

Лекция 2

ЦНС. Спинной мозг

- 1. Функции и строение**
- 2. Оболочки**
- 3. Сосуды**
- 4. Развитие**

вопрос 1

**функции и строение
спинного мозга**

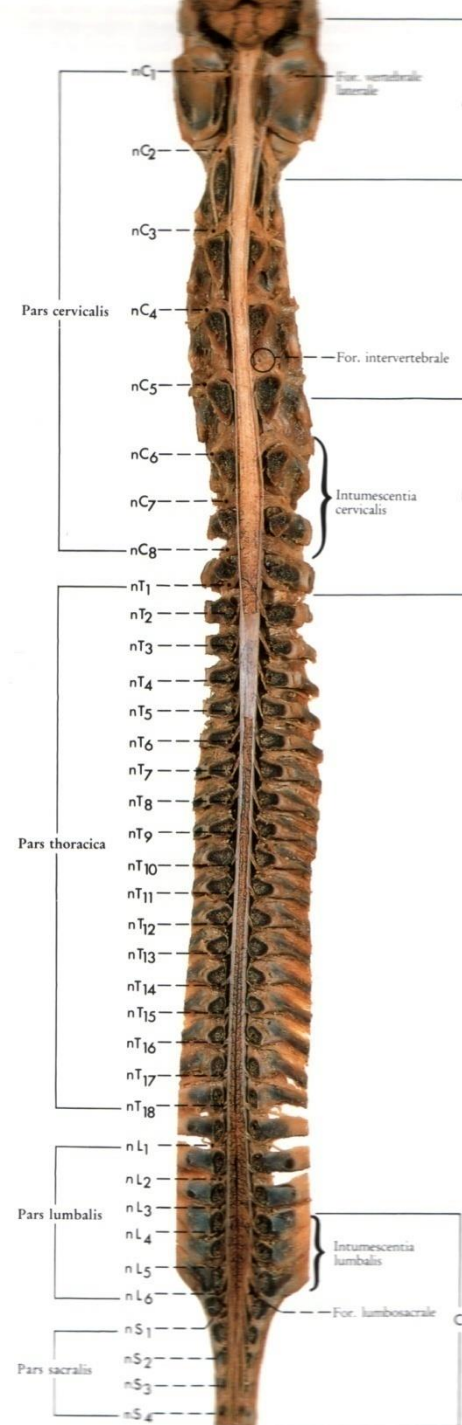
функции спинного мозга

- 1. рефлекторный центр** всех двигательных реакций скелетных мышц (кроме лицевых), рефлексов сосудов, мочеполовой системы, прямой кишки
 - 2. проведение импульсов в головной мозг** (главнее спинного) **и обратно**
 - 3. место замыкания рефлекторных дуг**, передающих нервный импульс с чувствительного звена на двигательное
 - 4. эндокринная** — эпендимоглия спинномозгового канала (интраспинальный орган) в молодом возрасте вырабатывает БАВ, регулирующие АД, суточные ритмы, половую функцию
- ✓ развитие спинного мозга прямо пропорционально развитию скелетных мышц и кожного покрова, что обусловлено большим рецепторным полем кожи и разнообразием движений мышц

межпозвоночная грыжа (видео)



спинной мозг лошади на всем протяжении

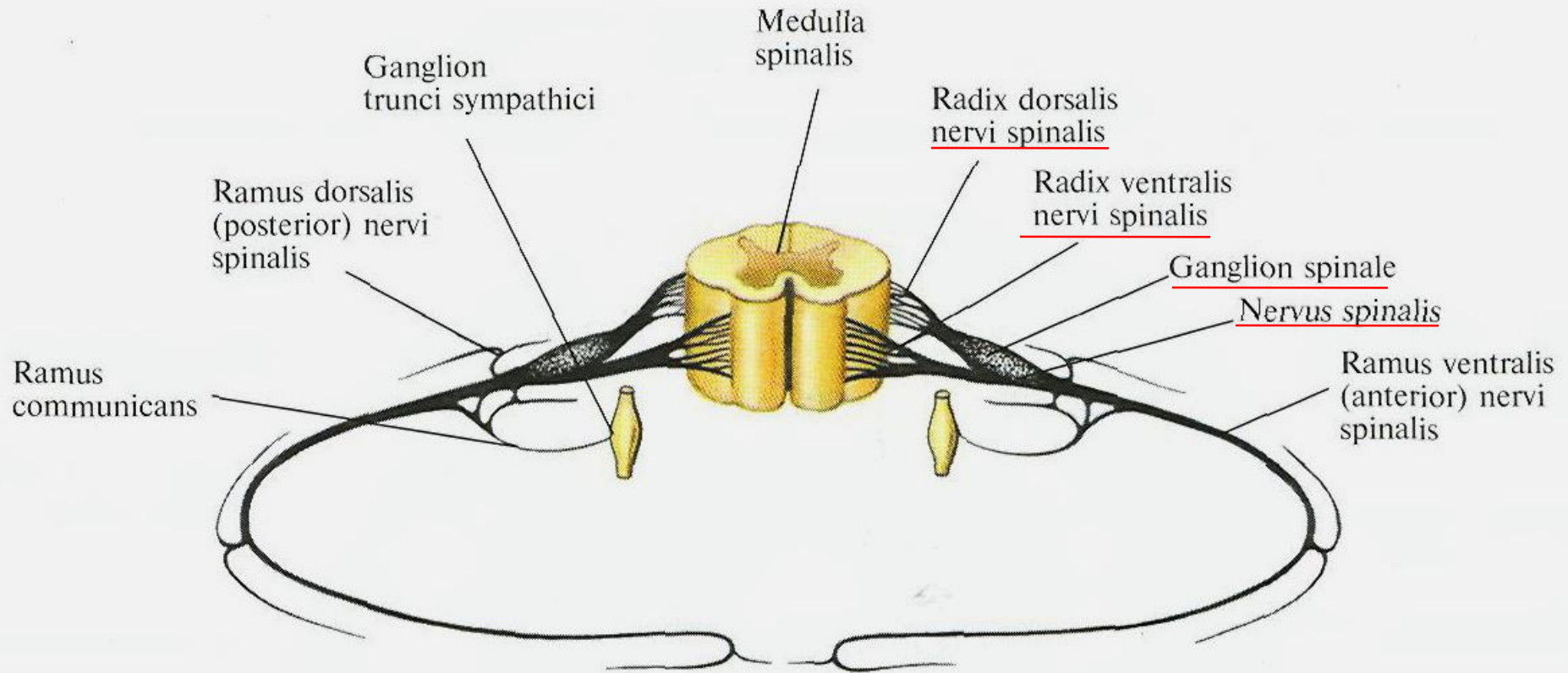


Спинной мозг (medulla spinalis)

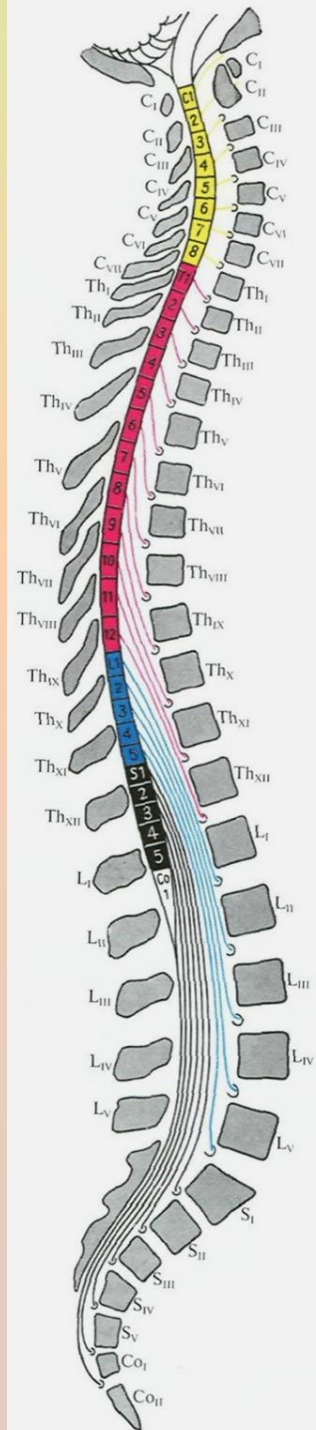
цилиндрический тяж, сдавлен дорсо-вентрально и лежит в позвоночном канале (занимает 2/3 его объема)

- ✓ передняя граница – большое затылочное отверстие
- ✓ задняя граница – различна:
 - у крс – до **4 поясничного** позвонка,
 - у свиньи – **6 поясничного**,
 - у собаки – **7 поясничного**,
 - у лошади – **2 крестцового**,
 - у кошки – **3 крестцового**,
 - у человека – до **2 поясничного**
- ❖ **сегмент** – участок спинного мозга с парой нервов
- ✓ выделяют ***шейные, грудные, поясничные, крестцовые*** и ***хвостовые*** сегменты спинного мозга. Их границы, из-за опережающего роста позвоночного столба, не совпадают с позвонками, таких же отделов

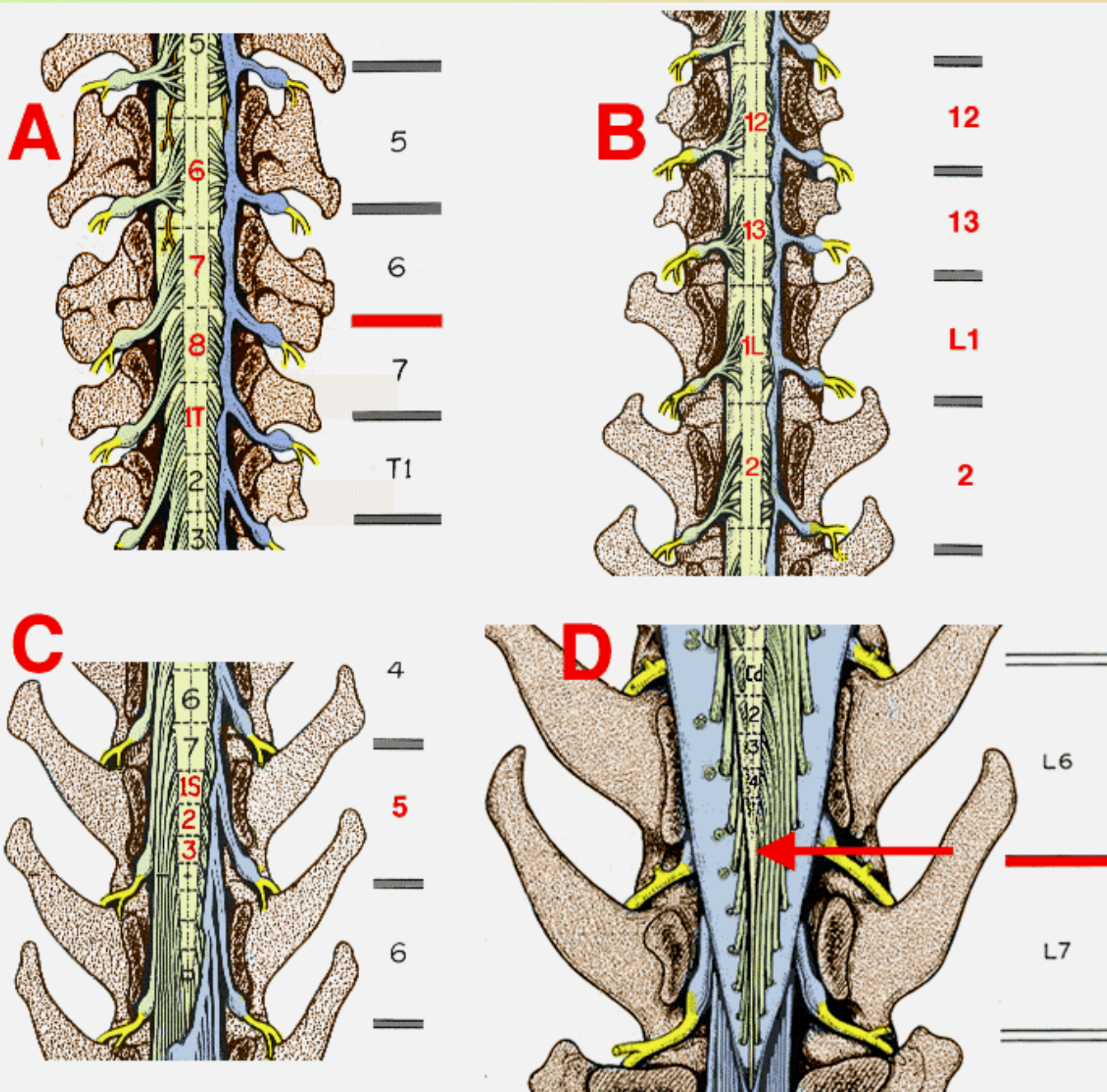
сегмент спинного мозга



соотношение сегментов спинного мозга и сегментов позвоночного столба у человека



соотношение сегментов спинного мозга и позвоночника у собаки



СПИННОЙ МОЗГ

имеет 2 утолщения:

- 1) **шейное** – содержит нейроны, отростки которых формируют нервы грудных конечностей (плечевое сплетение)
- 2) **пояснично-крестцовое** - содержит нейроны, отростки которых формируют нервы тазовых конечностей (поясничное и крестцовое сплетения).

шейное утолщение спинного мозга

Cavum subdurale — — — — —

Lig. denticulatum — — — — —

Endomeninx

Arachnoidea — — — — —

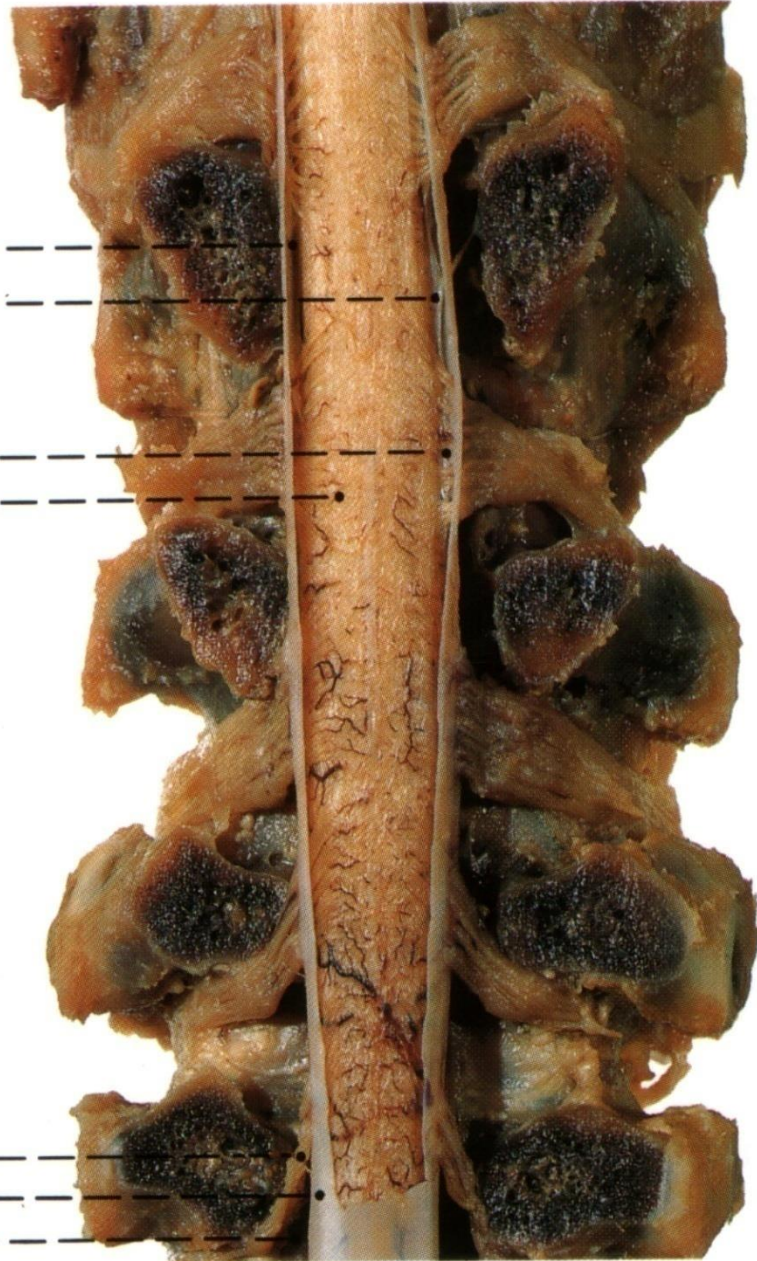
Pia mater — — — — —

Ectomeninx

Periosteum — — — — —

Dura mater — — — — —

Cavum epidurale — — — — —



МОЗГОВОЙ КОНУС И КОНСКИЙ ХВОСТ СПИННОГО МОЗГА

за пояснично-крестцовым утолщением
спинной мозг сужается - МОЗГОВОЙ КОНУС

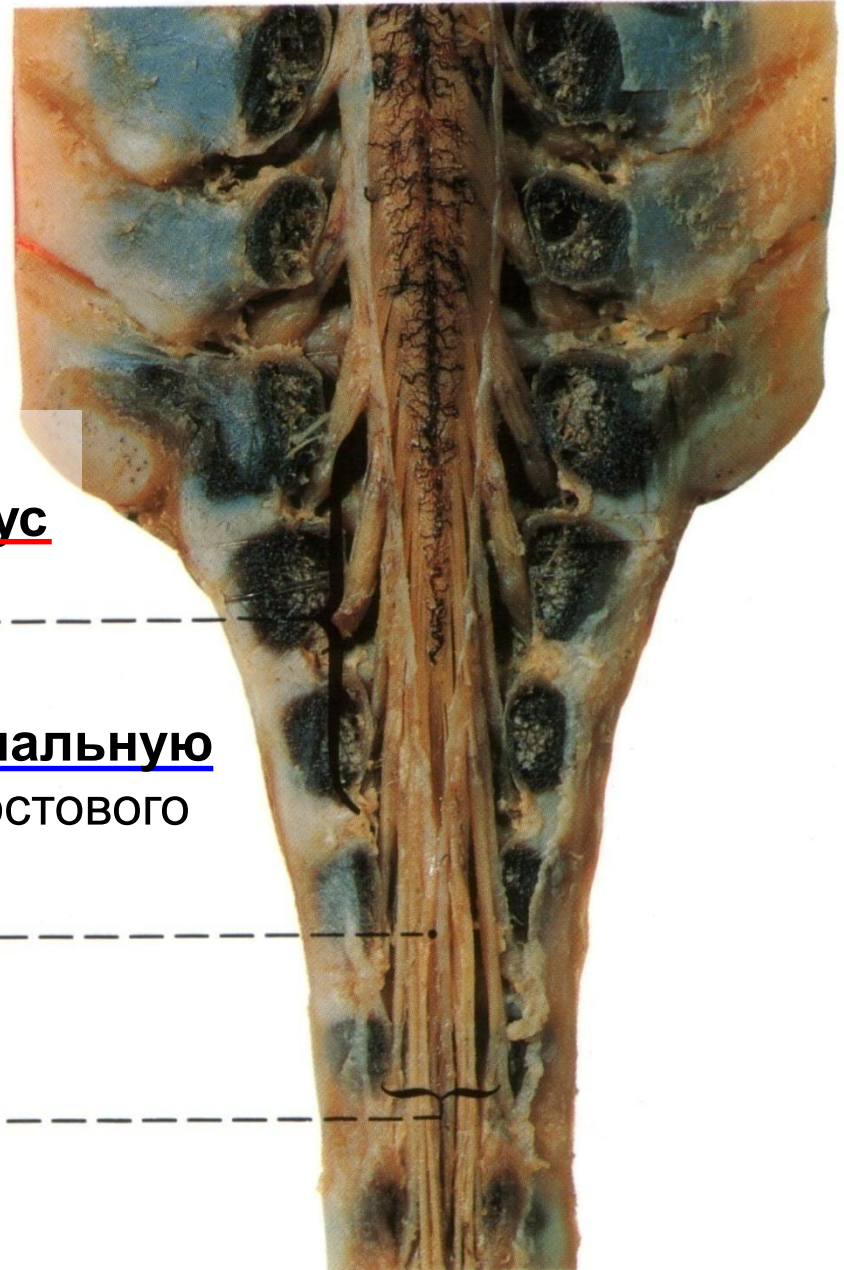
- ✓ мозговой конус переходит в терминальную
(концевую) **НИТЬ** - доходит до 6 хвостового
позвонка

Conus medullaris

Filum terminale

Cauda equina

- ✓ терминальная нить + хвостовые
нервы = «КОНСКИЙ ХВОСТ»



вид с поверхности

вентр. поверхность:

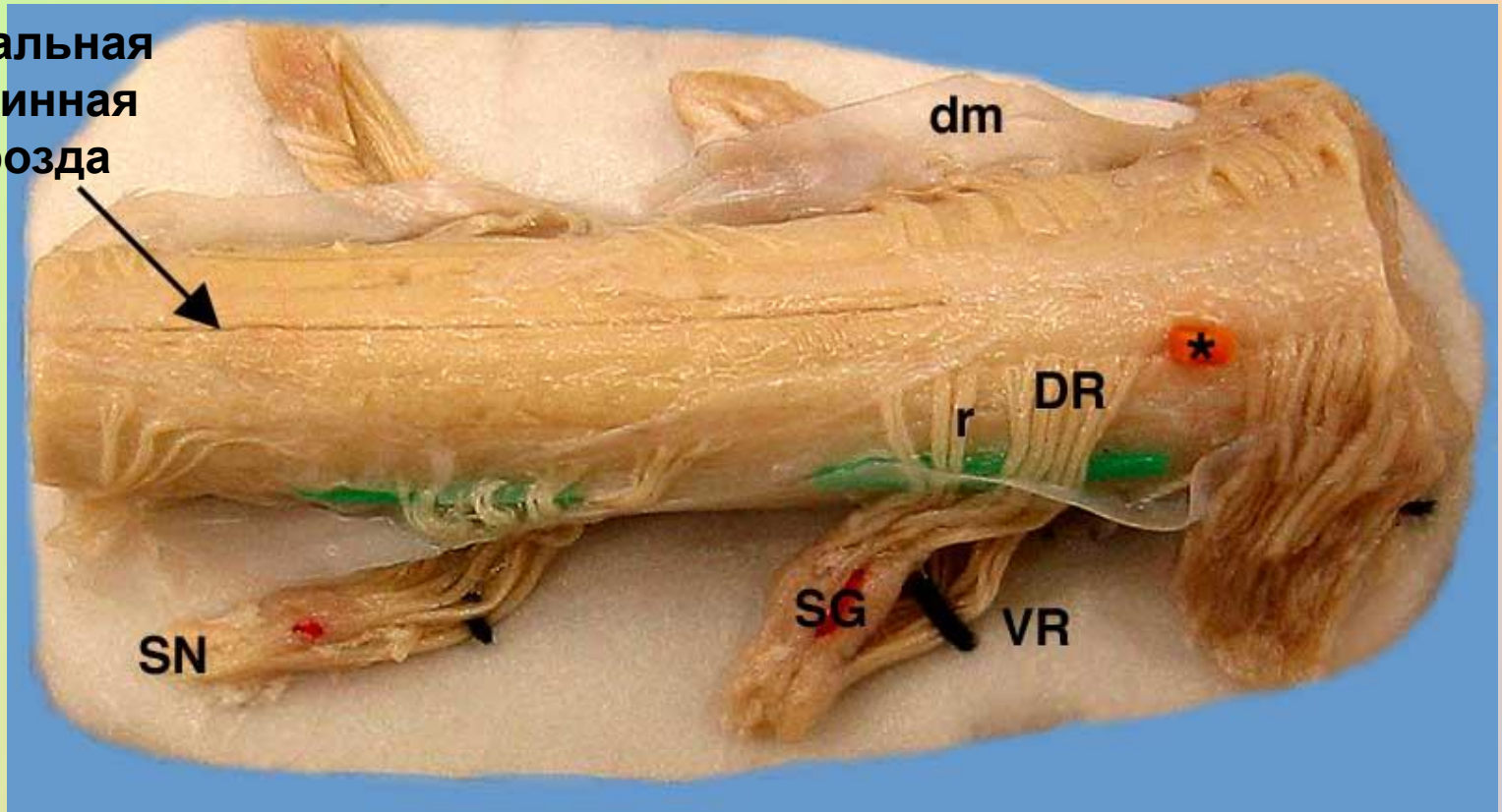
- 1. вентр. срединная щель** - лежит спинномозговая центральная а. и в.
- 2. две лат. вентральные борозды** - место выхода вентральных (двигательных) корешков спинномозговых нервов

дорсальная поверхность:

- 1. дорс. срединная борозда**
- 2. две дорс. промежуточные борозды** – делят дорс. канатики на 2 пучка (тонкий и клиновидный)
- 3. две дорс. латеральные борозды** - место вхождения дорсальных (чувствительных) корешков спинномозговых нервов

спинной мозг дорсальная сторона

дорсальная
срединная
борозда



dm – твердая мозговая оболочка

* - латеральная дорсальная борозда

DR – дорсальный корешок спинномозгового нерва

VR – вентральный корешок спинномозгового нерва

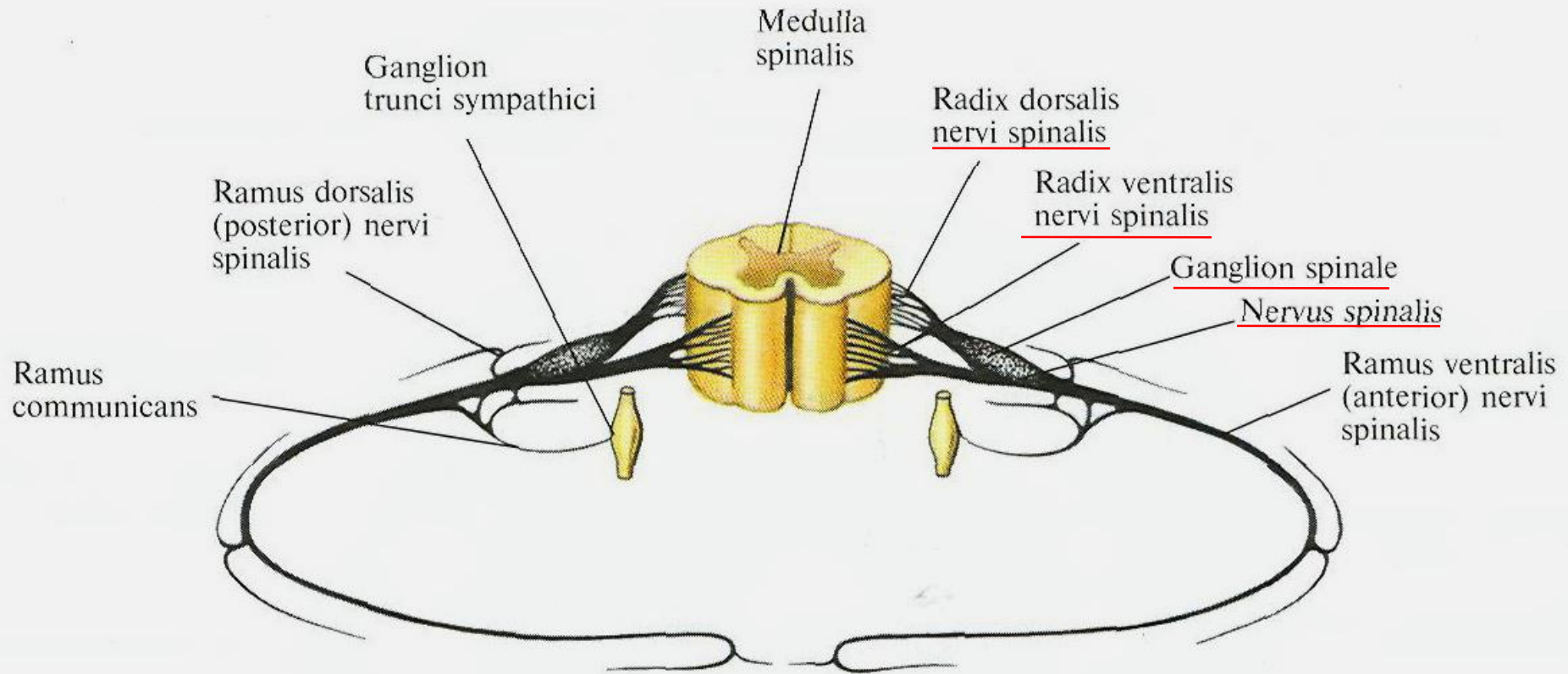
SG – спинномозговой ганглий

SN – спинномозговой нерв

спинномозговые нервы (nervus spinalis)

- ✓ выходят парами в каждом сегменте через межпозвоночные отверстия
- ✓ каждый нерв начинается пучками корешковых нитей, формирующих дорсальный (чувствительный) и вентральный (двигательный) корешки
- ✓ на дорсальных корешках утолщения – **спинномозговые узлы (ганглии)** – из чувствительных нейронов (отсутствуют в ЦНС)
- ✓ в шейной и грудной частях спинного мозга нервы отходят перпендикулярно мозгу, а в пояснично-крестцовой – косо назад (связано с опережающим ростом позвоночника)

образование спинномозговых нервов

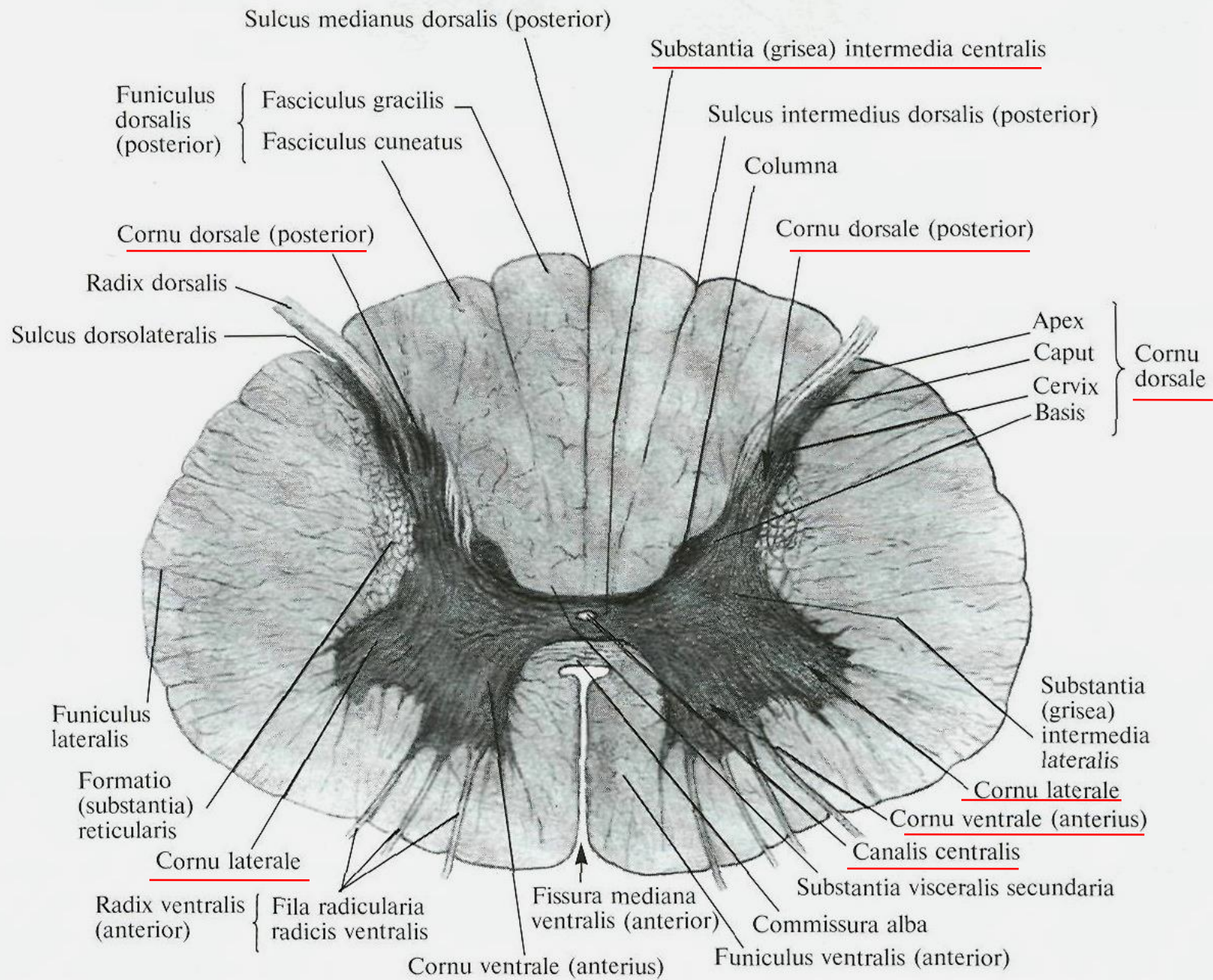


вид на разрезе

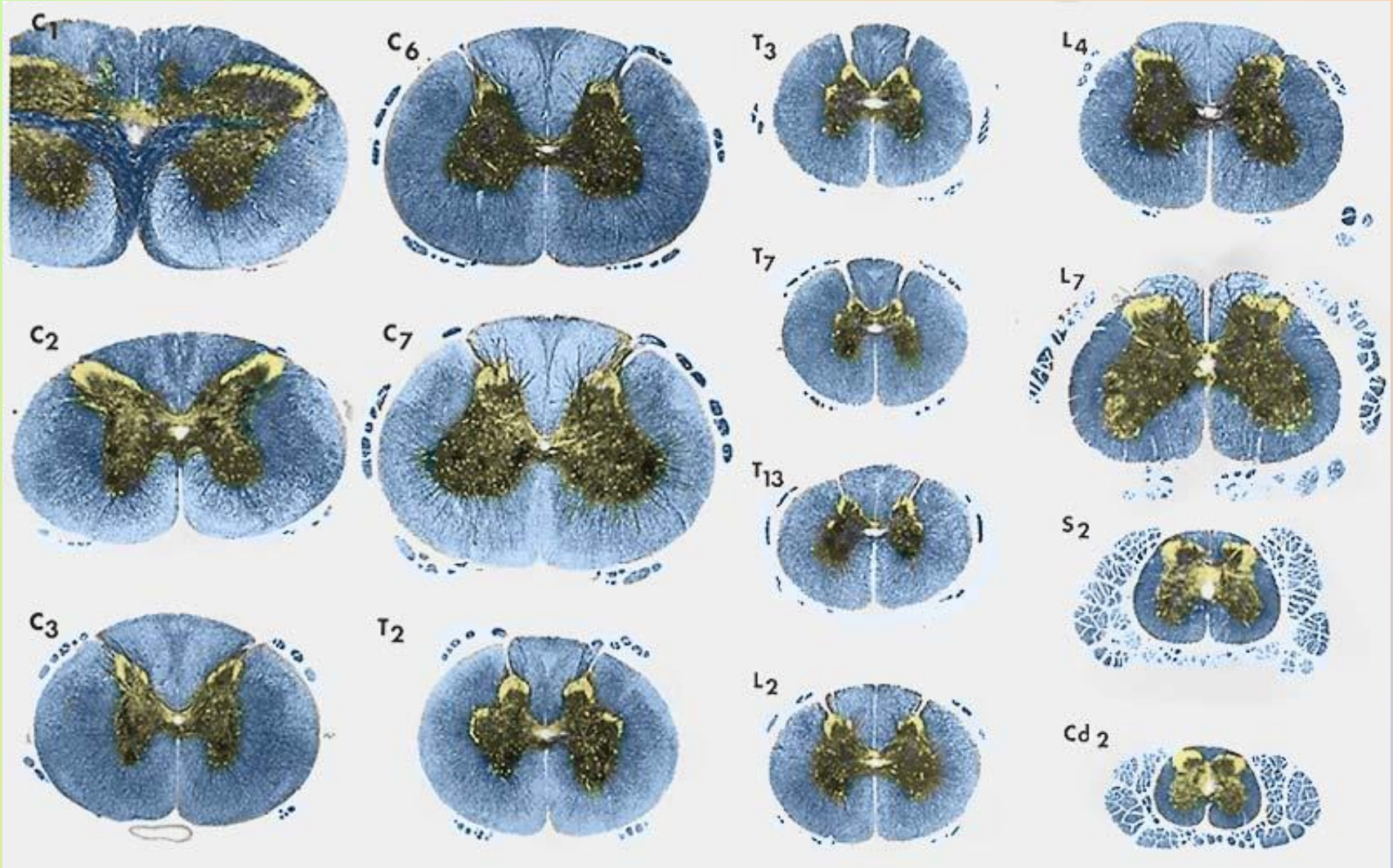
серое вещество (substantia grisea) – лежит в центре, имеет форму бабочки (буквы Н):

1. **дорсальные рога** (столбы) - чувствительные
2. **вентральные рога** - двигательные
3. **латеральные рога** – в грудно-поясничном и крестцовом отделах
4. **промежуточное вещество** – между дорсальными и вентральными рогами
5. **серая спайка** – соединяет половины серого вещества
6. **спинномозговой канал** – в центре спайки, краниально переходит в 4-й мозговой желудочек продолговатого мозга, каудально – заканчивается слепо. Выслан эпендимоглией, заполнен ***ликвором***

поперечный разрез спинного мозга



серое вещество разных сегментов спинного мозга



строение серого вещества

- ✓ представлено телами нейронов, окруженными глией
- ✓ **ядро серого вещества** – группа нейронов одинакового строения и функции
- ✓ нейроны дорсальных рогов образуют:

- 1. желатинозное и губчатое вещество** – аксоны формируют собственные пучки - fasciculi proprii (обеспечивают межсегментарные связи при участии в ответной реакции многих сегментов серого вещ-ва)
- 2. собственное ядро дорсального рога** – аксоны формируют пути болевой и температурной чувствительности (лат. спинно-таламический путь противоположной стороны), осязания и давления (вент. спинно-таламический путь)
- 3. грудное ядро (Кларка)** – аксоны формируют дорс. спинно-мозжечковый путь на своей стороне (координация движений)

✓ нейроны промежуточной зоны и лат. рогов образуют:

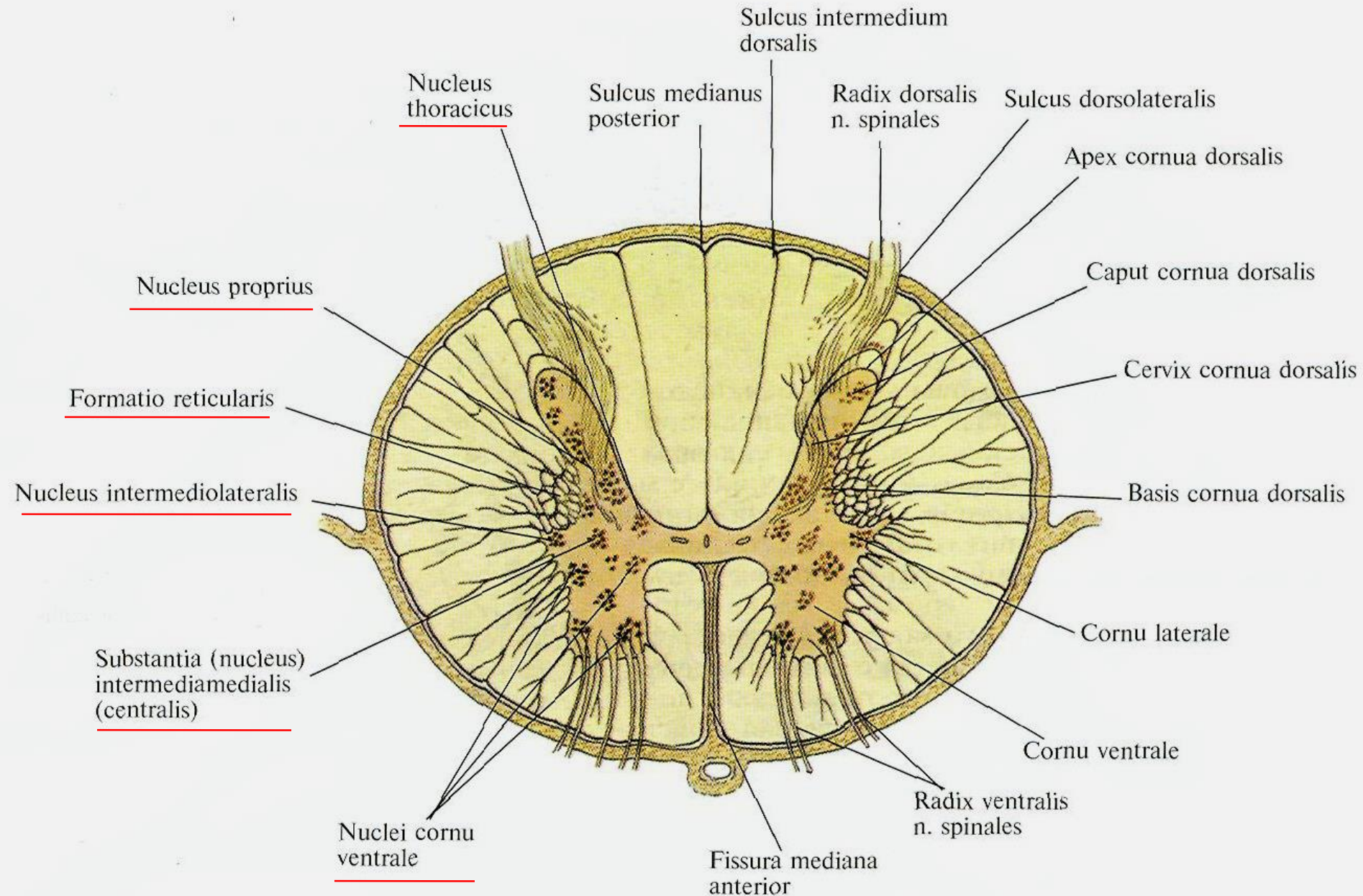
1. **медиальное промежуточное ядро** (в промежуточной зоне) — аксоны формируют вент. спинно-мозжечковый путь
2. **латеральное промежуточное ядро** (в лат. рогах) — сегментарный центр симпатической НС. Аксоны в составе вентральных корешков спинномозговых нервов (белые соединительные ветви) идут в симпатические ганглии

✓ нейроны вентральных рогов образуют ядра:

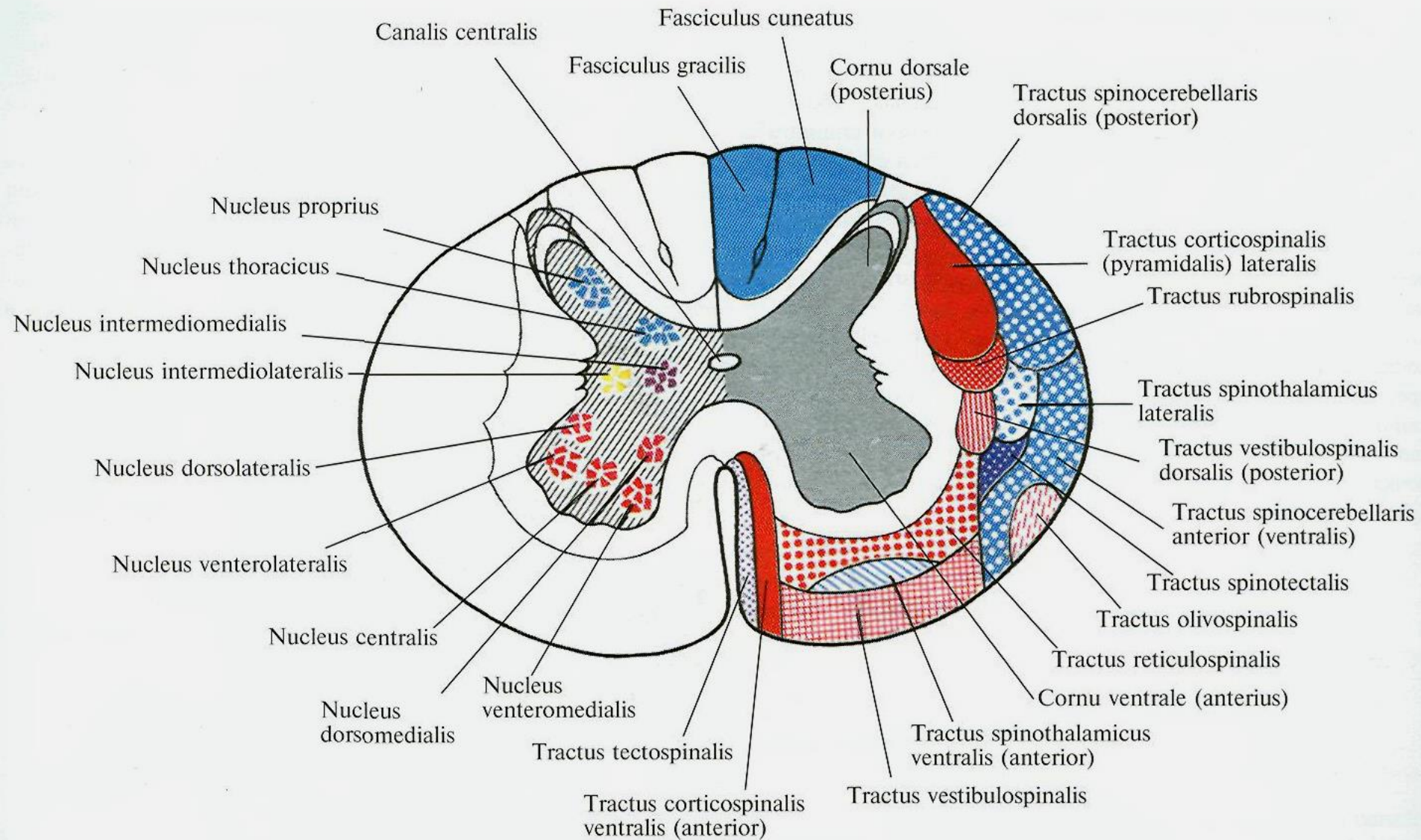
- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. дорсолатеральное2. вентролатеральное3. центральное4. дорсомедиальное5. вентромедиальное |  <p>состоят из моторных нейронов, их аксоны формируют вент. (двигательные) корешки спинномозговых нервов, идут к скелетным мышцам туловища (от мед. ядер) и конечностей (от лат. ядер)</p> |
|---|--|

✓ **сетчатое образование** - из мультиполярных нейронов, лежит между дорс. и вент. рогами в шейном отделе, дорс. и лат. рогами в грудопоясничном отделе; объединяет центры в спинном и головном мозге

ядра серого вещества спинного мозга



ядра и проводящие пути спинного мозга



типы нейронов по локализации аксонов:

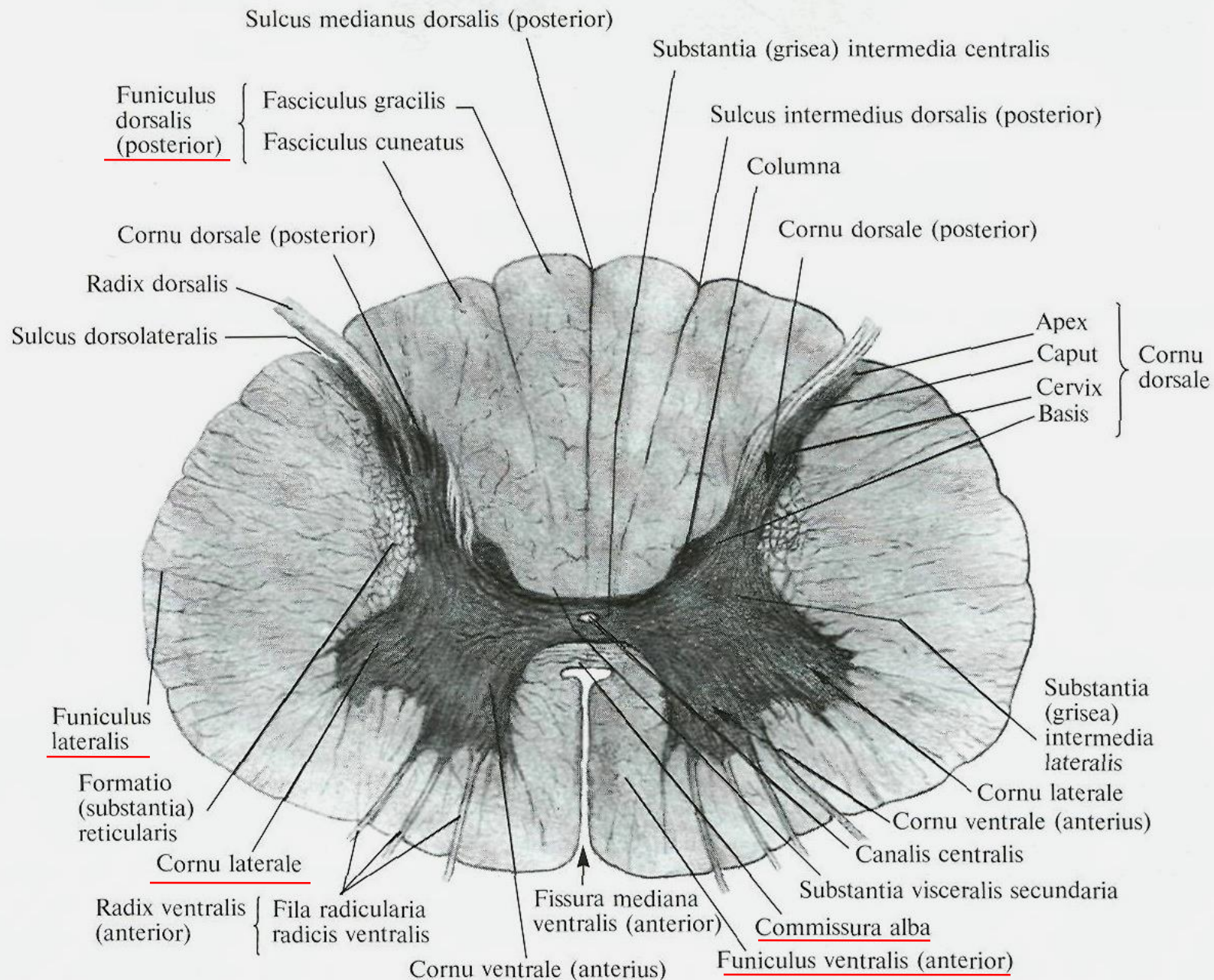
- 1. корешковые** – аксоны участвуют в формировании вентральных (двигательных) корешков спинномозговых нервов
- 2. пучковые** – аксоны образуют пучки белого вещества, соединяющие сегменты спинного мозга между собой и с головным мозгом
- 3. внутренние** - многочисленные отростки не выходят из серого вещества, соединяя между собой нейроны ядер спинного мозга в пределах сегмента

вид на разрезе

белое мозговое вещество (substantia alba) – по периферии серого вещества мозга

- ✓ представлено отростками нейронов
- ✓ рогами серого вещества разделено на парные канатики:
дорсальные, вентральные, латеральные
- ✓ канатики противоположных сторон соединены **белой спайкой**
- ✓ в канатиках - **проводящие пути** между сегментами спинного мозга, спинным и головным мозгом:
 - 1) ассоциативные** – связывают сегменты спинного мозга на различных уровнях - **собственные пучки** всех канатиков
 - 2) восходящие** (чувствительные) - к центрам в головном мозге
 - 3) нисходящие** (двигательные) - от головного мозга к нейронам вентральных рогов спинного мозга

поперечный разрез спинного мозга



канатики белого мозгового вещества

1. дорсальный канатик –

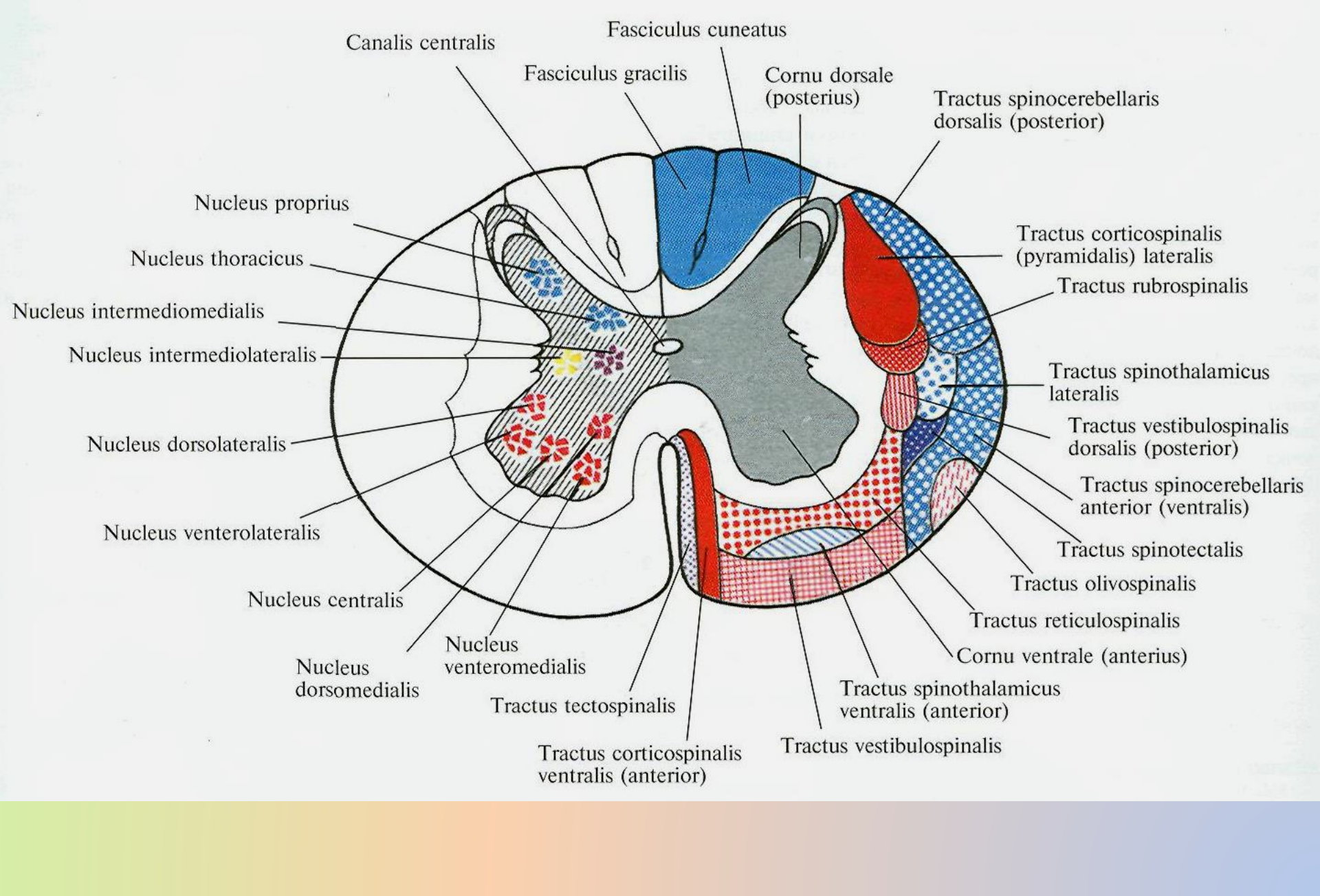
восходящие (чувствительные) пути:

1) тонкий пучок (Голля) – сознательный проприоцептивный путь от задней части тела и задних конечностей

2) клиновидный пучок (Бурдаха) – сознательный проприоцептивный путь от передней части тела и передних конечностей

- ✓ образованы аксонами нейронов спинномозговых узлов
- ✓ входя в продолговатый мозг объединяются в **продолговато-спинномозговой путь (tractus spinobulbaris)**
- ✓ проводят импульсы от проприорецепторов в продолговатый мозг, а после в кору головного мозга о положении тела и его частей в пространстве

ядра и проводящие пути спинного мозга



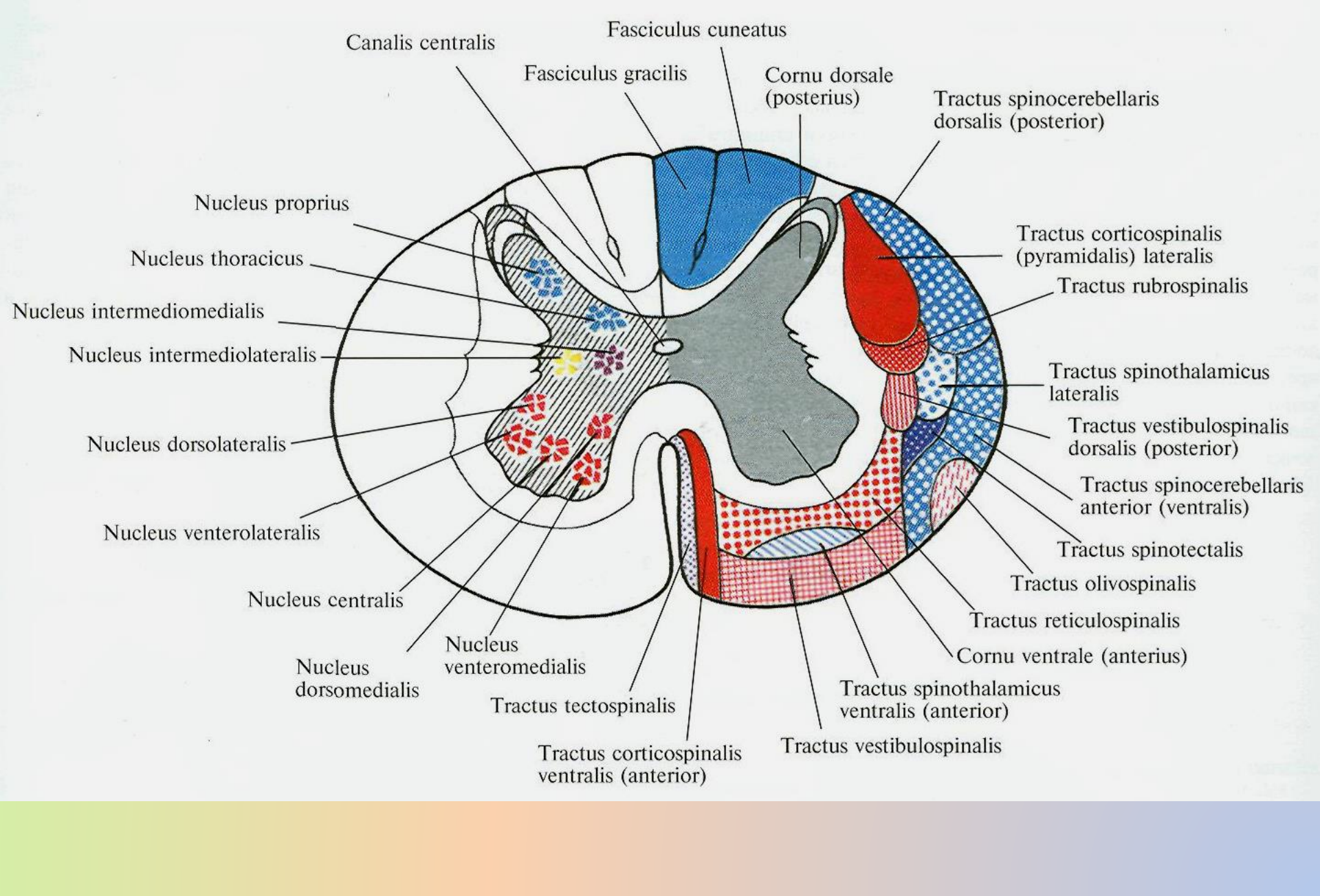
канатики белого мозгового вещества

3. латеральный канатик –

восходящие (чувствительные) пути:

- 1) спинномозжечковый дорс. /Флексига/** (от грудного ядра) – прямой бессознательный путь проприоцептивной чувствительности
- 2) спинномозжечковый вентр. /Говерса/** (от промежуточного мед. ядра) – дважды перекрещенный бессознательный путь проприоцептивной чувствительности
- 3) спиноталамический лат.** (от собственного ядра дорс. рога противоположной стороны) – путь кожной чувствительности (температура, боль, осязание)
- 4) спинопокрышечный** – контроль старт-рефлекса (обратный покрывшечноспинальному пути)

ядра и проводящие пути спинного мозга



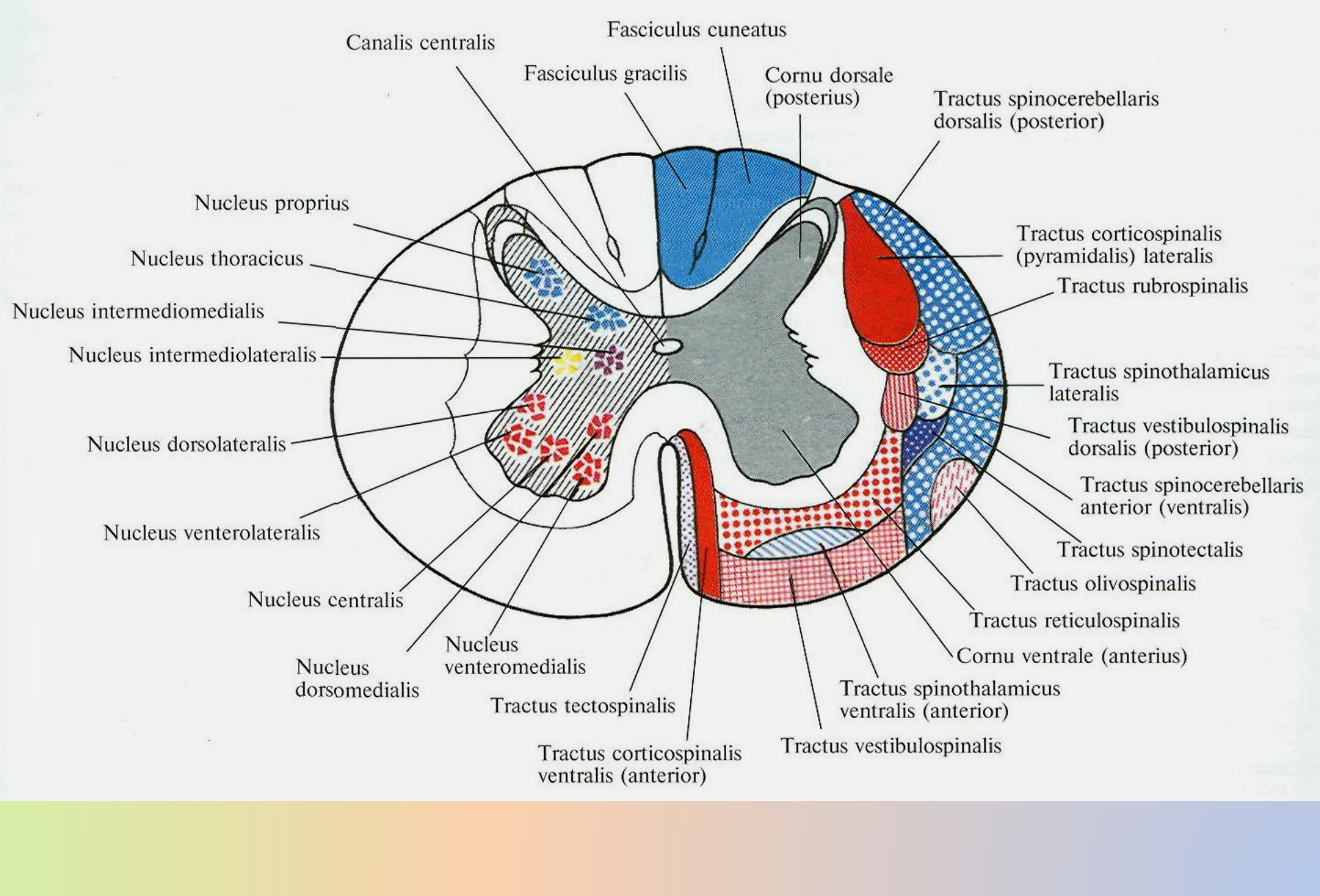
канатики белого мозгового вещества

3. латеральный канатик –

нисходящие (двигательные) пути:

- 1) корковоспинальный лат.** (пирамидальный) – обеспечивает выполнение сознательных движений
- 2) красноедерноспинальный** (Монакова) (экстрапирамидный = бессознательный) – образован аксонами клеток красного ядра среднего мозга (контроль мышечного тонуса, сложных привычных бессознательных движений – бег, ходьба, подъем по ступенькам и др.)
- 3) оливоспинальный** (экстрапирамидный) – бессознательные равновесные реакции

ядра и проводящие пути спинного мозга



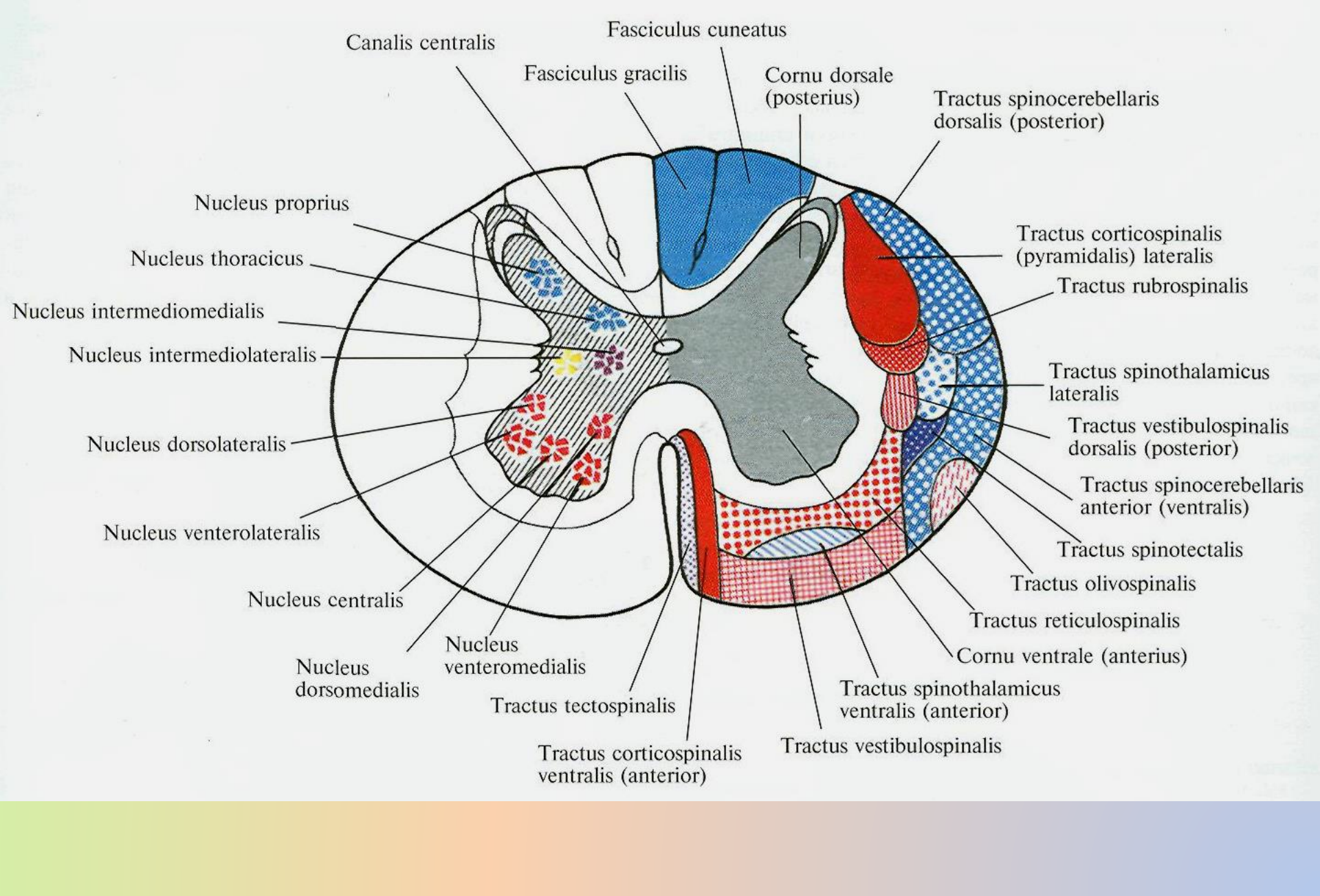
канатики белого мозгового вещества

3. вентральный канатик –

восходящие (чувствительные) пути:

спинно-таламический венстр. (от собственного ядра дорс. рога противоположной стороны) – путь кожной чувствительности (болевая, температурная, осязательная)

ядра и проводящие пути спинного мозга



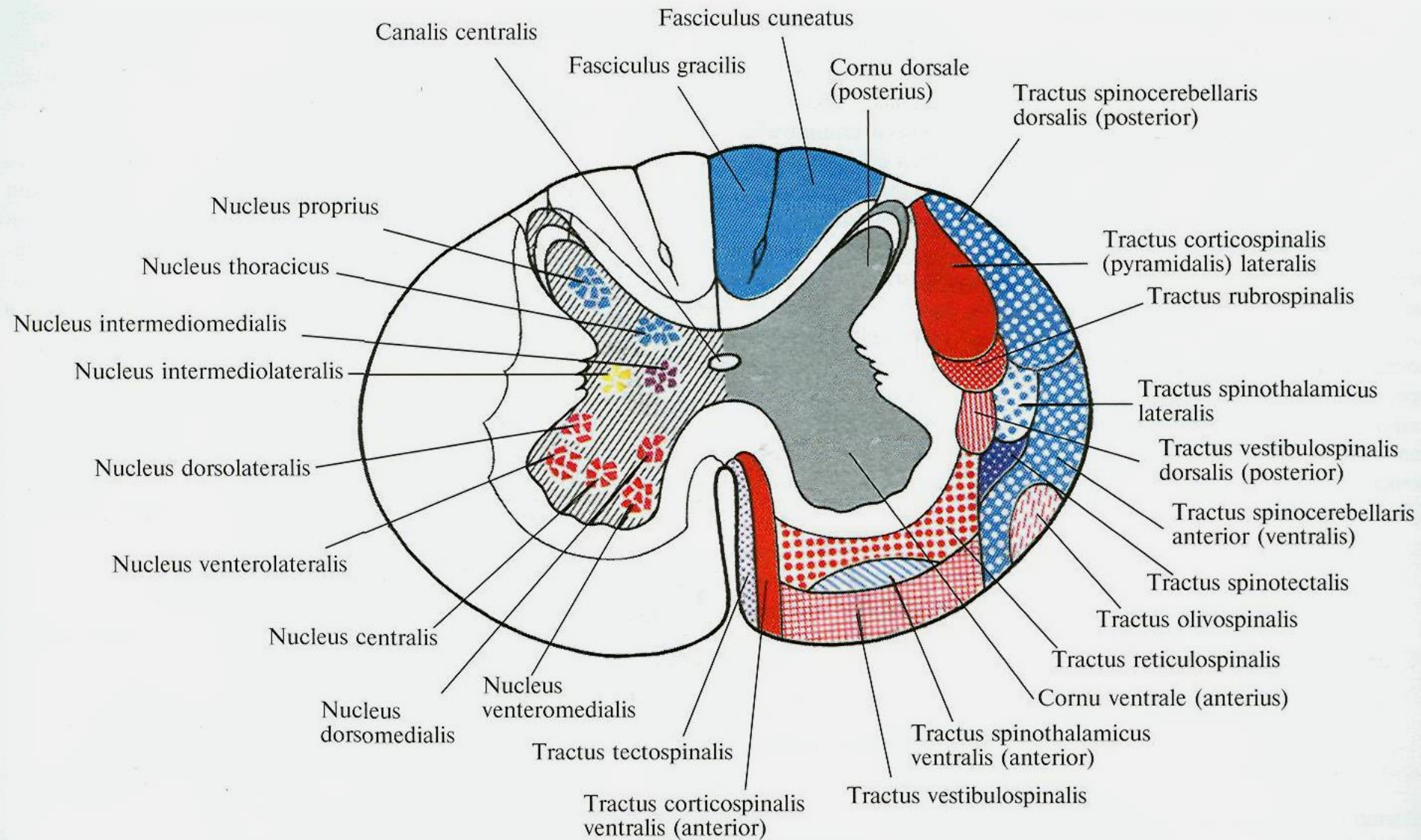
канатики белого мозгового вещества

3. вентральный канатик -

нисходящие (двигательные) пути:

- 1) вестибулоспинальный** (экстрапирамидный) – образован аксонами нейронов вестибулярных ядер продолговатого мозга (Дейтерса, Роллера) – рефлексы равновесия
- 2) корковоспинальный венстр.** (пирамидный) – путь сознательных двигательных реакций
- 3) покрышечноспинальный** (экстрапирамидный) – из крыши среднего мозга от клеток зрительных и слуховых холмов, старт-рефлекс (реакция на внезапный звук или вид)
- 4) ретикулоспинальный** (экстрапирамидный) – поддержание мышечного тонуса и позы, автоматизма дыхания

ядра и проводящие пути спинного мозга



сегментарный (собственный) аппарат спинного мозга

- место замыкания безусловных (врожденных) рефлексов с кожных рецепторов на мышцы и сосуды
- более древний по развитию

ОТНОСЯТСЯ:

- 1) серое вещество спинного мозга
- 2) собственные пучки (ассоциативные проводящие пути)
- 3) спинномозговые узлы
- 4) корешки спинномозговых нервов
- 5) нервы

проводниковый аппарат спинного мозга

- связан с разными отделами головного мозга
- проходят условные и безусловные рефлексы с различных анализаторов (обонятельного, зрительного, слухового, вестибулярного)
- более позднего происхождения, возник при развитии мышц и отделов головного мозга

относятся:

- серое вещество спинного мозга
- восходящие и нисходящие пути, связывающие спинной мозг с разными отделами головного мозга
- вентральные (двигательные) корешки спинномозговых нервов

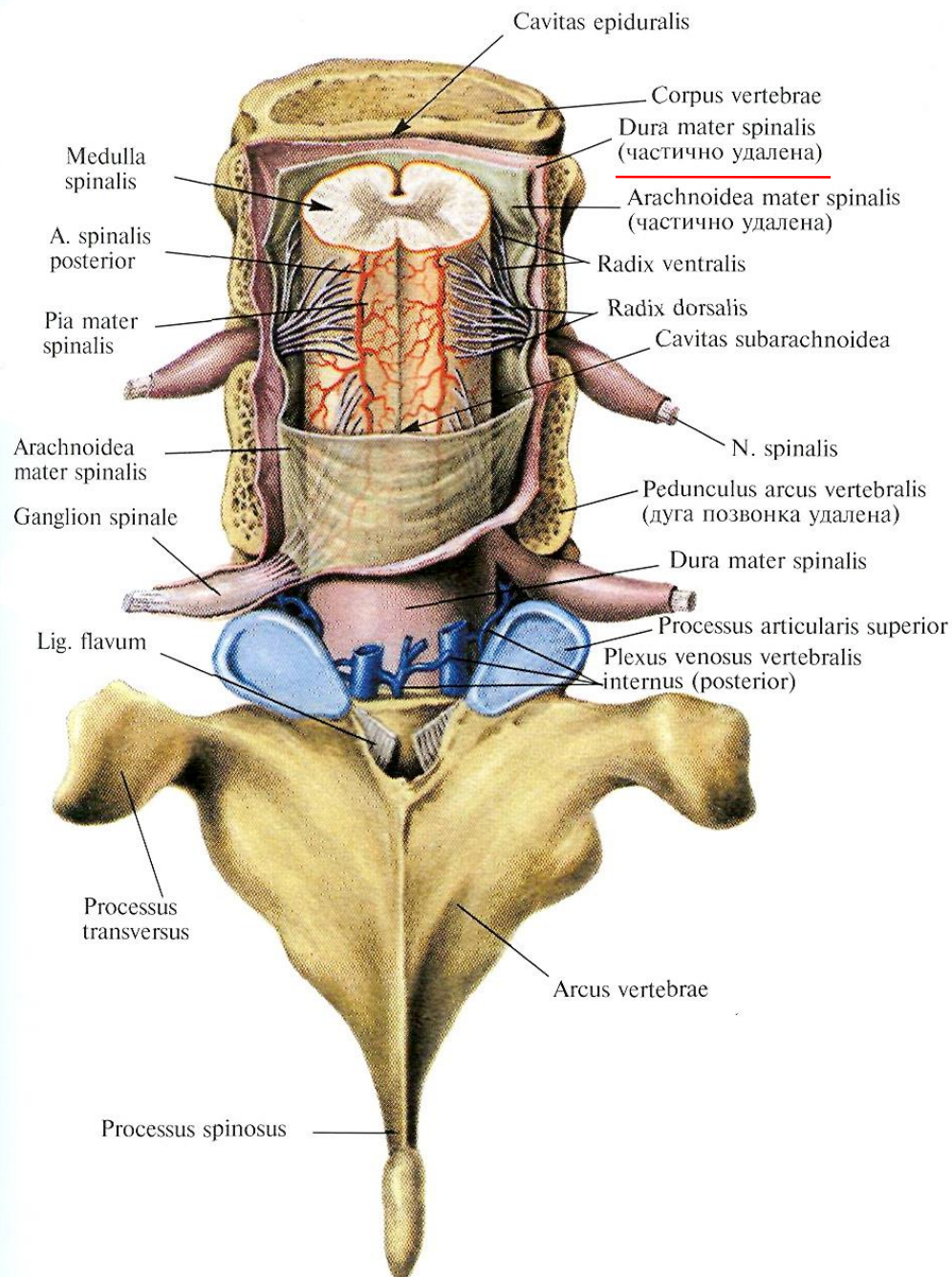
вопрос 2

**оболочки спинного
мозга**

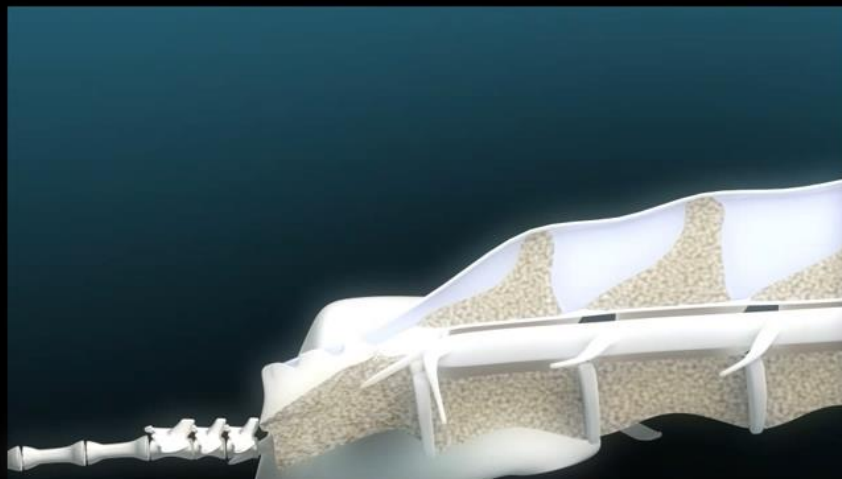
твердая мозговая оболочка – *dura mater spinalis*

- ✓ состоит из ПСТ, изнутри выслана эндотелием
- ✓ наружная
- ✓ покрывает спинной мозг и подвешивает его в позвоночном канале
- ✓ между твердой оболочкой и позвоночным каналом ***эпидуральное пространство*** - заполнено жиром и сплетением вен (защита от сотрясений + подвижность в позвоночном канале)
- ✓ переходит на спинномозговые нервы, образуя на них влагалища (футляры)

твёрдая оболочка спинного мозга



эпидуральная анестезия



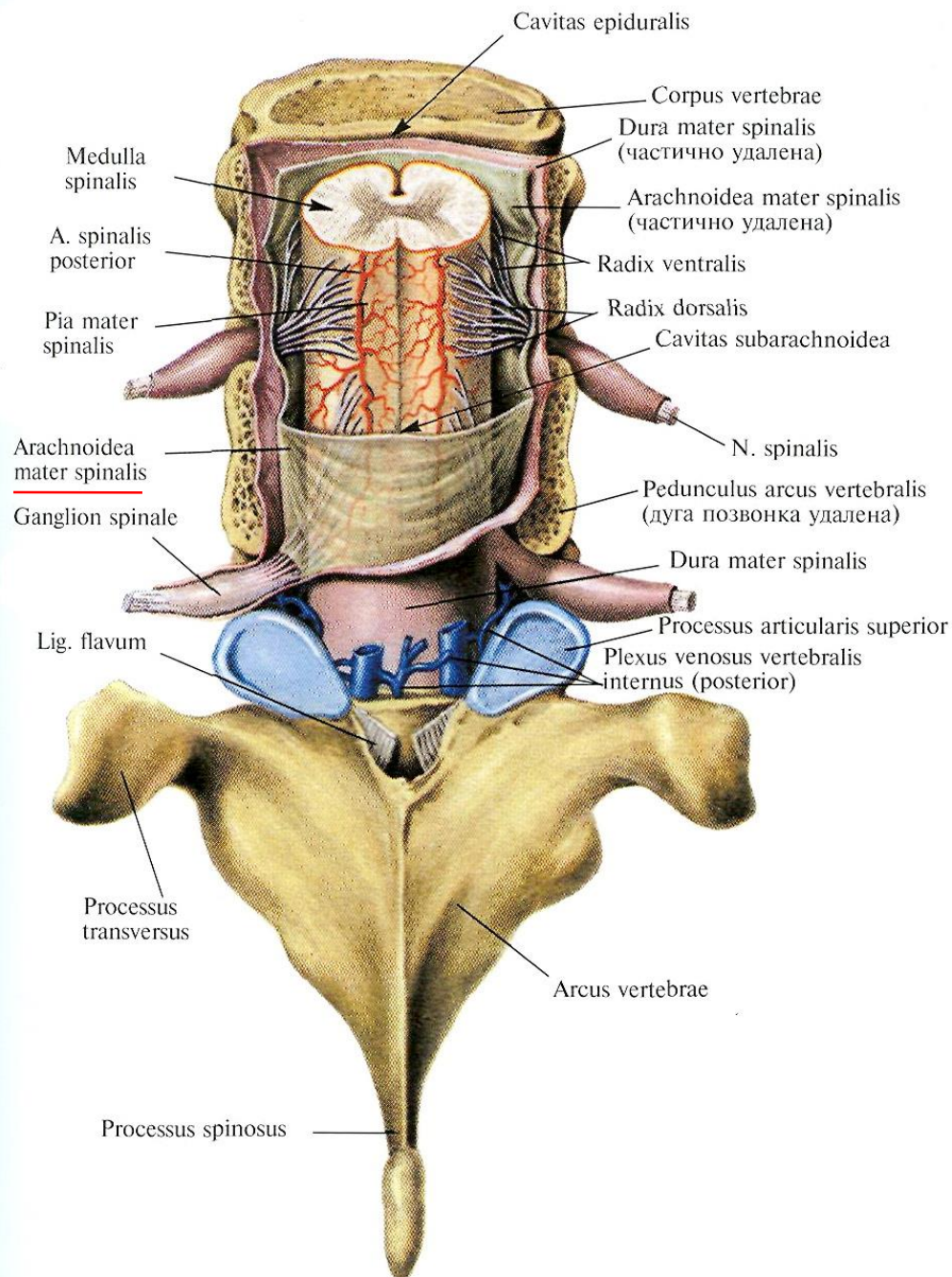
Эпидуральная анестезия



паутинная оболочка – *arachnoidea spinalis*

- ✓ тонкая полупрозрачная, состоит из РСТ, с обеих сторон покрыта эндотелием
- ✓ тесно прилегает к твердой оболочке, отделяясь щелевидным **субдуральным пространством**, заполненным РСТ и тканевой жидкостью (не ликвором)
- ✓ соединяется с твердой оболочкой: сосудами, зубчатыми связками мягкой оболочки и нервами, на которые она переходит
- ✓ от мягкой оболочки отделена **субарахноидальным пространством**, заполненным ликвором (цереброспинальной жидкостью)

паутинная оболочка спинного мозга

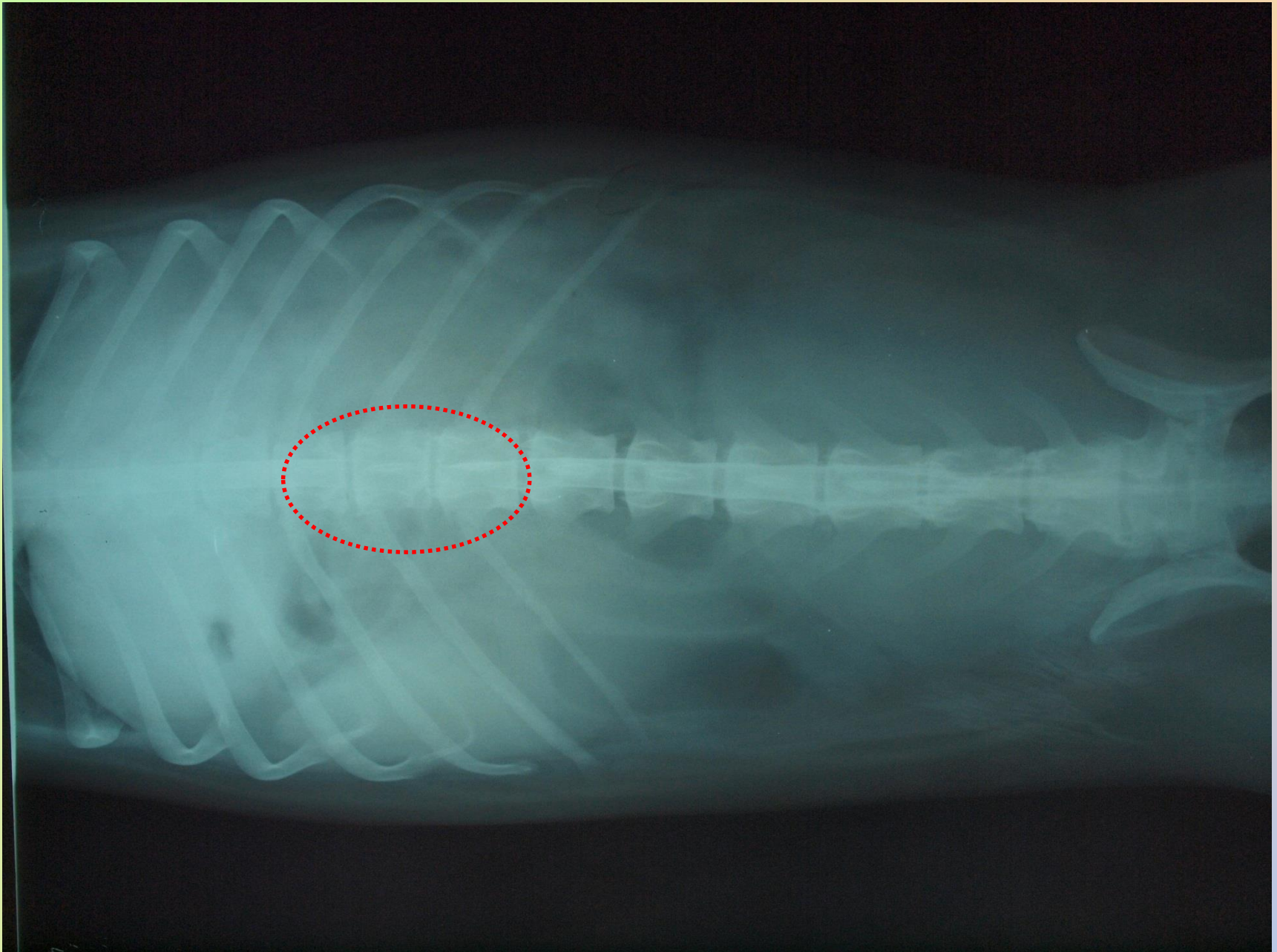


миелография у собаки (видео)

введение рентгеноконтрастного вещества в субарахноидальное пространство с последующей рентгенографией для выявления повреждений спинного мозга



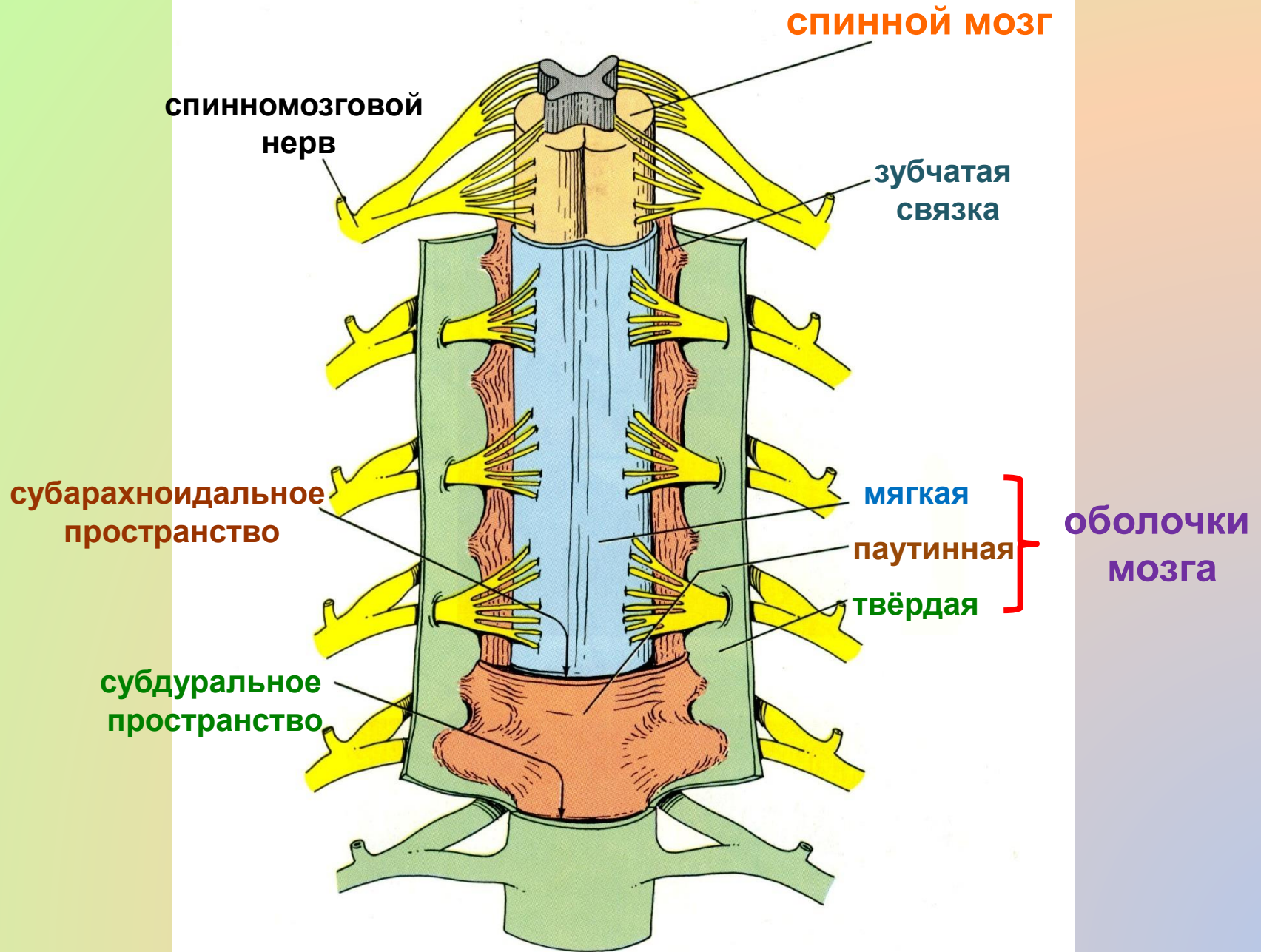
участок сдавливания спинного мозга у собаки



мягкая (сосудистая) оболочка - pia mater spinalis

- ✓ прочно срастается с мозгом, так как, сопровождая сосуды, она внедряется с ними в мозговое вещество
- ✓ со стороны субарахноидального пространства покрыта эндотелием
- ✓ на боковых поверхностях спинного мозга формирует **левую и правую боковые связки**. От них между сегментами мозга к твердой оболочке отходят **зубчатые связки**, прободающие паутинную оболочку
- ✓ мягкая + паутинная оболочки – **leptomeninx** (их воспаление - лептоменингит)

мягкая оболочка спинного мозга



фиксирующий аппарат спинного мозга

- 1. твердая мозговая оболочка** - закреплена на вентральной дуге атланта, зубе эпистрофея, по краям межпозвоночных отверстий и в хвостовых позвонках
- 2. зубчатые связки**— крепят спинной мозг в мягкой оболочке к паутинной и твердой оболочкам
- 3. многочисленные нити, перегородки** из соединительной ткани, соединяющие мягкую оболочку с паутинной
- 4. корешки спинномозговых нервов** — выходя через межпозвоночные отверстия подвешивают мозг «на растяжках»

оболочки + содержимое межоболочечных пространств + фиксирующий аппарат - удерживают спинной мозг, защищают от сдавлений при движениях позвоночника

вопрос 3

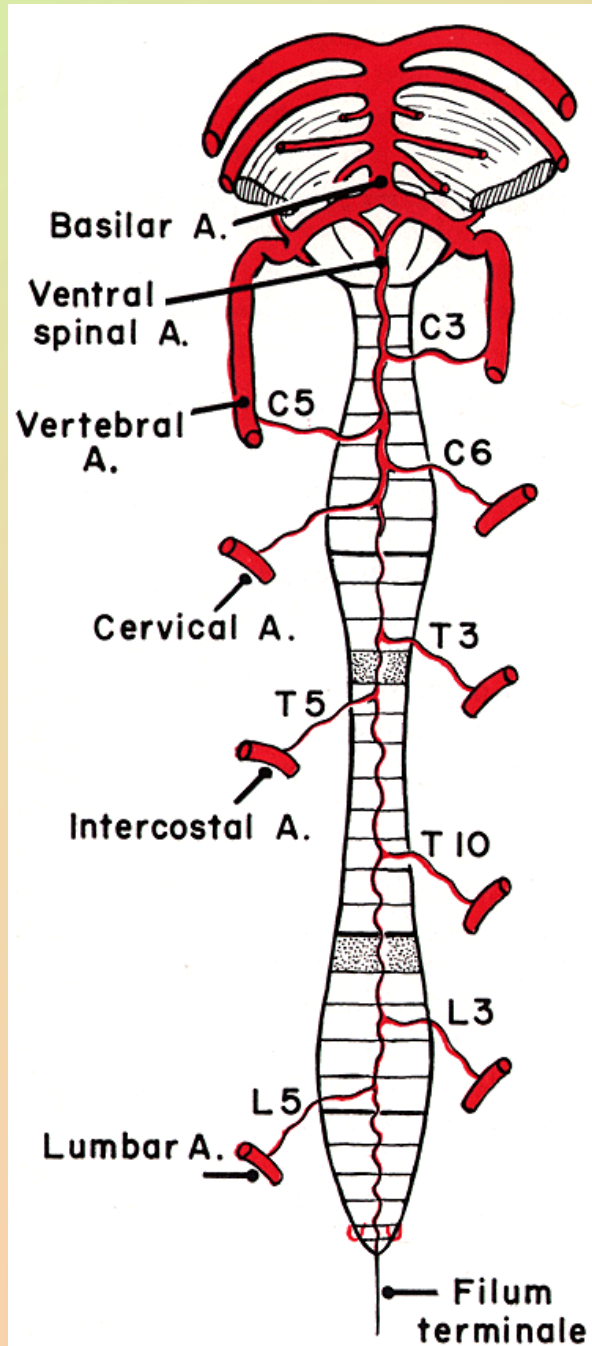
сосуды спинного мозга

артерии спинного мозга

являются спинномозговыми ветвями:

- 1) позвоночной и глубокой шейной а.** (шейный отдел)
 - 2) дорсальных межреберных аа.** (грудной отдел)
 - 3) поясничных аа.** (пояснично-крестцовый отдел)
- ✓ эти ветви проникают в позвоночный канал по ходу корешков спинномозговых нервов и образуют на спинном мозге **3 продольные артериальные магистрали**

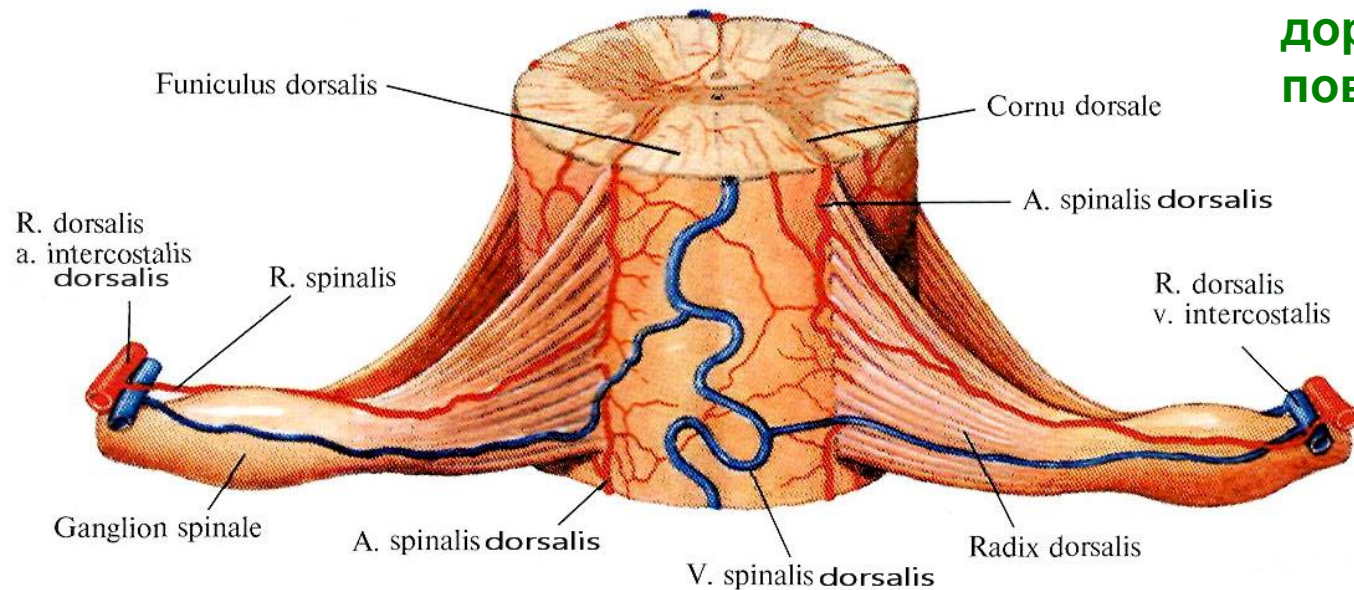
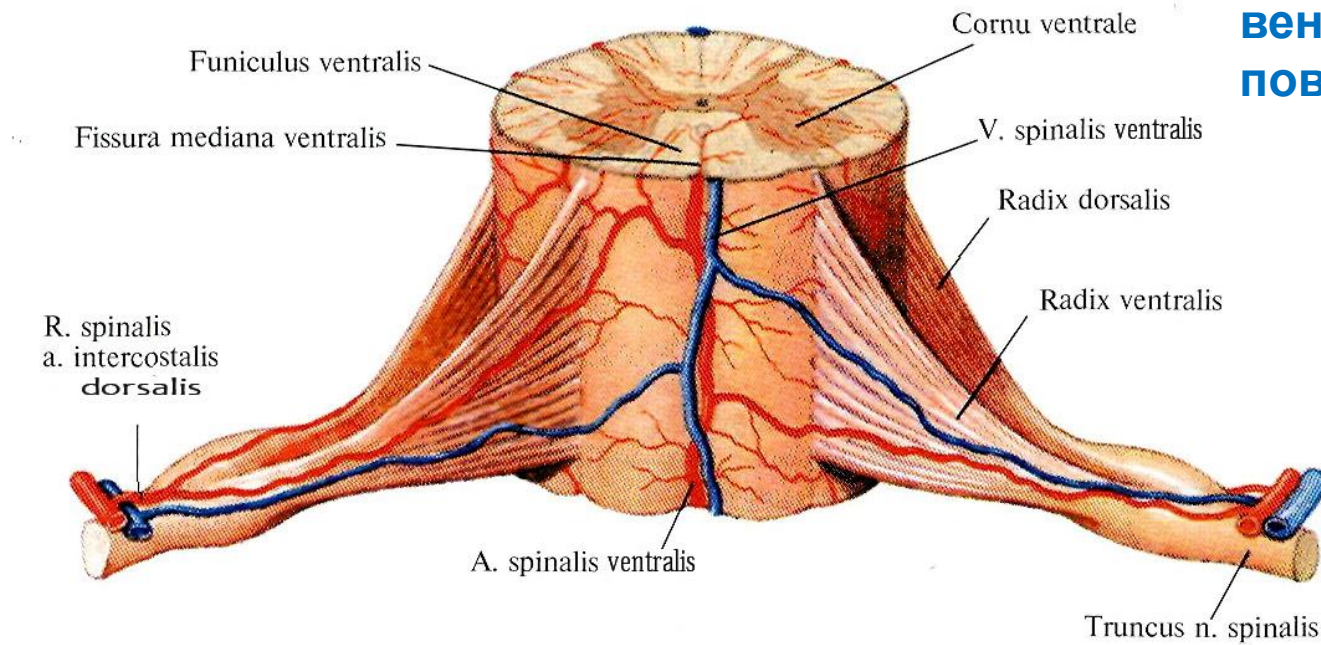
кровообращение спинного мозга



3 артериальные магистрали спинного мозга:

1. **непарная вентральная спинномозговая а.** – лежит вместе с одноименной веной в вентральной срединной щели, отдает ветви в серое мозговое вещество
 2. **парные спинномозговые дорсальные аа.** – лежат вдоль дорсальных корешков нервов, а соответствующие вены – вдоль вентральных корешков
- ✓ 3 магистрали анастомозируют между собой в каждом сегменте, формируя **сосудистый венец**. От него отходят ветви в белое мозговое вещество, соединяющиеся с артериями серого вещества
 - ✓ из вен кровь оттекает во **внутреннее позвоночное венозное сплетение и парный позвоночный вентральный синус** (в эпидуральном пространстве и соединяется с сегментными венами)

артерии и вены спинного мозга



анастомозы артерий спинного мозга

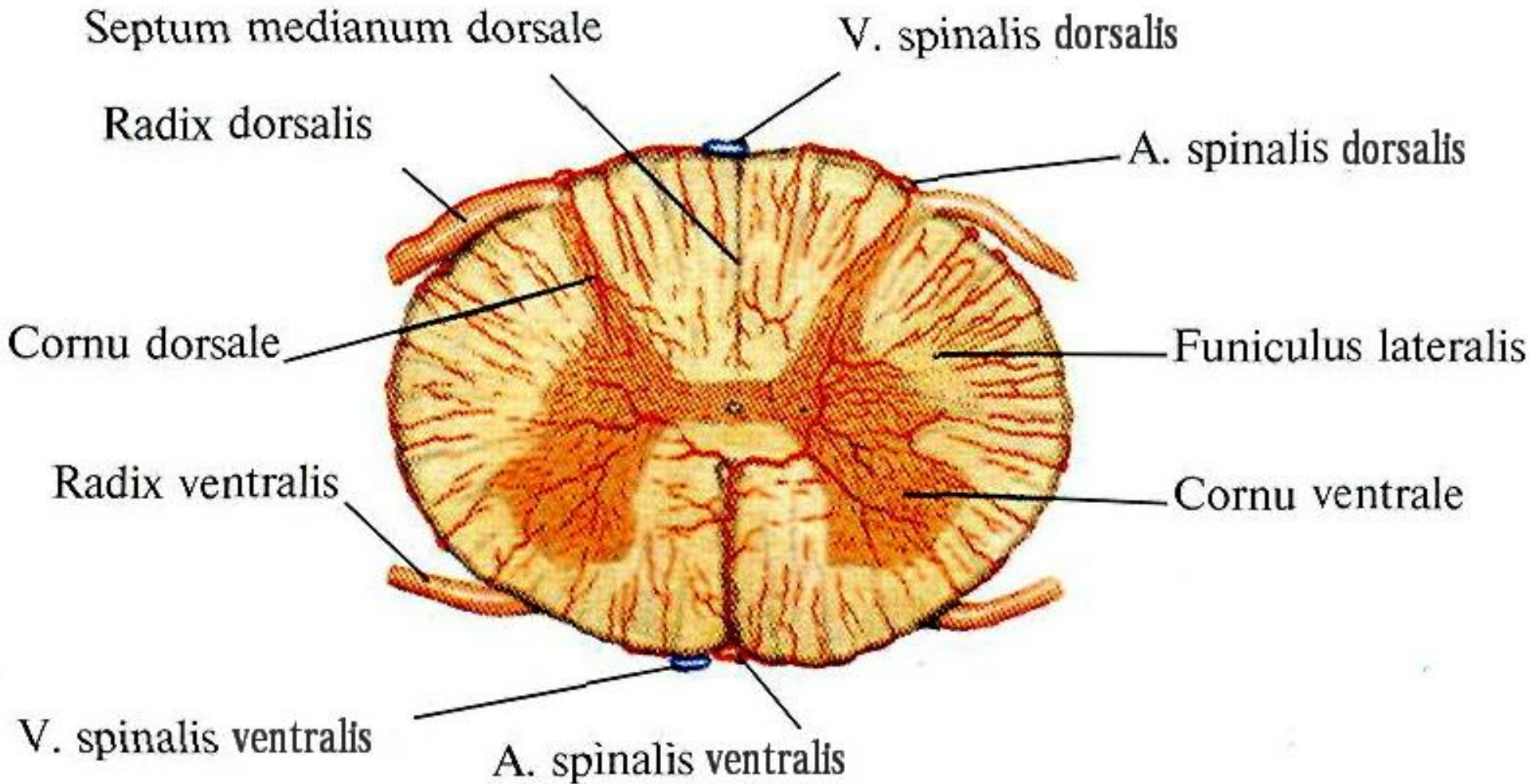
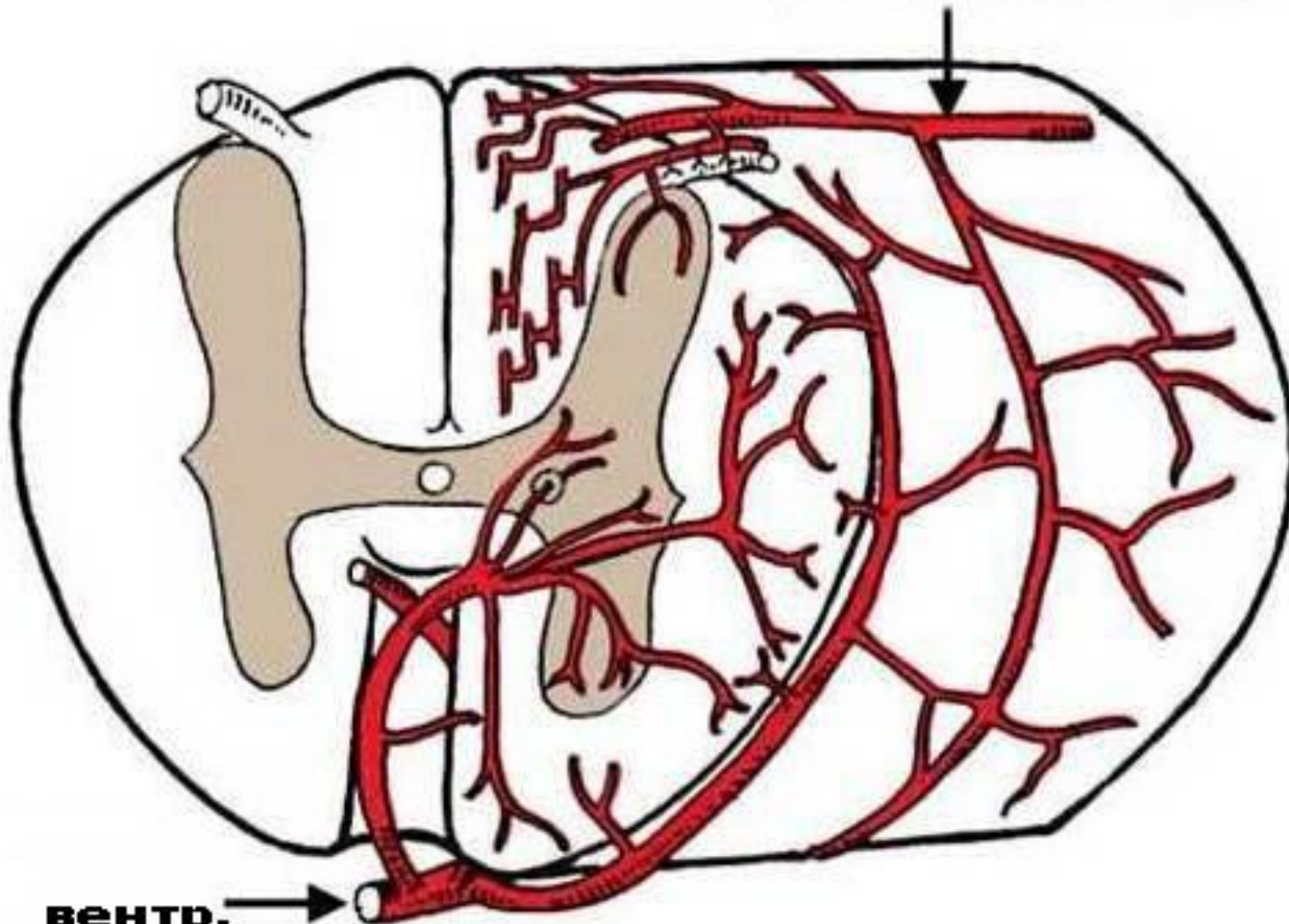


схема ветвления артерий спинного мозга

**правая дорс.
спинномозговая а.**

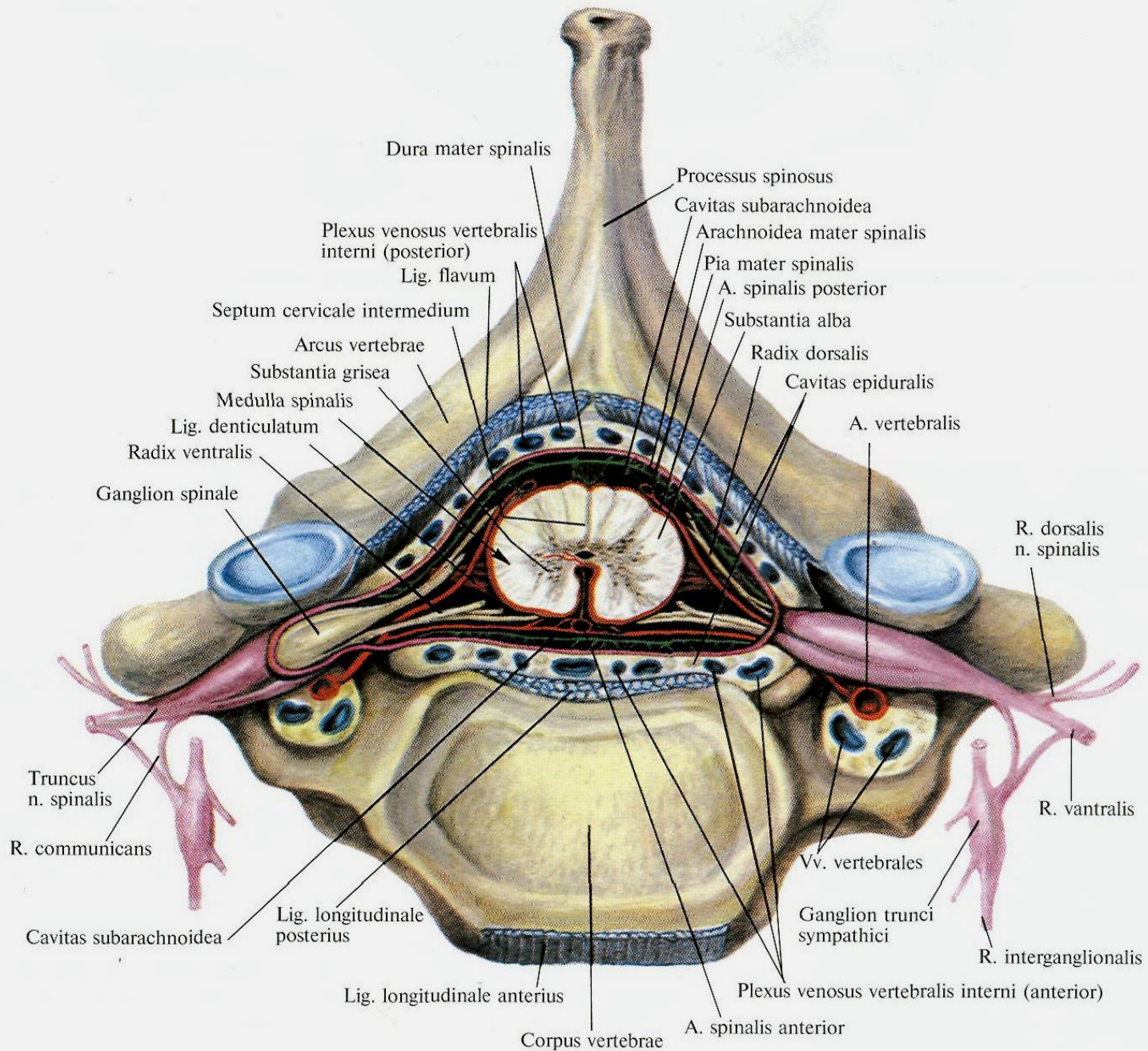
спинномозговая а.



вентр.

спинномозговая а.

СПИННОЙ МОЗГ В ПОЗВОНОЧНОМ КАНАЛЕ



вопрос 4

**развитие спинного
мозга**

филогенез

- развитие связано с эволюцией скелетных мышц
- впервые обнаруживается у хордовых
- **у ланцетника** примитивный, в виде трубки. Нервные клетки разбросаны по всему мозгу. Нервные волокна безмиелиновые – серого цвета. Нервы отходят от мозга несимметрично, т.к. движения перистальтические. Корешки нервов не разделены на чувствительные и двигательные. Из оболочек - примитивная мягкая
- **у рыб** - концентрация нейронов и формирование серого мозгового вещества. Развиты вентральные столбы, дорсальные столбы не развиты, т.к. слабая кожная чувствительность. Корни спинномозговых нервов разделены на двигательные и чувствительные

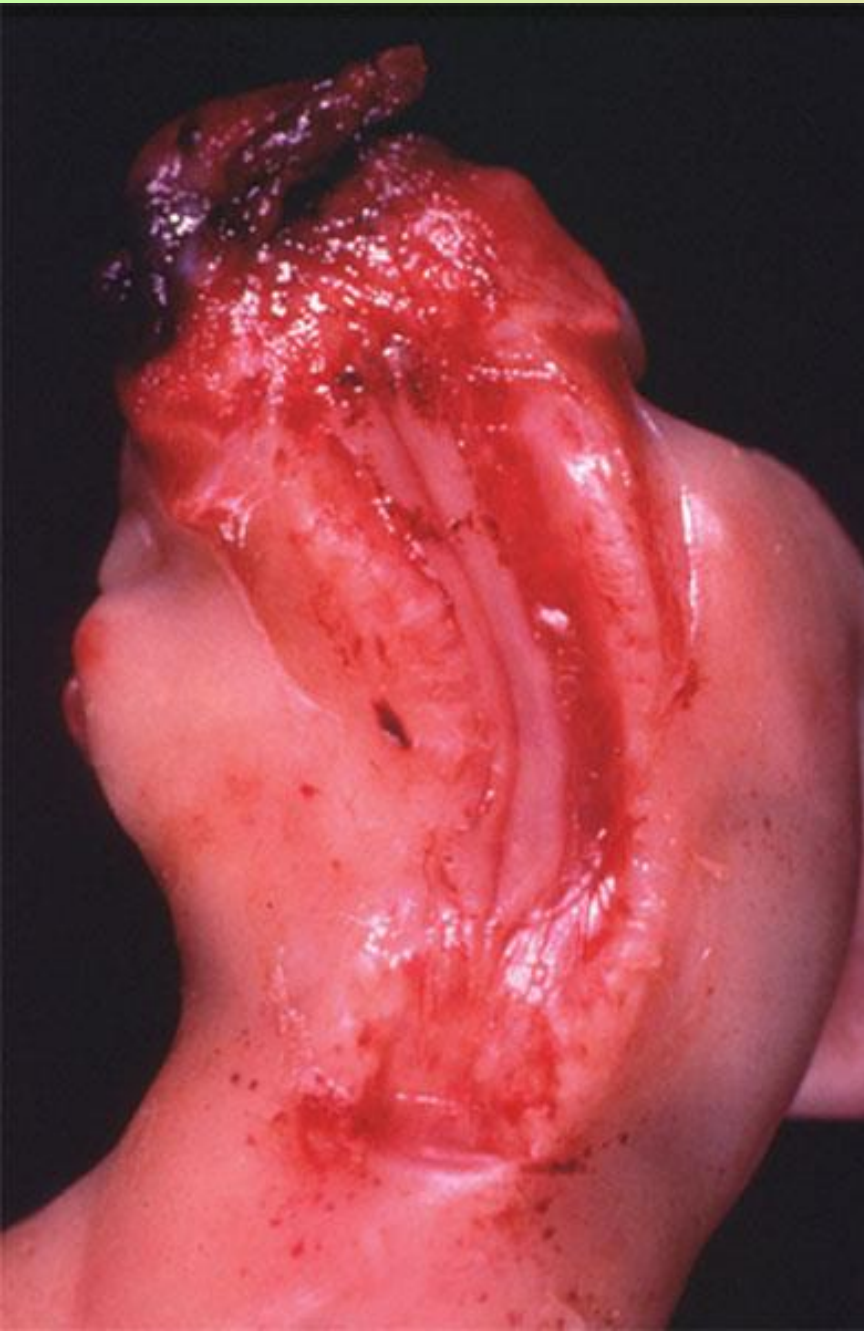
филогенез

- **у амфибий и рептилий** появляется твердая мозговая оболочка
- **с выходом на сушу** и появлением конечностей в спинном мозге формируются 2 утолщения, серое вещество становится в форме «Н», чувствительные клетки выселяются в спинномозговые узлы. С редукцией хвоста как органа движения спинной мозг укорачивается
- **у млекопитающих** появляется паутинная оболочка

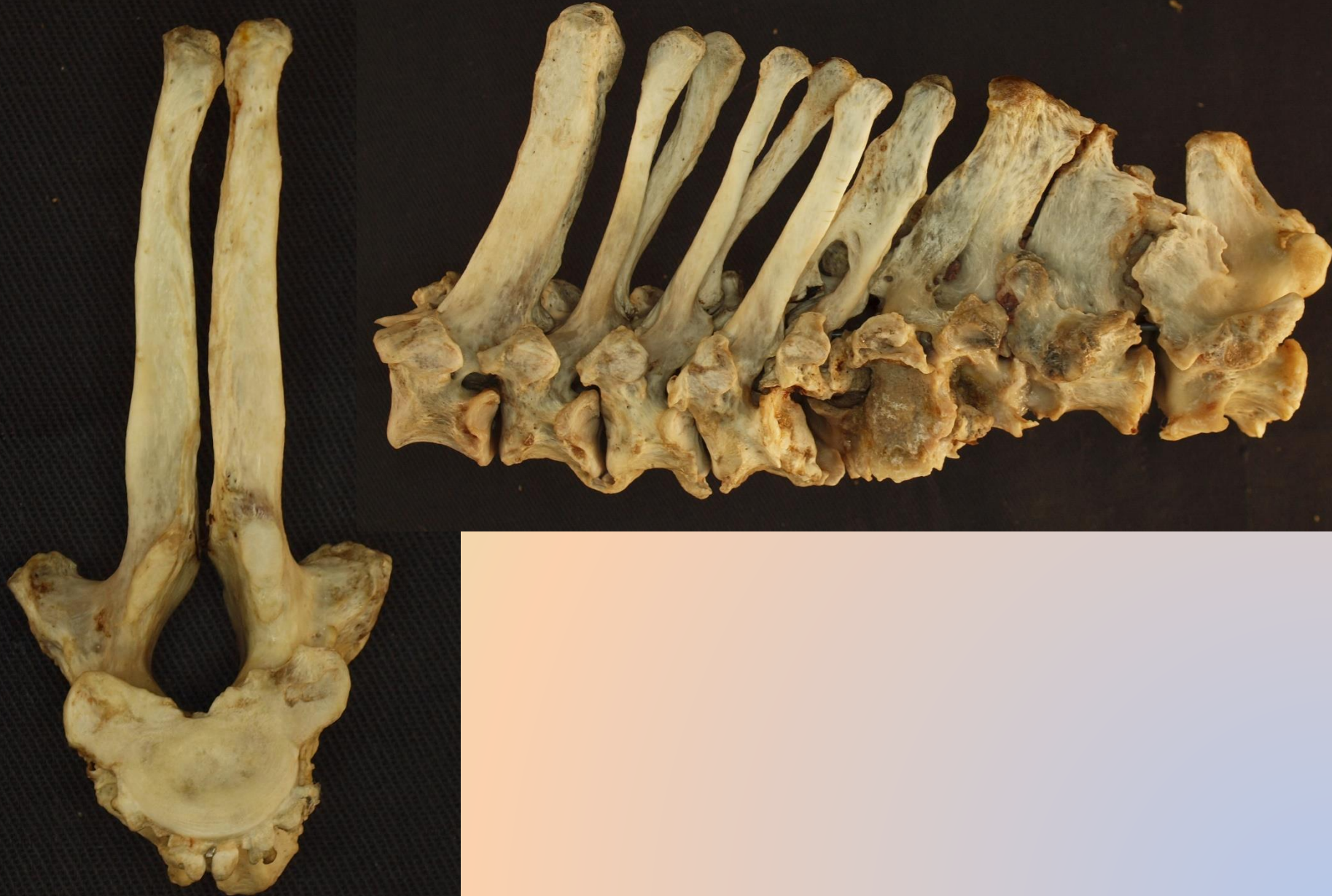
ОНТОГЕНЕЗ

- развивается из эктодермы → 1. нервная пластинка → 2. нервный желобок, ограниченный нервными валиками → 3. нервная трубка, при смыкании краев желобка
- ✓ если нервная пластинка разделится на 2 – 2 спинных мозга – **дипломиелия**
- ✓ если эктодерма над нервной трубкой не смыкается, то спинной мозг остается открытым - **рахизизис**
- клетки однослойной нервной трубки разделяются на **глиобласты** (нейроглия) и **нейробласты** (нейроны)
- нервная трубка становится трехслойной

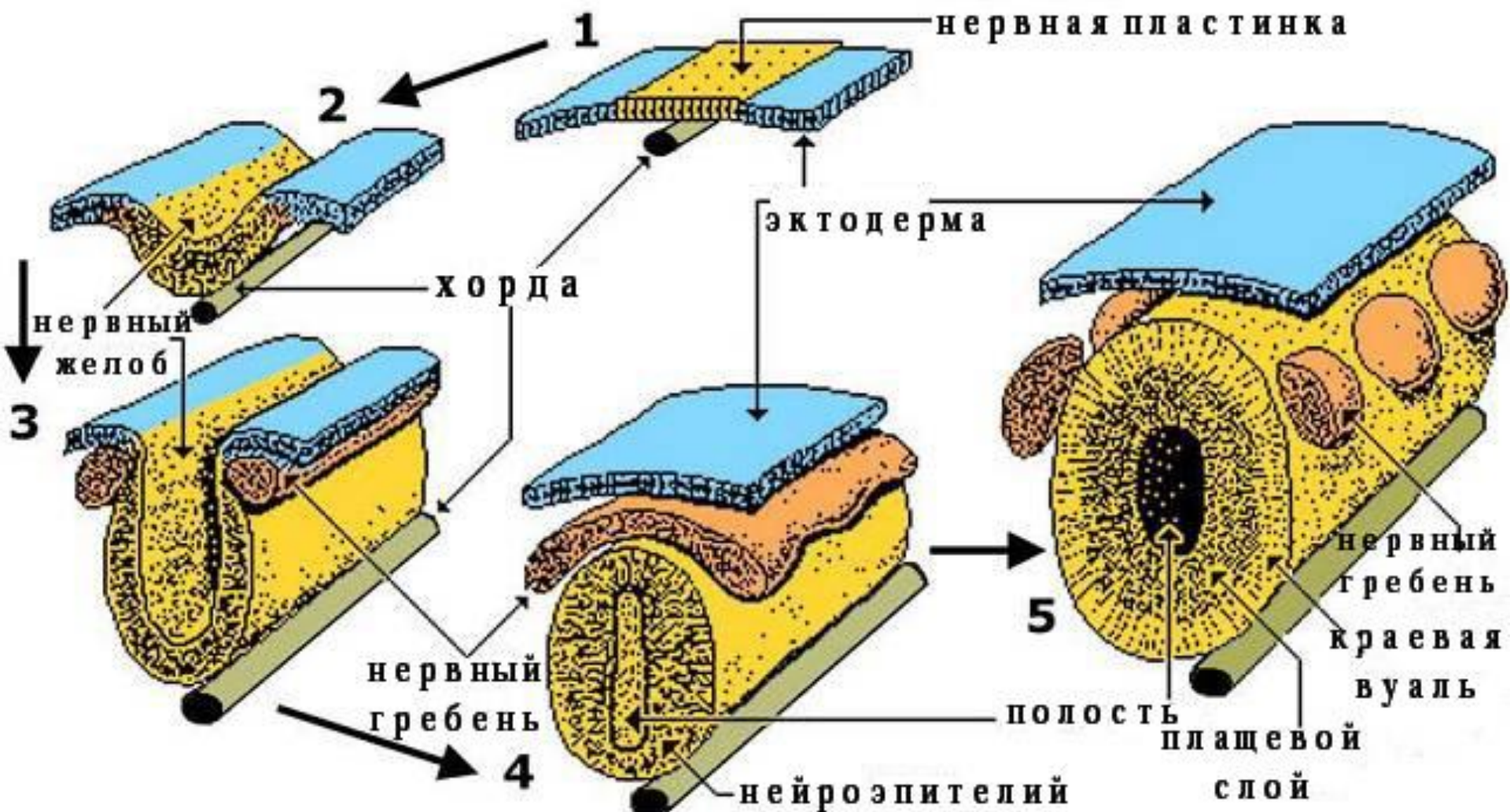
расщепление позвоночника (рахишизис, spina bifida)



расщепление позвоночника (рахишизис, spina bifida)



ОНТОГЕНЕЗ



ОНТОГЕНЕЗ

ТУЛОВИЩНЫЙ ОТДЕЛ НЕРВНОЙ ТРУБКИ

Слои стенки нервной трубки (изнутри кнаружи)

Эпендима

Плащевой слой

Краевая вуаль



Эпендимная глия

Серое вещество

Белое вещество

СПИННОЙ МОЗГ

дифференциация нервной трубки

- боковые стенки трубки растут и подразделяются на **чувствительные** - **боковые пластинки** и **двигательные** - **основные пластинки** :
 - 1) в **боковые пластинки** врастают **чувствительные** корешки спинномозговых нервов
 - 2) из **основных пластинок** выходят **двигательные** корешки нервов
- дальнейшее развитие стенок нервной трубки идет за счет роста белого мозгового вещества (отростков нейронов), которое формирует дорсальные, боковые и вентральные канатики

дифференциация нервной трубки



боковая пластинка

основная пластинка