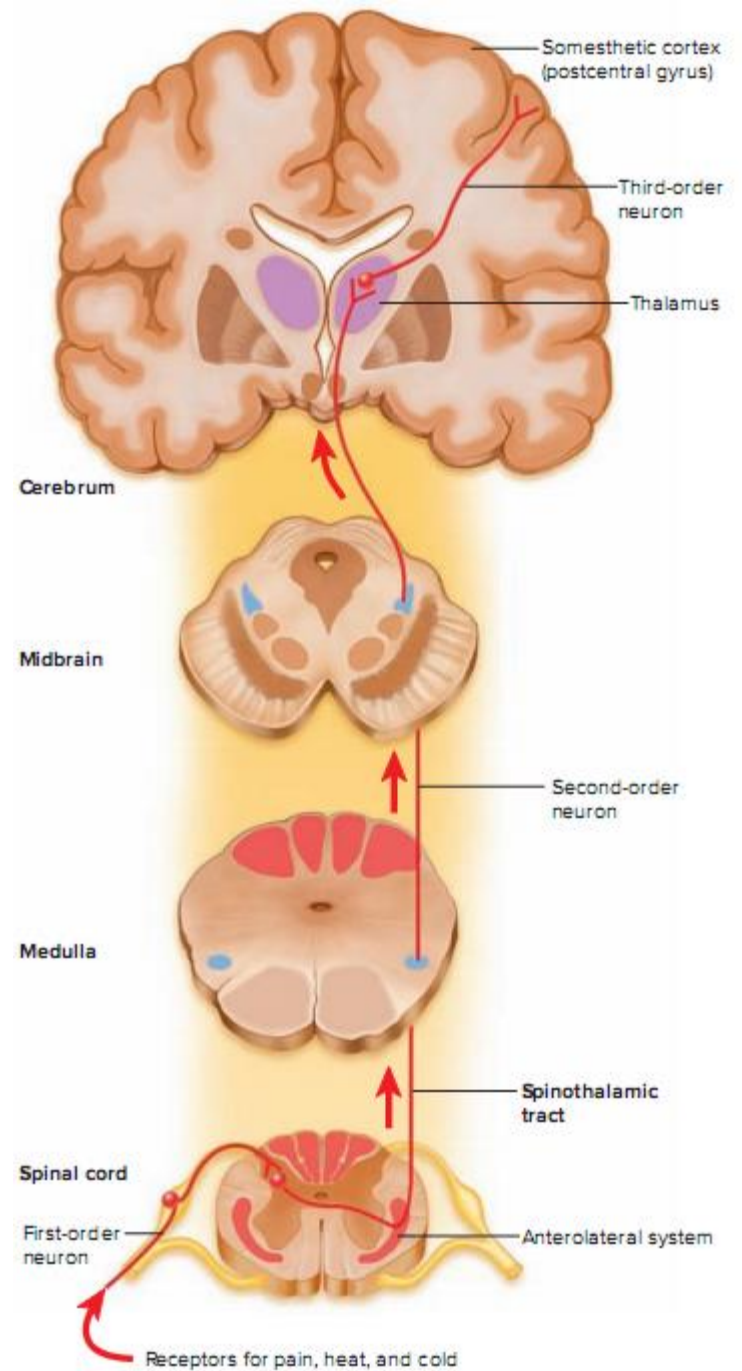
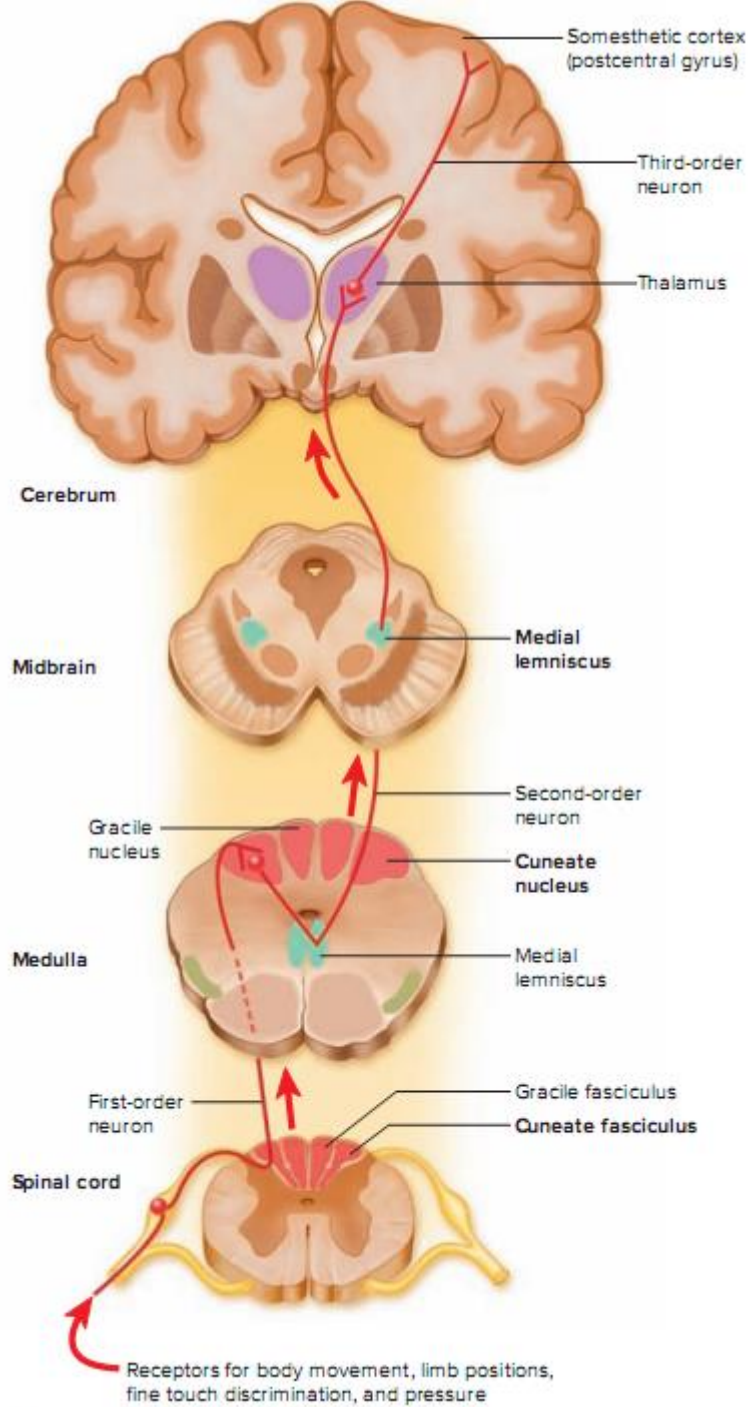


- ***Спиноталамический тракт*** и некоторые другие более мелкие тракты образуют переднебоковую систему, которая проходит вверх по передним и боковым столбам спинного мозга.
  - Спиноталамический тракт передает сигналы о боли, температуре, давлении, щекотании, зуде и легком или грубом прикосновении.
  - Легкое прикосновение - это ощущение, возникающее при поглаживании безволосой кожи пером или хлопковой прядью, не оставляя следов на коже;
  - грубое прикосновение - это прикосновение, местоположение которого можно определить лишь смутно.
- На этом пути
  - нейроны первого порядка оканчиваются в заднем роге спинного мозга около точки входа.
  - Здесь они имеют синапсы с нейронами второго порядка, которые перекрещиваются и образуют контралатеральный восходящий спиноталамический тракт. Эти волокна ведут к таламусу.
  - Оттуда нейроны третьего порядка переходят в кору головного мозга.
- Из-за перекреста сенсорные сигналы в этом тракте поступают в полушарие головного мозга, противоположное их исходной точке.



- ***Спинореткулярный тракт*** также проходит вверх по переднебоковой системе.
  - Он передает болевые сигналы, возникающие в результате повреждения тканей.
  - Сенсорные нейроны первого порядка входят в задний рог.
  - и сразу сообщаются через синапс с нейронами второго порядка. Они пересекаются с противоположной переднебоковой системой, поднимаются по спинному мозгу и заканчиваются слабо организованным ядром серого вещества, называемым ретикулярной формацией в продолговатом мозге и мосту.
  - Нейроны третьего порядка продолжают путь от моста до таламуса, а нейроны четвертого порядка завершают путь оттуда до коры головного мозга.

- ***Задний и передний спиноцеребеллярные тракты*** проходят через латеральный столб и несут проприоцептивные сигналы от конечностей и туловища к мозжечку в задней части мозга.
  - Их нейроны первого порядка берут начало в мышцах и сухожилиях и заканчиваются в заднем роге спинного мозга.
  - Нейроны второго порядка посылают свои волокна вверх по спиноцеребеллярным путям и заканчиваются в мозжечке.
- ***Волокна заднего тракта*** поднимаются по ипсилатеральной стороне спинного мозга.
  - Те волокна из переднего тракта пересекаются и движутся вверх по противоположной стороне, но затем пересекаются обратно в ствол мозга, чтобы войти в ипсилатеральную сторону мозжечка.
- Оба тракта обеспечивают мозжечку обратную связь, необходимую для координации мышечной деятельности.

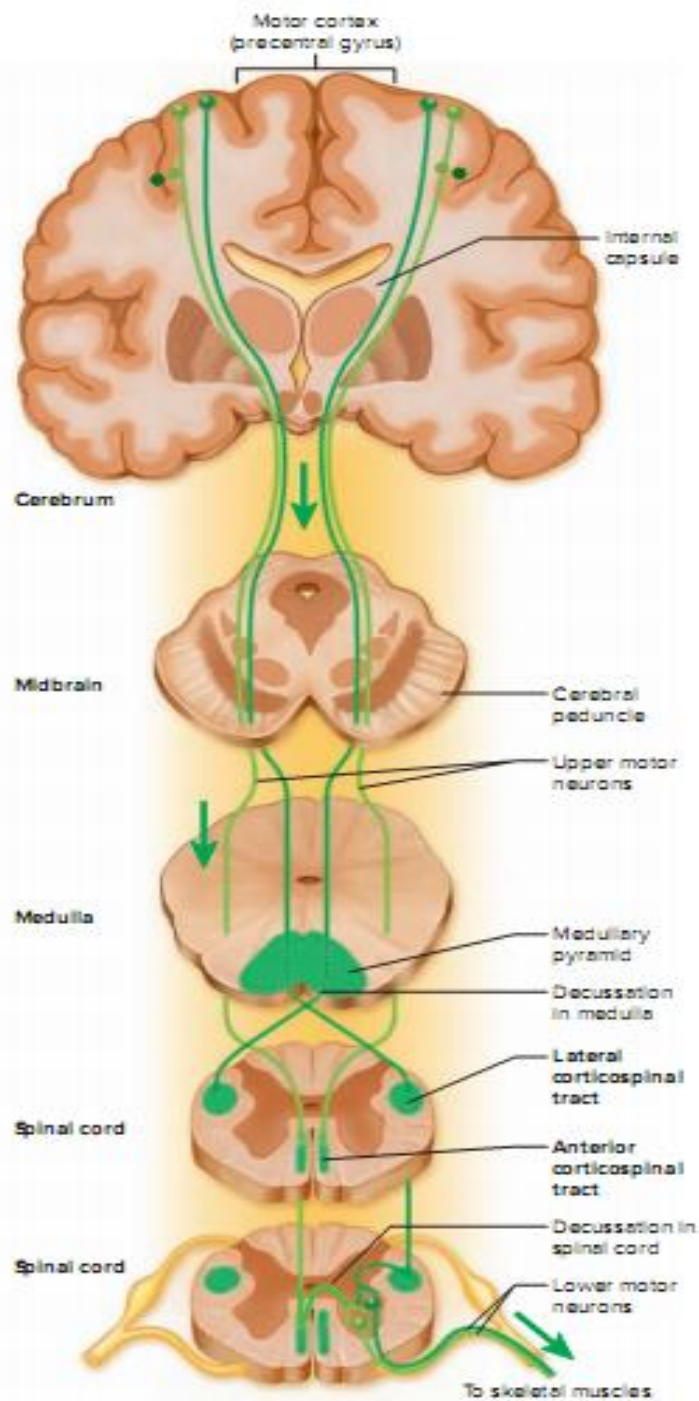


- **Нисходящие тракты**

- *По нисходящим путям двигательные сигналы передаются вниз по стволу и спинному мозгу.*
- *Нисходящий двигательный путь обычно включает в себя два нейрона, называемых **верхним и нижним мотонейронами**.*
  - *Верхний мотонейрон начинается с сомы в коре головного мозга или стволе мозга и имеет аксон, который заканчивается на нижнем мотонейроне в стволе или спинном мозге.*
  - *Затем аксон нижнего двигательного нейрона проходит остаток пути к мышце или другому органу-мишени.*
- *Названия большинства нисходящих трактов состоят из корня слова, обозначающего точку происхождения в головном мозге, за которым следует суффикс - **спинальный**.*

- **Кортикоспинальные тракты** передают двигательные сигналы от коры головного мозга для четких, точно скоординированных движений конечностей.
- Волокна этой системы образуют гребни, называемые пирамидами, на передней поверхности продолговатого мозга, поэтому эти тракты были назывались *пирамидальными трактами*.
  - Большинство кортикоспинальных волокон пересекаются в нижнем мозговом слое и образуют латеральный кортикоспинальный тракт на противоположной стороне спинного мозга.
  - Некоторые волокна остаются неперекрещенными и образуют передний кортикоспинальный тракт на ипсилатеральной стороне.
- Однако волокна переднего тракта перекрещиваются ниже в спинном мозге, поэтому как раз они контролируют контралатеральные мышцы.
  - Этот тракт становится меньше по мере того, как он опускается и отдает нервные волокна, и обычно исчезает посередине грудной клетки.





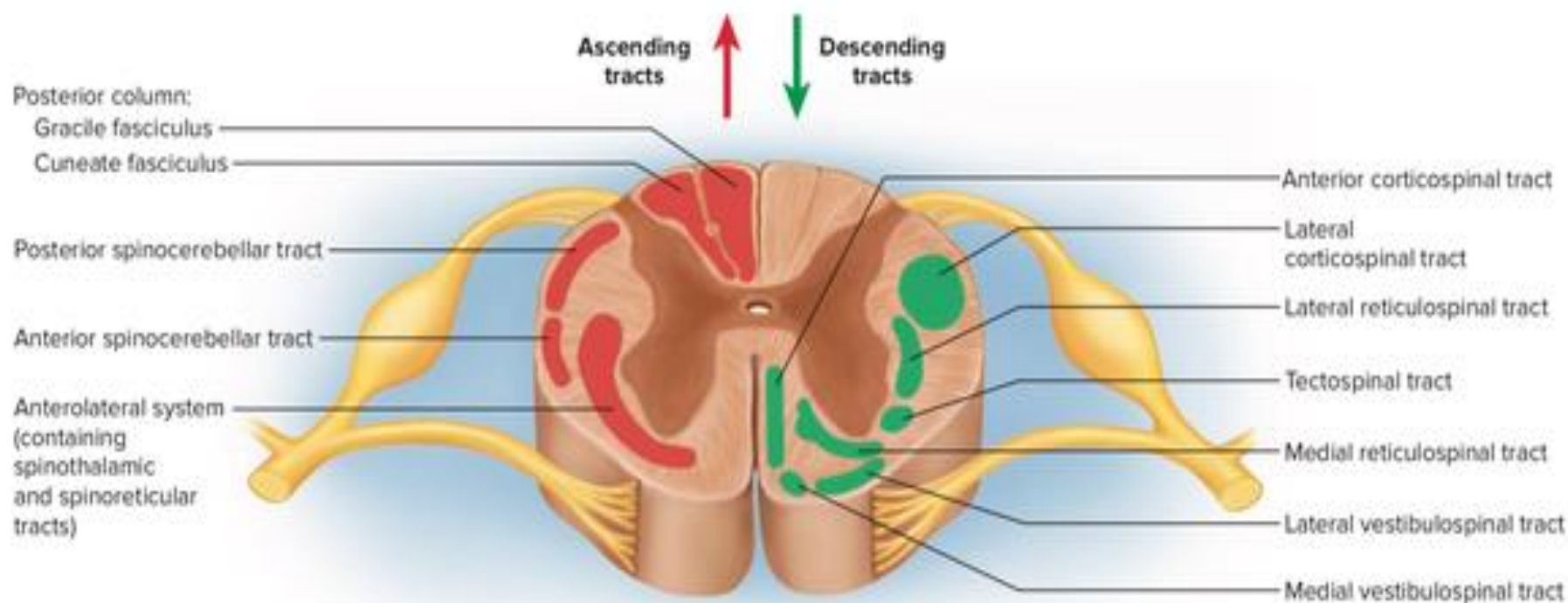
**FIGURE 13.6 Two Descending Pathways of the CNS.** The lateral and anterior corticospinal tracts, which carry signals for voluntary muscle contraction. Nerve signals originate in the cerebral cortex at the top of the figure and carry motor commands down the spinal cord.

- **Тектоспинальный тракт** начинается в области среднего мозга, называемой тектумом, и пересекает контралатеральную сторону среднего мозга.
  - Он спускается через ствол мозга к верхней части спинного мозга, доходя только до шеи.
  - Он участвует в рефлексном повороте головы, особенно в ответ на взгляды и звуки.

- **Латеральный и медиальный**  
ретикулоспинальные тракты берут начало в ретикулярной формации ствола мозга.
  - Они контролируют мышцы верхних и нижних конечностей, особенно для поддержания осанки и равновесия.
  - Они также содержат нисходящие пути, которые уменьшают передачу болевых сигналов в мозг.

- ***Латеральный и медиальный вестибулоспинальные тракты*** начинаются в вестибулярных ядрах ствола мозга, которые получают сигналы баланса от внутреннего уха.
- Латеральный вестибулоспинальный тракт проходит вниз по переднему столбу спинного мозга и содействуют в передаче сигналов нейронам, которые контролируют мышцы-разгибатели конечностей, заставляя конечности напрягаться и выпрямляться.
  - Это важный рефлекс при реакции на наклон тела и удержании равновесия.

- ***Медиальный вестибулоспинальный тракт*** разделяется на ипсилатеральные и контралатеральные волокна, которые спускаются через передний столб с обеих сторон спинного мозга и заканчиваются на шее.
- Он играет роль в управлении положением головы.



**FIGURE 13.4 Tracts of the Spinal Cord.** All of the illustrated tracts occur on both sides of the cord, but only the ascending sensory tracts are shown on the left (red), and only the descending motor tracts on the right (green).

**Motor and descending (efferent) pathways (red)**

**Pyramidal tracts**

- Lateral corticospinal tract
- Anterior corticospinal tract

**Extrapyramidal Tracts**

- Rubrospinal tract
- Reticulospinal tracts
- Olivospinal tract
- Vestibulospinal tract

**Sensory and ascending (afferent) pathways (blue)**

**Dorsal Column Medial Lemniscus System**

- Gracile fasciculus
- Cuneate fasciculus

**Spinocerebellar Tracts**

- Posterior spinocerebellar tract
- Anterior spinocerebellar tract

**Anterolateral System**

- Lateral spinothalamic tract
- Anterior spinothalamic tract

Spino-olivary fibers

