

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра анатомии человека**  
**с курсом оперативной хирургии и топографической анатомии**

# **АНАТОМИЯ**

# **СПИННОГО МОЗГА**

Учебно-методическое пособие  
для студентов лечебного, медико-диагностического факультетов  
и факультета подготовки специалистов для зарубежных стран

Гомель  
ГомГМУ  
2010

УДК 611. 821  
ББК 54. 575. 4  
А 64

**Авторы:**

*В. В. Коваленко, Е. К. Шестерина, И. А. Чешик, В. Н. Жданович*

**Рецензент:**

кандидат биологических наук, доцент,  
заведующая кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии  
Гомельского государственного медицинского университета  
*Т. Г. Кузнецова*

**Анатомия спинного мозга:** учеб.-метод. пособие для студентов лечеб-  
А 64 ного, медико-диагностического факультетов и факультета подго-  
товки специалистов для зарубежных стран / В. В. Коваленко [и др.]. —  
Гомель: учреждение образования «Гомельский государственный ме-  
дицинский университет», 2010. — 44 с.  
ISBN 978-985-506-298-2

Содержит расширенные и систематизированные сведения о топографии и морфофункциональной организации спинного мозга. Изложение материала сопровождается традиционными и оригинальными схемами и рисунками, существенно облегчающими восприятие текста.

Соответствует учебному плану и программе по анатомии человека для студентов высших медицинских учебных заведений Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

Предназначено для студентов лечебного, медико-диагностического факультетов и факультета подготовки специалистов для зарубежных стран.

Утверждено и рекомендовано к изданию Центральным учебным научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» 23 февраля 2010 г., протокол № 2.

**УДК 611. 821  
ББК 54. 575. 4**

**ISBN 978-985-506-298-2**

© Учреждение образования  
«Гомельский государственный  
медицинский университет», 2010

# 1. СПИННОЙ МОЗГ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

**Центральная нервная система** представляет собой анатомическое и функциональное единство двух различных в филогенетическом отношении структур: *головного мозга*, расположенного в полости черепа и *спинного мозга*, залегающего в позвоночном канале. Спинной мозг является эволюционно более древним образованием и обеспечивает выполнение, прежде всего, жизненно важных (витальных) функций.

Во-первых, он принимает участие в *восприятии сенсорной (чувствительной) информации* из различных органов и частей тела.

Во-вторых, регулирует достаточно простые функции — *примитивные защитные реакции*, лежащие в основе избирательного взаимодействия организма с внешней средой.

В-третьих, он играет роль *связующего звена* (проводника) между головным мозгом и телом человека.

Поэтому без преувеличения можно сказать, что от функционального состояния спинного мозга во многом зависит работоспособность организма в целом. Находясь в непосредственном подчинении у головного мозга, спинной мозг не утрачивает способности к автономной деятельности в рамках реализации целого комплекса защитных рефлексов, лежащих в основе инстинктивных реакций.

Спинной мозг в процессе эволюционных преобразований нервной системы возник гораздо раньше головного, однако в силу относительной несложности выполняемых функций, имеет достаточно простой принцип структурной организации.

**Общие сведения.** Спинной мозг, *medulla spinalis*, расположен в полости позвоночного канала от уровня большого затылочного отверстия до уровня тела 2-го поясничного позвонка. При визуальном осмотре представляет собой продолговатый тяж длиной у мужчин 43–45 см, у женщин — 41–42 см несколько уплощенный в переднезаднем направлении. Максимальный поперечный диаметр составляет 1,5 см (в области шейного утолщения), минимальный — 0,8–0,9 см (в грудном отделе). Форма поперечного сечения на протяжении спинного мозга различна. В шейном отделе — овальная, в грудной части — округлая, а в поясничном отделе приближается к квадратной. Масса спинного мозга составляет в среднем 35–36 г.

**Анатомические границы спинного мозга.** Анатомические границы спинного мозга достаточно условны и привязаны к костным ориентирам и анатомическим образованиям на поверхности самого спинного мозга. Учитывая тот факт, что спинной мозг расположен вертикально в позвоночном канале, различают его *верхнюю* и *нижнюю* границы. Верхняя граница определяется по нескольким анатомическим ориентирам:

1. *Нижний край большого затылочного отверстия.*
2. *Верхний край атланта.*

3. *Горизонтальная плоскость между затылочным отверстием и первым шейным позвонком.*

4. *Перекрест пирамид продолговатого мозга.*

5. *Точка выхода первой пары спинномозговых нервов.*

Нижняя граница соответствует одной из нижеуказанных точек:

1. *Нижний край тела первого поясничного позвонка.*

2. *Верхний край тела 2-го поясничного позвонка.*

3. *Межпозвоночный диск между L1 и L2.*

Таким образом, нетрудно сделать вывод, что спинной мозг короче позвоночного столба. Несоответствие длины спинного мозга и позвоночного канала объясняется более быстрым ростом костной и хрящевой ткани позвоночника в процессе эмбриогенеза.

Следует отметить, что во избежание травматизации спинного мозга при *спинномозговой пункции* (забор ликвора для исследования или с целью спинальной анестезии) прокол необходимо производить ниже уровня 2-го поясничного позвонка между остистыми отростками L3 и L4. В этом случае риск повреждения вещества спинного мозга исключен.

## 2. ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ СПИННОГО МОЗГА

### 2.1. Мозговой конус. Терминальная нить

На уровне верхней границы спинной мозг непосредственно переходит в продолговатый мозг, а внизу заканчивается конусообразным сужением — *мозговым конусом*, *conus medullaris*. Верхушка конуса продолжается в вертикально расположенную *терминальную нить*, *filum terminale*, которая является редуцированной частью нижнего отдела спинного мозга и прикрепляется к надкостнице *2-го копчикового позвонка*. Терминальная нить состоит из двух частей:

— внутренней;

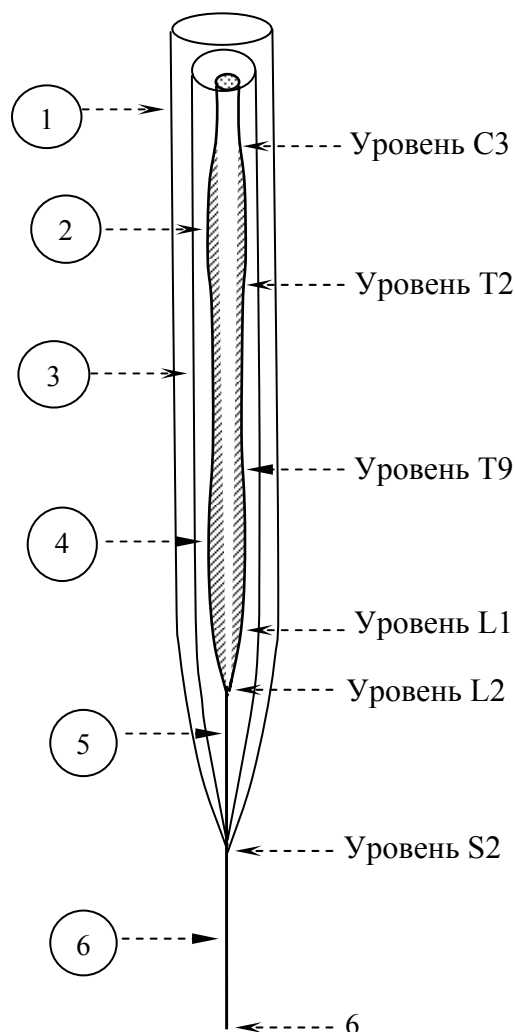
— наружной.

*Внутренняя часть*, *filum terminale internum*, представлена атрофированной нефункционирующей нервной тканью и простирается от уровня L1-L2 до уровня S2. Этот отрезок терминальной нити расположен *внутри* слепо замкнутого на уровне второго крестцового позвонка оболочечного мешка, образованного твердой и паутинной оболочками спинного мозга, в связи с чем и получил свое название.

*Наружная часть* терминальной нити, *filum terminale externum*, целиком состоит из соединительной ткани и простирается от уровня 2-го крестцового до уровня 2-го копчикового позвонка, где срастается с его надкостницей. Формирование наружной части происходит путем слияния воедино всех трех оболочек спинного мозга: твердой, паутинной и мягкой ниже уровня S2.

Таким образом, эта часть терминальной нити оказывается за пределами оболочечного мешка, поэтому и именуется *наружной* (рисунок 1).

Функция терминальной нити может быть определена как фиксирующая, вследствие того, что она сращена с копчиком и удерживает нижний отдел спинного мозга подобно якорю от избыточных смещений в полости позвоночного канала.



**Рисунок 1 — Топография утолщений спинного мозга**

1 — твердая мозговая оболочка; 2 — шейное утолщение; 3 — паутинная оболочка;  
4 — пояснично-крестцовое утолщение; 5 — внутренняя терминальная нить;  
6 — наружная терминальная нить.

## 2.2. Утолщения спинного мозга

Диаметр спинного мозга на различных уровнях неодинаков и постепенно увеличивается по направлению снизу вверх.

На протяжении спинного мозга визуально заметны два утолщения (рисунок 1):

- шейное, *intumescentia cervicalis*;
- пояснично-крестцовое, *intumescentia lumbosacralis*.

*Шейное утолщение* соответствует участку спинного мозга, из которого осуществляется иннервация верхних конечностей, *пояснично-крестцовое* — участку, из области которого иннервируются нижние конечности. Образование утолщений обусловлено наличием на указанных частях тела большого количества мышц, совершающих самые разнообразные движения в различных сочетаниях. Поэтому для реализации такой двигательной активности необходима соответствующая сложная иннервация, предполагающая наличие большего количества нервных клеток и нервных волокон.

Комплексы наиболее сложных, точных и координированных движений совершают кисти рук в процессе трудовой деятельности, поэтому шейное утолщение имеет более сложную и упорядоченную организацию. В то время как пояснично-крестцовое утолщение более обширно, но в структурном отношении является менее сложным.

Скелетотопически верхняя граница шейного утолщения соответствует уровню *III–IV шейного позвонка*, нижняя определяется на уровне *II грудного позвонка*.

Пояснично-крестцовое утолщение простирается от уровня *IX–X грудного позвонка* до *I поясничного позвонка* (рисунок 1).

### 2.3. Поверхности и корешки спинного мозга

В спинном мозге различают 4 поверхности:

1. Вентральную, *facies ventralis*.
2. Дорсальную, *facies dorsalis*.
3. Правую латеральную, *facies lateralis dextra*.
4. Левую латеральную, *facies lateralis sinistra*.

*Вентральная поверхность* в полости позвоночного канала обращена к задней поверхности тел позвонков. На ней в продольном направлении расположены 3 борозды:

- глубокая передняя срединная щель, *fissura mediana ventralis*;
- правая переднелатеральная борозда, *sulcus ventrolateralis dextra*;
- левая переднелатеральная борозда, *sulcus ventrolateralis sinistra*.

Условная сагиттальная плоскость, проведенная через переднюю срединную щель разделяет спинной мозг на две симметричные половины: правую и левую.

*Переднелатеральные борозды* являются местом выхода из вещества спинного мозга передних корешковых нитей, которые конвергируют и превращаются в передние корешки спинного мозга, *radices ventrales (motoria)*.

*Передние двигательные корешки спинного мозга*, выходящие из 8-го шейного, всех грудных и верхних двух поясничных сегментов формируются в результате слияния аксонов двух видов нейронов: *двигательных* и *вегетативных*. Тела двигательных нейронов (мотонейронов) расположены в передних столбах серого вещества. Вегетативные симпатические клетки образуют скопления в боковых столбах.

Передние корешки C1 – C7, L3 – L5, S1 – S5 представлены только отростками мотонейронов.

В целом все передние корешки спинного мозга содержат эфферентные центробежные волокна, проводящие двигательные и вегетативные импульсы к скелетной мускулатуре, внутренним органам, железам и сосудам (рисунок 2).

*Дорсальная поверхность* в полости позвоночного канала обращена к основаниям остистых отростков. Так же, как и вентральная, она несет на себе три продольные борозды:

- задняя срединная борозда, *sulcus medianus dorsalis*;
- правая заднелатеральная борозда, *sulcus dorsolateralis dextra*;
- левая заднелатеральная борозда, *sulcus dorsolateralis sinistra*.

*Заднелатеральные борозды* служат местом проникновения в спинной мозг задних корешковых нитей, которые являются непосредственным продолжением задних корешков спинного мозга.

*Задний чувствительный корешок*, *radix dorsalis (sensoria)* формируется в результате слияния центральных отростков псевдоуниполярных нейронов, тела которых залегают в рядом расположенном *спинномозговом узле*. Каждый узел представляет собой овальное утолщение по ходу заднего корешка, расположенное у внутреннего края межпозвоночного отверстия. Совокупность нейронов спинномозгового узла образует *ганглионарный нервный центр*, в котором происходит первичная обработка сенсорной (чувствительной) информации (рисунок 2).

Задние корешки содержат афферентные центроостремительные нервные волокна, проводящие чувствительные импульсы с периферии в ЦНС.

## **2.4. Формирование спинномозгового нерва**

У внутреннего края межпозвоночного отверстия передний и задний корешки сближаются, потом сливаются и образуют *спинномозговой нерв*, *nervus spinalis*. Его длина незначительна (1,5–2 см), поскольку сразу же после выхода из позвоночного канала через межпозвоночное отверстие он распадается на свои основные ветви. В связи с этим существует термин *ствол спинномозгового нерва*, *truncus nervi spinalis* (рисунок 2).

На всем протяжении спинного мозга с каждой его стороны отходит 31 пара корешков или 31 спинномозговой нерв.

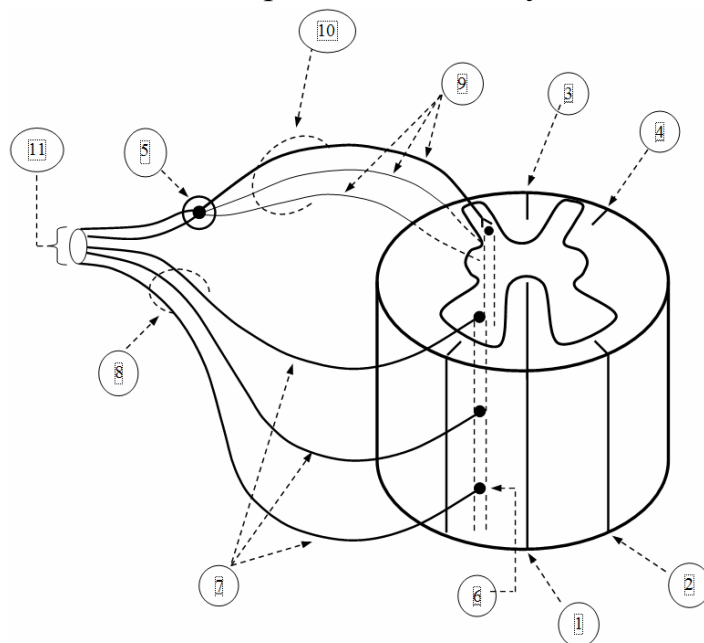
## **2.5. Структурно-функциональная единица спинного мозга**

*Структурно-функциональной единицей* называют морфологический элемент какого-либо органа, который постоянно повторяется в его структуре и обладает способностью к осуществлению определенных функций, присущих органу в целом.

В частности структурно-функциональной единицей спинного мозга является **сегмент**. *Это участок спинного мозга, который соответствует*

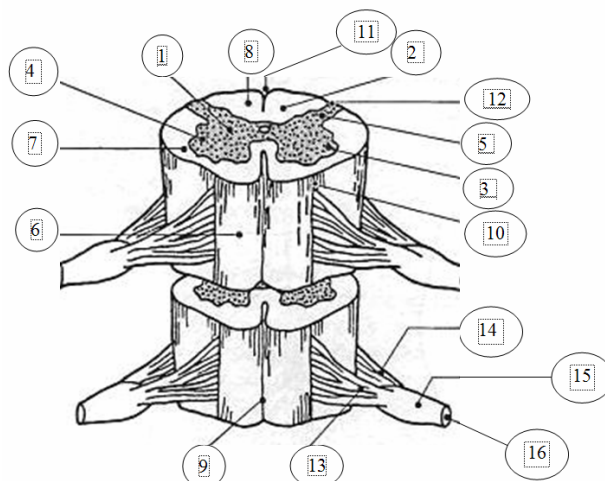
двум парам корешков (два передних и два задних). Иными словами, *сегмент* — это участок спинного мозга, от которого отходят два спинномозговых нерва (правый и левый) (рисунок 3).

Морфологических границ между сегментами спинного мозга не существует, поэтому деление на сегменты является функциональным. Количество сегментов спинного мозга равно количеству позвонков.



**Рисунок 2 — Схема формирования спинномозгового нерва**

1 — передняя срединная щель; 2 — передняя латеральная борозда; 3 — задняя срединная борозда; 4 — задняя латеральная борозда; 5 — псевдоуниполярный нейрон спинномозгового узла; 6 — мотонейроны переднего столба; 7 — аксоны мотонейронов; 8 — передний двигательный корешок; 9 — центральные отростки псевдоуниполярных нейронов; 10 — задний чувствительный корешок; 11 — ствол спинномозгового нерва.



**Рисунок 3 — Сегменты спинного мозга**

1 — серое вещество; 2 — белое вещество; 3 — передний столб; 4 — боковой столб; 5 — задний столб; 6 — передний канатик; 7 — боковой канатик; 8 — задний канатик; 9 — передняя срединная щель; 10 — передняя латеральная борозда; 11 — задняя срединная борозда; 12 — задняя латеральная борозда; 13 — передний корешок; 14 — задний корешок; 15 — спинномозговой узел; 16 — ствол спинномозгового нерва.



## 2.6. Отделы спинного мозга. Скелетотопия сегментов

Спинной мозг подразделяется на 5 отделов:

1. Шейный, pars cervicalis (8 сегментов,  $C_I - C_{VIII}$ ).
2. Грудной, pars thoracica (12 сегментов,  $Th_I - Th_{XII}$ ).
3. Поясничной, pars lumbalis (5 сегментов,  $L_I - L_V$ ).
4. Крестцовый, pars sacralis (5 сегментов,  $S_I - S_V$ ).
5. Копчиковый, pars coccygea (1–3 сегмента,  $Co_I - Co_{III}$ ).

Следует отметить, что каждый спинномозговой нерв выходит из полости позвоночного канала *только* через соответствующее ему по порядковому номеру межпозвоночное отверстие. Так, например, 3-й шейный спинномозговой нерв выходит через межпозвоночное отверстие между 3-м и 4-м шейными позвонками, а 7-й грудной — через межпозвоночное отверстие между 7-м и 8-м грудными позвонками и т.д.

Но в силу того, что в процессе эмбриогенеза позвоночный столб растет быстрее спинного мозга, корешки, формирующие грудные, поясничные и крестцовые спинномозговые нервы, вынуждены опускаться вниз, чтобы достичь соответствующих им по порядковому номеру межпозвоночных отверстий. Именно поэтому внутри позвоночного канала направление хода корешков неодинаково. В шейном отделе они ориентированы почти горизонтально, в грудном — направляются косо вниз, в пояснично-крестцовом отделе следуют почти вертикально вниз (см. приложение А, рисунок 16).

Ввиду того, что у взрослого человека спинной мозг короче позвоночного столба, отмечается несоответствие во взаимном расположении сегментов и соответствующих им одноименных позвонков (правило Шипо). Так верхние шейные сегменты ( $C_I - C_4$ ) расположены *на уровне* соответствующих шейных позвонков.

Нижние шейные и верхние грудные сегменты ( $C_5 - T_4$ ) лежат на один позвонок выше, чем тела соответствующих позвонков. Например, сегмент  $C_7$  находится на уровне позвонка  $C_6$ , или сегмент  $T_3$  — на уровне позвонка  $T_2$ .

В среднем грудном отделе ( $T_5 - T_8$ ) эта разница составляет уже 2 позвонка. Так сегмент  $T_6$  расположен на уровне позвонка  $T_4$ .

Сегменты нижнего грудного отдела ( $T_9 - T_{12}$ ) по отношению к телам соответствующих позвонков лежат на три позвонка выше. К примеру сегмент  $T_{10}$  расположен на уровне позвонка  $T_7$ .

Уровень расположения поясничных сегментов спинного мозга соответствует телам X, XI грудных позвонков, крестцовых и копчиковых сегментов — телам XII грудного и I поясничного позвонков.

Учитывая вышеизложенное, следует отметить, что корешки поясничных и крестцовых спинномозговых нервов, чтобы достигнуть соответствующих им межпозвоночных отверстий, вынуждены спускаться вниз внутри позвоночного канала почти параллельным продольной оси спинного мозга. В результате ниже уровня 2-го поясничного позвонка образуется

густой пучок нервных волокон, свисающий в полость крестцового канала и окружающий терминальную нить. Ввиду визуального сходства он получил название *конский хвост*, *cauda equine* (см. приложение А, рисунок 16).

### 3. ВНУТРЕННЕ СТРОЕНИЕ СПИННОГО МОЗГА

#### 3.1. Морфо-функциональная характеристика серого вещества

Внутреннее строение спинного мозга принято изучать на серии поперечных и продольных срезов. В том и другом случаях различают серое и белое вещество. Серое вещество занимает центральные отделы, а белое расположено снаружки от серого по периферии спинного мозга.

*Серое вещество*, *substantia grisea*, образовано телами преимущественно мультиполярных нейронов и их отростками, не имеющими миелиновой оболочки. Кроме клеточных элементов в сером веществе находятся многочисленные кровеносные сосуды и сопровождающая их рыхлая соединительная ткань (рисунок 4).

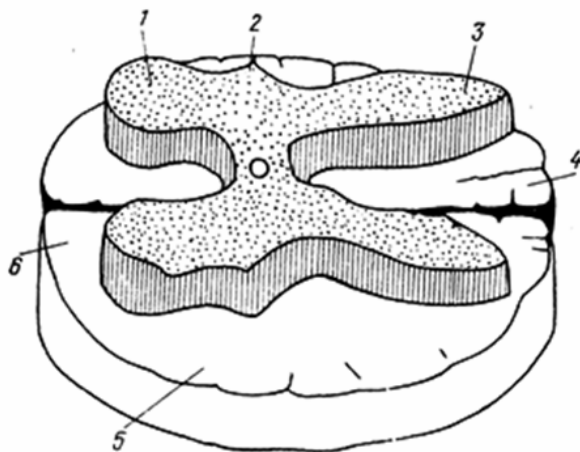


Рисунок 4 — Внутреннее строение спинного мозга

1 — передний столб серого вещества; 2 — боковой столб серого вещества; 3 — задний столб серого вещества; 4 — задний канатик белого вещества; 5 — боковой канатик белого вещества; 6 — передний канатик белого вещества.

#### 3.1.1. Классификация нейронов серого вещества

В сером веществе содержится около 13 млн нейронов, из них 3 % — двигательные, а 97 % — вставочные.

В зависимости от *топографии аксонов* нейроны серого вещества спинного мозга подразделяются на три категории:

1. **Корешковые** нейроны (их отростки образуют передние корешки).
2. **Внутренние** нейроны (отростки не выходят за пределы серого вещества).
3. **Пучковые** нейроны (аксоны проникают в белое вещество и формируют проводящие пути).

Функционально нейроны спинного мозга можно разделить на 2 основные группы:

1) **мотонейроны**, или двигательные – клетки передних столбов;

2) **вставочные**:

— *интернейроны* — переключатели импульсов, располагаются в задних столбах. В свою очередь, бывают ассоциативные и комиссуральные;

— *вегетативные* (симпатические, парасимпатические) нейроны расположены, преимущественно, в боковых рогах.

На продольном разрезе серое вещество образует две вертикальные колонки, расположенные в симметричных половинах спинного мозга. Каждая колонка представлена тремя столбами:

— передним;

— задним;

— боковым (отсутствует в сегментах C1 – C7 и L3 – S5)

На поперечном срезе, соответственно, столбам различают:

— передний рог;

— задний рог;

— боковой рог (отсутствует в сегментах C1 – C7 и L3 – S5).

Форма поперечного среза серого вещества напоминает бабочку с расправленными крыльями (сегменты C8 – L2) или букву Н (сегменты C1 – C7 и L3 – S5).

Соотношение серого и белого вещества неодинаково в различных участках спинного мозга.

В области шейного и поясничного утолщений количество серого вещества преобладает над белым. Грудной отдел характеризуется обратным соотношением. В области мозгового конуса почти вся поверхность поперечного среза выполнена серым веществом, и только по периферии располагается узкий слой белого вещества.

Эмбриональным предшественником спинного мозга является нервная трубка, внутри которой имеется полость на всю ее длину. В последствие остаток этой полости сохраняется в виде так называемого *центрального канала спинного мозга*, *canalis centralis medullae spinalis*, пронизывающего толщу серого вещества в вертикальном направлении. В области мозгового конуса центральный канал расширяется и образует слепо заканчивающийся *терминальный желудочек Краузе*, *ventriculus terminalis*. Стенки центрального канала выстланы особым видом клеток — *эпендимоцитами*, которые обладают способностью абсорбировать некоторые компоненты спинномозговой жидкости. В течение жизни некоторые участки центрального канала облитерируются (зарастают).

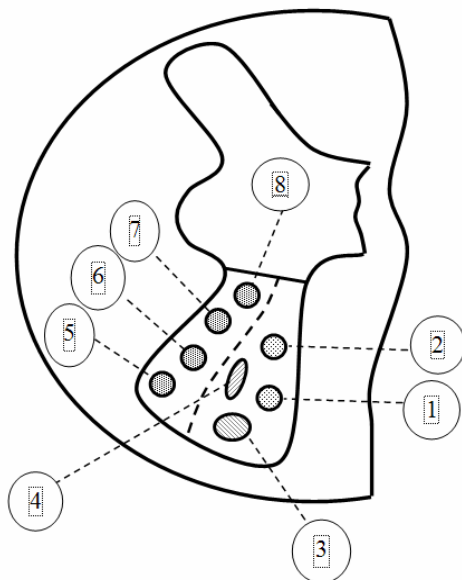
### 3.1.2. Передний столб (рог)

Передний столб образован:

1. Двигательными нейронами (мотонейронами).

2. Тормозными клетками Реншоу.

Мотонейроны иннервируют скелетную мускулатуру. Их аксоны, конвергируя, формируют передние двигательные корешки спинного мозга, выходящие из переднелатеральных борозд на всем его протяжении. Расположение мотонейронов в составе переднего столба строго упорядочено. Они образуют отдельные скопления, именуемые *ядрами*. Топографически ядра передних столбов образуют два комплекса: латеральный и медиальный (рисунок 6).



**Рисунок 5 — Ядра переднего столба**

1 — вентромедиальное ядро; 2 — дорсомедиальное ядро; 3 — ядро диафрагмального нерва; 4 — ядро добавочного нерва; 5 — вентролатеральное ядро; 6 — дорсолатеральное ядро; 7 — ретродорсолатеральное ядро; 8 — центрлатеральное ядро.

*Медиальный комплекс* нейронов отчетливо прослеживается на всем протяжении спинного мозга и сгруппирован в 2 ядра: *вентромедиальное* и *дорсомедиальное*, которые иннервируют длинные и короткие мышцы спины.

*Латеральный комплекс* нейронов выражен только в области утолщений, иннервирует мышцы груди, живота, верхних и нижних конечностей и включает следующие ядра:

- 1) *вентролатеральное* — для мышц плечевого или тазового пояса;
- 2) *центрлатеральное* — для мышц плеча или бедра;
- 3) *дорсолатеральное* — для мышц предплечья или голени;
- 4) *ретродорсолатеральное* — для мышц кисти или стопы.

Передние столбы 5–6 верхних шейных сегментов содержат дополнительные нейронные ассоциации:

1. *Ядро добавочного нерва, n. nervi accessorii.*
2. *Ядро диафрагмального нерва, n. nervi phrenici.*

В составе переднего столба на всем протяжении располагаются так называемые *клетки Реншоу* — тормозные нейроны, которые получают коллатерали (боковые отростки) аксонов мотонейронов и регулируют активность последних.

### 3.1.3. Задний столб (рог)

В заднем столбе (роге) условно различают 4 части, степень выраженности которых неодинакова на различных уровнях спинного мозга:

1. Верхушка, apex cornus dorsalis.
2. Головка, caput cornus dorsalis.
3. Шейка, cervix cornus dorsalis.
4. Основание, basis cornus dorsalis.

Задний столб построен, главным образом, из так называемых *интернейронов* — переключателей нервных импульсов. Как отмечалось ранее, интернейроны разделяются на две подгруппы: *ассоциативные* и *комиссуральные*.

Аксоны ассоциативных нейронов распределяются в *своей* половине спинного мозга и идут в нескольких направлениях:

- к клеткам передних и боковых столбов своего сегмента;
- к клеткам передних и боковых столбов выше- и нижележащих сегментов;
- через белое вещество к головному мозгу.

Отростки комиссуральных нейронов проникают в аналогичные структуры *противоположной* стороны.

Интернейроны заднего столба сгруппированы в 3 зоны и формируют ядра, самым крупным из которых является *собственное ядро заднего рога*, nucleus proprius cornus dorsalis, расположенное в центральной части заднего столба. Оно занимает почти всю его площадь и распространяется на всем его протяжении.

В области верхушки заднего рога различают три зоны:

- пограничную;
- губчатую;
- студенистое вещество Роланда.

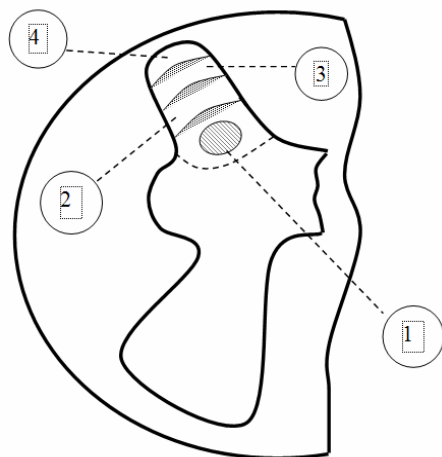
*Пограничная зона*, zona terminalis, представлена густым переплетением центральных отростков псевдоуниполярных нейронов, заложенных в спинномозговых узлах.

*Губчатая зона*, zona spongiosa, следует за пограничной и получила свое название в связи с наличием в этом участке крупнопетливой глиальной сети, ячейки которой содержат крупные нервные клетки.

*Студенистое вещество Роланда*, substantia gelatinosa, находится вблизи собственного ядра заднего рога и состоит из глиальных и мелких нервных клеток, окруженных большим количеством межклеточного вещества (рисунок 6).

### 3.1.4. Боковой столб (рог)

Серое вещество бокового столба неоднородно. В области его основания, на границе с задним столбом расположено *грудное ядро*, nucleus thoracicus (ядро Кларка). Оно образовано крупными ассоциативными и комиссуральными нейронами (клетками Штиллинга), аксоны которых в составе белого вещества *своей* и *противоположной* стороны направляются в головной мозг.



**Рисунок 6 — Ядра заднего столба**

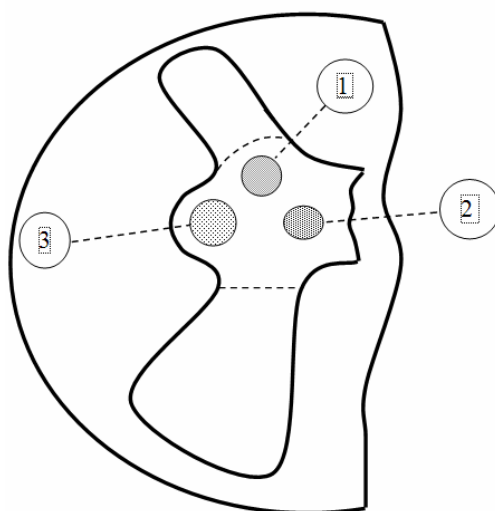
1 — собственное ядро; 2 — студенистое вещество Роланда; 3 — губчатая зона; 4 — пограничная зона

Клеточные элементы бокового столба, не вошедшие в состав грудного ядра, сгруппированы в 2 нейронных комплексах:

1. *Промежуточное медиальное ядро*, *nucleus intermedius medialis*, представлено вставочными нейронами, имеющими отношение к переключению сенсорной информации, поступающей в спинной мозг в составе задних корешков, на проводящие пути, ведущие к головному мозгу.

2. *Промежуточное латеральное ядро*, *nucleus intermedius lateralis*, образовано симпатическими вегетативными нервными клетками (рисунок 7).

Аксоны симпатических нервных клеток проходят транзитом через передний столб и покидают серое вещество в составе передних двигательных корешков. Их функциональное предназначение заключается в проведении регулирующих импульсов к структурным элементам сосудов и внутренних органов.



**Рисунок 7 — Ядра бокового столба**

1 — грудное ядро Кларка; 2 — промежуточное медиальное ядро; 3 — промежуточное латеральное ядро

### ***3.1.5. Понятие о сегментарном аппарате спинного мозга и его морфофункциональная характеристика***

Сегментарный аппарат реализует фундаментальную функцию спинного мозга — *автономную защитную рефлекторную деятельность, которая лежит в основе избирательного взаимодействия организма с внешней средой и обеспечивает саморегуляцию всех его органов и систем.*

Сегментарный аппарат спинного мозга включает следующий комплекс образований:

1. *Псевдоуниполярные клетки спинномозговых узлов.*
2. *Все нейроны серого вещества передних, боковых и задних столбов.*
3. *Передний, латеральный и задний собственные пучки спинного мозга (аксоны вставочных нейронов, образующие внутрисегментарные и межсегментарные связи).*
4. *Передние и задние корешки спинного мозга.*

Эти элементы составляют каждый сегмент и повторяются на протяжении всего спинного мозга, функционируя как единое целое, поэтому их совокупность именуется *сегментарным аппаратом*.

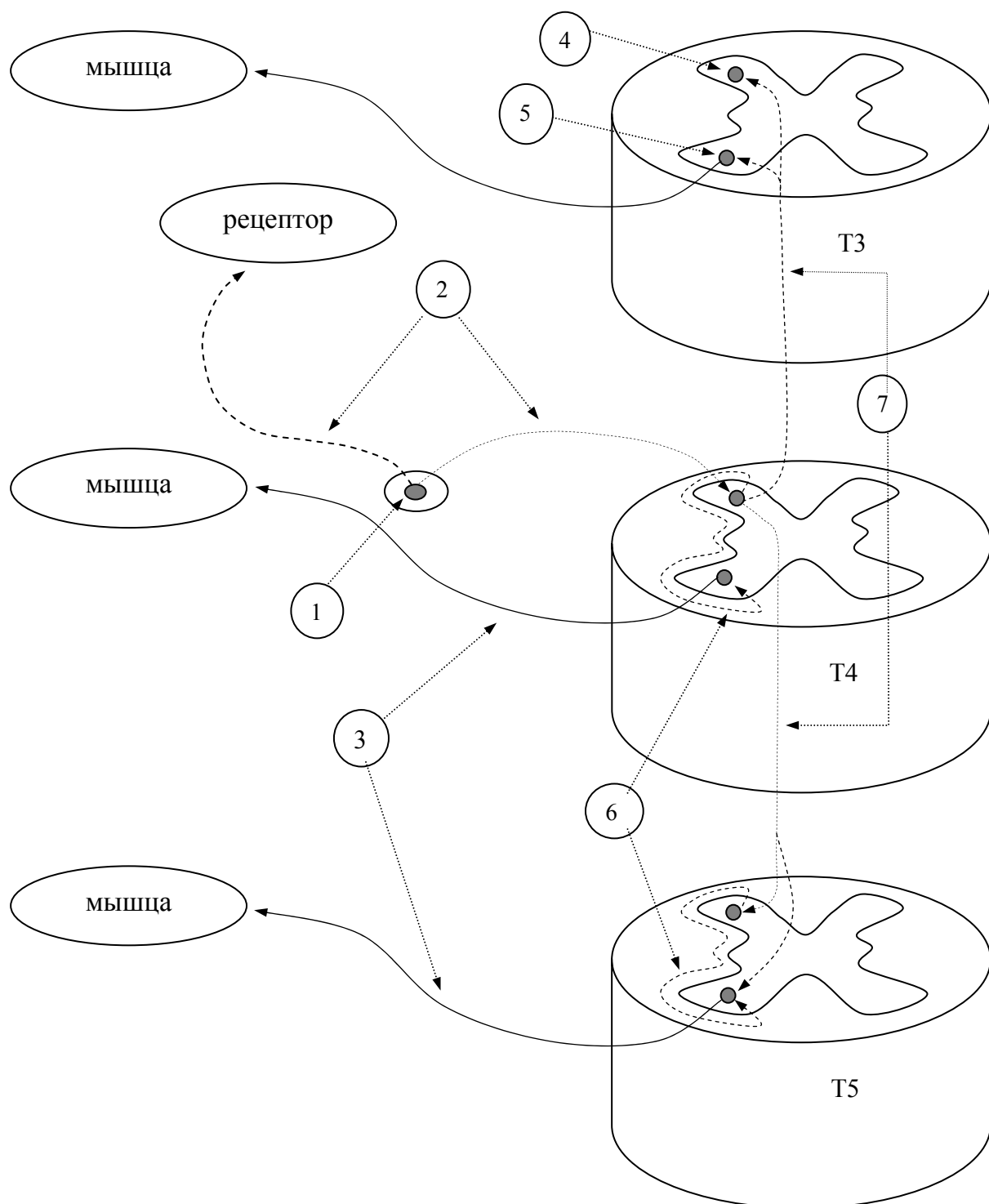
Функционирующим звеном сегментарного аппарата являются простейшие двухнейронные и трехнейронные рефлекторные дуги, которые образуются в результате последовательного соединения и взаимодействия псевдоуниполярных нейронов и нейронов серого вещества.

*Двухнейронная рефлекторная дуга* образована псевдоуниполярным нейроном спинномозгового узла (1-й нейрон) и двигательным нейроном переднего столба серого вещества (2-й нейрон). Эти нейроны соединены между собой при помощи отростков, которые формируют в составе рефлекторной дуги два звена: приносящее и выносящее (см. приложение А, рисунок 15).

*Приносящее звено* представлено периферическими и центральными отростками псевдоуниполярного нейрона. Периферические отростки заканчиваются рецептором в коже, слизистой или мышце. Центральные отростки формируют задний корешок, проникающий через заднелатеральную борозду в спинной мозг и образующий синапсы на втором нейроне.

*Выносящее звено* включает тела двигательных нейронов, расположенных в переднем столбе, и совокупность отходящих от них аксонов, которые образуют передние корешки, покидающие спинной мозг через переднелатеральную борозду. Аксоны двигательных нейронов заканчиваются нервно-мышечными синапсами в скелетных мышцах.

*Трехнейронная рефлекторная дуга* отличается наличием вставочного ассоциативного нейрона, на теле которого образует синапс центральный отросток псевдоуниполярного нейрона (см. приложение А, рисунок 15). В свою очередь, аксон вставочного нейрона направляется к моторным клеткам передних рогов своего, а также выше- и нижележащих сегментов. Пучки аксонов, образующих внутрисегментарные и межсегментарные связи, направляясь от задних столбов к передним, несколько выходят за пределы серого вещества.



**Рисунок 8 — Схема сегментарного аппарата спинного мозга**

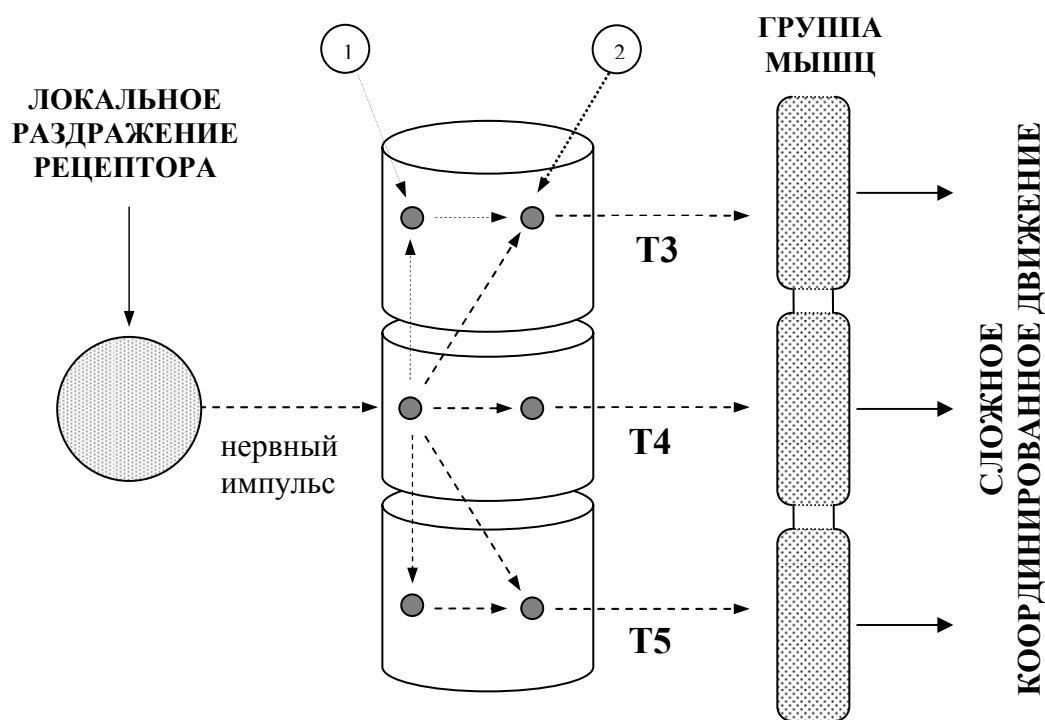
1 — псевдоуниполярный нейрон; 2 — задний корешок; 3 — передний корешок; 4 — вставочный нейрон заднего столба; 5 — мотонейрон переднего столба; 6 — внутрисегментарные ассоциативные пучки; 7 — межсегментарные ассоциативные волокна.

В результате по периферии каждого серого столба они образуют тонкую каемку белых волокон, которая со всех сторон окутывает серое вещество. Эта каемка делится на три части, именуемые *собственными ассоциативными пучками*:



1. Передний, *fasciculus proprius ventralis*, прилежит к переднему столбу.
2. Латеральный, *fasciculus proprius lateralis*, примыкает к боковому столбу.
3. Задний, *fasciculus proprius dorsalis*, соответствует заднему столбу.

Таким образом, по системе ассоциативных нервных волокон осуществляется межсегментарное распространение нервного сигнала с последующим вовлечением в процесс возбуждения нейронных структур нескольких смежных сегментов (рисунок 8).



**Рисунок 9 — Схема функционирования сегментарного аппарата.**

1 — вставочные нейроны боковых столбов; 2 — мотонейроны передних столбов

Классическим примером автономной работы сегментарного аппарата спинного мозга является *рефлекс отдергивания*. Локальное раздражение кожного рецептора (случайный порез, ожог) трансформируется в нервный импульс, который через тело псевдоуниполярного нейрона по задним корешкам проникает в задний столб серого вещества соответствующего сегмента. Далее вставочный нейрон обеспечивает проведение импульса к мотонейронам переднего столба своего сегмента, а также выше- и нижележащих сегментов. Возбуждение целого *комплекса двигательных клеток* нескольких сегментов вовлекает в ответную реакцию одновременно *несколько групп мышц*. В результате возникает сложное согласованное координированное движение в ответ на достаточно примитивное точечное раздражение (рисунки 8 и 9).

Подобные автоматические реакции осуществляются без участия сознания и воли и являются *безусловнорефлекторными*. В ходе эволюции они

возникли задолго до появления головного мозга. В процессе непрерывного взаимодействия с постоянно изменяющимися условиями окружающей среды защитные рефлекторные механизмы спинного мозга достигли совершенства в организме человека. Однако, являясь довольно примитивными автоматическими реакциями, они находятся под непрерывным контролем корковых структур головного мозга и мозжечка.

### **3.1.6. Морфофункциональная характеристика белого вещества. Понятие о надсегментарном аппарате**

Белое вещество спинного мозга располагается снаружи от серого по периферии спинного мозга. Оно образовано пучками длинных отростков нейронов (аксонов), покрытых миелином. В процессе эволюции появление белого вещества совпало с моментом начала цефализации (образование головного мозга). По мере развития и совершенствования структур головного мозга возникла необходимость связи его с серым веществом спинного мозга. Процесс формирования волокон белого вещества носил двусторонний характер. С одной стороны, аксоны нейронов развивающегося головного мозга достигали серого вещества спинного мозга, а с другой — нейриты клеток спинного мозга образовывали восходящие связи с головным мозгом. Таким образом, постепенно нарастал объем белого вещества и происходила миелинизация его нисходящих и восходящих волокон. Формирование миелиновых оболочек было обусловлено необходимостью наличия мгновенной связи между структурами спинного и головного мозга.

С появлением белого вещества рефлекторная деятельность спинного мозга осталась независимой и автономной, но постоянно контролируется и координируется корковыми структурами и подкорковыми образованиями головного мозга.

Миелинизированные аксоны белого вещества образуют продольно ориентированные пучки волокон, которые, в свою очередь, собираются в видимые невооруженным глазом канатики: передний, боковой и задний.

*Передний канатик*, *funiculus ventralis*, ограничен передней срединной щелью медиально, передним столбом серого вещества и передними корешками — латерально. На всем протяжении состоит, преимущественно, из нисходящих волокон.

*Задний канатик*, *funiculus dorsalis*, расположен между задним столбом и задними корешками с одной стороны, задней срединной бороздой — с другой. На всем протяжении представлен пучками восходящих нервных волокон.

*Боковой канатик*, *funiculus lateralis*, размещается между передними и задними корешками и включает как восходящие, так и нисходящие пучки (рисунок 3).

К белому веществу также относится *белая спайка*, *comissura alba*, которая располагается кзади от передней срединной щели и образована отростками клеток, переходящими на противоположную сторону и формирующими перекрест.

Совокупность волокон белого вещества образует проводящие пути спинного мозга, которые разделяются на три системы:

1. Ассоциативные (связывают между собой сегменты, расположенные на различных уровнях).

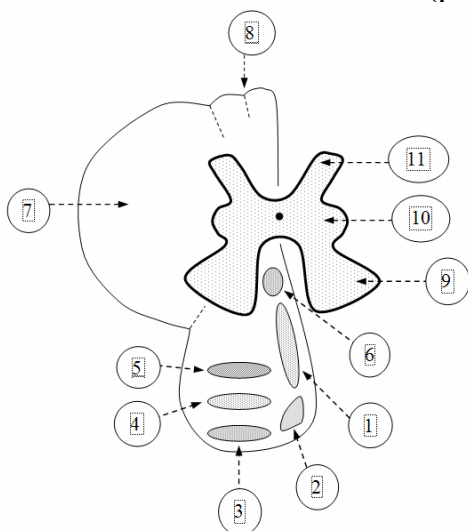
2. Восходящие или центростремительные (направляются к центрам головного мозга).

3. Нисходящие или центробежные (идут от головного мозга к нейронам передних столбов).

Совокупность центростремительных (чувствительных) и центробежных (двигательных) проводящих путей образует так называемый *надсегментарный аппарат спинного мозга*. Его функциональное предназначение заключается в двустороннем проведении нервных импульсов, благодаря чему обеспечивается высокоскоростная взаимосвязь между функционирующими элементами организма и контролирующими их нервными центрами. Наличие этих связей позволяет головному мозгу непрерывно отслеживать работу различных органов и систем и вносить необходимые «поправки» в их деятельность.

### **3.1.7. Анатомо-функциональная характеристика проводящих путей переднего канатика**

Проводящие пути переднего канатика, преимущественно, нисходящие, соединяют нервные центры корковых и подкорковых структур головного мозга с мотонейронами передних столбов серого вещества спинного мозга. Тракты, имеющие начало в коре больших полушарий, являются морфологической основой *произвольных* двигательных реакций. Проводящие пути, исходной точкой которых служат нейронные комплексы, расположенные в подкорковых образованиях, обеспечивают осуществление и регуляцию *непроизвольных* автоматических двигательных актов (рисунок 10).



**Рисунок 10 — Топография проводящих путей переднего канатика**

1 — передний корково-спинномозговой тракт; 2 — покрывшечно-спинномозговой тракт; 3 — преддверно-спинномозговой тракт; 4 — передний спинноталамический тракт; 5 — ретикулярно-спинномозговой тракт; 6 — задний продольный пучок; 7 — боковой канатик; 8 — задний канатик; 9 — передний рог; 10 — боковой рог; 11 — задний рог.

Проводящие пути, начинающиеся в коре головного мозга:

1. *Передний корково-спинномозговой (пирамидный) тракт, tr. corticospinalis anterior*. Образован совокупностью аксонов крупных пирамидных клеток Беца, расположенных в средних отделах предцентральной извилины. Соединяет указанную извилину с двигательными нейронами передних столбов спинного мозга. В составе переднего канатика примыкает к передней срединной щели, занимая медиальное положение. Четко прослеживается только до уровня верхних грудных сегментов.

*Функция:* проводит импульсы произвольных двигательных реакций к мышцам верхней части туловища и верхних конечностей.

Проводящие пути, начинающиеся от подкорковых образований головного мозга:

1. *Покровщечно-спинномозговой тракт, tr. tectospinalis*. Представляет собой пучок волокон, соединяющий нейронные комплексы верхних (подкорковые центры зрения) и нижних (подкорковые центры слуха) холмиков крыши среднего мозга с двигательными клетками передних столбов. Расположен кпереди и медиальнее пирамидного тракта.

*Функция:* осуществление ориентировочных и защитных рефлексов на неожиданные зрительные и слуховые раздражители. Примером ориентировочного рефлекса может служить поворот головы или туловища по направлению к источнику света или звука.

2. *Ретикулярно-спинномозговой тракт, tr. reticulospinalis*. Исходной точкой являются нейронные комплексы ретикулярной формации ствола мозга, аксоны которых заканчиваются в мотонейронах передних серых столбов. Занимает центральное положение в переднем канатике.

*Функция:* регуляция тонуса скелетных мышц в зависимости от изменяющихся условий окружающей среды, а также при смене состояний сна и бодрствования.

3. *Преддверно-спинномозговой тракт, tr. vestibulospinalis*. Образован пучком аксонов, связывающих вестибулярные ядра VIII пары черепных нервов с двигательными нейронами передних столбов спинного мозга. Располагается на границе переднего и бокового канатиков.

*Функция:* является проводником импульсов, обеспечивающих координацию движений туловища и конечностей и поддержание равновесия в различных позах. Повышает тонус, преимущественно, мышц-разгибателей позвоночного столба, мышц поясов верхних и нижних конечностей. Эти группы мышц участвуют в поддержании осанки, противодействуя силам земного притяжения (антигравитационная мускулатура).

4. *Задний продольный пучок, fasciculus longitudinalis dorsalis*. Представлен совокупностью нервных волокон, которые объединяют ядра глазодвигательных нервов (III, IV и VI), вестибулярные ядра и мотонейроны передних рогов верхних шейных сегментов спинного мозга в единый функциональный комплекс. Локализуется в дорсальных отделах переднего канатика.

*Функция:* проводит нервные импульсы, координирующие работу мышц глазного яблока и мышц шеи, благодаря чему осуществляется содружественный поворот головы и глаз.

5. *Передний спинноталамический тракт, tr. spinothalamicus anterior.* Является восходящим афферентным трактом и проводит импульсы тактильной чувствительности (осязания и давления) от рецепторов кожи и слизистых в постцентральную извилину коры головного мозга.

### **3.1.8. Анатомо-функциональная характеристика проводящих путей бокового канатика**

Белое вещество бокового канатика представлено двумя видами миелинизированных волокон: афферентными и эфферентными.

Афферентные волокна формируют восходящие проводящие пути, а эфферентные образуют нисходящие проводящие пути.

Восходящие тракты проводят импульсы четырех видов чувствительности:

1. Тактильной (чувство прикосновения и давления).
2. Температурной (ощущение холода и тепла).
3. Болевой.
4. Проприоцептивной.

Проприоцептивная чувствительность (*proprius* — собственный, *septio* — ощущать) предполагает проведение импульсов от рецепторов, локализованных в структурах опорно-двигательного аппарата (мышцах, суставах, связках, сухожилиях). Этот вид чувствительности обеспечивает ощущение положения и перемещения тела и конечностей в пространстве (мышечно-суставное чувство). Это позволяет совершать сложные целенаправленные движения без контроля зрения.

Восходящие проводящие пути бокового канатика подразделяются на три группы в зависимости от локализации нервного центра, в котором они заканчиваются.

1. Восходящие к мозжечку:

А. *Передний спинно-мозжечковый тракт, tr. spinocerebellaris anterior* (пучок Говерса). Располагается по периферии вентральной части бокового канатика.

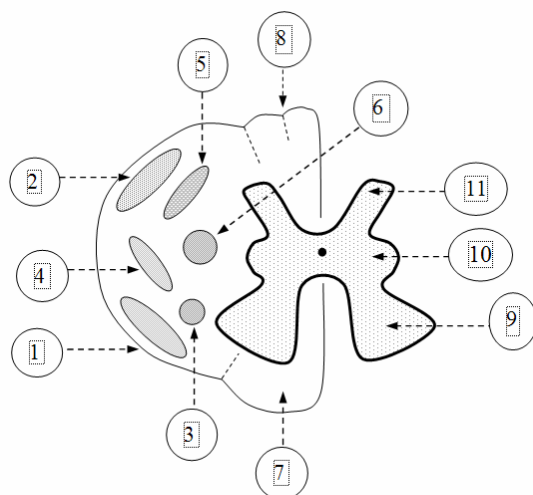
*Функция:* проводит импульсы *бессознательной проприоцептивной чувствительности* к коре червя мозжечка и служит, главным образом, для контроля положения конечностей.

В. *Задний спинно-мозжечковый тракт tr. spinocerebellaris posterior* (пучок Флексига). Локализуется тотчас же позади пучка Говерса по периферии бокового канатика, проводит *бессознательные проприоцептивные импульсы* в мозжечок.

*Функция:* специализирован на быстрой регуляции тонких координированных движений верхних и нижних конечностей.

Благодаря поступлению импульсов от проприоцепторов мозжечок участвует в автоматической рефлекторной координации движений. Особенно от-

четливо это проявляется при внезапных нарушениях равновесия во время ходьбы, когда в ответ на изменение положения тела возникает целый комплекс произвольных движений, направленных на поддержание равновесия.



**Рисунок 11 — Топография проводящих путей бокового канатика**

1 — передний спинно-мозжечковый тракт; 2 — задний спинно-мозжечковый тракт; 3 — спинно-покрышечный тракт; 4 — латеральный спинно-таламический тракт; 5 — латеральный корково-спинномозговой тракт; 6 — красное ядро-спинномозговой тракт; 7 — передний канатик; 8 — задний канатик; 9 — передний рог; 10 — боковой рог; 11 — задний рог.

## 2. Восходящие к среднему мозгу:

А. *Спинно-покрышечный тракт, tr. spinotectalis*, в составе бокового канатика прилежит с медиальной стороны к пучку Говерса. Соединяет двигательные нейроны передних столбов спинного мозга с верхними (подкорковые центры зрения) и нижними (подкорковые центры слуха) холмиками крыши среднего мозга.

**Функция:** служит проводником отчетной информации о выполнении безусловно рефлекторных двигательных реакций на зрительные и звуковые раздражители.

## 3. Восходящие к коре головного мозга:

А. *Латеральный спинно-таламический тракт, tr. spinothalamicus lateralis*, располагается тотчас же позади предыдущего тракта медиальнее пучка Говерса.

**Функция:** вентральный отдел этого пути является проводником импульсов болевой чувствительности, а дорсальный — температурной.

Нисходящие проводящие пути участвуют в реализации сознательных и бессознательных двигательных реакций. В зависимости от локализации первого нейрона разделяются на две группы: начинающиеся в коре и начинающиеся в подкорковых образованиях головного мозга.

Нисходящие пути, формирующиеся в коре:

1. *Латеральный корково-спинномозговой тракт, tr. corticospinalis lateralis*. Прилежит к пучку Флексига с медиальной стороны. Берет начало в

предцентральной извилине и заканчивается на мотонейронах передних столбов спинного мозга.

**Функция:** проводит импульсы произвольных двигательных реакций к мышечным массивам нижней части туловища и нижних конечностей.

Нисходящие пути, формирующиеся в среднем мозге:

1. *Красноядерно-спинномозговой тракт, tr. rubrospinalis* (пучок Монакова) расположен тотчас же кпереди от латерального корково-спинномозгового пути. Соединяет красные ядра среднего мозга с двигательными клетками передних столбов.

**Функция:** автоматический (бессознательный) контроль и управление произвольными и непроизвольными движениями, регуляция тонуса скелетных мышц, необходимая для поддержания позы без усилия воли (рисунок 11).

### **3.1.9. Анатомо-функциональная характеристика проводящих путей заднего канатика**

Каждый задний канатик образован длинными миелинизированными проводниками, которые представляют собой совокупность центральных отростков псевдоуниполярных нейронов спинномозговых узлов. От уровня 4-го грудного сегмента спинного мозга в заднем канатике отчетливо прослеживаются два продольно ориентированных пучка:

1. Тонкий пучок Голля, *fasciculus gracilis* (расположен медиально).

2. Клиновидный пучок Бурдаха, *fasciculus cuneatus* (находится латерально).

Оба пучка являются проводниками трех видов чувствительности: проприоцептивной (80 %), тактильной и стереогностической (узнавание предметов на ощупь). В отличие от пучков Говерса и Флексига тонкий и клиновидный пучки проводят импульсы *сознательной проприоцептивной чувствительности* в постцентральную извилину коры большого мозга.

Волокна, формирующие тонкий пучок, начинаются от проприорецепторов нижней части туловища и нижних конечностей, поэтому задний канатик ниже уровня 4-го грудного сегмента образован только пучком Голля.

Волокна, входящие в состав клиновидного пучка Бурдаха, берут начало только от проприорецепторов верхней части туловища и верхних конечностей, поэтому от уровня 4-го грудного сегмента задний канатик уже представлен двумя пучками.

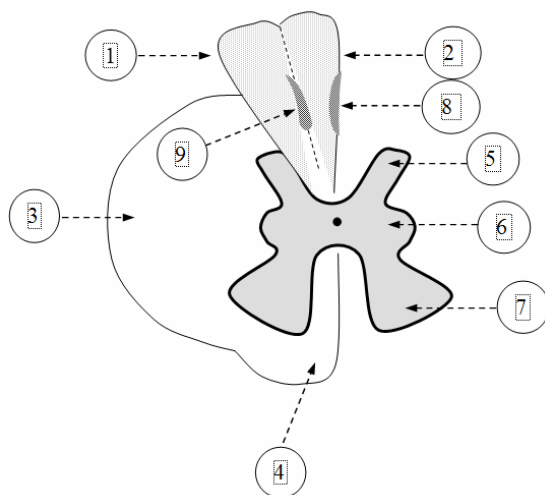
Входящие в состав заднего канатика немногочисленные волокна тактильной и стереогностической чувствительности достигают постцентральной извилины и верхней теменной доли.

Помимо вышеописанных трактов в белом веществе заднего канатика прослеживаются пучки ассоциативных волокон, образующих межсегментарные связи. К ним относятся:

1. *Перегородочно-краевой пучок, fasciculus septomarginalis*, залегает в глубине пучка Голля, тесно примыкая к задней срединной борозде, содержит нисходящие волокна.

2. *Межпучковый пучок, fasciculus interfascicularis* (запятовидный путь Шульце), расположен между тонким и клиновидным пучками и содержит нисходящие волокна.

3. *Дорсолатеральный тракт, tr. dorsolateralis* (путь Лиссауэра), залегает между вершущкой заднего столба и дорсальной поверхностью спинного мозга. Его волокна соединяют нейроны задних столбов двух-трех смежных сегментов (рисунок 12).



**Рисунок 12 — Топография проводящих путей заднего канатика**

1 — клиновидный пучок Бурдаха; 2 — тонкий пучок Голля; 3 — боковой канатик; 4 — передний канатик; 5 — задний рог; 6 — боковой рог; 7 — передний рог; 8 — перегородочно-краевой пучок; 9 — межпучковый пучок.

## 4. ОБОЛОЧКИ СПИННОГО МОЗГА

В полости позвоночного канала спинной мозг окутан тремя оболочками:

1. Твердой.
2. Паутинной.
3. Мягкой.

*Твердая оболочка спинного мозга (dura mater spinalis)* — самая наружная, содержит пучки коллагеновых и эластических волокон и отличается высокой прочностью. В целом она представляет собой цилиндрический мешок, который простирается от большого затылочного отверстия до уровня 2–3 крестцового позвонка, где слепо замыкается и продолжается в наружную часть терминальной нити. Твердая оболочка имеет множество точек фиксации:

1. Край большого затылочного отверстия.
2. Край каждого межпозвоночного отверстия, куда твердая оболочка продолжается в виде периневральных оболочек спинномозговых нервов.
3. Многочисленные фиброзные перемычки к задней продольной связке позвоночника.
4. Наружная часть терминальной нити, фиксированная к копчику.



*Паутинная оболочка спинного мозга, arachnoidea mater spinalis*, расположена кнутри от предыдущей и представляет собой тонкую полупрозрачную пластинку, не содержащую сосудов. Паутинная оболочка также имеет вид цилиндрического мешка, помещенного внутрь твердой оболочки и слепо замкнутого на уровне 2–3 крестцового позвонка. Точки фиксации во многом совпадают с таковыми у твердой оболочки:

- край затылочного отверстия;
- края межпозвоночных отверстий (срастается с твердой оболочкой, участвуя в образовании периневральных оболочек);
- наружная терминальная нить;
- соединительнотканые мостики к мягкой мозговой оболочке (арахноидальные трабекулы).

*Мягкая мозговая (сосудистая) оболочка (pia mater spinalis)* — самая внутренняя, образована рыхлой волокнистой соединительной тканью, содержащей множество микрососудов. ММО состоит из двух пластинок:

- внутренней;
- наружной.

Внутренняя пластинка тесно сращена с поверхностью спинного мозга, а наружная довольно рыхло прилежит к внутренней. Между пластинками находятся сосуды, проникающие внутрь спинного мозга и питающие его серое и белое вещество. Все артериальные микрососуды окружены влажными оболочками, составляющими *сосудистую основу, tela choroidea*. Вокруг каждого сосуда, между его стенкой и оболочкой, находится *околососудистое (периваскулярное) пространство, spatium perivascularе*, сообщающееся с подпаутинным пространством спинного мозга (рисунок 14).

## 5. ОБОЛОЧЕЧНЫЕ ПРОСТРАНСТВА СПИННОГО МОЗГА

В полости позвоночного канала расположены три оболочечные пространства (рисунок 13).

1. Надоболочечное (эпидуральное).
2. Подоболочечное (субдуральное).
3. Подпаутинное (субарахноидальное).

***Надоболочечное пространство, spatium epidurale***, ограничено снаружи надкостницей позвоночного канала, изнутри — твердой мозговой оболочкой. Эпидуральное пространство заканчивается на уровне большого затылочного отверстия и продолжается ниже уровня 2–3-го крестцовых позвонков в полость крестцового канала.

***Содержимое.*** Надоболочечное пространство заполнено *жировой клетчаткой* и содержит *внутреннее позвоночное венозное сплетение*, в которое оттекает венозная кровь от тел и отростков позвонков, а также от спинного мозга.

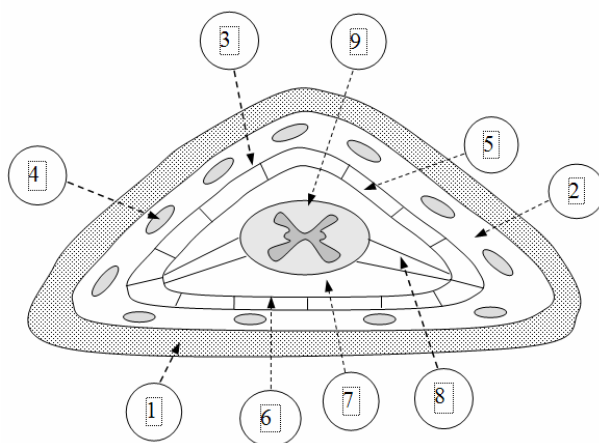
**Подоболочечное пространство, *spatium subdurale***, расположено между твердой и паутинной оболочками. В области большого затылочного отверстия оно сообщается с одноименным пространством головного мозга, внизу заканчивается на уровне 2-го крестцового позвонка у места сращения твердой и паутинной оболочек (начало наружной части терминальной нити).

**Содержимое.** В субдуральном пространстве находится большое количество тонких соединительнотканых перемычек (мостиков), соединяющих твердую и паутинную оболочки.

**Подпаутинное пространство, *spatium subarachnoidale***, отделяет наружную пластинку мягкой оболочки от паутинной. На уровне большого затылочного отверстия оно переходит в одноименное пространство головного мозга, внизу слепо замкнуто на уровне 2-го крестцового позвонка.

**Содержимое.** На протяжении от затылочного отверстия до 1–2 поясничных позвонков субарахноидальное пространство содержит спинной мозг вместе начальными отделами передних и задних корешков. Ниже второго поясничного позвонка находится только конский хвост (пучок поясничных и крестцовых корешков) и внутренняя часть терминальной нити.

Внутри субарахноидального пространства имеются многочисленные соединительнотканые пластинки и волокна, натянутые между мягкой и паутинной оболочками (арахноидальные трабекулы). Максимального развития они достигают на латеральных поверхностях спинного мозга, где образуют так называемую *зубчатую связку, lig. denticulatum*. Волокна этой связки в виде отдельных, фронтально расположенных пучков, берут начало от наружной пластинки ММО и направляются между корешками нервов к паутинной и твердой оболочкам. Количество зубцов составляет в среднем около 20 с каждой стороны. Зубчатая связка препятствует избыточным смещениям спинного мозга, преимущественно, вдоль вертикальной оси.



**Рис. 13. Оболочечные пространства спинного мозга**

1 — костная стенка позвоночного канала; 2 — эпидуральное пространство; 3 — твердая оболочка; 4 — сосуды венозного сплетения; 5 — субдуральное пространство; 6 — паутинная оболочка; 7 — субарахноидальное пространство; 8 — зубчатая связка; 9 — мягкая оболочка.

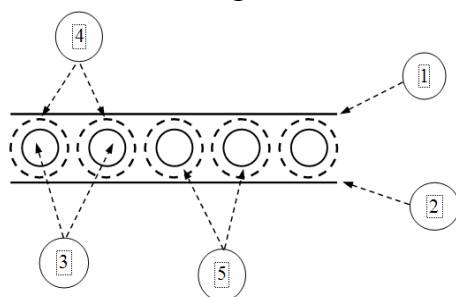
Таким образом, спинной мозг оказывается как бы подвешенным с помощью фронтально расположенной зубчатой связки в субарахноидальном пространстве.

На всем протяжении объем субарахноидального пространства заполнен *спинномозговой жидкостью*, liquor cerebrospinalis (100–150 мл), которая омывает корешки спинномозговых нервов, арахноидальные трабекулы, зубчатые связки и непосредственно окружает спинной мозг.

Количество спинномозговой жидкости, которое вырабатывается в течение суток, составляет около 500 мл, однако в субарахноидальном пространстве ее объем остается неизменным. Избыток ликвора непрерывно удаляется посредством нескольких физиологических механизмов. Один из них заключается в фильтрации спинномозговой жидкости в периваскулярные пространства мягкой мозговой оболочки, которая в этом случае, помимо трофической, выполняет еще и дренажную функцию.

*Физиологическое значение спинномозговой жидкости:*

1. Механическая защита спинного мозга.
2. Поддержание осмотического и ионного равновесия мозговой ткани.
3. Дополнительная питательная среда для мозгового вещества.



**Рисунок 14 — Схема микроскопического строения мягкой мозговой оболочки**

1 — наружная пластинка; 2 — внутренняя пластинка; 3 — микрососуды; 4 — периваскулярные оболочки; 5 — периваскулярные пространства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хомутов, А. Е. Физиология центральной нервной системы: учеб. пособие / А. Е. Хомутов. — Ростов н/Д.: Феникс, 2006. — 384 с.
2. Оленев, С. Н. Конструкция мозга / С. Н. Оленев. — Л.: Медицина, 1987. — 208 с.
3. Синельников, Р. Д. Атлас анатомии человека: учеб. пособие: в 4 т. / Р. Д. Синельников, Я. Р. Синельникова. — 2-е изд., стер. — М.: Медицина, 1996. — Т. 2. — 264 с.
4. Привес, М. Б. Анатомия человека. — 12-е изд., перераб. и доп. / М. Б. Привес, Н. К. Лысенков, В. И. Бушкович. — СПб.: СПбМАПО, 2005. — 720 с.
5. Фениш, Х. Карманный атлас анатомии человека на основе Международной номенклатуры / Х. Фениш; при участии В. Даубера; пер. с англ. С. Л. Кабак, В. В. Руденок; пер. под ред. С. Д. Денисова. — Мн.: Выш. шк., 1997. — 464 с.
6. Анатомия человека: учеб.: в 2 т. / Э. И. Борзяк [и др.]; под ред. М. Р. Сапина. — 4-е изд., стер. — М.: Медицина, 1997. — Т. 1. — 544 с.
7. Физиология человека: учеб.: в 2 т. / В. М. Покровский [и др.]; под ред. В. М. Покровского. — Т. 1. — 448 с.

## Приложение А

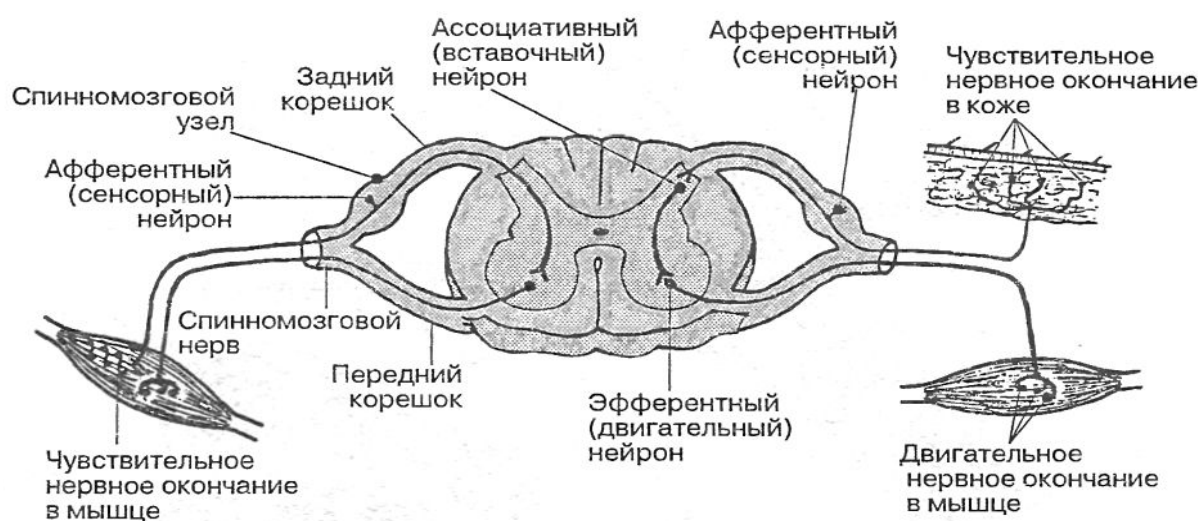


Рисунок 15 — Схема соединения нейронов в двухнейронной (слева) и трехнейронной (справа) рефлексорной дуге

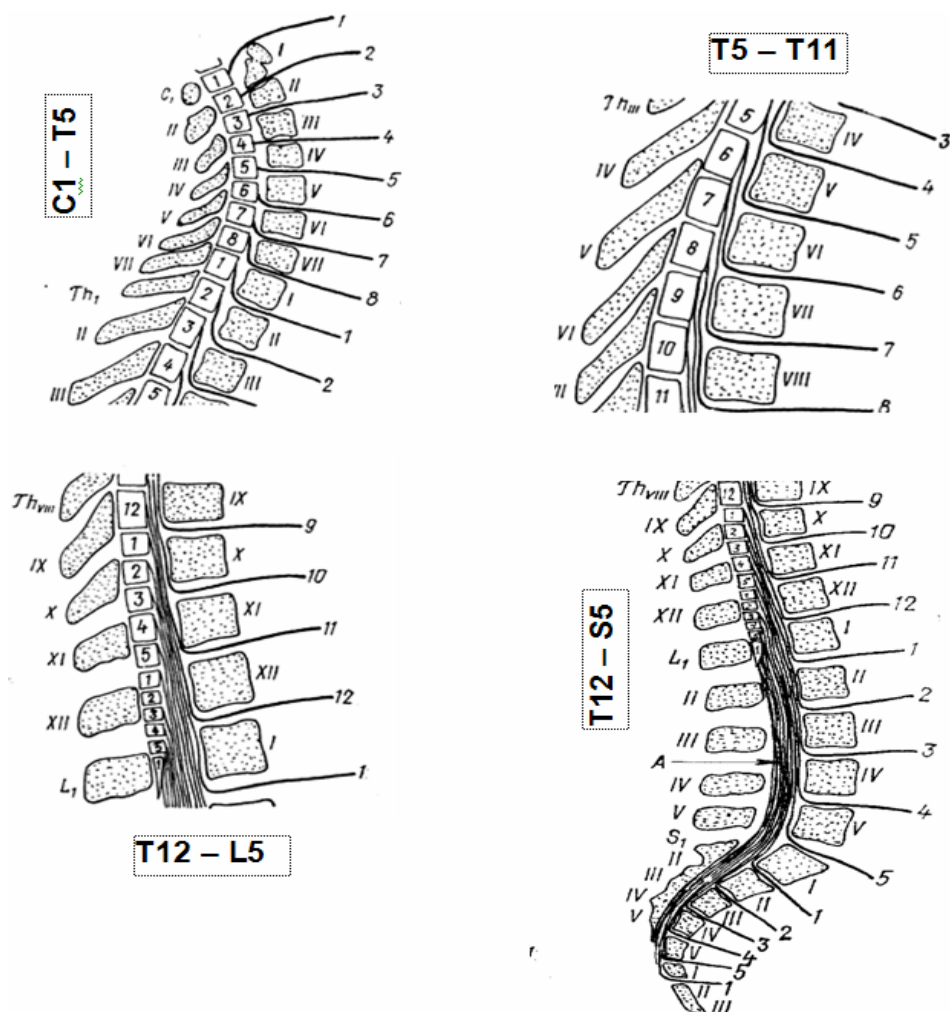


Рисунок 16 — Схемы топографии сегментов спинного мозга (сегменты спинного мозга обозначены арабскими цифрами, сегменты позвоночного столба (позвонки) — римскими)

# Продолжение приложения А

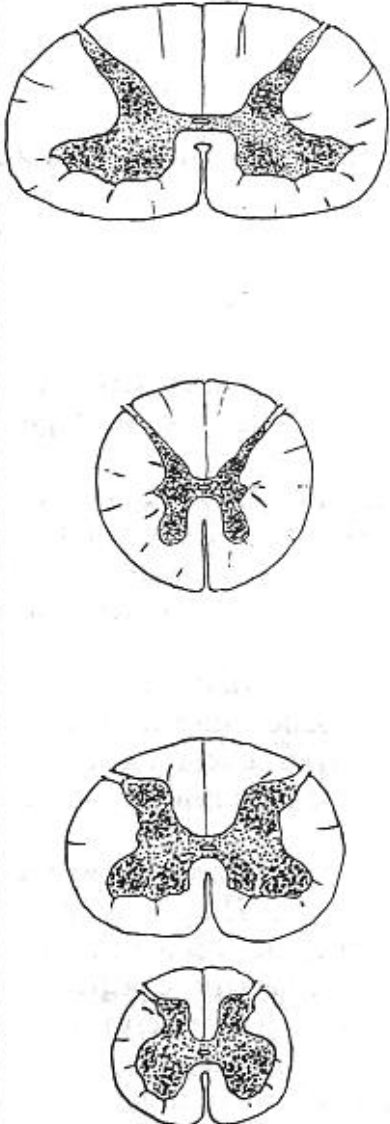
Срезы спинного мозга	Сегменты	Серое вещество					
		Задний рог		Боковой рог			Передний рог
		Ступенчатое вещество	Собственное ядро заднего рога	Заднее грудное ядро (ядро Кларка)	Промежуточное медиальное ядро	Промежуточное латеральное ядро	Крестцовое парасимпатическое ядро
	C <sub>I</sub>						
C <sub>II</sub>							
C <sub>III</sub>							
C <sub>IV</sub>							
C <sub>V</sub>							
C <sub>VI</sub>							
C <sub>VII</sub>							
C <sub>VIII</sub>							
Th <sub>I</sub>							
Th <sub>II</sub>							
Th <sub>III</sub>							
Th <sub>IV</sub>							
Th <sub>V</sub>							
Th <sub>VI</sub>							
Th <sub>VII</sub>							
Th <sub>VIII</sub>							
Th <sub>IX</sub>							
Th <sub>X</sub>							
Th <sub>XI</sub>							
Th <sub>XII</sub>							
L <sub>I</sub>							
L <sub>II</sub>							
L <sub>III</sub>							
L <sub>IV</sub>							
L <sub>V</sub>							
S <sub>I</sub>							
S <sub>II</sub>							
S <sub>III</sub>							
S <sub>IV</sub>							
S <sub>V</sub>							
Co <sub>I</sub>							

Рисунок 17 — Посегментная локализация ядер на протяжении спинного мозга

## Продолжение приложения А

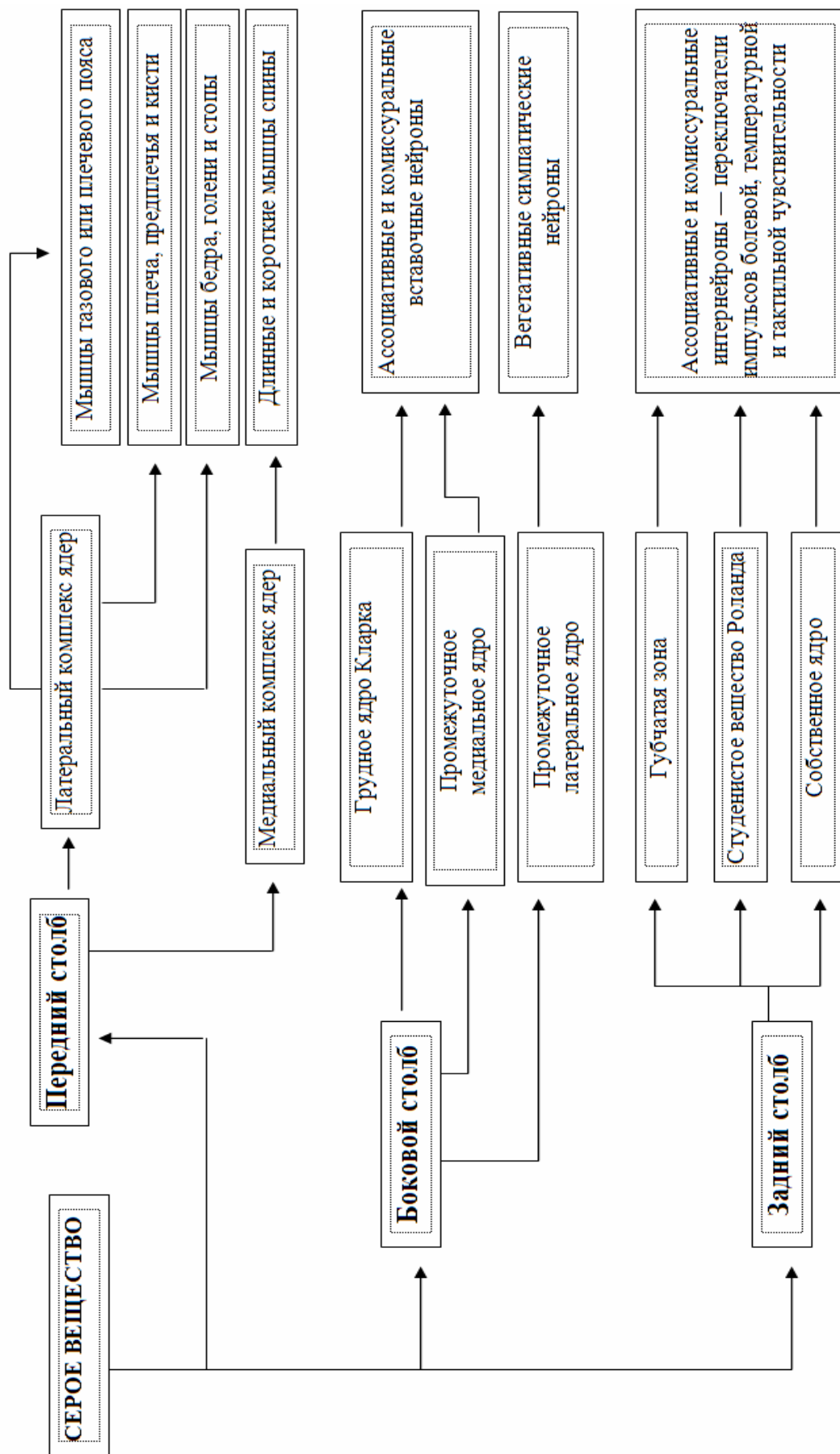


Схема 1 — Анатомо-функциональная характеристика серого вещества спинного мозга



## Продолжение приложения А

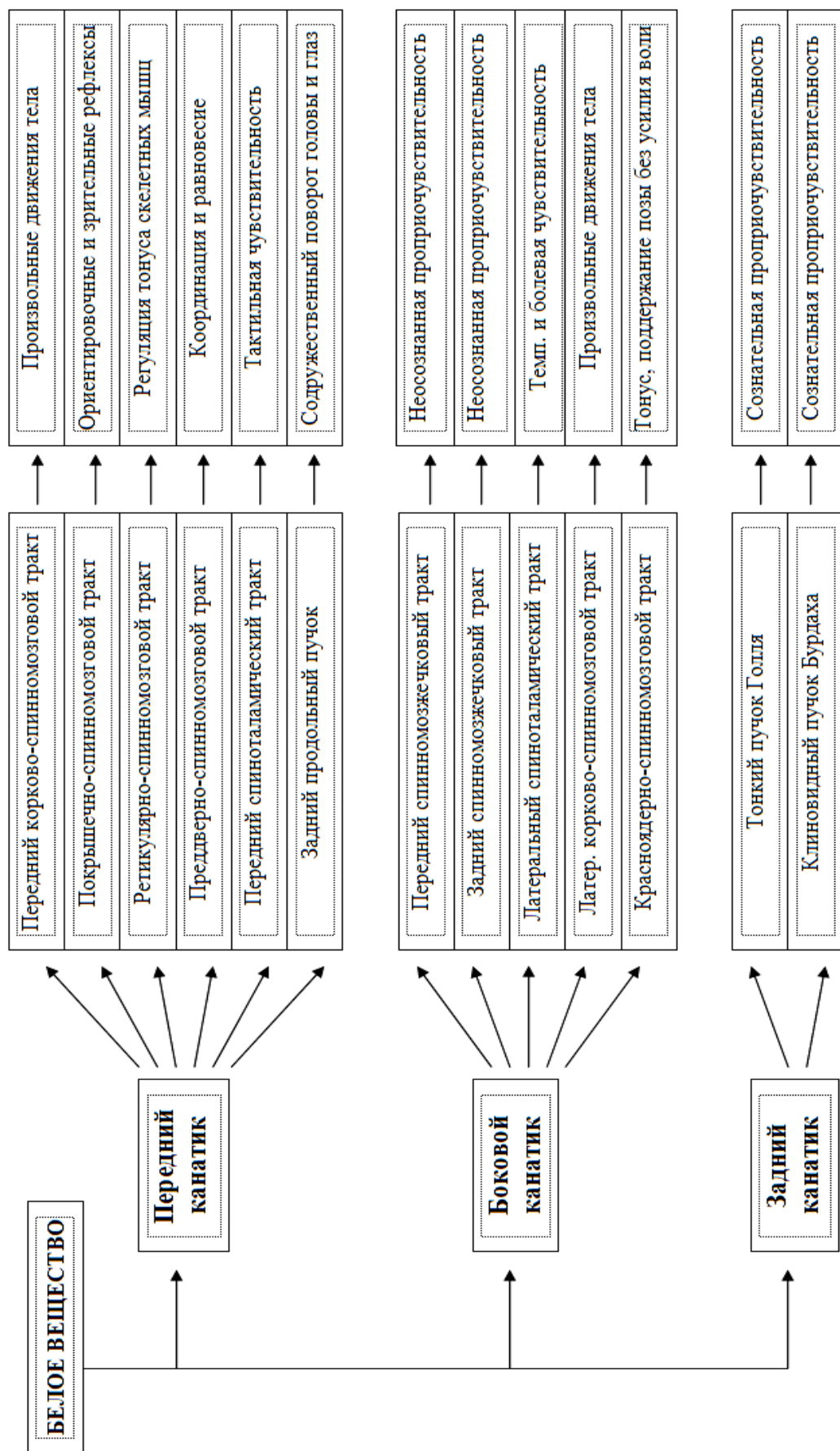


Схема 2 — Анатомо-функциональная характеристика проводящих путей белого вещества спинного мозга

**ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ПО РАЗДЕЛУ:  
«ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ СПИННОГО МОЗГА»**

***1. В каком случае границы спинного мозга указаны правильно?***

*Варианты ответа:*

- а) верхняя — край затылочного отверстия, нижняя — уровень II поясничного позвонка;
- б) верхняя — верхний край атланта, нижняя — уровень IV поясничного позвонка;
- в) верхняя — место выхода первого шейного нерва, нижняя — уровень II поясничного позвонка;
- г) верхняя — перекрест пирамид, нижняя — уровень I–II поясничного позвонка;
- д) верхняя — перекрест пирамид, нижняя — уровень XII грудного позвонка.

***2. Что такое терминальная нить спинного мозга?***

*Варианты ответа:*

- а) редуцированная часть нижнего отдела спинного мозга;
- б) пучок поясничных и крестцовых спинномозговых нервов;
- в) надкостница крестцового канала.

***3. Какой тканью представлена внутренняя часть терминальной нити?***

*Варианты ответа:*

- а) соединительной;
- б) эпителиальной;
- в) мышечной;
- г) нервной.

***4. Что представляет собой наружная часть терминальной нити?***

*Варианты ответа:*

- а) непосредственное продолжение спинного мозга;
- б) сросшиеся воедино оболочки спинного мозга;
- в) надкостница крестцового канала.

***5. Какие утолщения различают на протяжении спинного мозга?***

*Варианты ответа:*

- а) шейное;
- б) грудное;
- в) пояснично-крестцовое;
- г) копчиковое.



**6. Каковы границы шейного утолщения спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) верхняя — уровень III–IV шейного позвонка, нижняя — уровень II грудного позвонка;
- б) верхняя — уровень I–II шейного позвонка, нижняя — уровень IV–V грудного позвонка;
- в) верхняя — уровень VI–VII шейного позвонка, нижняя — уровень VI–VII грудного позвонка.

**7. Каковы границы пояснично-крестцового утолщения спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) верхняя — уровень XI–XII грудного позвонка, нижняя — уровень II–III поясничного позвонка;
- б) верхняя — уровень IX–X грудного позвонка, нижняя — уровень I поясничного позвонка;
- в) верхняя — уровень VII–VIII грудного позвонка, нижняя — уровень XII грудного — I поясничного позвонка.

**8. Из переднелатеральной борозды спинного мозга выходят:**

*Варианты ответа:*

- а) спинномозговые нервы;
- б) передние корешки спинномозговых нервов;
- в) задние корешки спинномозговых нервов.

**9. В заднелатеральную борозду спинного мозга входят:**

*Варианты ответа:*

- а) спинномозговые нервы;
- б) передние корешки спинномозговых нервов;
- в) задние корешки спинномозговых нервов.

**10. Чем образован передний корешок спинномозгового нерва?**

*Варианты ответа:*

- а) центральными отростками псевдоуниполярных нейронов спинальных ганглиев;
- б) аксонами вегетативных нейронов боковых рогов серого вещества;
- в) аксонами мотонейронов передних рогов серого вещества.

**11. Чем образованы задние корешки спинномозговых нервов?**

*Варианты ответа:*

- а) центральными отростками псевдоуниполярных нейронов спинальных ганглиев;
- б) аксонами вегетативных нейронов боковых рогов серого вещества;
- в) аксонами мотонейронов передних рогов серого вещества.

**12. Спинномозговой узел образован:**

*Варианты ответа:*

- а) скоплением мультиполярных нейронов;
- б) скоплением псевдоуниполярных нейронов;
- в) скоплением биполярных нейронов;
- г) скоплением вегетативных нейронов.

**13. Сегмент спинного мозга это:**

*Варианты ответа:*

- а) морфофункциональная единица спинного мозга;
- б) участок спинного мозга, соответствующий двум парам корешков;
- в) участок спинного мозга, соответствующий двум спинномозговым нервам.

**14. Сколько частей имеет спинной мозг?**

*Варианты ответа:*

- а) 3;
- б) 4;
- в) 5;
- г) 6.

**15. Сколько сегментов составляют шейную часть спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) 5;
- б) 6;
- в) 7;
- г) 8.

**16. На каком уровне расположены верхние шейные сегменты спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) на уровне нижних шейных позвонков;
- б) на уровне соответствующих им по порядковому номеру позвонков;
- в) на один позвонок выше соответствующих им по порядковому номеру позвонков.

**17. На каком уровне расположены нижние шейные сегменты спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) на уровне соответствующих им по порядковому номеру позвонков;
- б) на уровне нижних шейных позвонков;
- в) на один позвонок выше соответствующих им по порядковому номеру позвонков.

**18. На каком уровне расположены верхние грудные сегменты спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) на уровне соответствующих им по порядковому номеру позвонков;
- б) на один позвонок выше соответствующих им по порядковому номеру позвонков;
- в) на уровне верхних грудных позвонков.

**19. На каком уровне расположены средние грудные сегменты спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) на уровне соответствующих им по порядковому номеру позвонков;
- б) на один позвонок выше соответствующих им по порядковому номеру позвонков;
- в) на уровне средних грудных позвонков;
- г) на два позвонка выше соответствующих им по порядковому номеру позвонков.

**20. На каком уровне расположены нижние грудные сегменты спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) на уровне соответствующих им по порядковому номеру позвонков;
- б) на один позвонок выше соответствующих им по порядковому номеру позвонков;
- в) на уровне нижних грудных позвонков;
- г) на три позвонка выше соответствующих им по порядковому номеру позвонков.

**21. На каком уровне расположены поясничные сегменты спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) на уровне соответствующих им по порядковому номеру позвонков;
- б) на уровне поясничных позвонков;
- в) на три позвонка выше соответствующих им по порядковому номеру позвонков;
- г) на уровне тел X, XI грудных позвонков.

**22. На каком уровне расположены крестцовые и копчиковые сегменты спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) на уровне соответствующих им по порядковому номеру позвонков;
- б) на три позвонка выше соответствующих им по порядковому номеру позвонков;

- в) на уровне крестца и копчика;
- г) на уровне тел XII грудного и I поясничного позвонков.

**23. Какую форму имеет серое вещество спинного мозга в поперечном разрезе на уровне четвертого шейного сегмента?**

*Варианты ответа:*

- а) форму бабочки с расправленными крыльями;
- б) форму буквы «Н»;
- в) неправильную форму.

**24. Какую форму имеет серое вещество спинного мозга в поперечном разрезе на уровне пятого грудного сегмента?**

*Варианты ответа:*

- а) форму бабочки с расправленными крыльями;
- б) форму буквы «Н»;
- в) неправильную форму.

**25. Какую форму имеет серое вещество спинного мозга в поперечном разрезе на уровне четвертого поясничного сегмента?**

*Варианты ответа:*

- а) форму бабочки с расправленными крыльями;
- б) форму буквы «Н»;
- в) неправильную форму.

**26. В каких отделах спинного мозга серое вещество преобладает над белым?**

*Варианты ответа:*

- а) в верхнем шейном отделе;
- б) в области шейного утолщения;
- в) в грудном отделе;
- г) в области поясничного утолщения;
- д) в области мозгового конуса.

**27. Какие клеточные элементы выстилают стенки полости центрального канала спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) олигодендроглиоциты;
- б) эпендимоциты;
- в) нейробласты.

**28. Какими элементами представлено серое вещество спинного мозга на поперечном срезе?**

*Варианты ответа:*

- а) передний рог;
- б) задний рог;

- в) боковой рог;
- г) медиальный рог.

**29. Какие сегменты спинного мозга не имеют боковых рогов?**

*Варианты ответа:*

- а) все грудные;
- б) верхние поясничные;
- в) все шейные, кроме восьмого сегмента;
- г) нижние поясничные.

**30. Чем образовано серое вещество спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) главным образом, телами мультиполярных нейронов и их отростков, не имеющих миелиновой оболочки;
- б) преимущественно, безмиелиновыми нервными волокнами;
- в) преимущественно, глиальными клеточными элементами.

**31. Какие нейроны по функциональному предназначению сосредоточены в передних рогах серого вещества?**

*Варианты ответа:*

- а) афферентные;
- б) эффекторные;
- в) кондукторные.

**32. Какие из ниже перечисленных ядер располагаются в переднем роге серого вещества?**

*Варианты ответа:*

- а) переднелатеральное ядро;
- б) грудное ядро;
- в) заднелатеральное ядро;
- г) медиальное промежуточное ядро.

**33. В каких сегментах спинного мозга в передних рогах присутствует ядро добавочного нерва?**

*Варианты ответа:*

- а) на уровне T2 – T5;
- б) на уровне C1 – C5;
- в) на уровне C7 – T1.

**34. Какие нейроны по функциональному предназначению сосредоточены в задних рогах серого вещества?**

*Варианты ответа:*

- а) афферентные;
- б) эффекторные;
- в) кондукторные.

**35. Какое самое крупное ядро заднего рога?**

*Варианты ответа:*

- а) грудное ядро;
- б) латеральное промежуточное ядро;
- в) собственное ядро заднего рога.

**36. Какие нейроны по функциональному предназначению сосредоточены в задних рогах серого вещества?**

*Варианты ответа:*

- а) афферентные;
- б) эффекторные;
- в) кондукторные;
- г) вегетативные.

**37. Какие из нижеперечисленных ядер располагаются в боковом роге серого вещества?**

*Варианты ответа:*

- а) переднемедиальное ядро;
- б) ядро Кларка;
- в) центральное ядро;
- г) медиальное промежуточное ядро;
- д) латеральное промежуточное ядро.

**38. Что из ниже перечисленного не относится к сегментарному аппарату спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) серое вещество;
- б) передний корешок;
- в) белое вещество;
- г) собственные пучки;
- д) задний корешок.

**39. Каковы функции сегментарного аппарата спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) реализация условных рефлексов;
- б) двусторонняя связь спинного и головного мозга;
- в) осуществление безусловнорефлекторных реакций.

**40. Чем образовано белое вещество спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) миелиновыми нервными волокнами;
- б) безмиелиновыми нервными волокнами;
- в) дендритами нейронов серого вещества.

**41. Что включает надсегментарный аппарат спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) собственные ассоциативные пучки;
- б) восходящие (афферентные, чувствительные) пути;
- в) нисходящие (эфферентные, двигательные) пути;
- г) серое вещество.

**42. Какова функция надсегментарного аппарата спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) реализация условных рефлексов;
- б) двусторонняя связь спинного и головного мозга;
- в) осуществление безусловнорефлекторных реакций.

**43. Какие из указанных трактов локализованы в передних канатиках белого вещества спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) латеральный спиноталамический тракт;
- б) передний корково-спинномозговой тракт;
- в) клиновидный пучок;
- г) ретикулярно-спинномозговой тракт.

**44. Какие из указанных трактов локализованы в боковых канатиках белого вещества спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) передний спиноталамический тракт;
- б) латеральный корково-спинномозговой тракт;
- в) пучок Голля;
- г) красное ядро-спинномозговой тракт.

**45. Какие из указанных трактов локализованы в задних канатиках белого вещества спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) преддверно-спинномозговой тракт;
- б) латеральный спиноталамический тракт;
- в) пучок Голля;
- г) покрывающе-спинномозговой тракт;
- д) клиновидный пучок.

**46. На каком уровне спинного мозга прослеживается пучок Голля?**

*Варианты ответа:*

- а) только на уровне 19-ти нижних сегментов;
- б) только на уровне 12-ти верхних сегментов;
- в) на всем протяжении спинного мозга.

**47. На каком уровне спинного мозга прослеживается пучок Бурдаха?**

*Варианты ответа:*

- а) только на уровне 19-ти нижних сегментов;
- б) только на уровне 12-ти верхних сегментов;
- в) на всем протяжении спинного мозга.

**48. Чем ограничено эпидуральное пространство спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) твердой и паутинной оболочками;
- б) паутинной и мягкой оболочками;
- в) надкостницей и твердой оболочкой.

**49. Чем ограничено субдуральное пространство спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) твердой и паутинной оболочками;
- б) паутинной и мягкой оболочками;
- в) надкостницей и твердой оболочкой.

**50. Чем ограничено субарахноидальное пространство спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) твердой и паутинной оболочками;
- б) паутинной и мягкой оболочками;
- в) надкостницей и твердой оболочкой.

**51. Чем заполнено эпидуральное пространство спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) спинномозговой жидкостью;
- б) жировой тканью;
- в) венозным сплетением;
- г) ничем.

**52. Что находится в субдуральном пространстве спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) ликвор;
- б) многочисленные соединительнотканые перемычки;
- в) жировая ткань.

**53. Что находится в субарахноидальном пространстве спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) спинномозговая жидкость;
- б) арахноидальные трабекулы;
- в) жировая ткань.
- г) венозное сплетение.

**54. На каком уровне заканчивается субарахноидальное пространство спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) на уровне II поясничного позвонка;



- б) на уровне II крестцового позвонка;
- в) на уровне II копчикового позвонка.

**55. Какие функции выполняет мягкая мозговая оболочка?**

*Варианты ответа:*

- а) формообразующую;
- б) защитную;
- в) дренажную;
- г) трофическую.

**56. Где продуцируется спинномозговая жидкость?**

*Варианты ответа:*

- а) эпендимоцитами центрального канала спинного мозга;
- б) в субарахноидальном пространстве;
- в) сосудистыми сплетениями головного мозга.

**57. На каком уровне необходимо делать прокол при спинномозговой пункции?**

*Варианты ответа:*

- а) ниже второго поясничного позвонка;
- б) ниже второго крестцового позвонка;
- в) на уровне второго поясничного позвонка;
- г) ниже первого поясничного позвонка.

**58. Чем образован «конский хвост»?**

*Варианты ответа:*

- а) терминальной нитью спинного мозга;
- б) оболочками спинного мозга;
- в) корешками поясничных и крестцовых спинномозговых нервов.

**59. Какие образования включает фиксирующий аппарат спинного мозга?**

*Варианты ответа:*

- а) зубчатая связка;
- б) оболочки спинного мозга;
- в) спинномозговая жидкость;
- г) арахноидальные трабекулы;
- д) терминальная нить.

**60. Какие функции выполняет спинномозговая жидкость?**

*Варианты ответа:*

- а) трофическую
- б) формообразующую
- в) механической защиты
- г) бактерицидную
- д) поддержание осмотического и ионного равновесия

## ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

№ вопроса	Ответ	№ вопроса	Ответ	№ вопроса	Ответ
1	а, в, г	21	г	41	б, в
2	а	22	г	42	б
3	г	23	б	43	б, г
4	б	24	а	44	б, г
5	а, в	25	б	45	в, д
6	а	26	б, г, д	46	в
7	б	27	б	47	б
8	б	28	а–в	48	в
9	в	29	в, г	49	а
10	в	30	а	50	б
11	а	31	б	51	б, в
12	б	32	а, в	52	б
13	а–в	33	б	53	а, б
14	в	34	в	54	б
15	г	35	в	55	в, г
16	б	36	г	56	в
17	в	37	б, г, д	57	а
18	б	38	в	58	в
19	г	39	в	59	а, б, г, д
20	г	40	а	60	а, в, г, д

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Спинной мозг. Общие сведения .....	3
2. Внешнее строение спинного мозга.....	4
2.1. Мозговой конус. Терминальная нить.....	4
2.2. Утолщения спинного мозга.....	5
2.3. Поверхности и корешки спинного мозга.....	6
2.4. Формирование спинномозгового нерва.....	7
2.5. Структурно-функциональная единица спинного мозга.....	7
2.6. Отделы спинного мозга. Скелетотопия сегментов.....	9
3. Внутреннее строение спинного мозга.....	10
3.1. Морфофункциональная характеристика серого вещества .....	10
3.1.1. Классификация нейронов серого вещества.....	10
3.1.2. Передний столб (рог).....	11
3.1.3. Задний столб (рог) .....	13
3.1.4. Боковой столб (рог) .....	13
3.1.5. Понятие о сегментарном аппарате спинного мозга и его морфофункциональная характеристика .....	15
3.1.6. Морфофункциональная характеристика белого вещества. Понятие о надсегментарном аппарате .....	18
3.1.7. Анатомо-функциональная характеристика проводящих путей переднего канатика.....	19
3.1.8. Анатомо-функциональная характеристика проводящих путей бокового канатика .....	21
3.1.9. Анатомо-функциональная характеристика проводящих путей заднего канатика.....	23
4. Оболочки спинного мозга .....	24
5. Оболочечные пространства спинного мозга .....	25
Литература .....	27
Приложение А .....	28
Приложение Б .....	32

ISBN 978-985-506-298-2



Учебное издание

**Коваленко** Владимир Владимирович

**Шестерина** Елена Константиновна

**Чешик** Игорь Анатольевич

**Жданович** Виталий Николаевич

## **АНАТОМИЯ СПИННОГО МОЗГА**

Учебно-методическое пособие

для студентов лечебного, медико-диагностического факультетов  
и факультета подготовки специалистов для зарубежных стран

**Редактор** *О. В. Кухарева*

**Компьютерная верстка** *Ж. И. Цырыкова*

Подписано в печать 04.06.2010

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная 65 г/м<sup>2</sup>. Гарнитура «Таймс»

Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,8. Тираж 200 экз. Заказ № 151

Издатель и полиграфическое исполнение

Учреждение образования

«Гомельский государственный медицинский университет»

246000, г. Гомель, ул. Ланге, 5

ЛИ № 02330/0549419 от 08.04.2009