

*Заведующий кафедрой, академик Военно-медицинской академии, доктор  
медицинских наук, профессор, полковник медицинской службы*

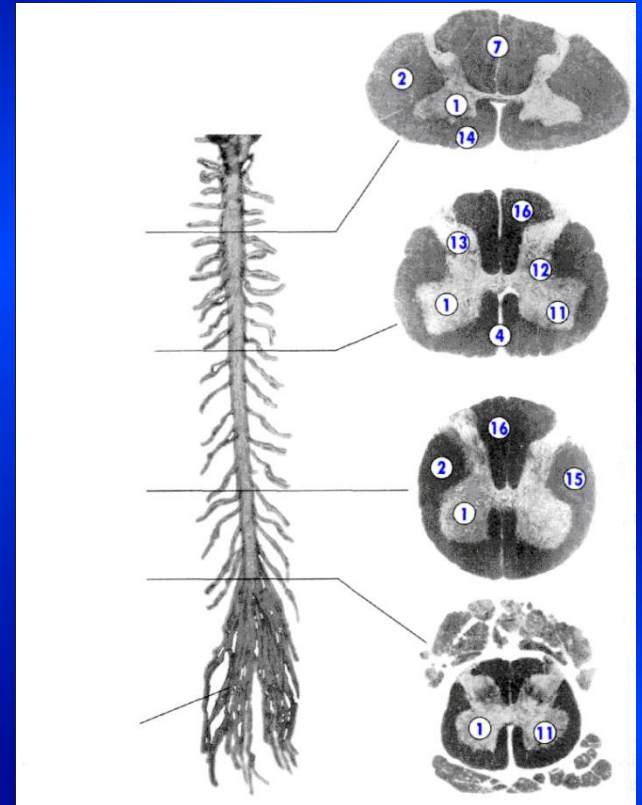
**Гайворонский Иван Васильевич**



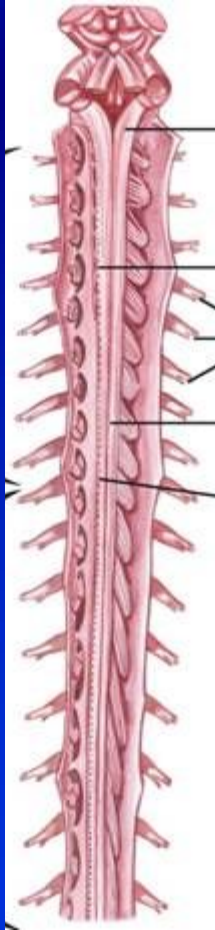
**Функциональная анатомия  
спинного мозга**

# Вопросы лекции

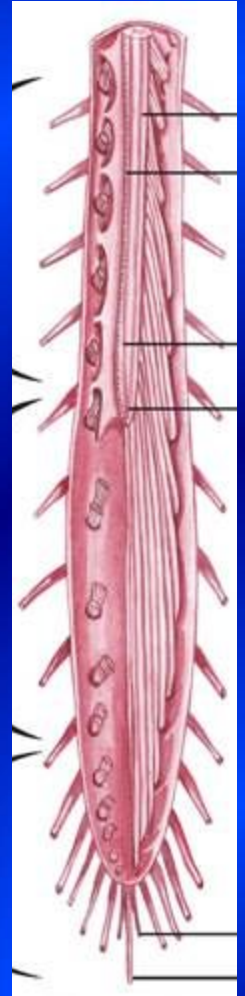
1. Понятие о спинном мозге (СМ)
2. Общий план строения и особенности онтогенеза СМ
3. Оболочки и межоболочечные пространства СМ
4. Строение СМ на поперечном срезе
5. Сегментарный аппарат СМ
6. Интеграционный аппарат СМ. Состав канатиков СМ и их поражения.
7. Развитие СМ
8. Значение для клинических дисциплин



# Понятие о спинном мозге (СМ)

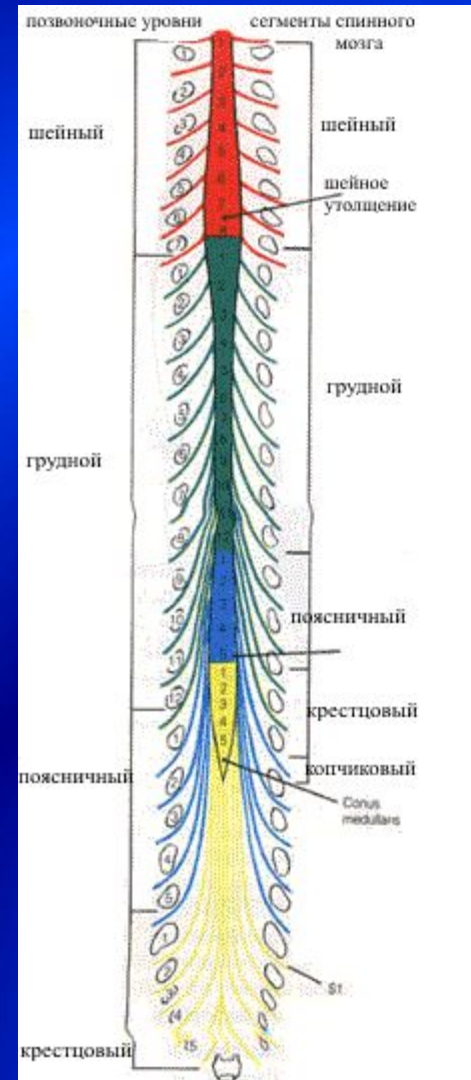


- Спинной мозг, *medulla spinalis*, - не изолированный орган; это составная часть ЦНС, анатомически и функционально связанная с головным мозгом.
- С точки зрения развития это каудальная часть нервной трубки.
- Функционально – часть ЦНС, отвечающая за безусловно-рефлекторную иннервацию туловища, конечностей и внутренних органов.



# Сегменты СМ

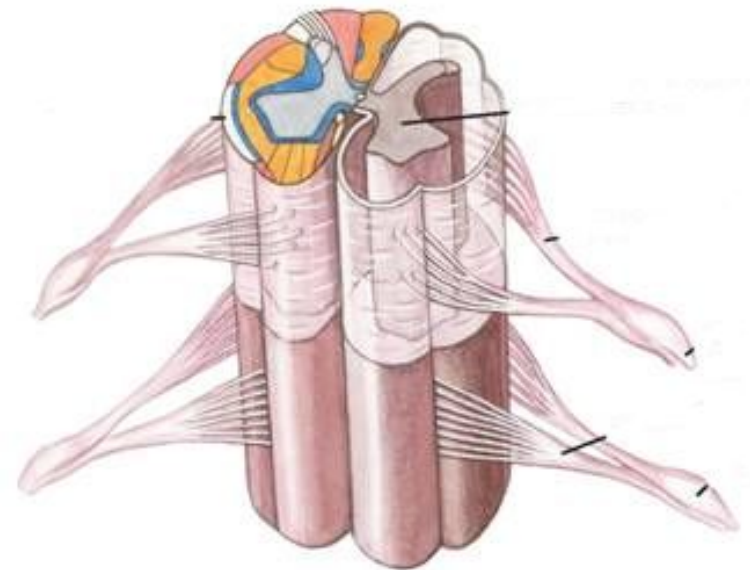
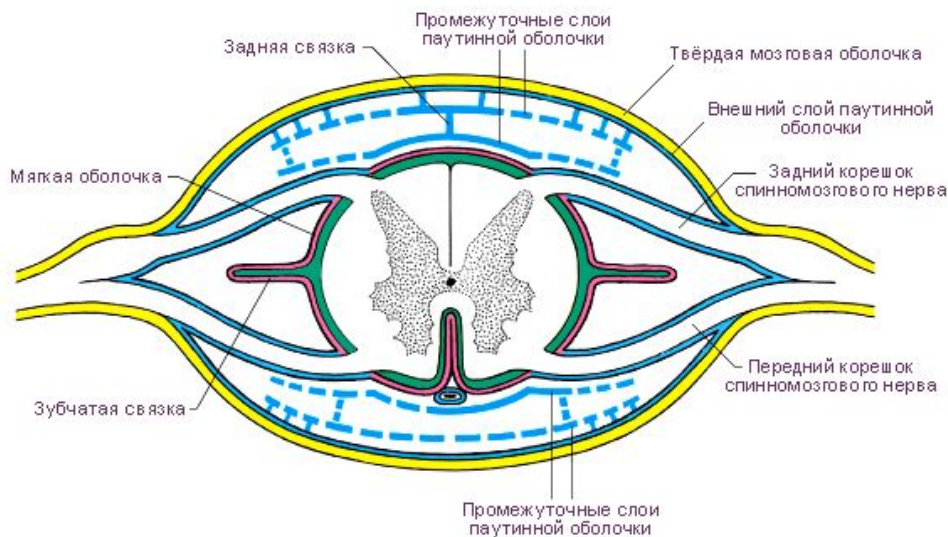
- Сегментация спинного мозга осуществляется за счет корешков спинномозговых нервов (СМН).
- Серое и белое вещество СМ не сегментируется!
- На протяжении СМ выходят 124 корешка СМН, из них 62 передних, 62 задних.
- С одним сегментом связаны 4 корешка (2 передних и 2 задних).
- Всего сегментов 31 ( $124/4=31$ ), из них:
  - 8 шейных –  $C_{1-8}$
  - 12 грудных –  $Th_{1-12}$
  - 5 поясничных –  $L_{1-5}$
  - 5 крестцовых –  $S_{1-5}$
  - 1 копчиковый –  $Co_1$



# Определение сегмента СМ

Сегмент СМ – это участок СМ, анатомически и функционально связанный с парой передних и парой задних корешков СМН (= с парой СМН), выходящих из СМ в одной горизонтальной плоскости.

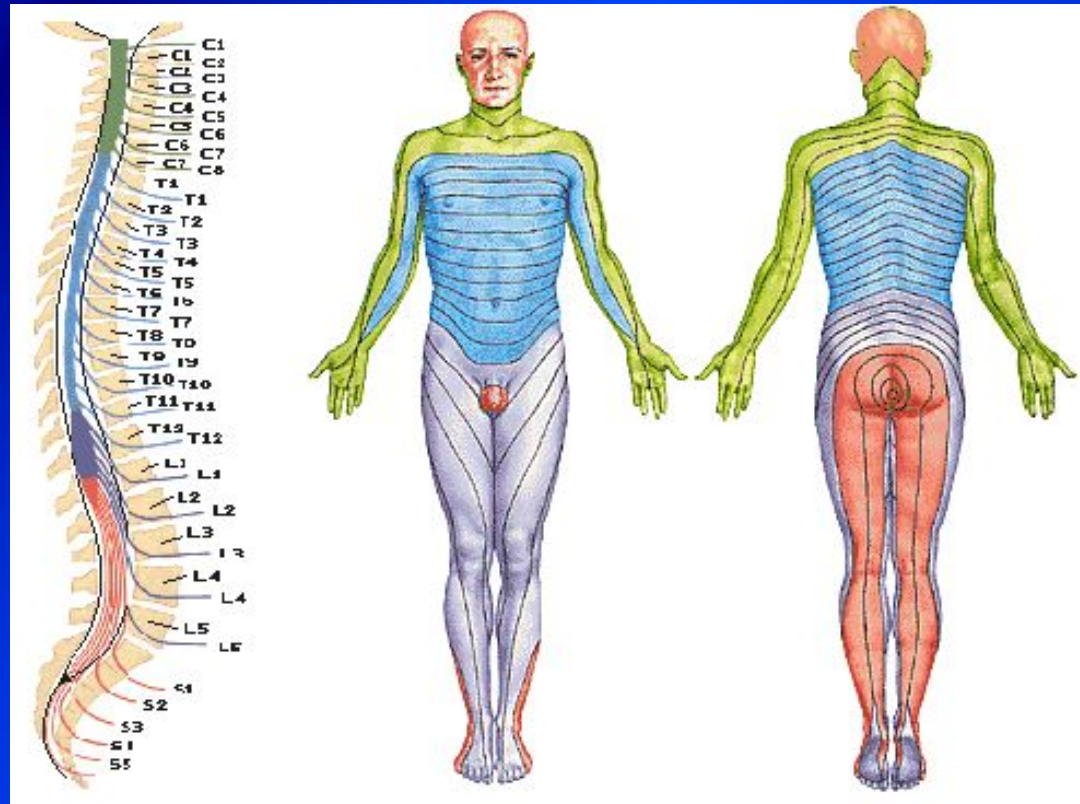
- Сегмент СМ иннервирует определенный участок тела (строго ограниченную область) и определенные внутренние органы и сосуды.
- В каждом сегменте примерно 3000 нервных клеток.



# Сегментарная иннервация тела

Каждому сегменту соответствует определенный участок кожи — дерматом и определенные мышцы — миотом.

- Сегменты  $C_{1-8}$  иннервируют область шеи.
- $C_5$  -  $Th_{1-2}$  — верхние конечности;
- $Th_{1-12}$  — туловище;
- $Th_{12}$  -  $S_3$  — нижние конечности.
- $S_{4-5}$  и  $Co_1$  — промежность.



# Расположение сегментарных зон на теле человека.

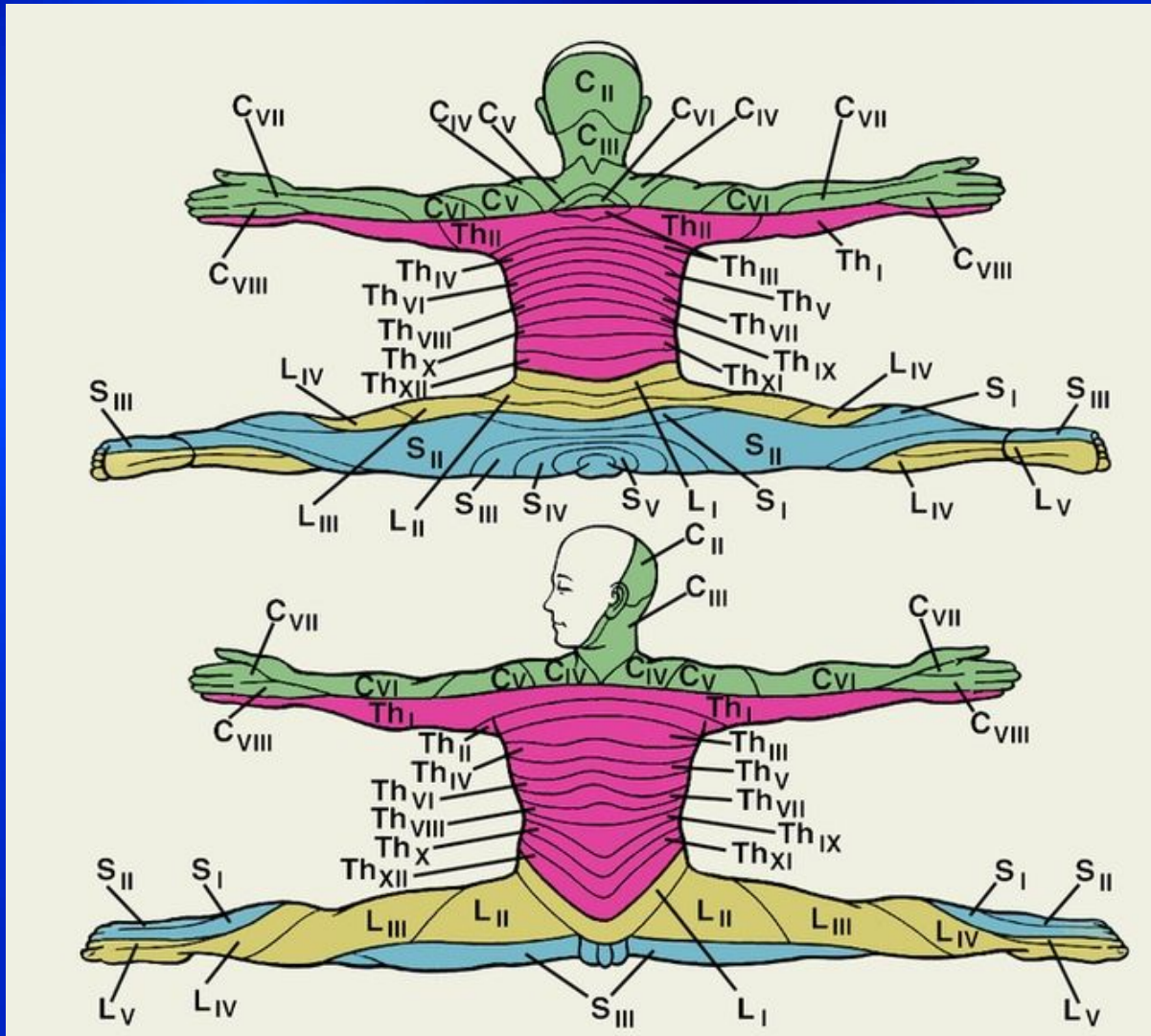
- При вертикальном положении тела сегментарные участки
  - на туловище – круговые,
  - на конечностях – продольные.



- При положении четвероногого животного полоски будут с туловища переходить на конечности.



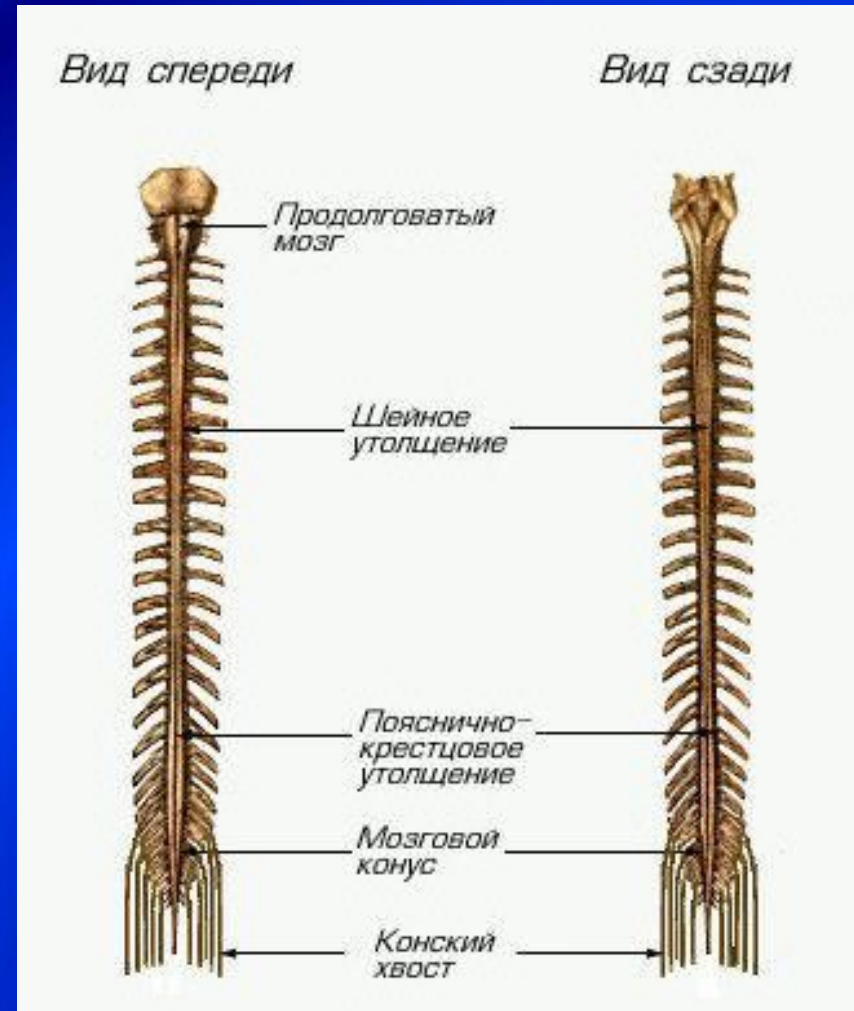
# Расположение сегментарных зон на теле человека.





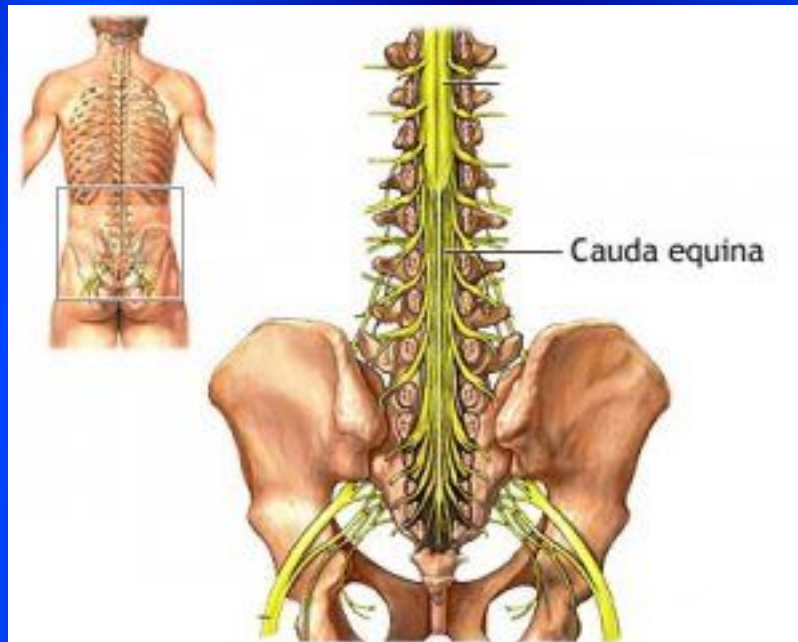
# Утолщения спинного мозга

- СМ имеет длину 45 см, однако на его протяжении имеются два утолщения:
- шейное утолщение - *intumescentia cervicalis*, C<sub>5</sub>-Th<sub>2</sub>, соответствует зоне иннервации верхних конечностей; эти сегменты содержат больше нервных клеток, они больше по размерам.
- пояснично-крестцовое, *intumescentia lumbosacralis*, Th<sub>12</sub>-S<sub>3</sub>, соответствует зоне иннервации нижних конечностей; на уровне L<sub>1</sub> переходит непосредственно в мозговой конус.

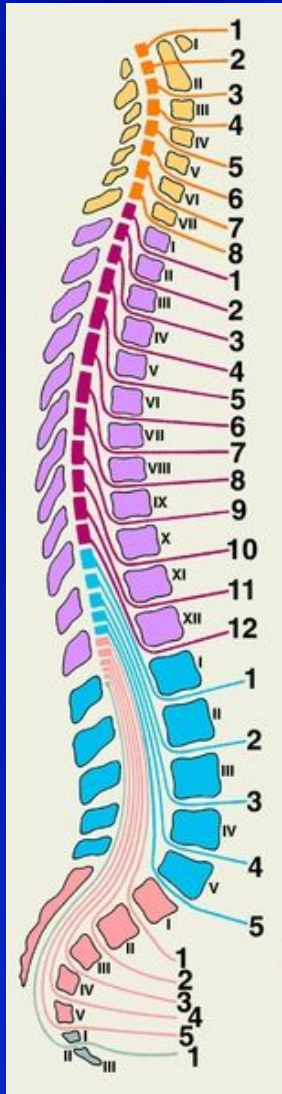


# Конский хвост

- СМ у взрослого человека заканчивается на уровне  $L_1$  у мужчин ( $L_{II}$  у женщин), так как он отстает в своем развитии от роста позвоночного канала.
- Но корешки СМН от 10 нижних сегментов ( $L_{1-5}$ ,  $S_{1-5}$ ,  $Co_1$ ) спускаются до соответствующих межпозвоночных отверстий.
- В составе конского хвоста находится 40 корешков СМН и терминальная нить.



# Соотношение сегментов спинного мозга и позвонков



- Правило Шипо

Сегменты	Тела позвонков	Разность
C <sub>1-4</sub>	C <sub>I-IV</sub>	0
C <sub>5-8</sub> – Th <sub>1-4</sub>	C <sub>V-VII</sub> – Th <sub>I-III</sub>	-1
Th <sub>5-8</sub>	Th <sub>IV-VI</sub>	-2
Th <sub>9-12</sub>	Th <sub>VII-IX</sub>	-3
L <sub>1-5</sub>	Th <sub>X-XII</sub>	
S <sub>1-5</sub> , Co <sub>1</sub>	Th <sub>XII</sub> – L <sub>I</sub> (L <sub>II</sub> )	

- Практические примеры:

1. При повреждении дужки X-ого грудного позвонка повреждается 1-ый поясничный сегмент (страдает иннервация кожи и мышц бедра)
2. При нарушении функций органов малого таза и промежности можно полагать, что поврежден позвонок L<sub>I</sub>

# Особенности онтогенеза СПИННОГО МОЗГА

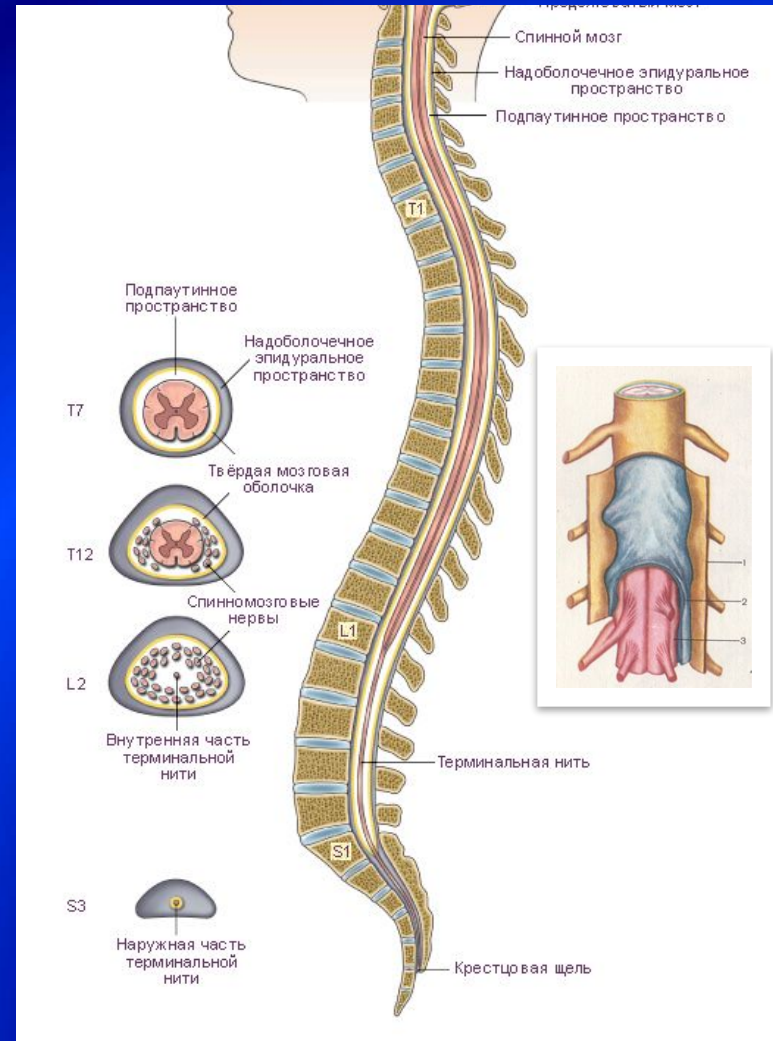
- У плода 4-х месяцев СМ заканчивается на уровне  $S_v$
- У новорожденного на уровне  $L_{III}$ , поэтому конский хвост включает 32 корешка СМН.
- У мужчин –  $L_I$
- У женщин –  $L_{II}$
- СМ у женщин длиннее по двум причинам:
  1. больше высота крестцовых сегментов, ответственных за функции внутренних женских половых органов;
  2. высота тел позвонков у женщин меньше



# Оболочки СМ

- Оболочки:

1. Мягкая, *pia mater spinalis* (3), - прилежит к веществу СМ, представлена сосудистыми сплетениями
2. Паутинная, *arachnoidea mater spinalis* (2), - бессосудистая, представлена тонкой соединительнотканной пленкой, содержащей щели
3. Твердая, *dura mater spinalis* (1), представлена плотной соединительнотканной тканью, сверху переходит в твердую оболочку головного мозга, внизу заканчивается на уровне  $S_{II}$ . Ниже  $S_{II}$  переходит в терминальную нить. По бокам образует отростки для СМН, покрывают ЧУСМН и переходят в периневральное влагалище.



# Межоболочечные пространства СМ

1. Эпидуральное, или перидуральное, *spatium epidurale seu peridurale* – между надкостницей позвонков и твердой мозговой оболочкой, содержит венозные и лимфатические сплетения, корешки СМН, рыхлую соединительную и жировую ткань. С этим пространством связано понятие – эпидуральная анестезия.
2. Субдуральное пространство, *spatium subdurale* – содержит спинномозговую жидкость. С этим пространством связаны понятия – спинномозговая пункция и спинномозговая анестезия.
3. Подпаутинное пространство, *spatium subarachnoideum* – содержит спинномозговую жидкость.



# Строение СМ на поперечном разрезе

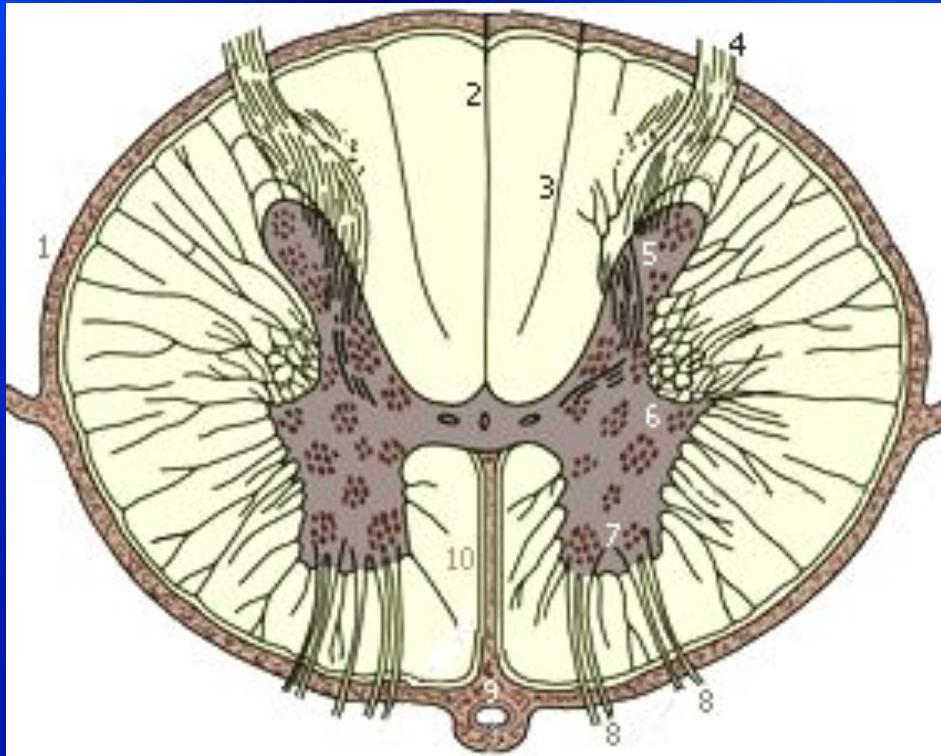
- Белое вещество – это нервные волокна, сгруппированные в нервные тракты – афферентные и эфферентные.

Выделяют канатики:

- задние
- боковые
- передние

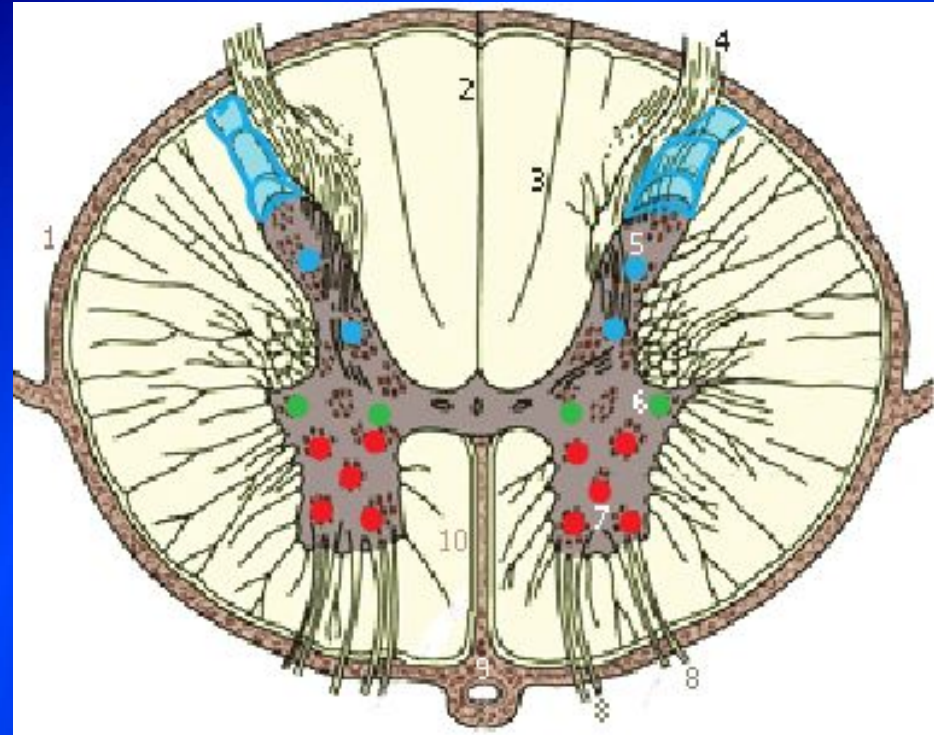
- Серое вещество – это нервные клетки и волокна. Имеет вид бабочки. В нем различают:

- » задние рога
- » боковые рога
- » передние рога
- » центральное промежуточное вещество



# Строение серого вещества

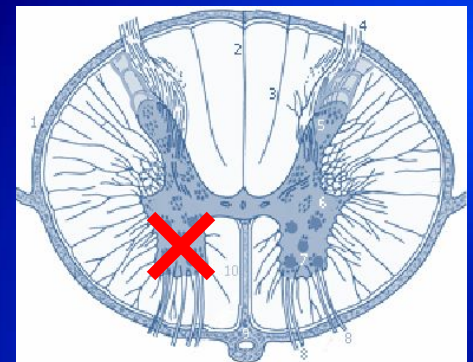
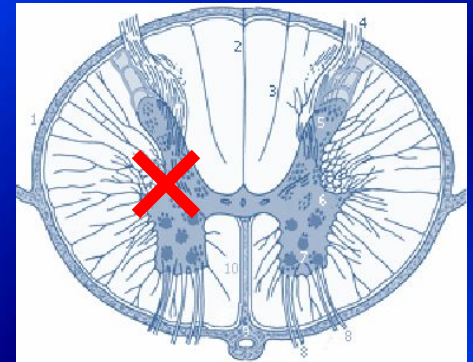
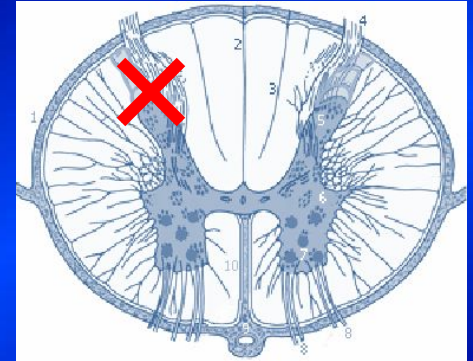
- В составе серого вещества 3-5% приходится на ядра и 95-97% на отдельные рассеянные клетки, *cellulae dissiminate*.
- Вещество над задним рогом
  - студенистое вещество (SG)
  - губчатая зона (ZS)
  - пограничная зона (ZT)
- Ядра заднего рога чувствительные:
  - собственное (NPCP)
  - грудное (NTh)
- Ядра бокового рога – симпатические:
  - латеральное промежуточное (NLI)
- Ядра промежуточной зоны:
  - медиальное промежуточное (NMI)
- ядра переднего рога – двигательные:
  - ДЯПРСМ (NPCA)





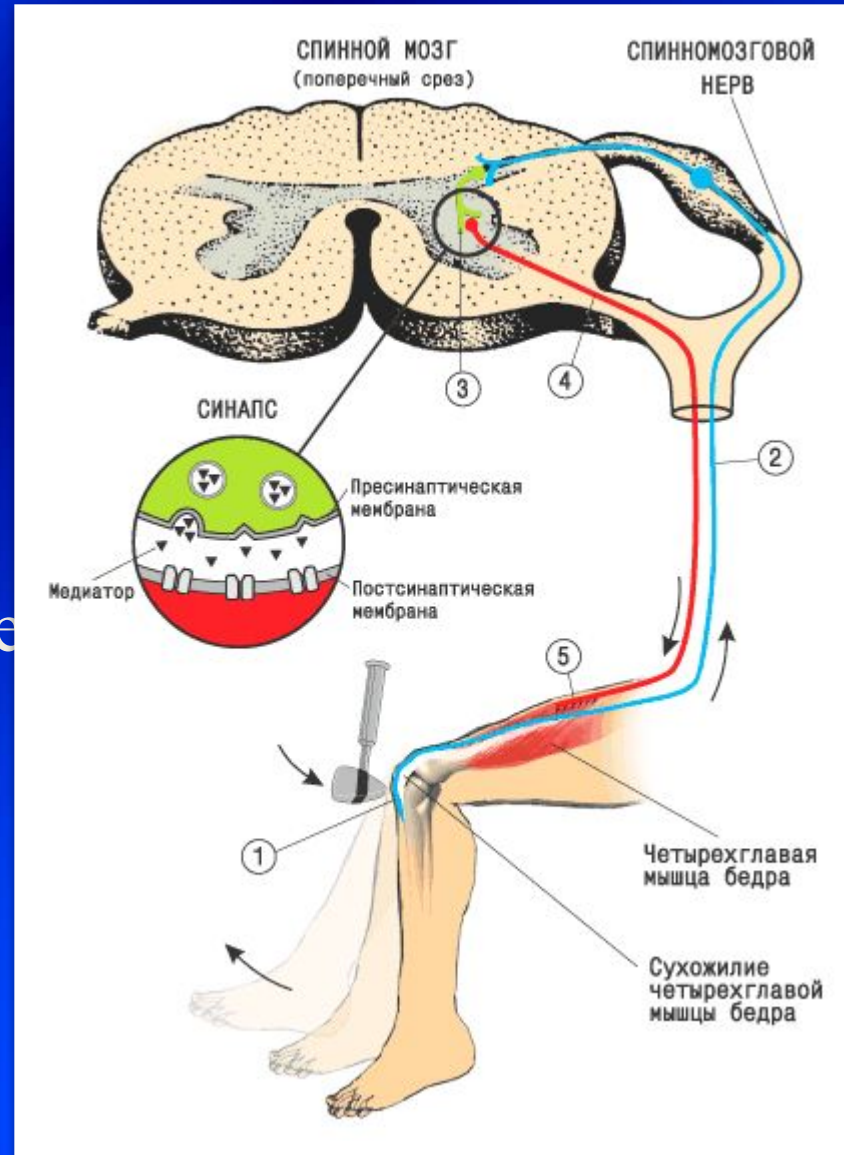
# Клинические проявления при поражении серого вещества

- При поражении заднего рога – диссоциированные расстройства чувствительности; нарушается болевая, температурная и тактильная чувствительность, но сохраняется проприоцептивная.
- При поражении бокового рога – нарушается симпатическая иннервация сосудов, потовых желез, пиломоторных мышц и внутренних органов
- При поражении переднего рога нарушаются движения и тонус мышц



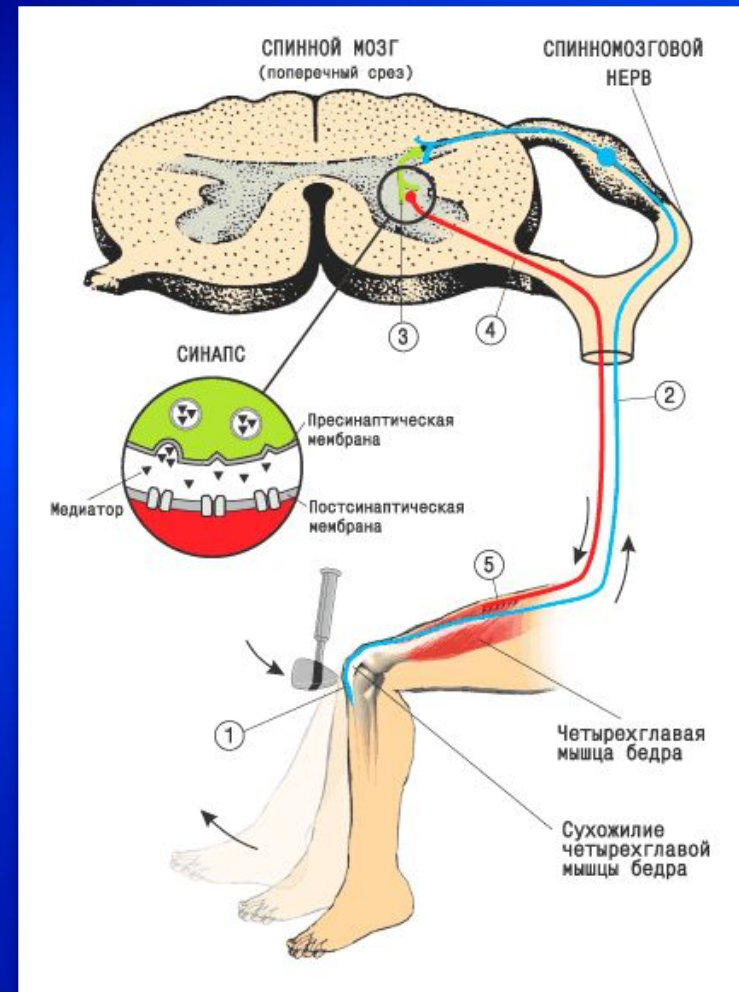
# Сегментарный аппарат СМ

- СА – совокупность структур СМ, предназначенных для осуществления безусловных рефлексов на уровне СМ.
- Это простые защитные рефлексы, возникающие при раздражении туловища, конечностей и внутренних органов



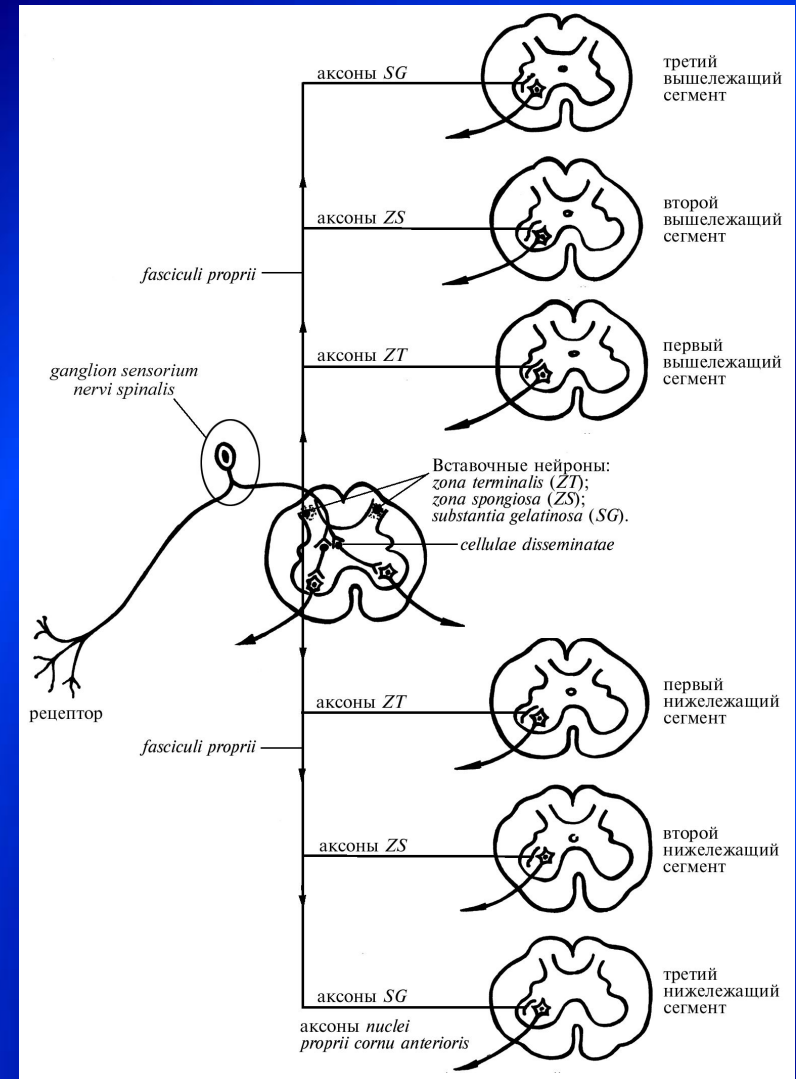
# Состав сегментарного аппарата

- 1. Заднекорешковая зона (центральные отростки псевдоуниполярных клеток ЧУСМН)
- 2. Вставочные нейроны
  - рассеянные клетки, CD
  - клетки студенистого вещества, SG
  - клетки губчатой зоны, ZS
  - клетки терминальной зоны, ZT
- 3. Задние, боковые и передние собственные пучки спинного мозга
- 4. ДЯПРСМ – двигательные ядра передних рогов СМ и начальная часть их аксонов
- 5. Остальные элементы рефлекторных дуг безусловных рефлексов относятся к периферической нервной системе (передние и задние корешки, чувствительные узлы спинномозговых нервов, спинномозговые нервы и их ветви).



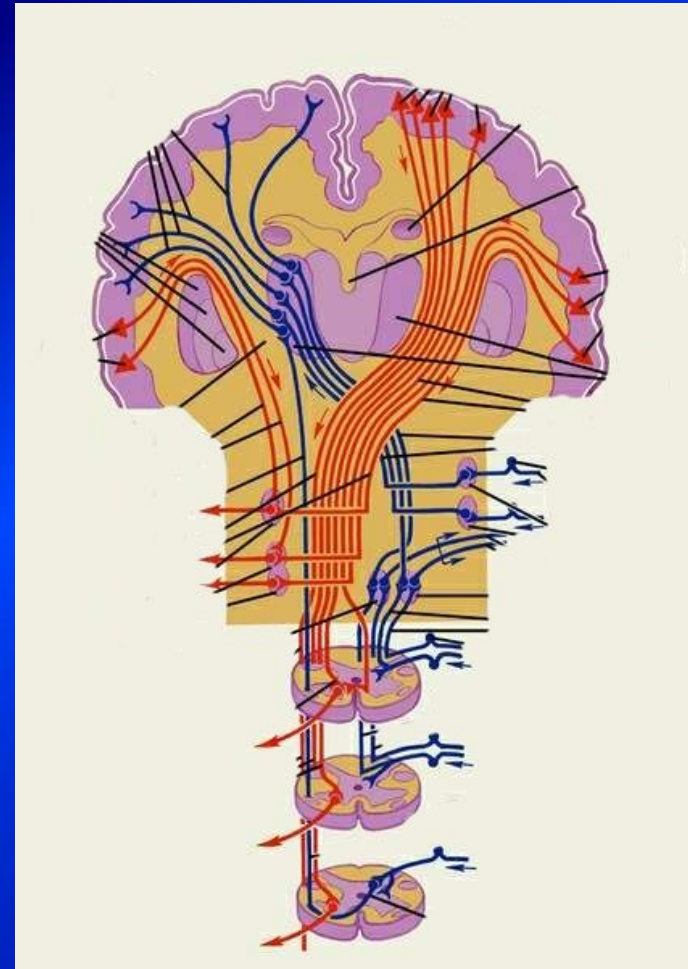
# Полисегментарная реакция на раздражение

- При раздражении рецептора в одном сегменте возникает ответная реакция с нескольких сегментов — полисегментарная, так как в СМ информация распространяется на выше- и нижележащие сегменты:
  - клетки терминальной зоны, ZT —  $\updownarrow$  на 1
  - клетки губчатой зоны, ZS —  $\updownarrow$  на 2-3
  - клетки студенистого вещества, SG —  $\updownarrow$  на 3-7



# Интеграционный аппарат СМ

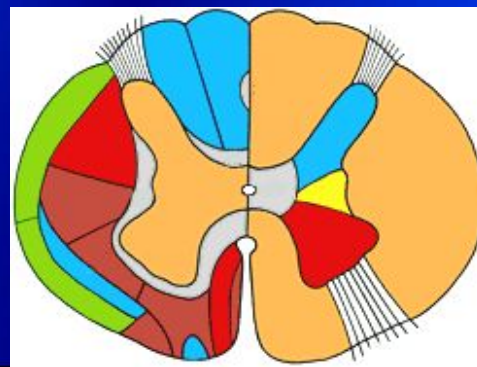
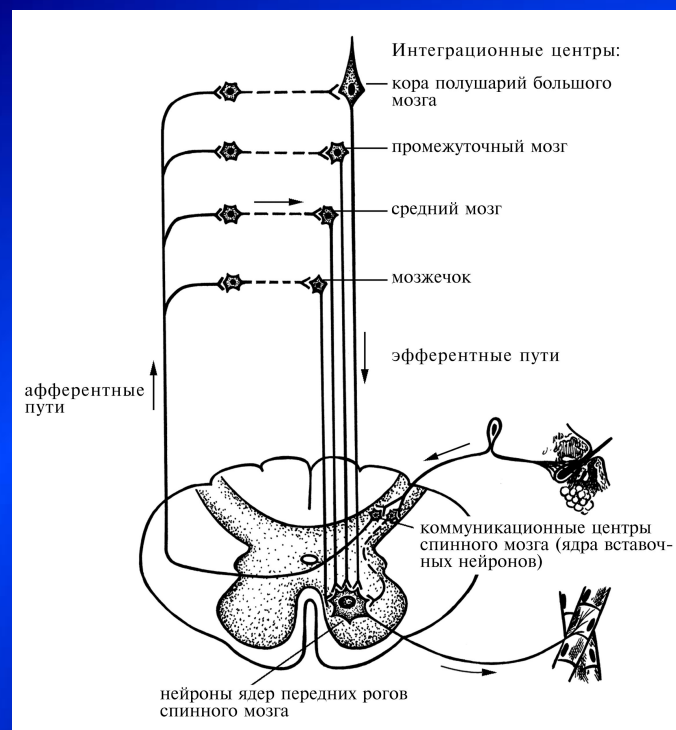
- ИА – совокупность нервных структур, обеспечивающих двустороннюю связь спинного и головного мозга, а также анализ поступившей из спинного мозга информации в интеграционных центрах головного мозга (интегративная, координирующая деятельность ГМ по отношению к СМ)
- ИА СМ представляет собой восходящие и нисходящие проводники: белое вещество за исключением собственных пучков СМ и ядра вставочных нейронов (коммуникационные центры)



# Составляющие интеграционного аппарата

• ИА включает:

1. заднекорешковые волокна
2. коммуникационные центры (чувствительные ядра СМ)
3. афферентные пути
4. интеграционные центры ГМ (мозжечок, верхние холмики среднего мозга, промежуточный мозг, конечный мозг)
5. эфферентные пути
6. клетки ДЯПРСМ и часть их аксонов



# Состав заднего канатика СМ

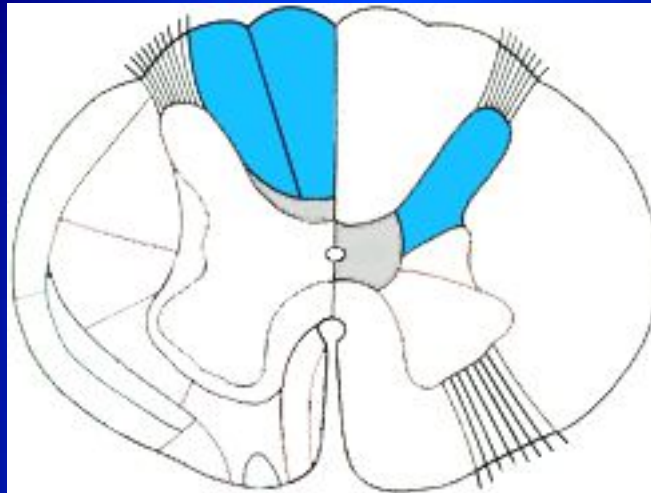
- заднекорешковая зона, *zona radicularis*.
- задний собственный пучок, *fasciculus proprius posterior* (\*СА)
- *Восходящие тракты*:

1) тонкий пучок, *fasciculus gracilis* (пучок Голля);

сознательная проприоцептивная и частично тактильная чувствительность от нижних конечностей и нижней части туловища – 19 нижних чувствительных узлов спинномозговых нервов ( $C_{0_1}$ ,  $S_{1-5}$ ,  $L_{1-5}$ ,  $Th_{5-12}$ ).

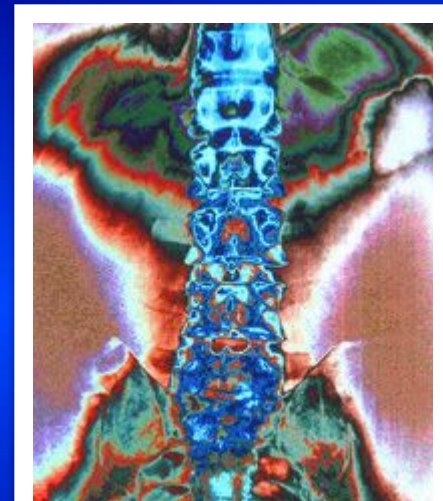
2) клиновидный пучок, *fasciculus cuneatus* (пучок Бурдаха);

сознательная проприоцептивная и частично тактильная чувствительность от шеи, верхних конечностей и верхней части туловища – 12 верхних чувствительных узлов спинномозговых нервов ( $Th_{1-4}$ ,  $C_{1-8}$ ).



# Поражение заднего канатика

- При поражении заднего канатика  
Нарушения проприоцептивной глубокой чувствительности, при этом поверхностная чувствительность сохраняется. Бывает при спинной сухотке (табетические расстройства чувствительности, синдром Русси-Лермитта-Шельвена)
- При поражении заднекорешковой зоны полное отсутствие чувствительности и двигательных функций.



*Сухотка спинного мозга*

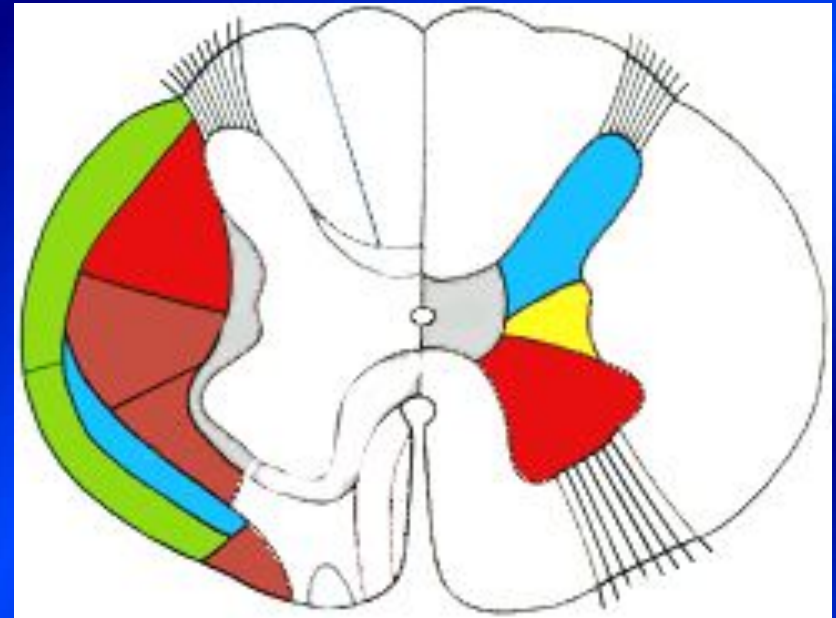


*Атрофия коленного сустава в позднем периоде сухотки спинного мозга*



# Состав бокового канатика

- латеральный собственный пучок спинного мозга, *fasciculus proprius lateralis* (\*СА);
- 3 восходящих тракта:
  - 1) задний спинно-мозжечковый путь, *tractus spinocerebellaris posterior* (пучок Флексига)  
бессознательная проприоцептивная чувствительность
  - 2) передний спинно-мозжечковый путь, *tractus spinocerebellaris anterior* (пучок Говерса)  
бессознательная проприоцептивная чувствительность
  - 3) латеральный спинно-таламический путь, *tractus spinothalamicus lateralis*  
болевая, температурная и тактильная чувствительность
- 4 нисходящих тракта:
  - 1) латеральный корково-спинномозговой путь, *tractus corticospinalis lateralis*  
точное, заранее продуманное (осознанное) движение
  - 2) красноедерно-спинномозговой путь, *tractus rubrospinalis* (пучок Монакова)  
поддержание тонуса скелетных мышц (в удобной позе) и выполнение сложных автоматических рефлекторных движений (бег, ходьба).
  - 3-4) преддверно-спинномозговой, *tractus vestibulospinalis*, и оливо-спинномозговой путь, *tractus olivospinalis*  
безусловно-рефлекторные движения и тонус мышц при вестибулярных нагрузках



# Поражение бокового канатика

- При поражении бокового канатика
  - нарушается поверхностная чувствительность (болевая, температурная, тактильная) на противоположной стороне тела
  - нарушаются осознанные движения на стороне поражения, изменяется тонус мышц и нарушается поза



*Опухоль спинного мозга*

# Состав переднего канатика

- Передний собственный пучок, *fasciculus proprius anterior* (\*CA)

- 3 нисходящих тракта

- 1) крыше-спинномозговой путь, *tractus tectospinalis*

безусловно рефлексорные движения на сильные звуковые, световые, тактильные и обонятельные раздражения

- 2) передний корково-спинномозговой путь, *tractus corticospinalis anterior*

осознанные движения верхней части туловища

- 3) ретикулярно-спинномозговой путь, *tractus reticulospinalis*

контроль деятельности ретикулярной формации СМ

- 4) медиальный продольный пучок, *fasciculus longitudinalis medialis*

контроль работы двигательных ядер XI пары ЧН и шейных сегментов

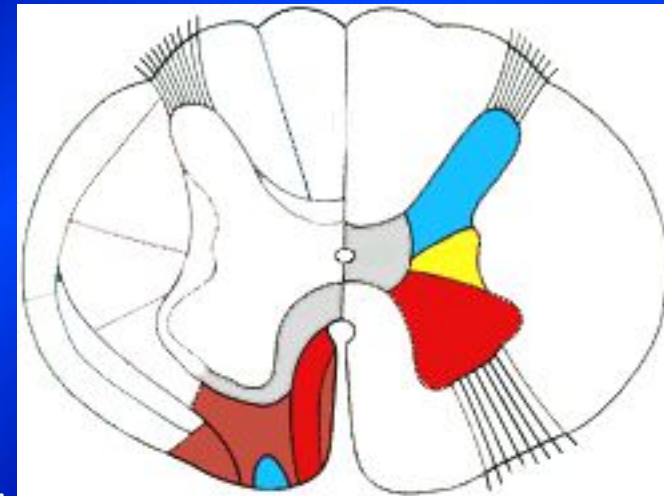
- 2 восходящих тракта

- 1) передний спинно-таламический путь, *tractus spinothalamicus anterior*

тактильная чувствительность

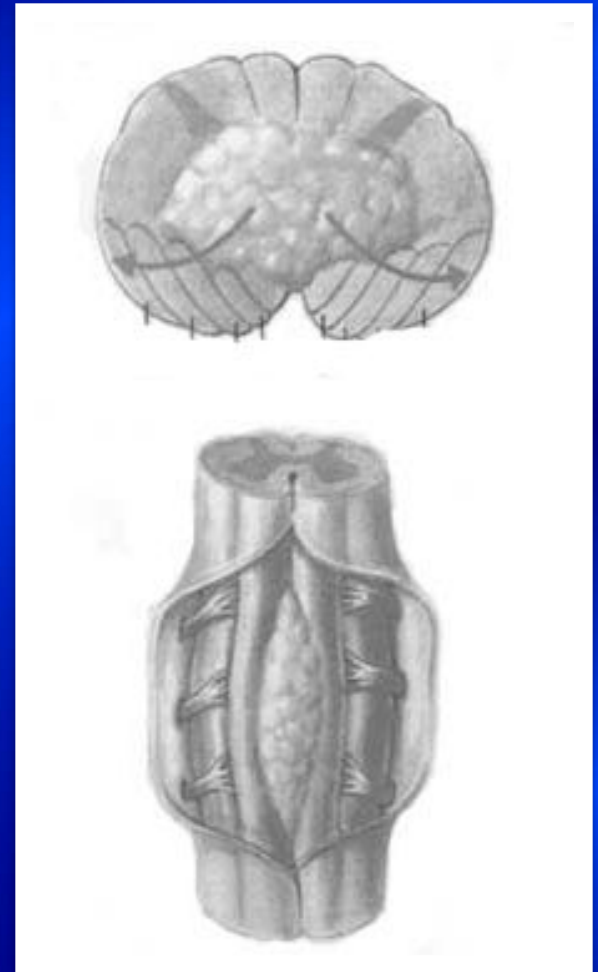
- 2) спино-ретикулярный путь, *tractus spinoreticularis*

доставляет информацию к ретикулярной формации головного мозга



# Поражение переднего канатика

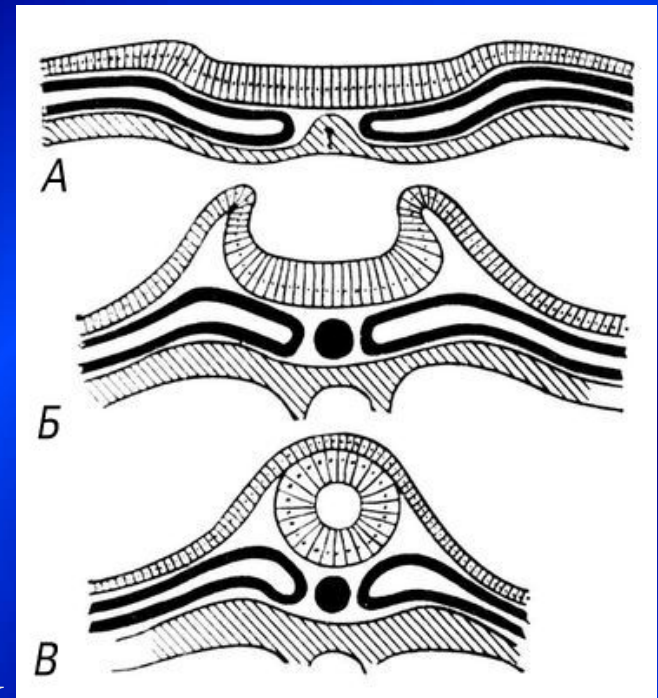
- При поражении переднего канатика
- нарушаются охранительные рефлексы на сильные звуковые, световые, тактильные и обонятельные раздражения
  - нарушаются точные движения мышц шеи и верхней части туловища
  - нарушается сочетанный поворот головы и глаз в противоположную сторону



*Опухоль спинного мозга*

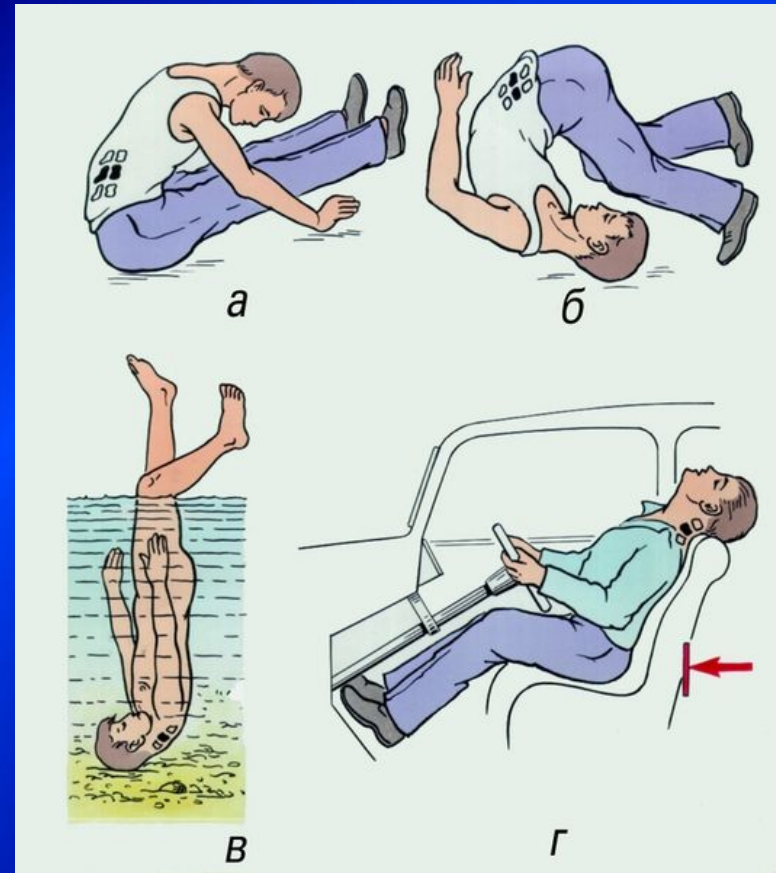
# Развитие спинного мозга

- Нервная система развивается из эктодермы → нервная пластинка → валик → трубка
- В составе трубки выделяют три слоя:
  - эпендимный – выстилка центрального канала
  - плащевой – серое вещество
  - вуальный – белое вещество
- Филогенез: вначале формируется сегментарный аппарат (у бесчерепных), а затем интеграционный (у черепных)



# Значение для клинических дисциплин

- неврология, нейрохирургия
- При повреждении СМ возникают параличи.  
Характер паралича зависит от уровня поражения СМ
  - при повреждении в области шеи – будет нарушение чувствительности и движений в области туловища, верхних и нижних конечностей.
  - при повреждении в нижнегрудном отделе – паралич нижних конечностей.
- Различные инфекционные заболевания (полиомелит, сифилис и др.) приводят к разрушению канатиков или определенных ядер в сером веществе СМ



*Травмы позвоночника, влекущие травмы спинного мозга*

***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ***