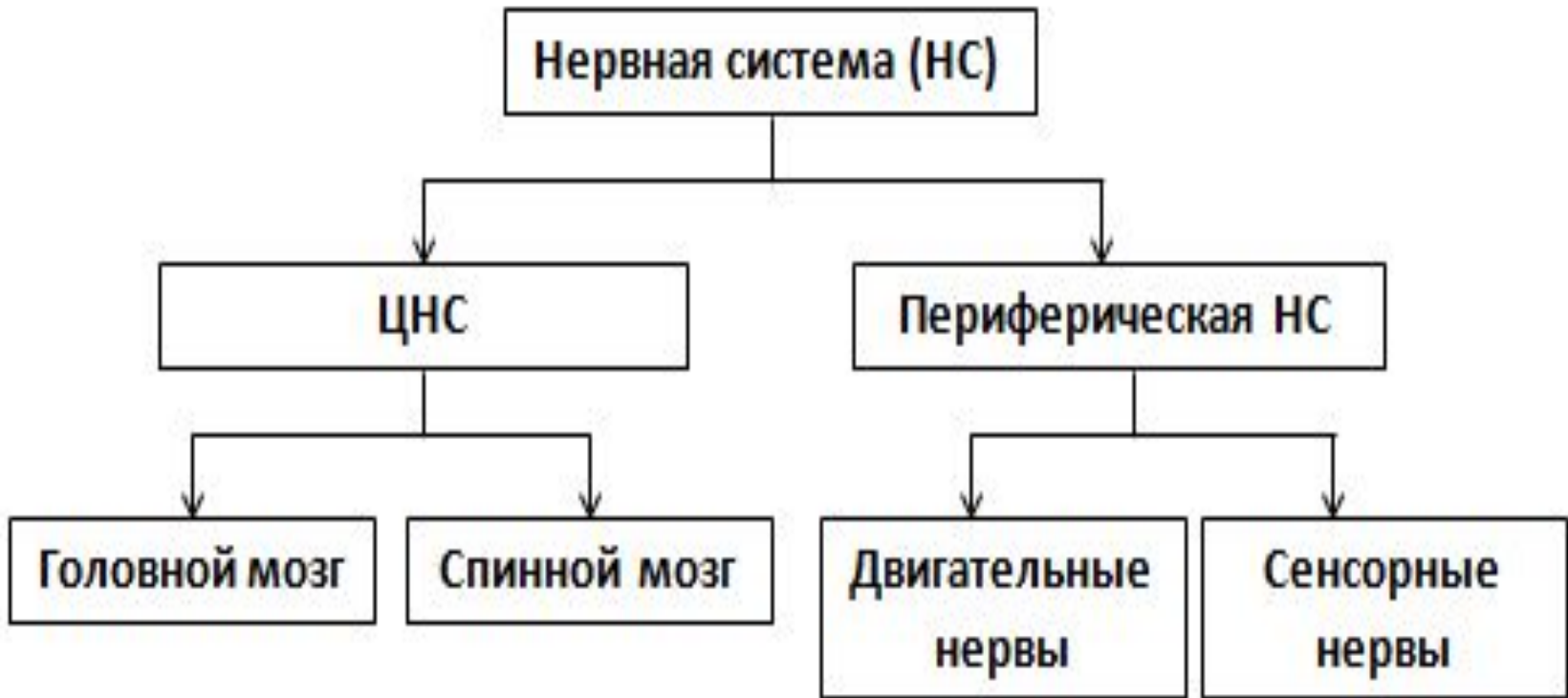


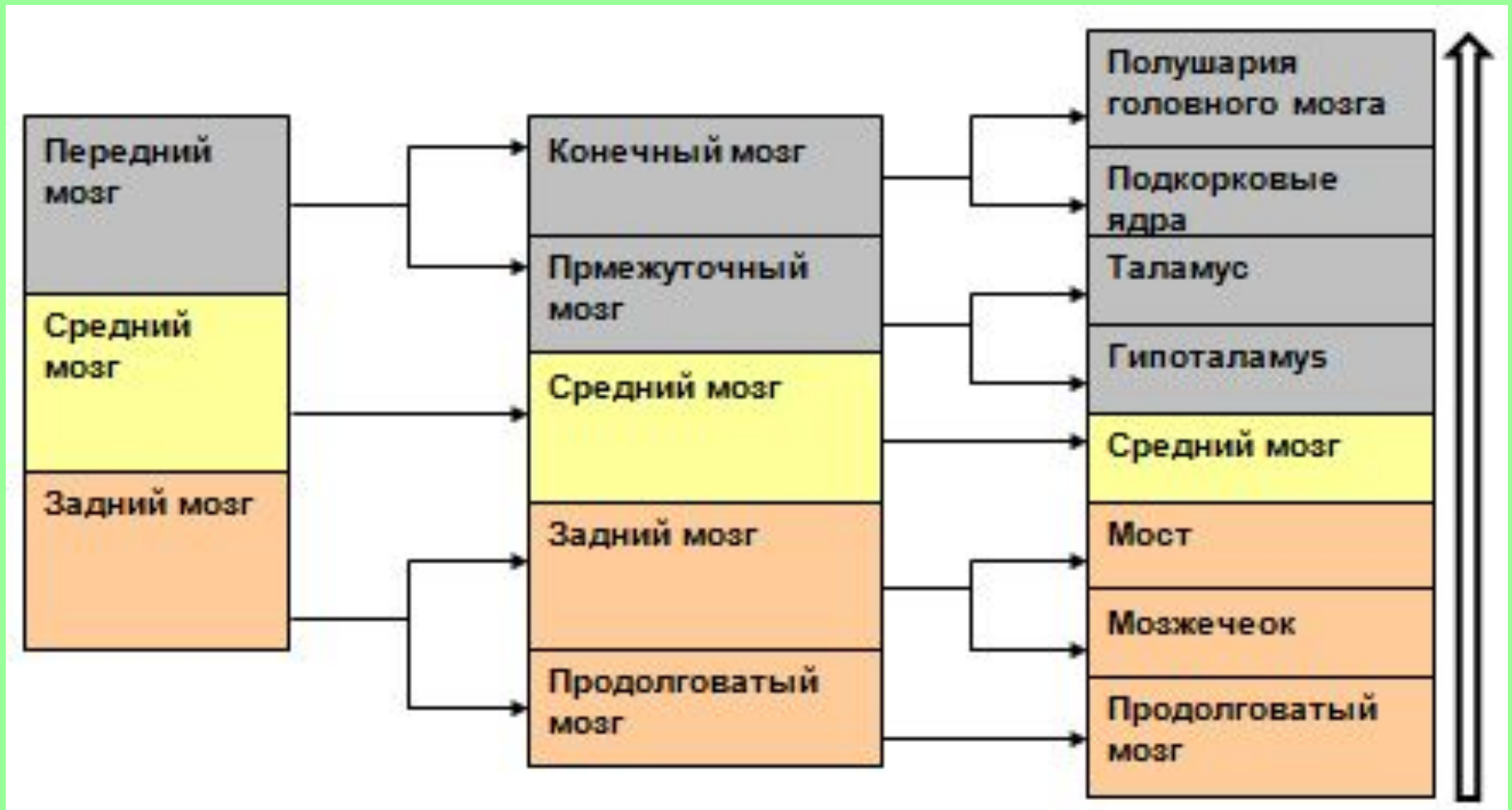
ТЕМА 6
ВВЕДЕНИЕ В ЧАСТНУЮ ФИЗИОЛОГИЮ НЕРВНОЙ
СИСТЕМЫ
ОБЩИЙ ПЛАН СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИИ НЕРВНОЙ
СИСТЕМЫ
МОТОРНАЯ ФУНКЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ
СПИННОЙ МОЗГ

1. Общий план строения и функции нервной системы

Подразделения НС в зависимости от локализации



Отделы головного мозга в зависимости от эмбриологического источника



Подразделения нервной системы в зависимости от морфофункциональных особенностей



2. Виды двигательной активности

Классификация движений

В зависимости от функций

- **Позная активность** – поддержание положения тела и его частей относительно друг друга в пространстве.
- **Двигательная активность, направленная на поддержание равновесия** – ориентацию тела в пространстве относительно системы внешних координат.
- **Двигательная активность, направленная на ориентацию** к источнику внешнего воздействия.
- **Локомоторная активность** (локомоции) – движение тела в пространстве.
- **Манипулятивная активность** – локальные движения сегментов тела, направленные на манипулировании предметами.

Произвольные и непроизвольные движения

- **Произвольные движения** осуществляются под контролем сознания; внимание человека направлено на само действие или его результат. «Произвольным в произвольном движении является его цель».
- **Непроизвольные движения** лишены признаков произвольных.

Тоническая и фазная активность

- **Тоническая активность** – обеспечивает поддержание позы и её перестройку (тонические рефлексы).
- **Фазная активность** – обеспечивает произвольные и непроизвольные локомоции и манипуляции.

Примечание. Оба вида активности имеют рефлекторную природу. Локомоции и манипуляции осуществляются на фоне тонической активности. Однако увеличение тонуса (спастика) повышает сопротивление и препятствует фазным движениям.

Неврологические различия между фазной и тонической активностью

Признаки	Тоническая активность	Фазная активность
Адаптация рецепторов	Медленная	Быстрая
Импульсная активность мотонейронов	Низкая частота, синхронная	Высокая частота, асинхронная
Двигательные единицы	Медленные	Быстрые
Тетанус	Частичный	Полный

Важные понятия в функциональной классификации мышц

- **Агонисты**– расположены по одну сторону сустава; содружественное сокращение обеспечивает движение сустава в одном направлении.
- **Антагонисты** расположены по различные стороны сустава; сокращения вызывают противоположно направленные движения в суставе.
- Преобладание в активности одной из групп вызывает фазное движение – а сбалансированная активность – поддержание позы (рис.).

Координированное сокращение агонистов и расслабление антагонистов

Сила тяги мышц передаётся через сухожилия на костные звенья

Движения костных звеньев в суставах

Движения тела или его частей в пространстве

Координированная (сбалансированная) активность агонистов и антагонистов

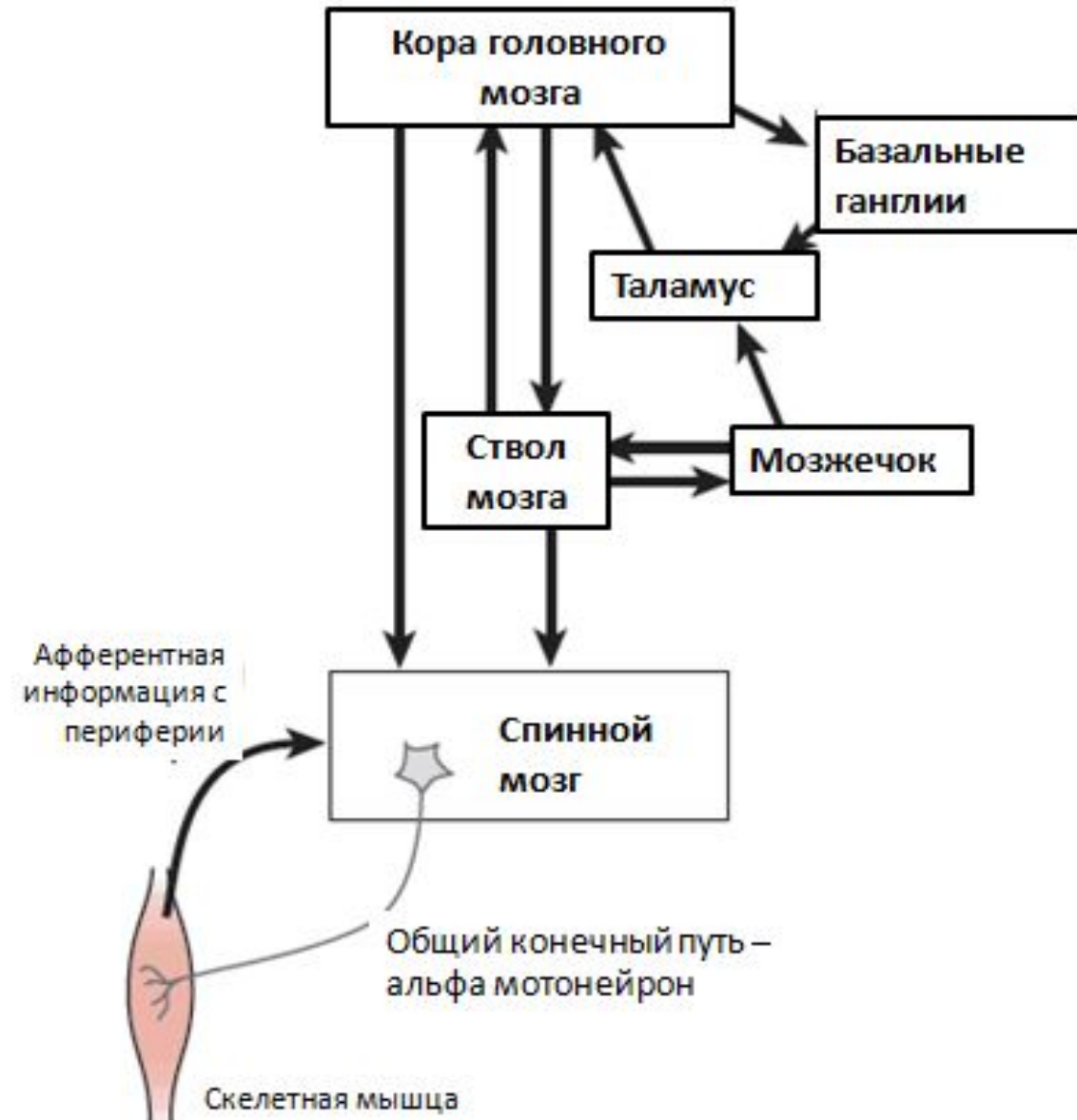
Сбалансированная сила тяги мышц передаётся через сухожилия на костные звенья

Стабильное положение костных звеньев в суставах

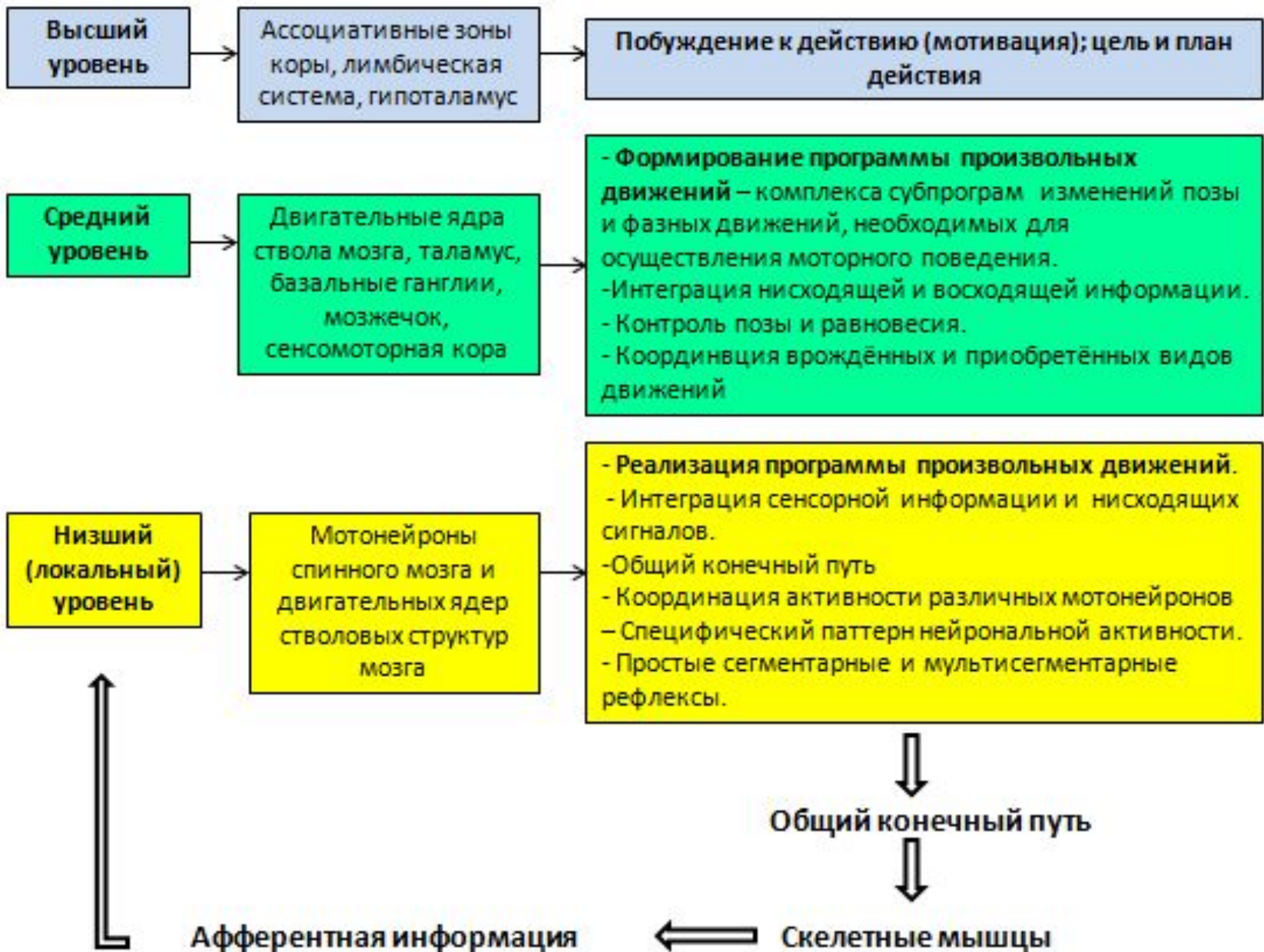
Поддержание сбалансированного положения тела

3. Нервная организация контроля движений

Компоненты системы управления движениями



Иерархическая система соподчинённых уровней нервной системы, участвующих в управлении движениями



Верхние и нижние мотонейроны

- **Нижние мотонейроны**

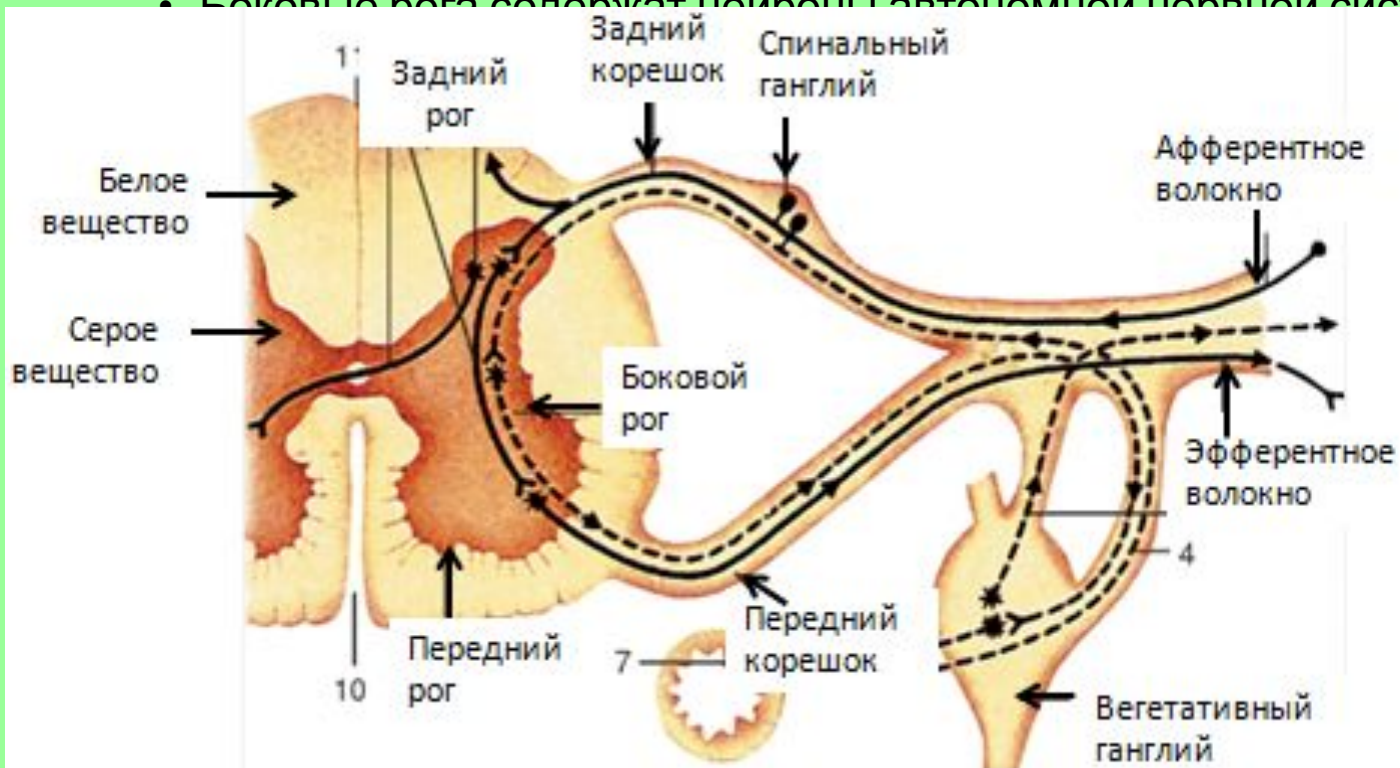
- Крупные мотонейроны двигательных ядер черепно-мозговых нервов и спинного мозга, непосредственно иннервирующие скелетные мышцы, формирующие «общий конечный путь» к мышцам.

- **Верхние мотонейроны**

- Нейроны, расположенные на различных этажах ЦНС (от спинного мозга, до коры), которые оказывают модулирующее влияние на активность нижних нейронов и, тем самым, осуществляют контроль позы и движений

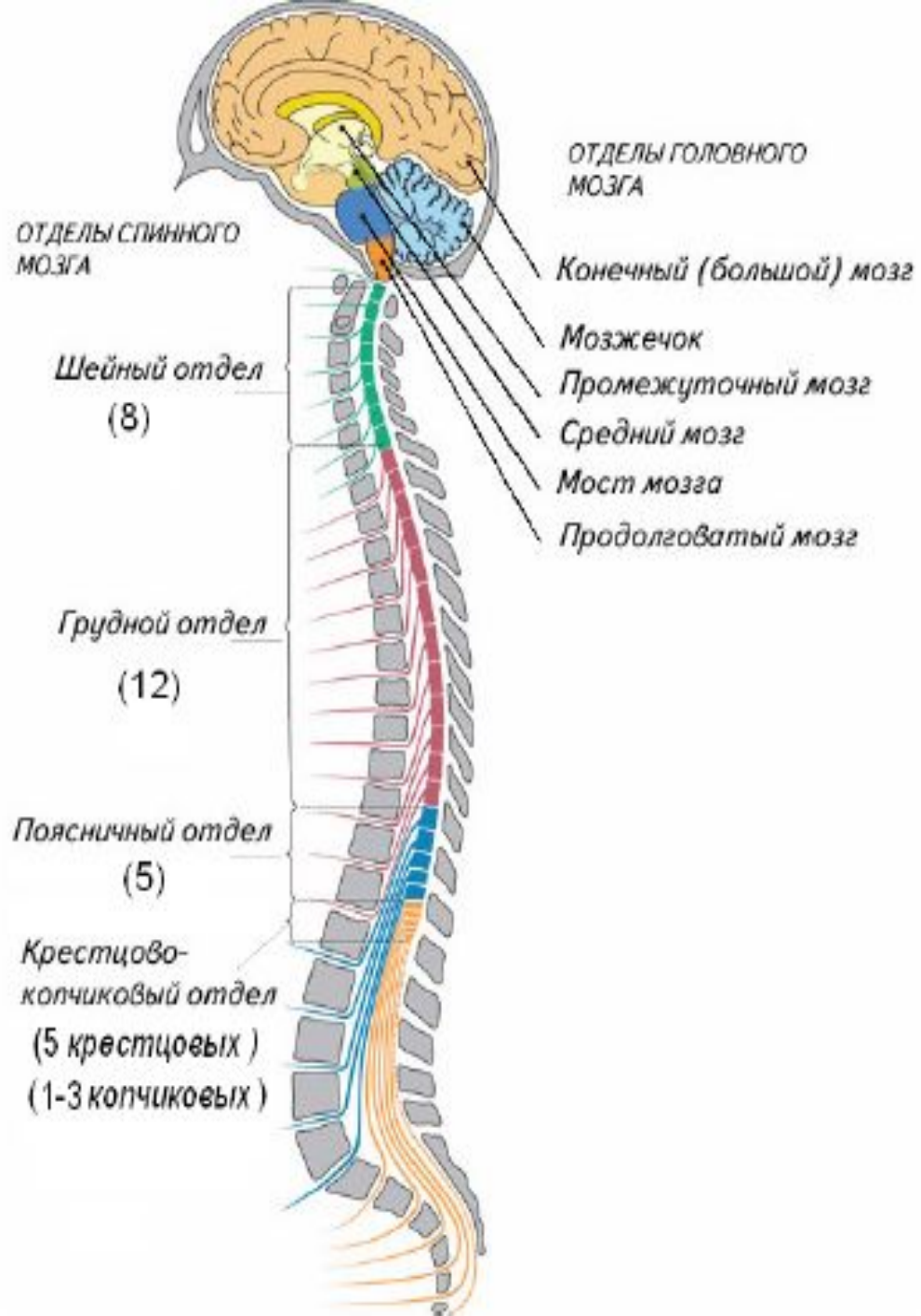
4. Морфофункциональная организация спинного мозга

- **Белое вещество** (периферическая зона) : 3 пары канатиков
- **Серое вещество** –(передние, боковые и задние рога).
 - **Закон Белла-Мажанди** (Bell-Magendie law)
 - Афферентные нервные волокна входят в спинной мозг через задние (дорзальные) корешки спинного мозга.
 - Эфферентные волокна выходят из спинного мозга через передние (вентральные) корешки.
 - Боковые рога содержат нейроны автономной нервной системы.



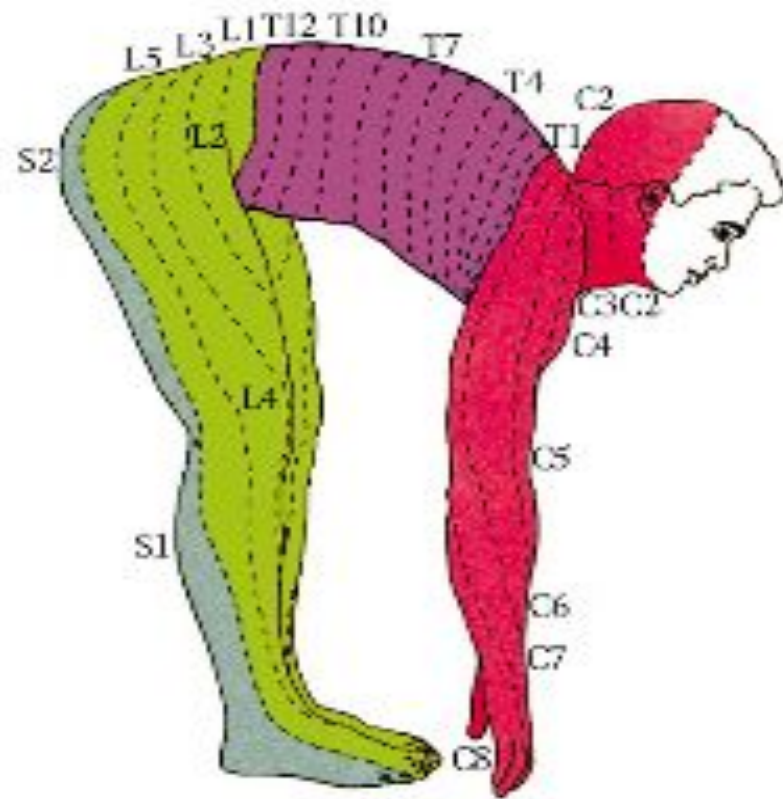
Сегментарная (метамерная) организация и функционирование

- **Сегмент** – участок спинного мозга с парой передних и задних корешков (соответствует одному позвонку) – 31-32 сегмента.



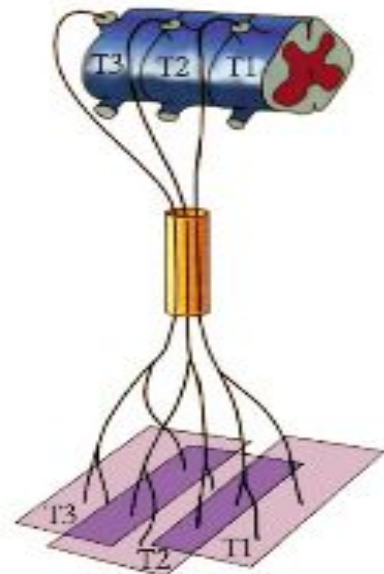
Сегментарный характер афферентной и эфферентной иннервации

- Каждый сегмент иннервирует определённую часть тела – **метамер**, у который входит:
 - **Дерматом** – участок кожи.
 - **Миотом** – группа мышц.
 - **Спланхнотом** – определённые внутренние органы.
 - **Склеротом** – кости.



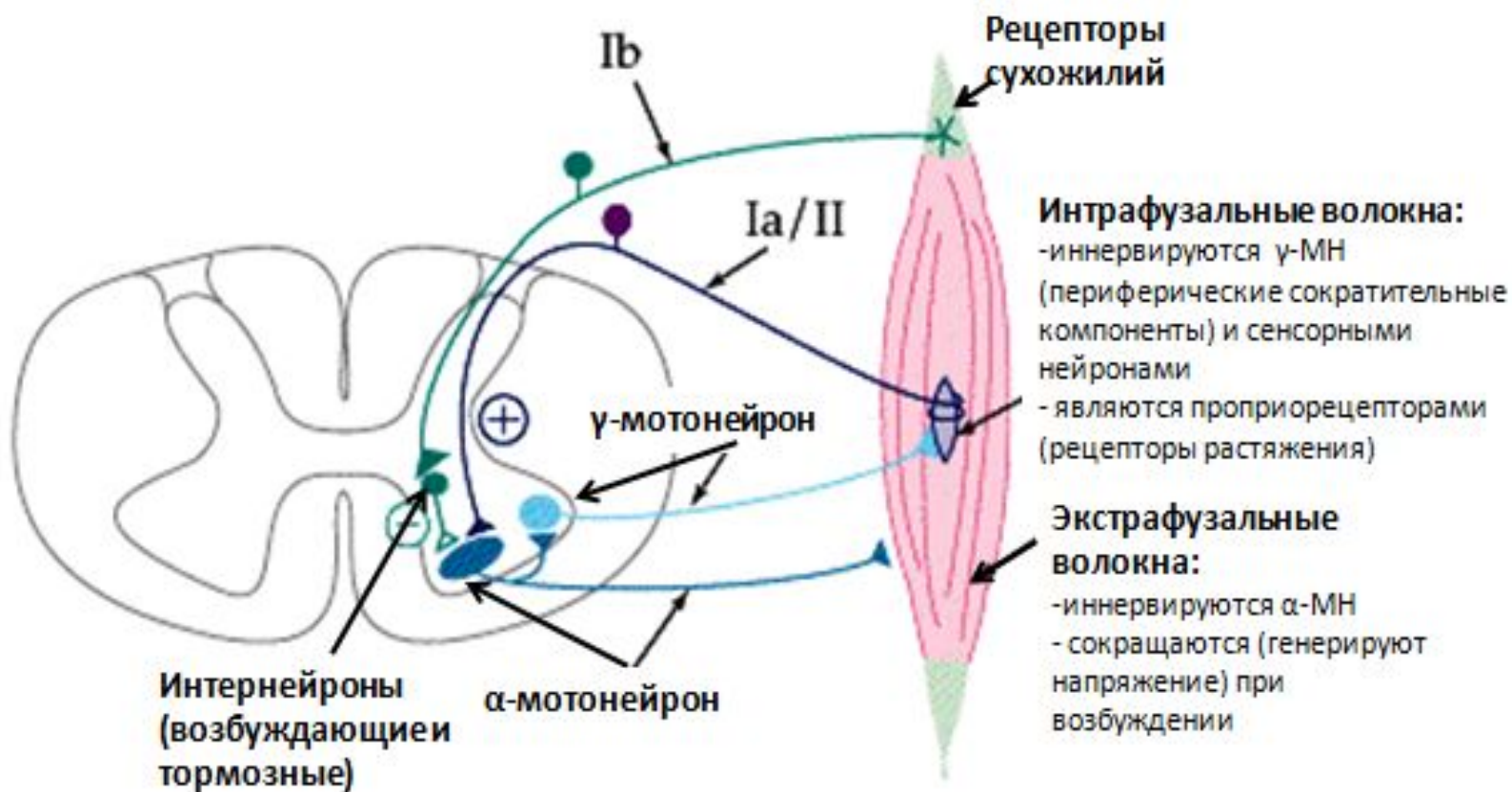
Перекрывание зон сегментарной иннервации.

Каждый сегмент кроме «своего» метамера иннервирует соседние метамеры и, соответственно, каждый метамер получает иннервацию от нескольких соседних сегментов спинного мозга



Нейроны спинного мозга

- Организованы в **нейрональные сети**.
 - Нейроны иннервирующие отдельную мышцу составляют **нейрональный пул**, располагающийся в нескольких соседних сегментах.
- Активация МН происходит в соответствии с их размером – МН небольшого размера имеют наименьший порог активации и рекрутируются слабыми стимулами.



5. Функции спинного мозга

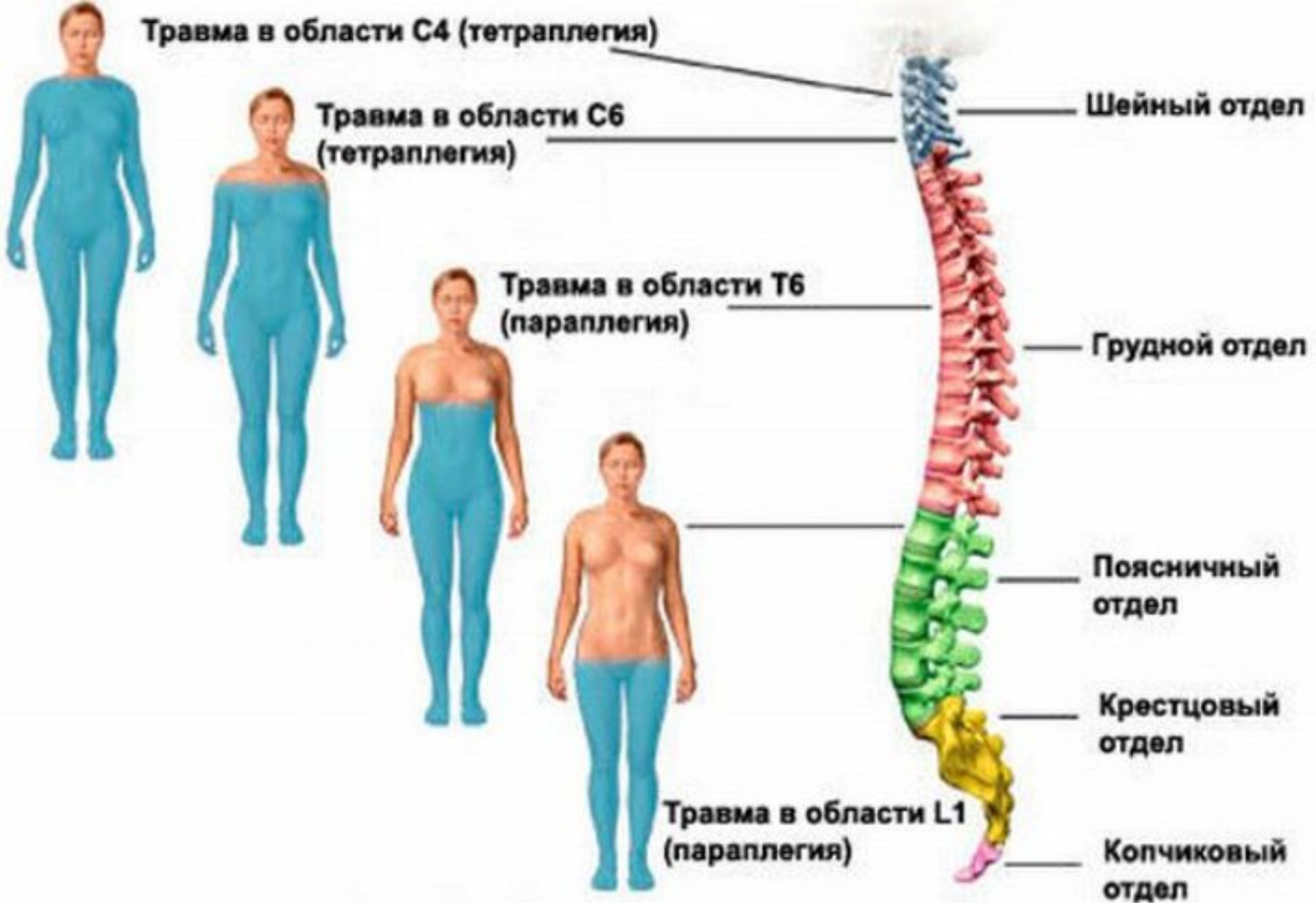
- **Моторная**
 - Сегментарные рефлексy
 - Межсегментарные и мультисегментарные рефлексy.
 - Генерация паттерна ритмических движений (например, ходьбы).
- **Проводниковая**
 - Проведение афферентной информации от рецепторов в головной мозг и эфферентной информации из головного мозга к мотонейронам спинного мозга по белому веществу.

- **Контроль вегетативных функций**
 - Сегментарные и межсегментарные вегетативные рефлексy (боковые рога спинного мозга).
- **Трофическая**
 - Аfferентные и эfferентные нервные волокна оказывают стимулирующий эффект на метаболизм, трофику, рост и развитие иннервируемых тканей.

6. Полное пересечение спинного мозга – спинальный шок

Стадии

- **Начальная стадия – арефлексия**
 - Обратимое угнетение двигательных и вегетативных рефлексов и чувствительности после пересечения спинного мозга.
 - Нарушаются функции сегментов, расположенных ниже места повреждения.
- **Стадия гиперрефлексии**
 - Повышение мышечного тонуса и гиперрефлексия вследствие восстановления возбудимости МН и отсутствия тормозных влияний со стороны ретикулярной формации; появление патологических рефлексов.
- **Стадия восстановления**



Синдром Броун-Секара – половинное латеральное повреждение спинного мозга

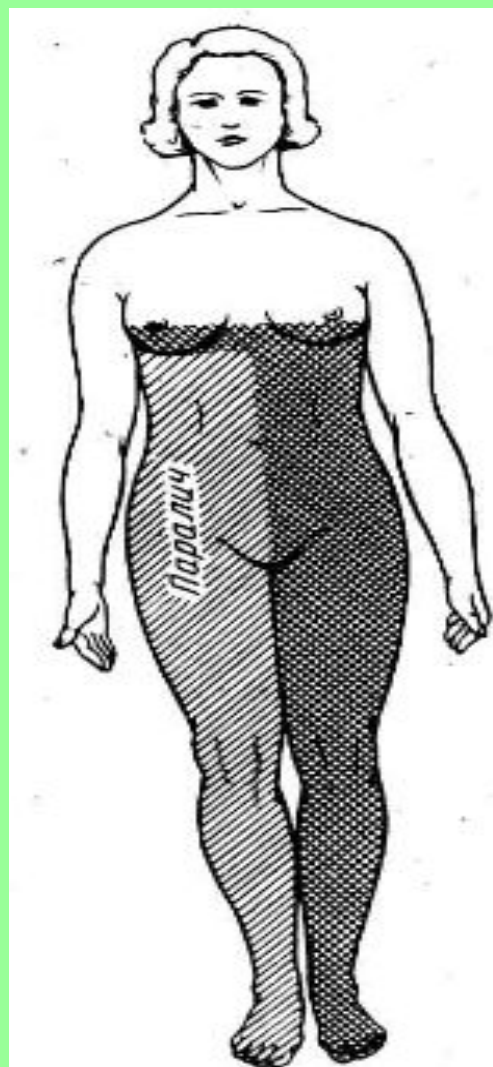
- Проявления

- На стороне поражения (ниже места поражения)

- Паралич мышц вследствие нарушения нисходящих кортикоспинальных волокон.
 - Нарушение проприоцептивной чувствительности (восходящие пути проприоцептивной чувствительности не перекрещиваются – идут на своей стороне до продолговатого мозга)

- На контралатеральной стороне

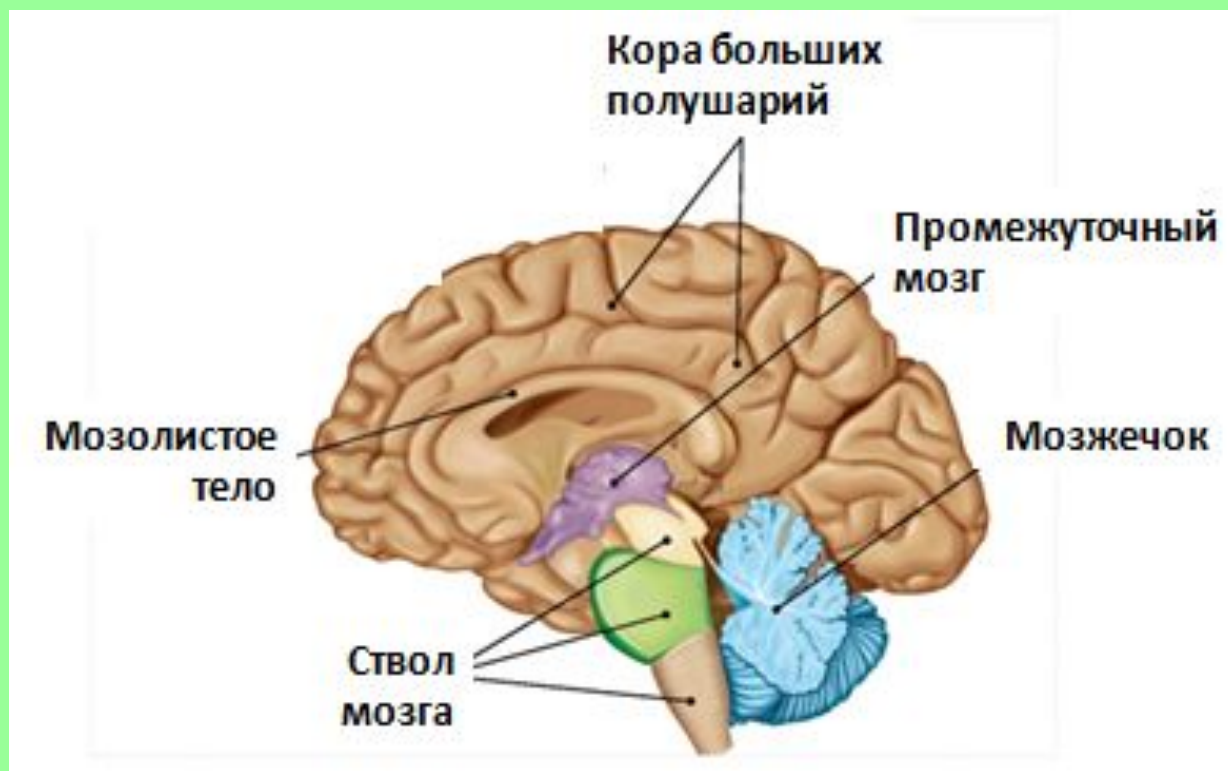
- Сохранённая моторная иннервация
 - Нарушение болевой и температурной чувствительности (проводящие пути переходят на противоположную сторону – перекрещиваются).



ТЕМА 7

СУПРАСПИНАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ДВИЖЕНИЙ: ПИРАМИДНАЯ И ЭКСТРАПИРАМИДНАЯ СИСТЕМЫ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ФУНКЦИИ СТВОЛА МОЗГА, ПРОМЕЖУТОЧНОГО МОЗГА НИСХОДЯЩИЙ КОНТРОЛЬ СПИННОГО МОЗГА

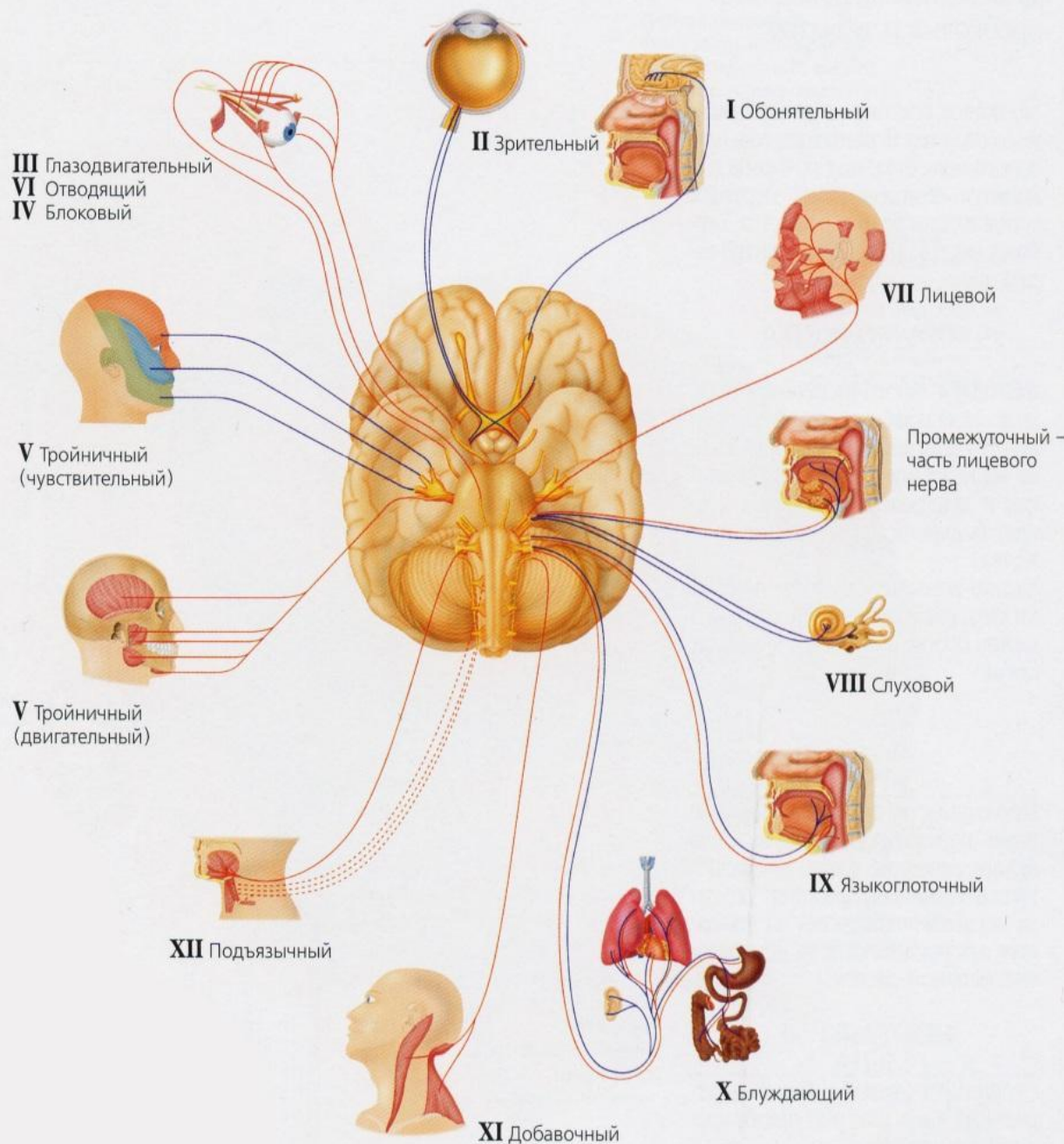
1. Морфофункциональная организация ствола мозга



Черепно-мозговые нервы

- I, II, III – чувствительные
- III, IV, VI, VII, XI, XII – двигательные
- V, IX, X – смешанные

Блуждающий нерв является наиболее важным нервом парасимпатической нервной системы



2. Функции ствола мозга

Стволовые рефлексы

- **Контроль вегетативных функций**
 - Вегетативные рефлексы - парасимпатические ядра ЧМН (III, VII, IX, X)
 - Жизненно важные рефлексы (сердечные, дыхательные и др.)
- **Защитные рефлексы** – рвоты, чихания, кашля, смыкания век, слезоотделения.
- **Рефлексы пищевого поведения** – сосания, жевания, глотания.
- **Соматические рефлексы**
 - Рефлексы ЧМН.
 - Постуральные рефлексы
 - **Статические**
 - **Рефлексы положения (позы)** – возникают при изменении положения головы и направлены на поддержание удобной позы (например, при вертикальной позе человека).
 - **Рефлексы выпрямления (установочные)** – способствуют принятию естественной позы при её нарушении.
 - **Статокинетические** – обеспечивает перераспределение мышечного тонуса для организации позы, соответствующей моменту прямолинейного или вращательного движения (от рецепторов полукружных канатиков)
 - Рефлекс прямолинейного ускорения (например, лифтный рефлекс)
 - Рефлексы углового ускорения (например, нистагм головы и глаз)

Сенсорная функция

- Связана с чувствительными ядрами ЧМН (вкусковая, слуховая и вестибулярная чувствительность и др.)

Проводниковая функция

- Восходящие и нисходящие пути к спинному мозгу.
- В продолговатом мозге заканчиваются некоторые нисходящие пути (например, кортикоретикулярные).
- **Формируются собственные нисходящие** (руброспинальный, ретикулоспинальный, вестибулоспинальный) **и восходящие проводящие пути.**

Трофическая функция

3. Морфофункциональная организация и функции ретикулярной формации

Ретикулярная формация (РФ) – филогенетически древняя нейрональная сеть расположенная в спинном мозге и стволе.

- Нейроны и ядра располагаются диффузно и имеют многочисленные связи между собой и практически со всеми структурами мозга .
- Расположена на пути всех восходящих и нисходящих путей мозга.
- Имеет супрасегментарную организацию и функции.

Функциональные особенности РФ

- Тонический уровень активности и высокая возбудимость нейронов.
- Длительный латентный период ответа.
- Генерализованное влияние на многие структуры мозга в сочетании с избирательным тормозным или возбуждающим влиянием на разные системы.
- 3 типа нейронов
 - Сенсорные (самые многочисленные)
 - Моторные – крупные нейроны, формирующие нисходящие и восходящие пути.
 - Автономные.

Функции

- Соматические функции
- Нисходящие влияния РФ на моторные спинальные центры (латеральный и медиальный ретикулоспинальные пути).
- Восходящие влияния РФ на большой мозг
 - Восходящее неспецифическое (диффузное) влияние на уровень кортикальной активности (уровень сознания) и поток восходящей сенсорной информации - регуляция цикла сон/бодрствование и уровня сознания.
 - Восходящее активирующее (тонизирующее) влияние
 - Тормозное влияние
- Вегетативные функции



4. Супраспинальный контроль движений: пирамидная и экстрапирамидная системы

2 системы нисходящего супраспинального контроля движений

Пирамидная система

- Формируется нейронами сенсомоторной зоны коры больших полушарий
- Включает кортикоспинальные (и кортикобульбарные) пути, которые формируют пирамиды продолговатого мозга (пирамидная система).
- Оказывает непосредственное селективное влияние на нижние МН.
- Отвечает за произвольные движения, обучение новым движениям и др.

Экстрапирамидная система

- Включает мозжечок, базальные ганглии, моторные центры ствола мозга (красное ядро, вестибулярные и ретикулярные ядра и др.) и их нисходящие пути.
- Оказывает опосредованное влияние на нижние МН (полисинаптические пути); является гетерогенной по строению и функциям; находится под контролем пирамидной системы.
- Реализует врождённые формы двигательной активности, двигательные автоматизмы, хорошо освоенные движения.

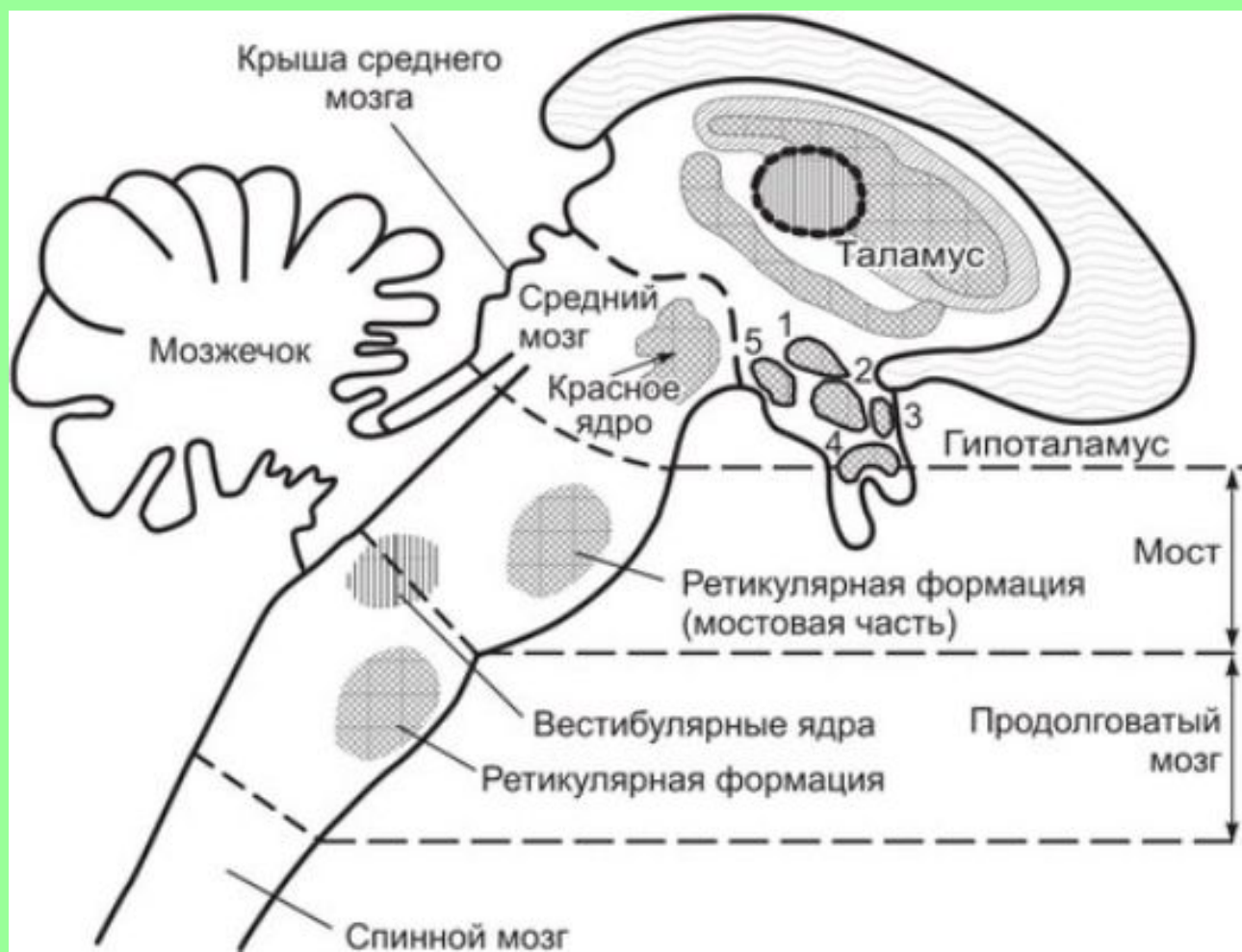


Экстрапирамидная система



Контроль моторной функции спинного мозга стволовыми структурами

Основные двигательные центры ствола мозга, оказывающие нисходящее влияние на спинной мозг



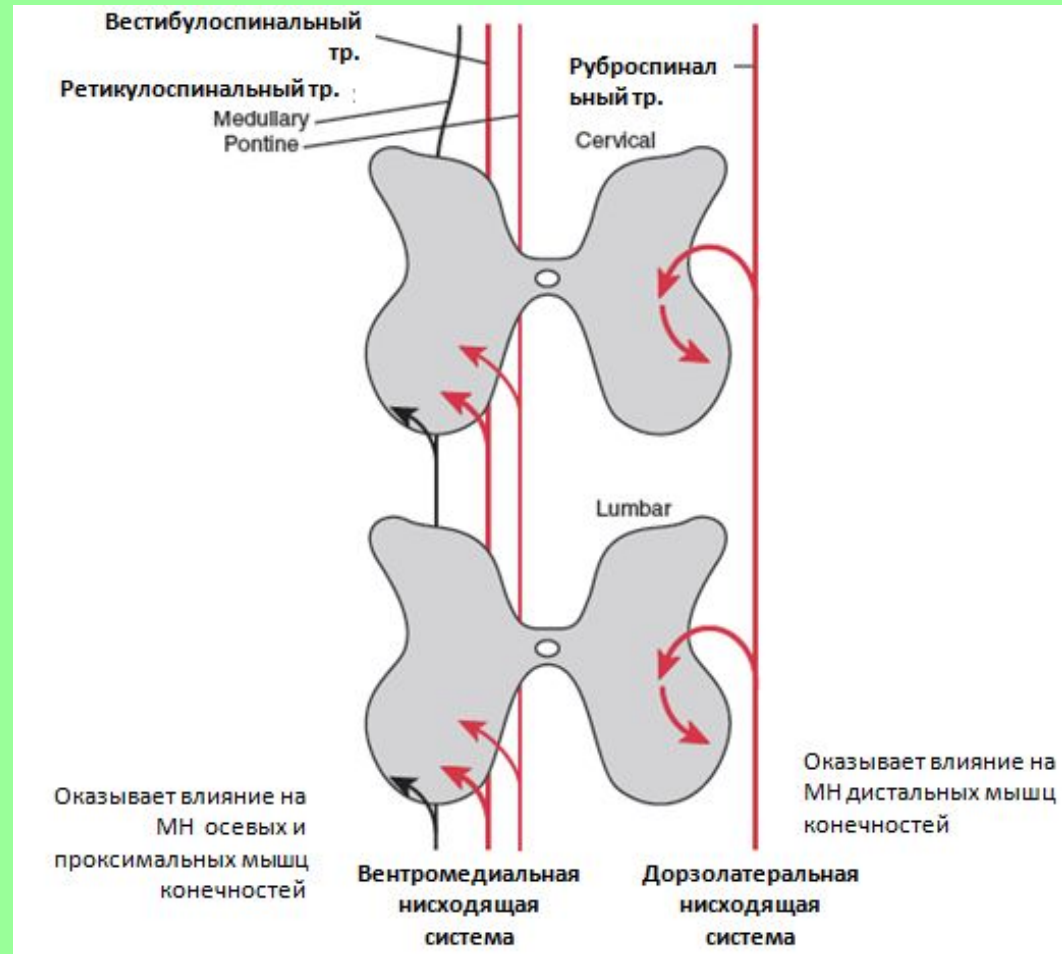
Две нисходящие подсистемы, формируемые стволовыми структурами, имеют различные функции

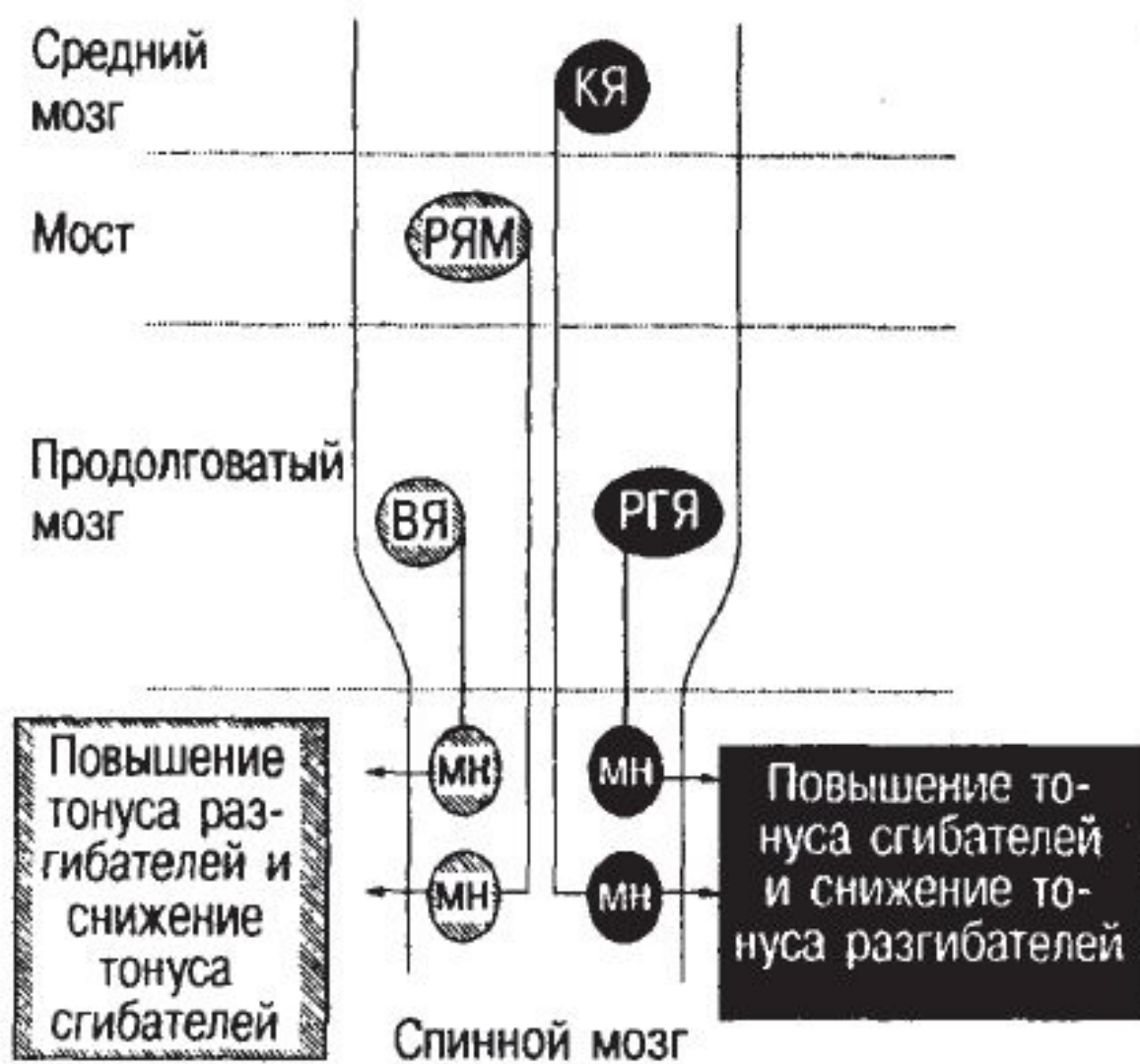
• Вентромедиальная

- Проходит в вентральных столбах белого вещества.
- Включает вестибуло- и ретикулоспинальные пути.
- Заканчивается на МН осевых мышц;
- Диффузное распределение; контроль активности нескольких мышечных групп; невозможность контролировать индивидуальные мышцы не зависимо друг от друга.
- Общая функция – контроль больших мышечных групп; контроль позы, равновесия, комплексных автономных движений (ходьба).

• Дорзолатеральная

- Проходит в латеральных столбах.
- Включает **руброспинальный тракт**.
- Заканчивается на МН дистальных мышц конечностей.
- Менее диффузное распределение в спинном мозге; возможность контроля индивидуальных мышечных групп.
- Общая функция – контроль автоматических хорошо разученных движений.

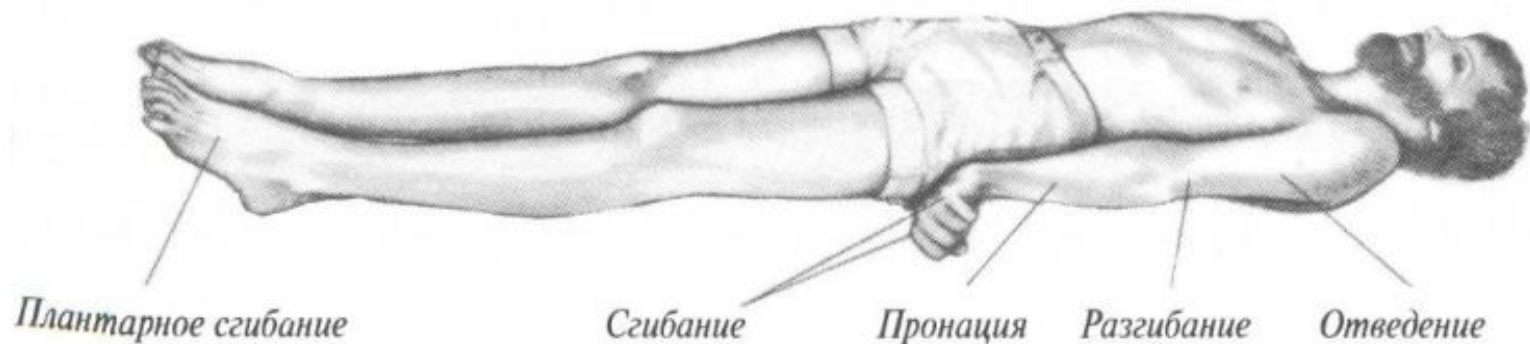
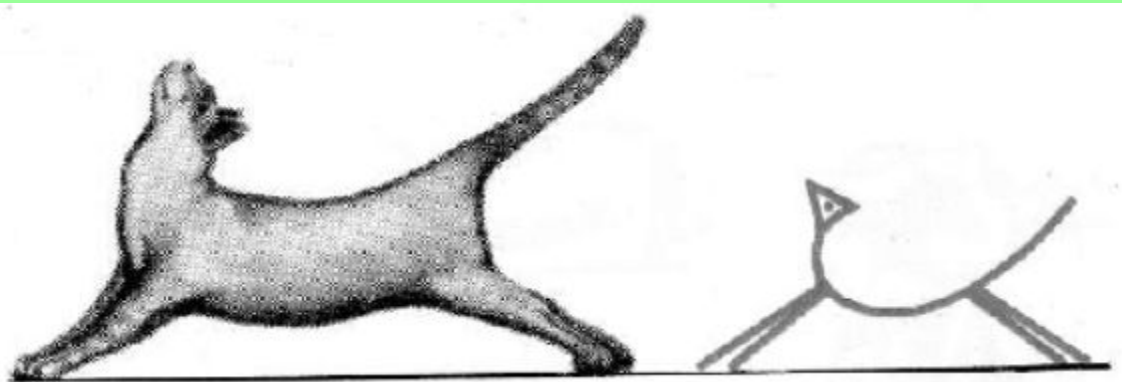




КЯ — красное ядро и руброспинальный тракт; РЯМ — ретикулярные ядра моста и медиальный ретикулоспинальный тракт; ВЯ — вестибулярные ядра и вестибулоспинальный тракт; РГЯ — ретикулярное гигантоклеточное ядро и латеральный ретикулоспинальный тракт; МН — спинальные мотонейроны.

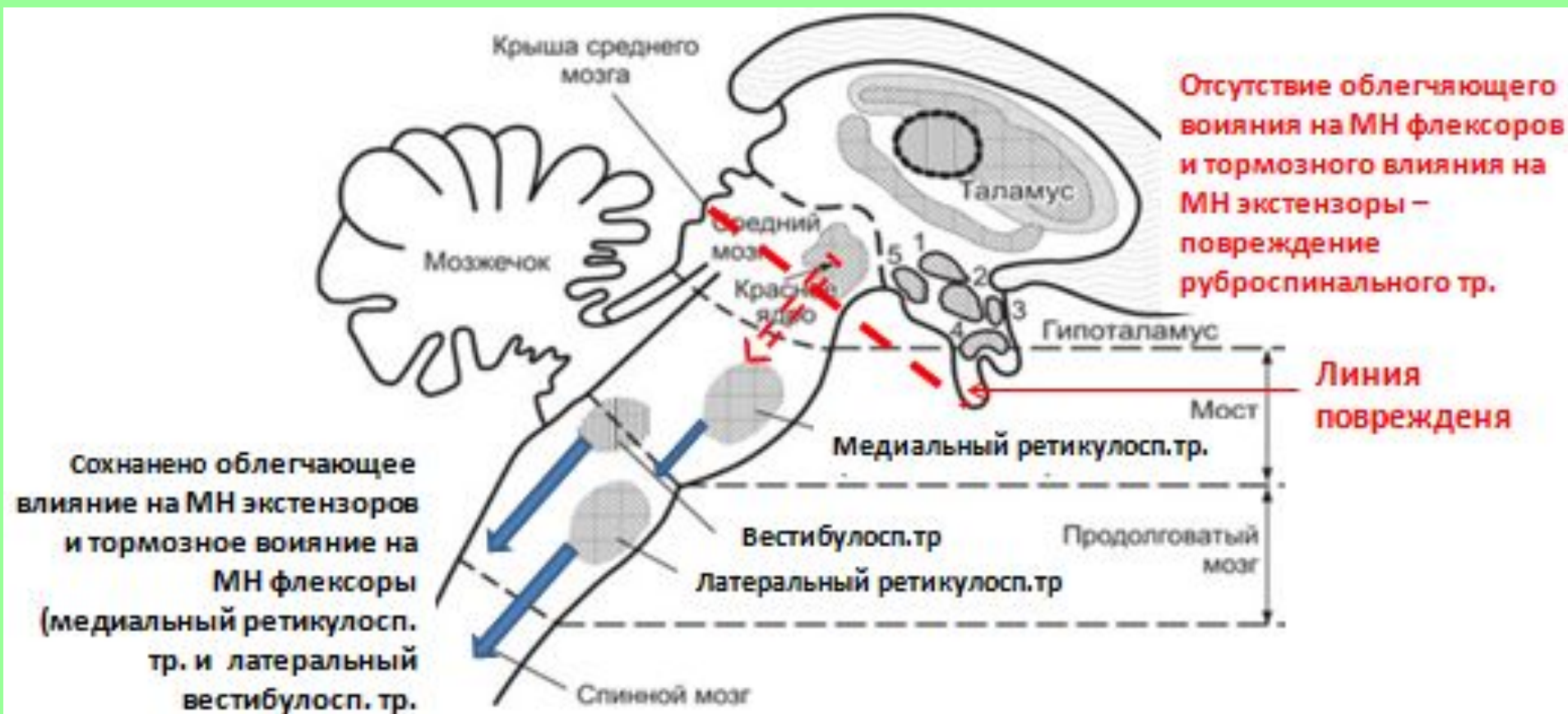
Децеребрационная ригидность

- Повышение тонуса мышц разгибателей (антигравитационные мышцы) при перерезке (повреждении) ствола мозга ниже красного ядра.



Механизм децеребрационной ригидности

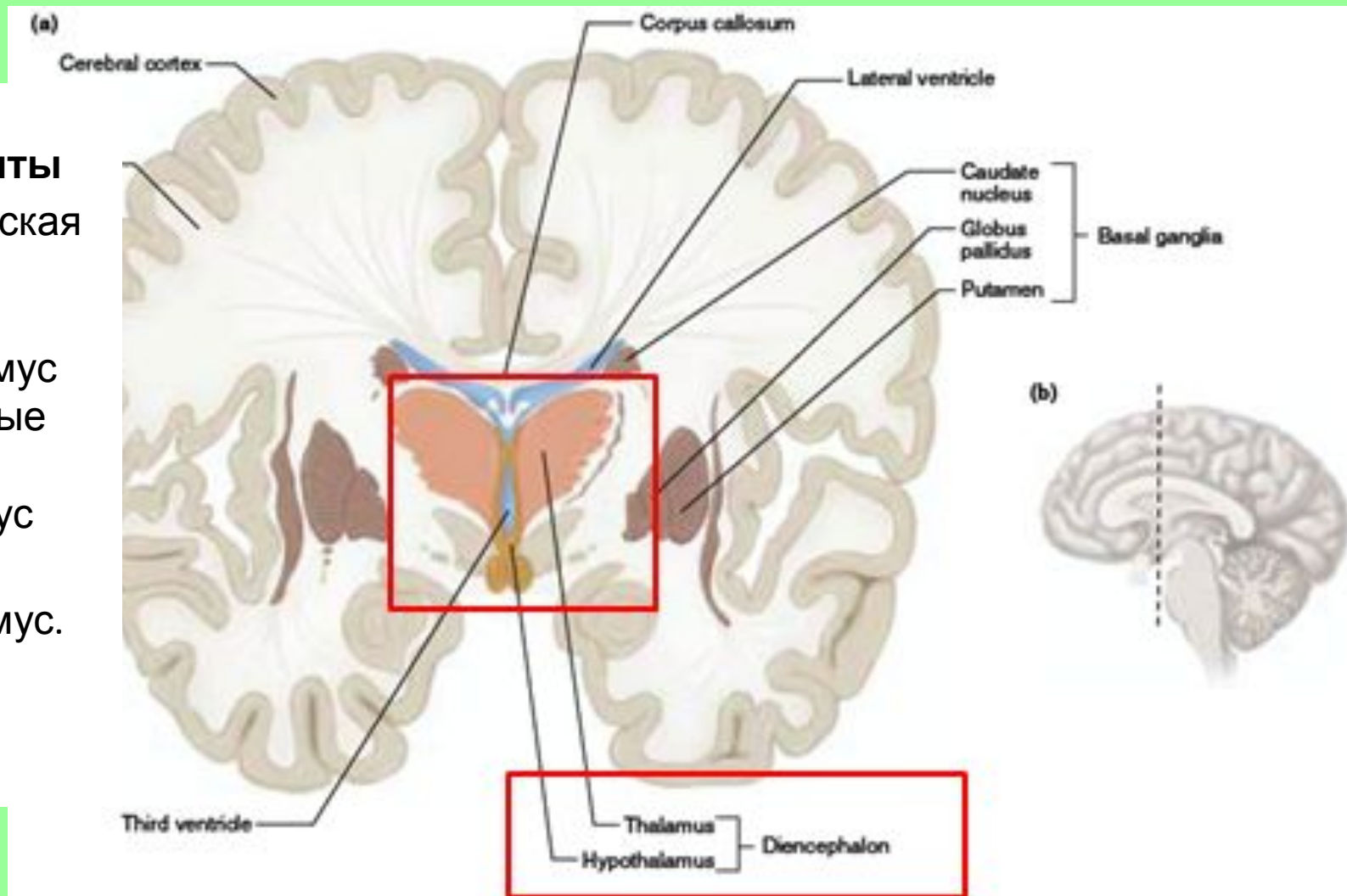
Перерезка разрушает нисходящий руброспинальный тракт и проекции из базальных ганглиев и кортикоспинальные пути. Вестибулоспинальный, ретикулоспинальные тракты и проекции мозжечка к этим структурам.



5. Морфофункциональная организация и функции промежуточного мозга

Основные компоненты

- Таламическая область (таламус, метаталамус (коленчатые тела) и эпиталамус (эпифиз)).
- Гипоталамус.



Ядерные группы таламуса

- **Специфические**

- **Переключающие (релейные)** – перекодирование, обработка и переключение сенсорной информации в сенсорные зоны коры (медиальное коленчатое тело → слуховая информация; латеральное коленчатое тело → зрительная, вертебральный комплекс → соматосенсорная и др.); являются компонентом специфических сенсорных систем.
- **Ассоциативные** (подушка, переднее ядро и др.)
 - Получают информацию от переключающих ядер (не относятся к специфическим сенсорным системам); мультисенсорная конвергенция.
 - Проецируются в ассоциативные зоны коры и подкорки, участвующие в высших функциях мозга.
- **Моторные** (переднее вентральное, латеральное вентральное)
 - Непосредственно не вовлечены в контроль двигательной активности.
 - Оказывают влияние на активность моторной и премоторной зон коры.

- **Неспецифические релейные ядра** (срединные и интраламинарные ядра)
 - Получают информации от РФ, мозжечка, палеоспиноталамической системы и др.
 - Диффузно проецируется в кору, лимбическую систему, гипоталамус.
 - Функционально связаны с неспецифической восходящей активирующей РФ; участвуют в регуляции электрической активности и возбудимости коры, уровня сознания, боли.

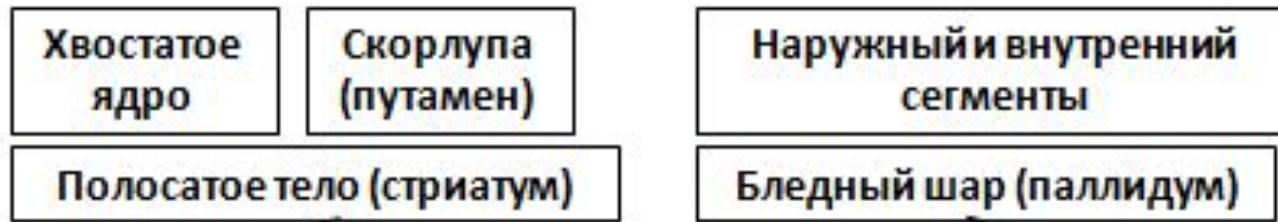
Гипоталамус

Функции

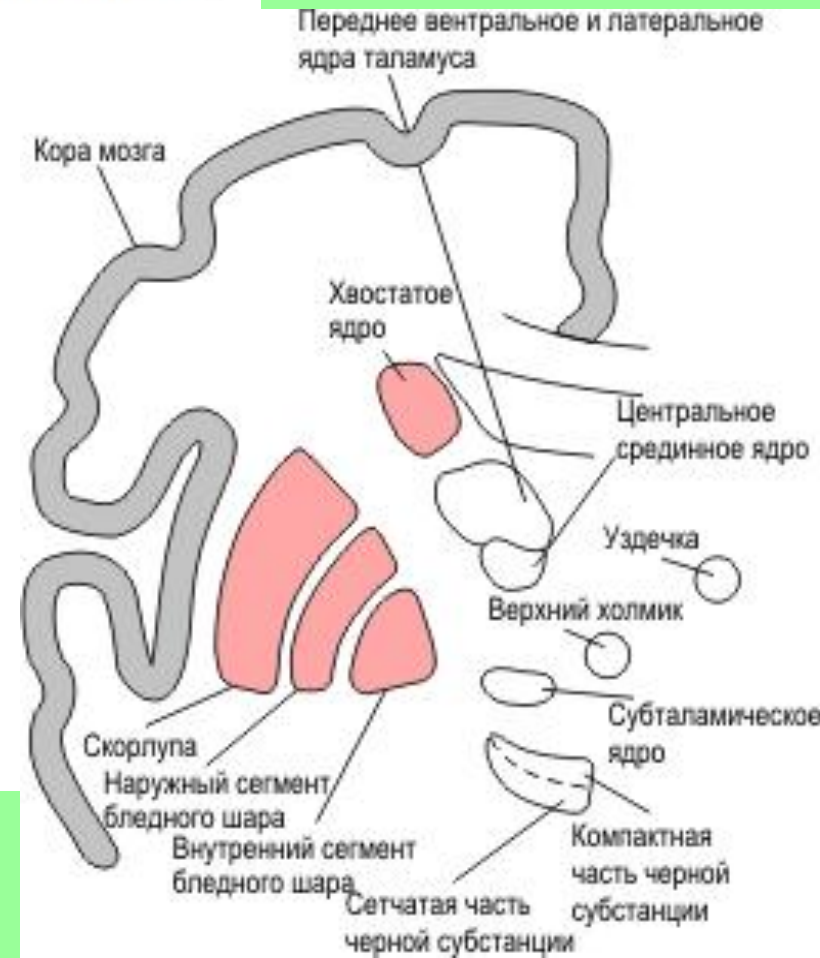
- Эндокринная – гипоталамо-гипофизарная система
- Регуляции вегетативных функций – «ганглий» симпатической нервной системы.
- Регуляция водного баланса и питьевого поведения.
- Мотивации, эмоции, пищевое поведение, циркадные ритмы.
- Регуляция репродуктивных функций.
- Регуляция температуры тела и др.

Тема 8
МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ
ОРГАНИЗАЦИИ И ФУНКЦИИ
БАЗАЛЬНЫХ ГАНГЛИЕВ,
МОЗЖЕЧКА И МОТОРНОЙ КОРЫ

1. Морфофункциональная организация базальных ганглиев

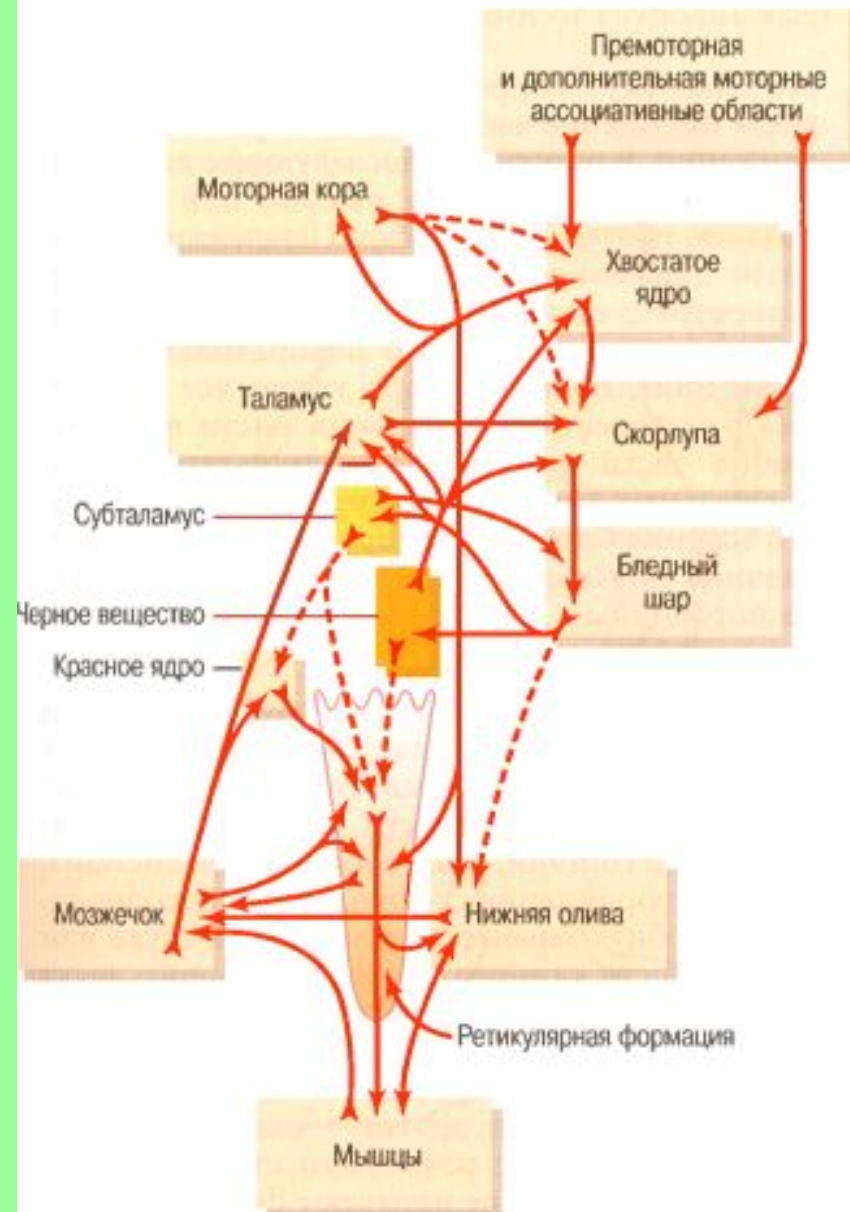
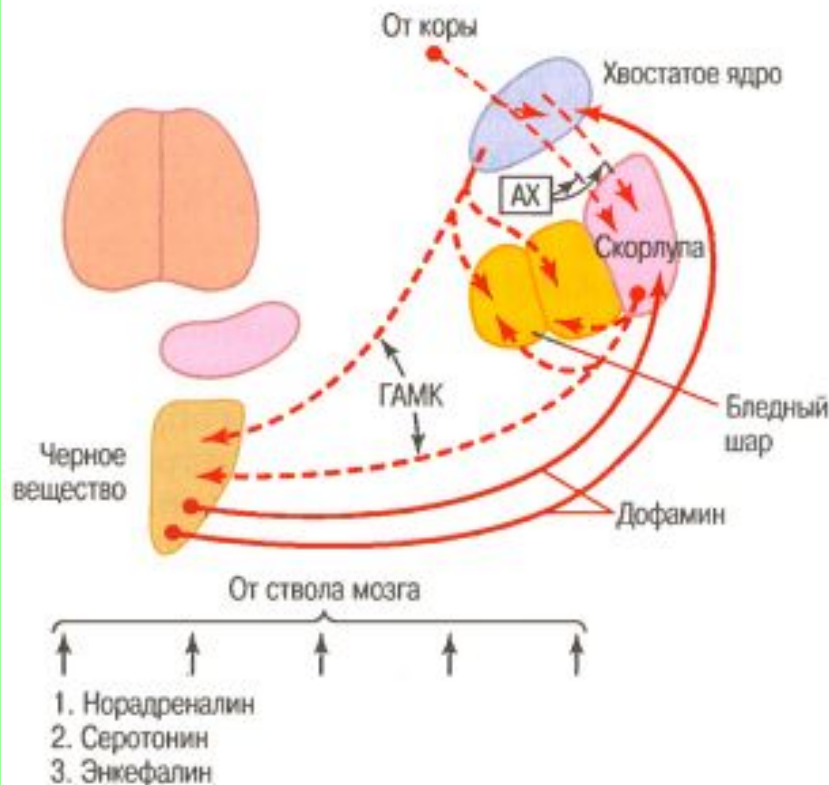


Базальные ганглии



2. Функции базальных ганглиев

- БГ, как и мозжечок образуют **вспомогательную моторную систему**, участвуют в программировании сложных движений.
- Функционируют в тесной связи с КБП и пирамидной системой: большинство входных сигналов приходит из коры; выходящие сигналы поступают обратно к кор



Общие функции

- БГ отвечают за **модуляцию текущей активности различных структур мозга** → выбор определённых паттернов кортикальной активности, которые должны быть облегчены, предотвращение осцилляций и последствий.
- Участие в **выборе моторных программ для дальнейшего осуществления** – паттерна нейрональной активности, обеспечивающего движения.
- Роль в **инициации и остановке движений**.

3. Нарушения функций базальных ганглиев

- **Акинетически-ригидные синдромы** – увеличение мышечного тонуса со снижением фазных движений.
- **Дискинетические** – расстройства произвольных движений (противоположны ригидности).

Болезнь Паркинсона – акинетически-ригидное нарушение БГ

Причина: разрушение допаминэргических нейронов чёрной субстанции → ↓ синтеза допамина → ↓ тормозного эффекта на неостриатум, дисбаланс между “+” и “-” влияниями на неостриатум → ↑ облегчающего эффекта на МН

Проявления:

- **Пластическая ригидность** (пассивно перемещённый сегмент остаётся в перемещённом положении); в основном вовлечены проксимальные мышцы.
- **Непроизвольный тремор** – в покое; исчезает при движениях и во время сна.
- **Акинезия/гипокинезия** (слабость и бедность движений)
- **Нарушения позы и баланса.**
- Деменция и нарушения



Дискинетические нарушения

Хорея

- **Причина** – нарушение холинергической и ГАБА-эргической синаптической передачи в хвостатом ядре, бледном шаре и коре; потеря тормозного эффекта БГ на таламус.

Проявления:

- **Гипер- и дискинезия** - произвольные быстрые размахистые движения конечностей, гримасы.
- **Гипотония.**
- Медленные произвольные движения.



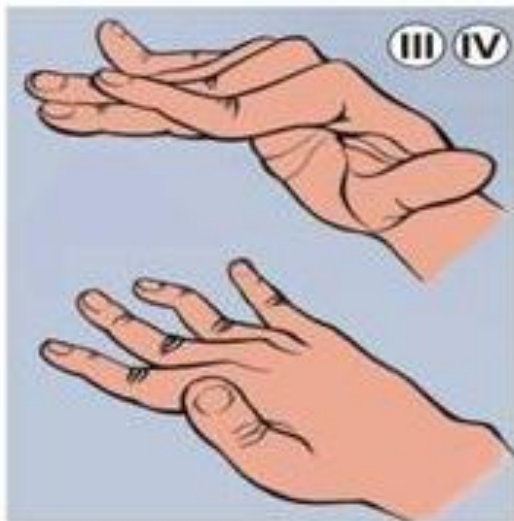
Атетоз

- **Причина:** повреждение бледного шара
- **Проявления:** спонтанные иррегулярные произвольные медленные движения пальцев (как при письме)

Баллизм (гемибаллизм, гемихорея)

- **Причина:** повреждения субталамуса
- **Проявления:** спонтанные интенсивные (насильственные) движения конечности на одной стороне.

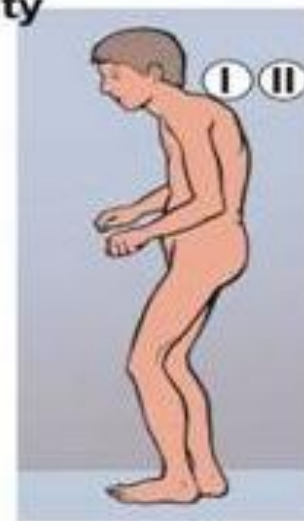
Athetosis



Dystonia



Akinetic rigidity



Hemibalism



Hemitremor

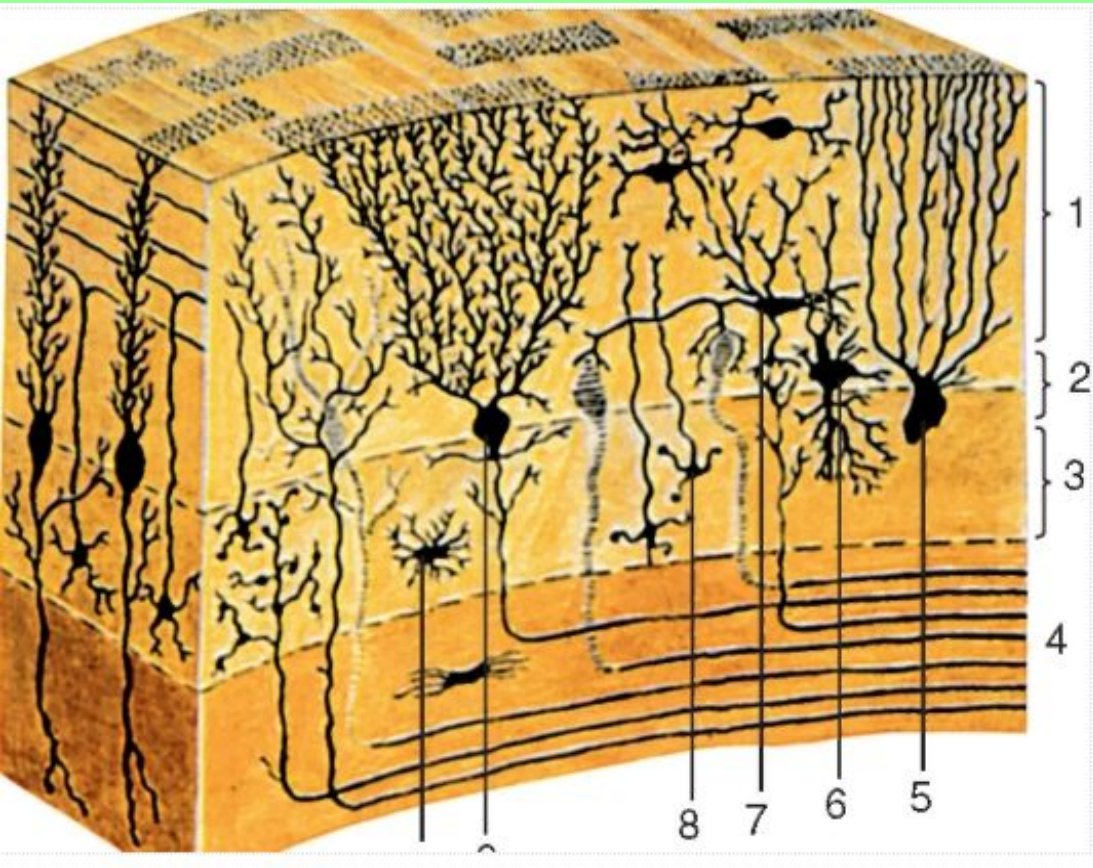


4. Морфофункциональная организация мозжечка

- **Кора мозжечка (долевая организация)**
 - Три доли: задняя, передняя, клочково-узелковая доля (flocculonodular lobe)
 - Латеральные полушария и центральная часть – червь (vermis).
- **Подкорковые (глубокие) ядра**



Функциональная организация коры мозжечка

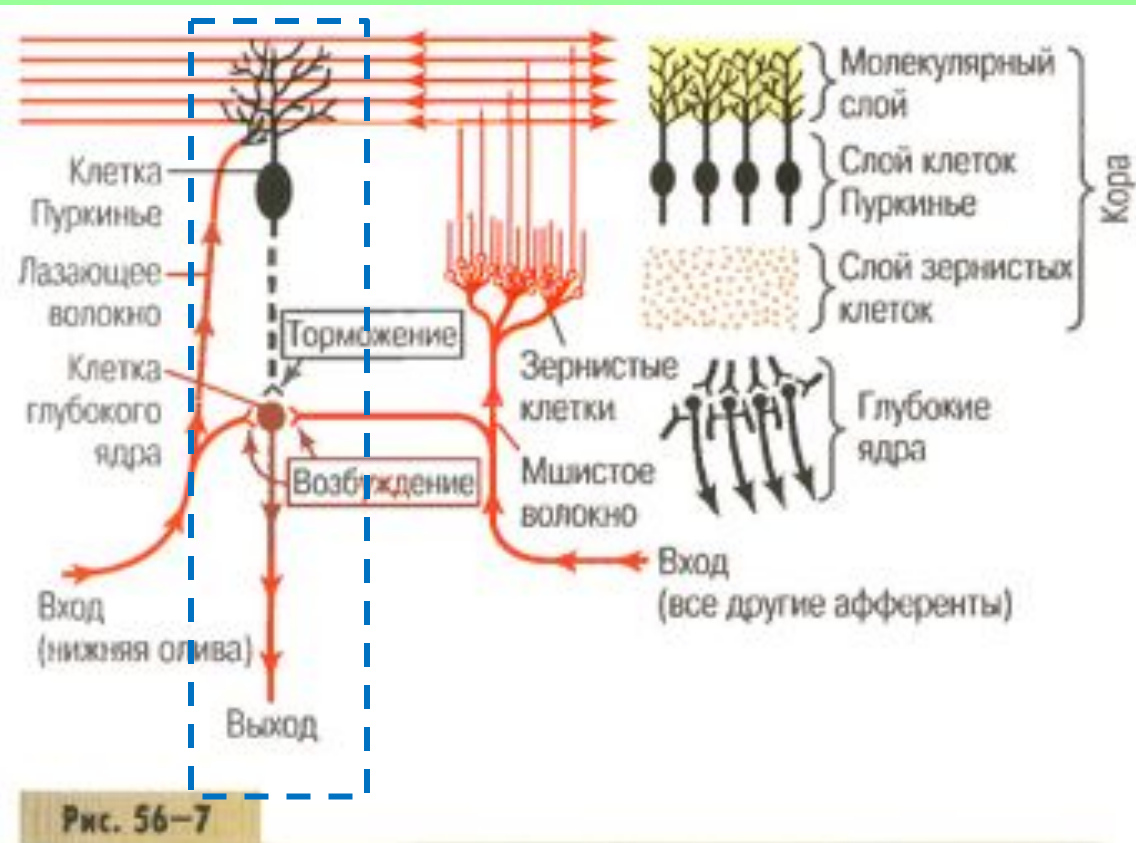


Слои

1. Молекулярный – дендриты клеток Пуркинье (грушевидных клеток)
2. Слой грушевидных клеток – тела клеток Пуркинье
3. Зернистый слой – аксоны клеток Пуркинье, нервные волокна.

Клетки Пуркиньюе

- Являются тормозными нейронами (GABAergic)
- Формируют единственный (тормозной) выход из коры мозжечка к подкорковым ядрам мозжечка.
- Клетка Пуркиньюе с контролируемым нейроном глубокого ядра является функциональной единицей мозжечка.

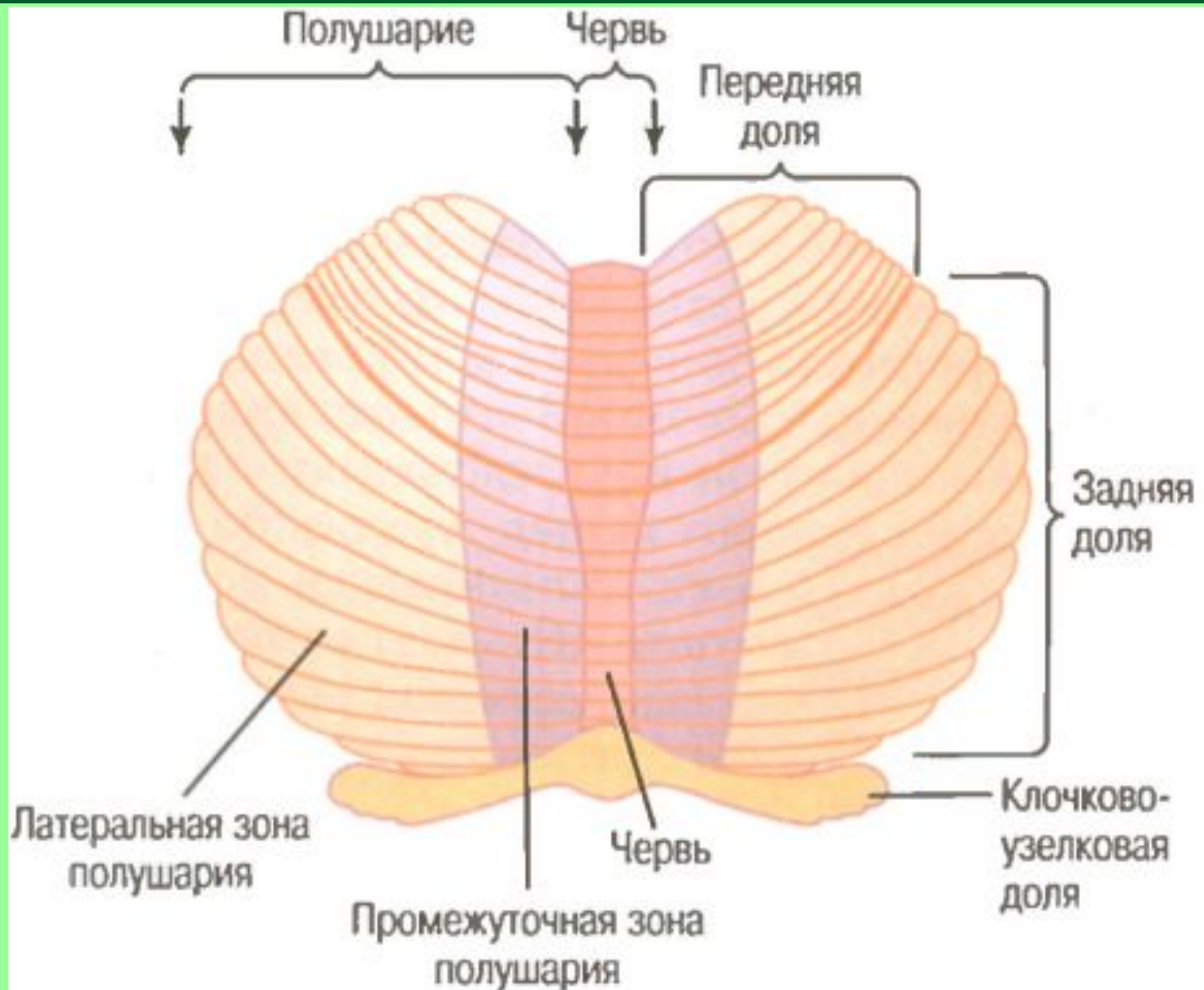


В левой стороне рисунка показан главный нервный контур мозжечка, в котором возбуждающие нейроны обозначены красным цветом, а клетка Пуркиньюе (тормозной нейрон) – черным цветом. Справа показана анатомическая связь глубоких ядер мозжечка и коры мозжечка с ее тремя слоями

Глубокие ядра мозжечка

- 3 пары ядер: зубчатые, промежуточные и ядра шатра.
 - Вестибулярные ядра ствола функционально являются подкорковыми ядрами мозжечка.
- Подкорковые ядра формируют выходы из мозжечка (за исключением клочково-узелковой зоны, связанной с вестибулярными ядрами) к другим структурам мозга.
- Выходящие из мозжечка сигналы действуют по **принципу «включения-выключения»**.

5. Функциональные зоны (поперечная организация) и функции мозжечка



- **Функции:**

- **Червь** - контроль аксиальных и проксимальных мышечных групп
- **Промежуточная зона** - контроль дистальных мышечных групп конечностей.
- Координация позы и сравнительно медленных движений на основе механизмов обратной связи (функция мозжечка как компьютера).
- **Демпфирование движений** – остановка движения в намеченной точке, предупреждение «промахиваний». (почти все движения тела являются маятникообразными и требуют демпфирования для точного достижения цели движения).

Латеральная зона полушарий – корково-мозжечковая зона, цереброцереbellум, мостомозжечковая зона (НОВЫЙ МОЗЖЕЧОК - neocerebellum)

- Связана с КБП (через ядра моста), таламусом и др. структурами.
- Не имеет топическую организацию.
- **Функции:**
 - вместе с КБП обеспечивает планирование, последовательность и хронометраж (распределение по времени, обеспечивающее плавность движения и скоординированность) сложных произвольных движений;
 - инициирование движений;
 - контроль временной последовательности и синхронности движений, осуществляемых без обратной связи (быстрые баллистические движения) – **развитие двигательного образа планируемых движений.**

6. Нарушения мозжечка

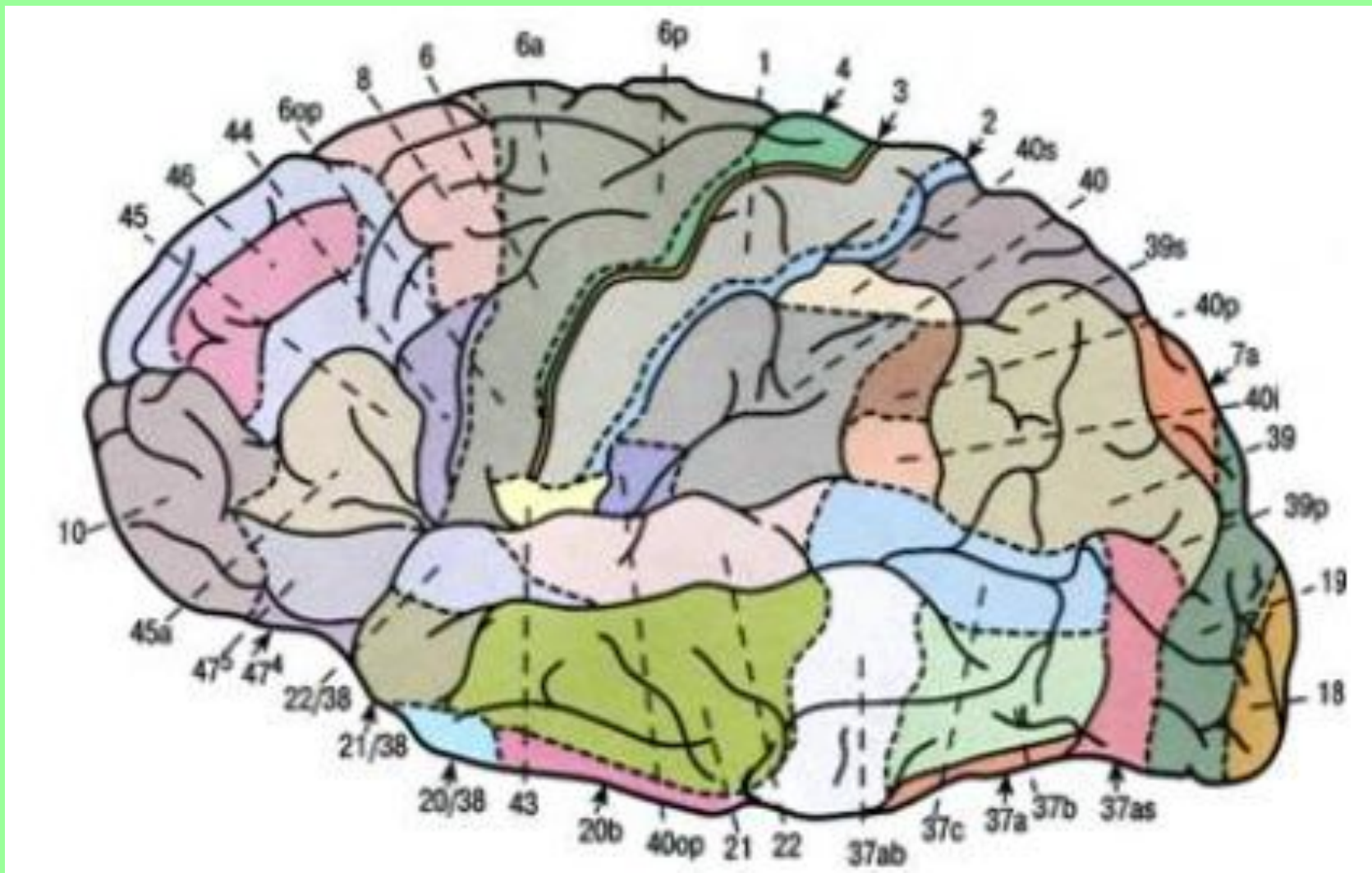
Классическая триада Шарко

- **Интенционный тремор** – колебательные движения во время движения, отсутствующие в покое. Причина «перемахивания» при движении к цели – неспособность мозжечка демпфировать (вовремя останавливать) двигательную активность.
- **Нистагм** – быстрые колебательные движения глаз при фиксации взгляда на объекте, расположенном с одной стороны головы (при поражении flocculonodular lobes). Причина (как и при интенционном треморе) – невозможность демпфировать движения.
- **Сканированная речь (дизартрия)** – беспорядочная вокализация вследствие нарушения последовательности движений мышц, участвующих в образовании звуков.

Другие проявления

- Нарушение координации движение (**атаксия** – общий термин). Например, нарушение ходьбы – пьяная походка.
- Нарушение необходимого и целесообразного размаха движений (невозможность вовремя остановить движение) – **дисметрия**.
- Неспособность к развитию движения – **дисдиадохокинезия**; нарушение временной последовательности и согласованности движений; невозможность выполнять чередующиеся движения.
- **Декомпозиция движений** – отсутствие плавности при переходе от одного движения к другому.
- **Гипотония, мышечная астения**.
- **Нарушения баланса**
- **Ребаунд-феномен** – замедленная реакция на изменённые условия движения.

Поля Бродмана - области КБП, отличающиеся по цитоархитектонике (клеточному строению) - более 50

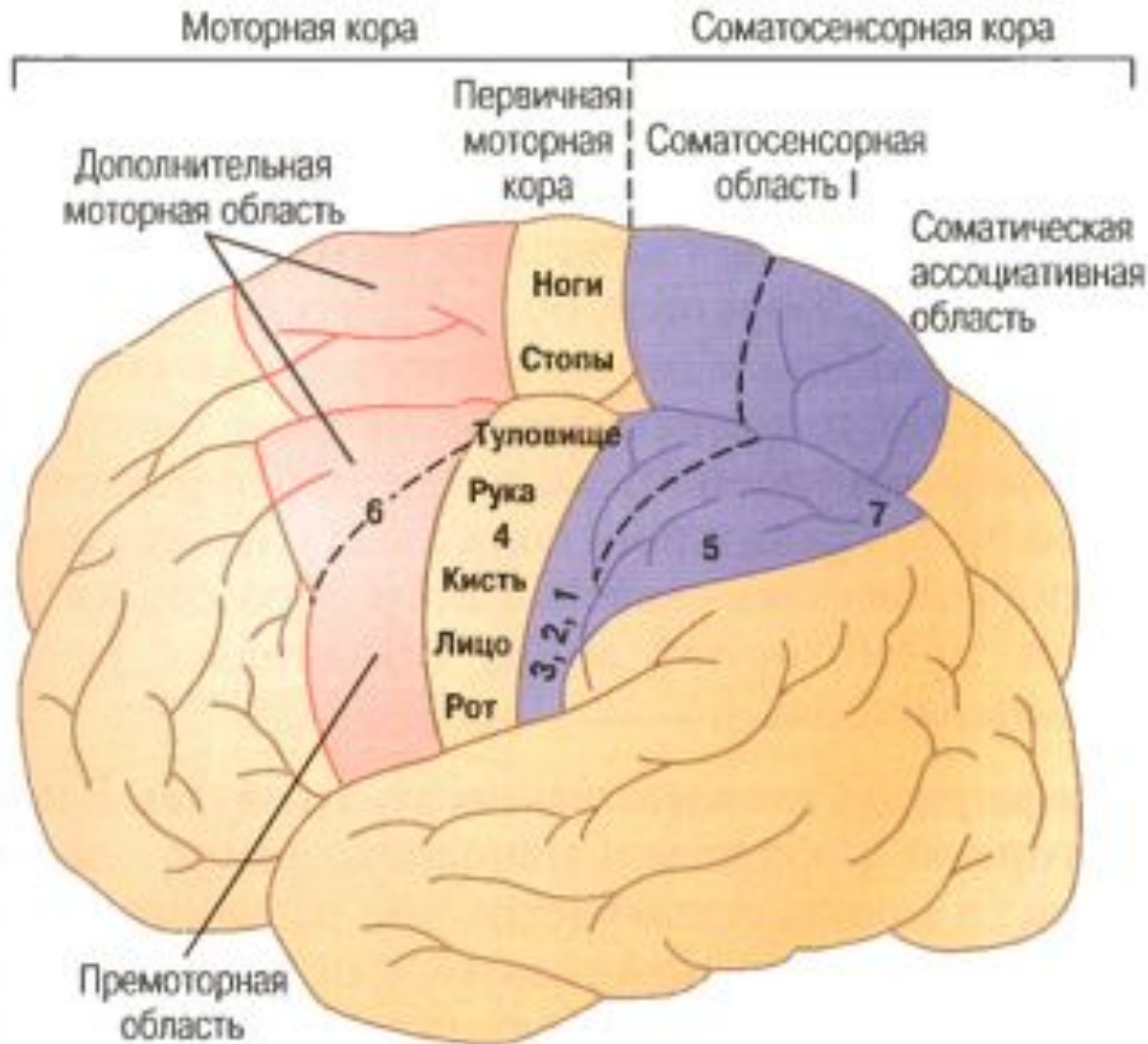


Кортикализация и локализация функций в КБП

- **Кортикализация функций** – сформированная в процессе филогенеза человека ведущая роль КБП в регуляции функций и подчинение коре нижерасположенных отделов ЦНС.
- **Локализация функций в КБП** – различные поля КБП специализируются на выполнении определенных функций.

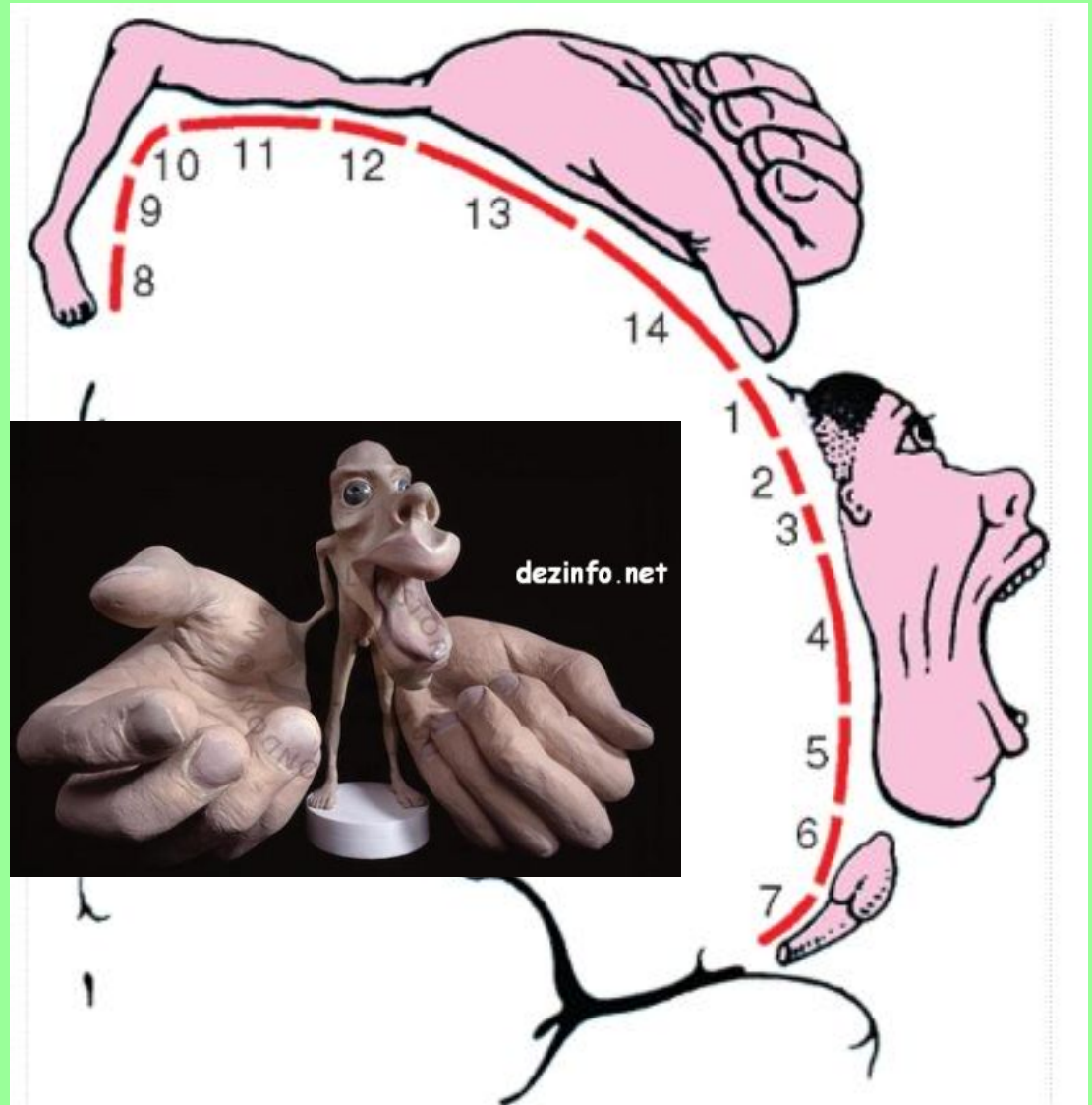


8. Моторные области коры больших полушарий



Первичная моторная кора (M1)

- Имеет соматотопическую организацию – **моторный гомункулус**.
 - Размер топографического представительства сегмента тела пропорционален точности движений в данном сегменте
- **Функции**
 - Контроль активности индивидуальных мышц (точные движения дистальных сегментов)
 - Контроль направления движения.



Дополнительная моторная область (M2)

Включает **каудальный регион** – имеет топографическую организацию, стимуляция вызывает изолированные движения и **ростральный регион** – стимуляция вызывает комплексные тонические движения и последовательности движений.

Функции

- Планирование и программирование последовательности движений в соответствии с внутренними мотивами, а не в ответ на воздействие внешних стимулов.
- Непосредственная моторная функция
 - Подавление нежелательных движений.
 - Координация двусторонних движений.
 - Вспомогательные движения (установка головы и глаз, фиксация различных сегментов и др.).



Премоторная область

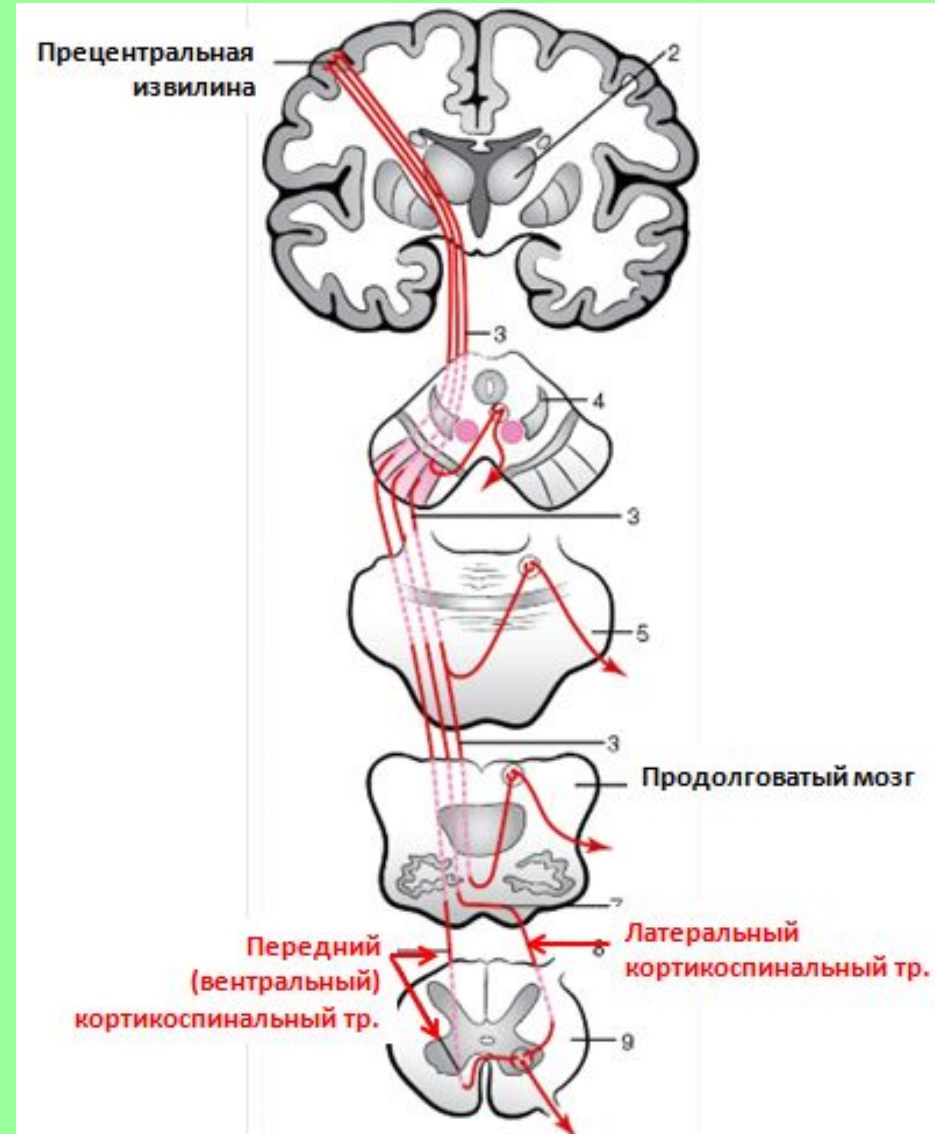
- Расположена кпереди от M1 между прецентральной извилиной и префронтальной корой на латеральной поверхности полушарий.
- Организована соматотопически.
- **Функции**
 - Планирование движений (особенно в ответ на внешние воздействия)
 - Контроль крупных мышечных групп.

Корковые области, участвующие в специфических видах двигательной

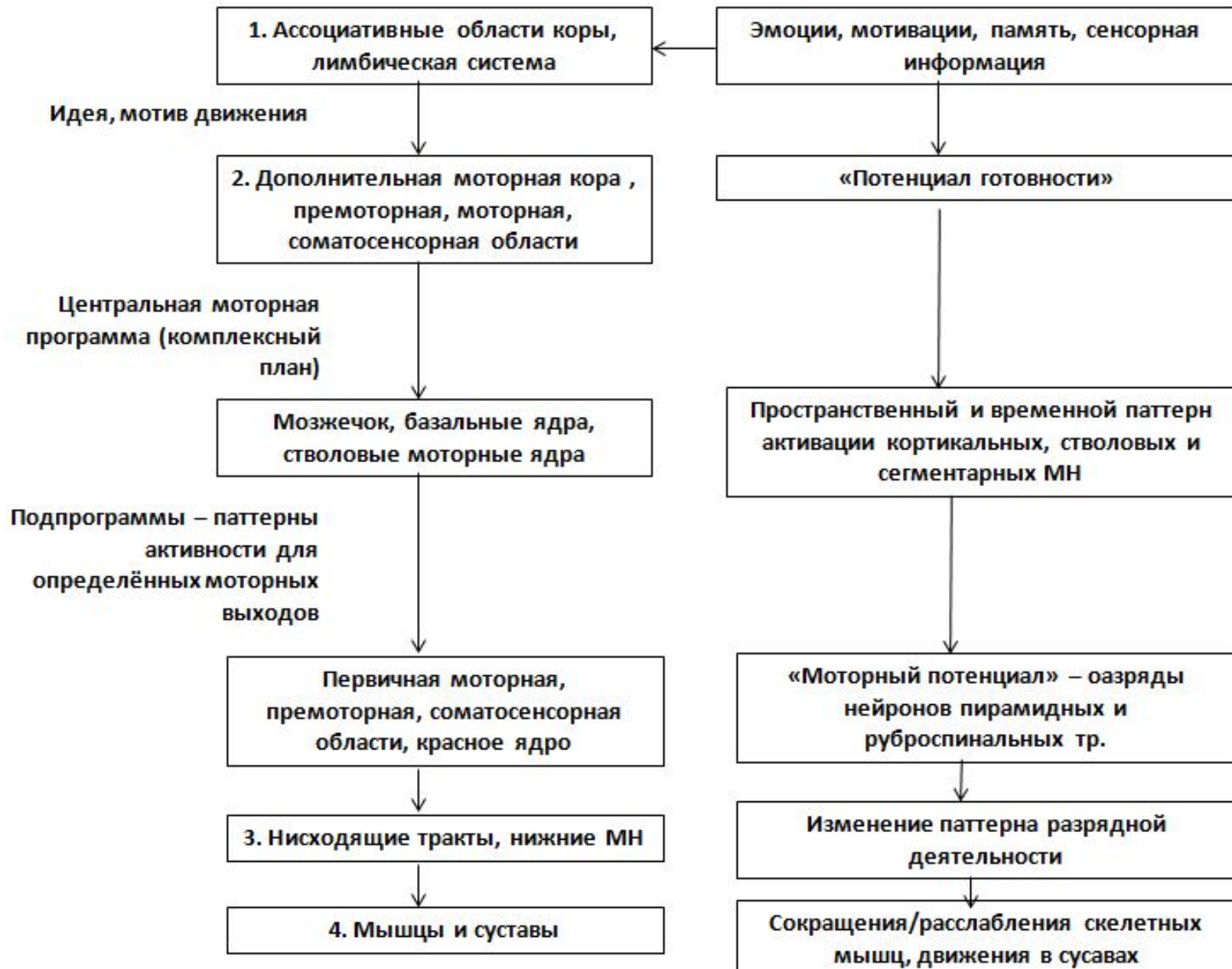


9. Кортикоспинальная (пирамидная) система

- **Латеральный кортикоспинальный тракт**
 - Волокна пересекаются в продолговатом мозге.
 - Заканчивается на контралатеральных МН дистальных мышц (в основном флексоров) и интернейронах.
 - **Функции** – произвольный контроль мышц дистальных сегментов конечностей (точные движения, мелкая моторика).
- **Вентральный кортикоспинальный тракт.**
 - Волокна пересекаются в спинном мозге.
 - Заканчиваются на интернейронах контролирующих альфа-МН аксиальных и проксимальных мышц конечностей.
 - **Функции** – произвольный контроль аксиальных и проксимальных мышц.
- **Кортикобульбарный тракт**
 - Перекрещиваются в стволе.
 - Заканчиваются на МН и сенсорных нейронах ЧМН.
 - **Функция** – контроль произвольных сокращений мышц головы и шеи.



10. Организация произвольных движений

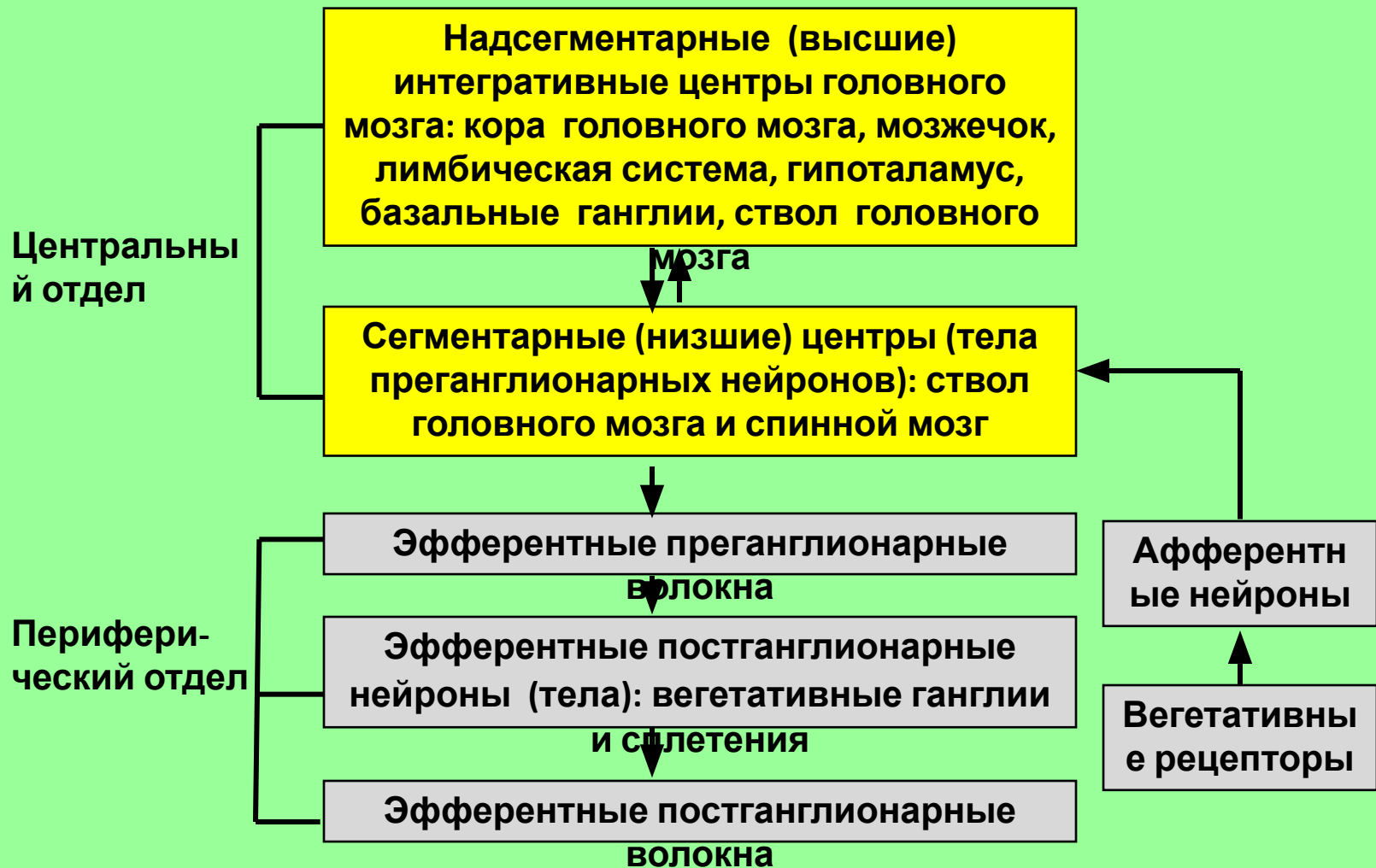


11. Повреждения верхних и нижних мотонейронов

Нижний МН	Верхний МН
<p>2. Двигательные нарушения - вялый паралич (парез, плегия).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Локализация: в зоне иннервации соответствующего сегмента или нерва - ↓ мышечный тонус и рефлекс (Причина – отсутствие иннервации мышц) 	<p>1. Двигательные нарушения - спастичный паралич (парез, плегия)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Локализация: геми-, пара-, тетраплегия - ↑ мышечный тонус (спастика), ↑ сопротивление движениям, бедность/отсутствие произвольных движений. (Причина – отсутствие нисходящего тормозного влияния на нижние МН, повышение активности миотатических рефлексов)
<p>2. Трофика – атрофия вследствие денервации</p>	<p>2. Трофика – возможна простая атрофия от бездействия</p>
<p>Другие проявления</p>	
<p>Фибриляции – сокращения отдельных мышечных волокон, которые не видны визуально.</p> <p>Фасцикуляции – видимые произвольные сокращения мышцы. Причина – дегенерация плазматической мембраны аксонов и мышечных волокон → ↑ проницаемость мембраны → гипервозбудимость.</p> <p>Денервационная гиперсенситивность.</p>	<p>Гиперактивные глубокие рефлексy (повышенная чувствительность к растяжению мышцы), сниженные или отсутствующие поверхностные рефлексy (при поражении пирамидной системы- отсутствие облегчающего влияния на альфа МН)</p>
<p>↓ ответ мышцы на электростимуляцию</p>	<p>Позитивные патологические рефлексy. Рефлекс Бабинского – тыльное сгибание стопы в ответ на тактильное раздражение подошвы.</p>

ТЕМА 9
ФИЗИОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ
НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

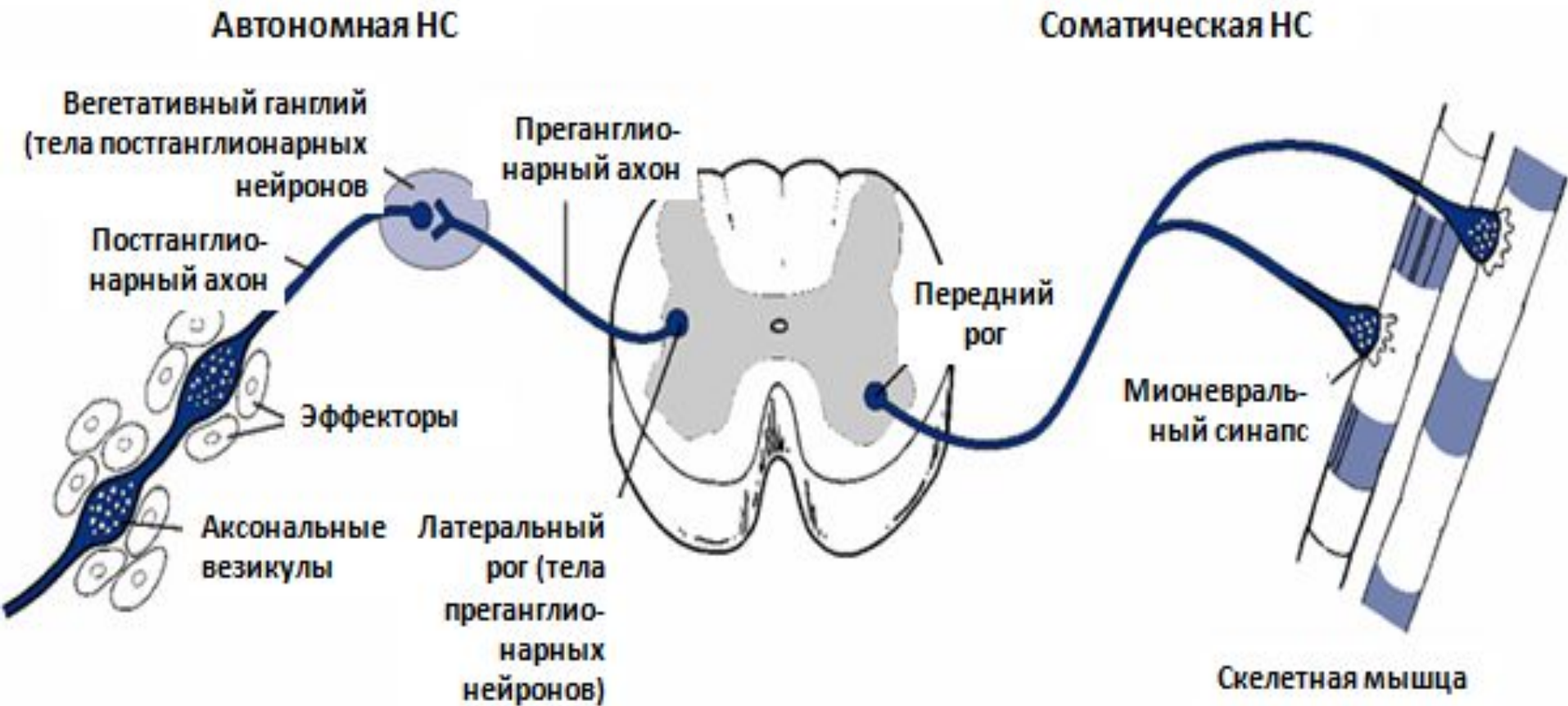
1. Общий план строения вегетативной нервной системы



2. Отличия вегетативной нервной системы от соматической

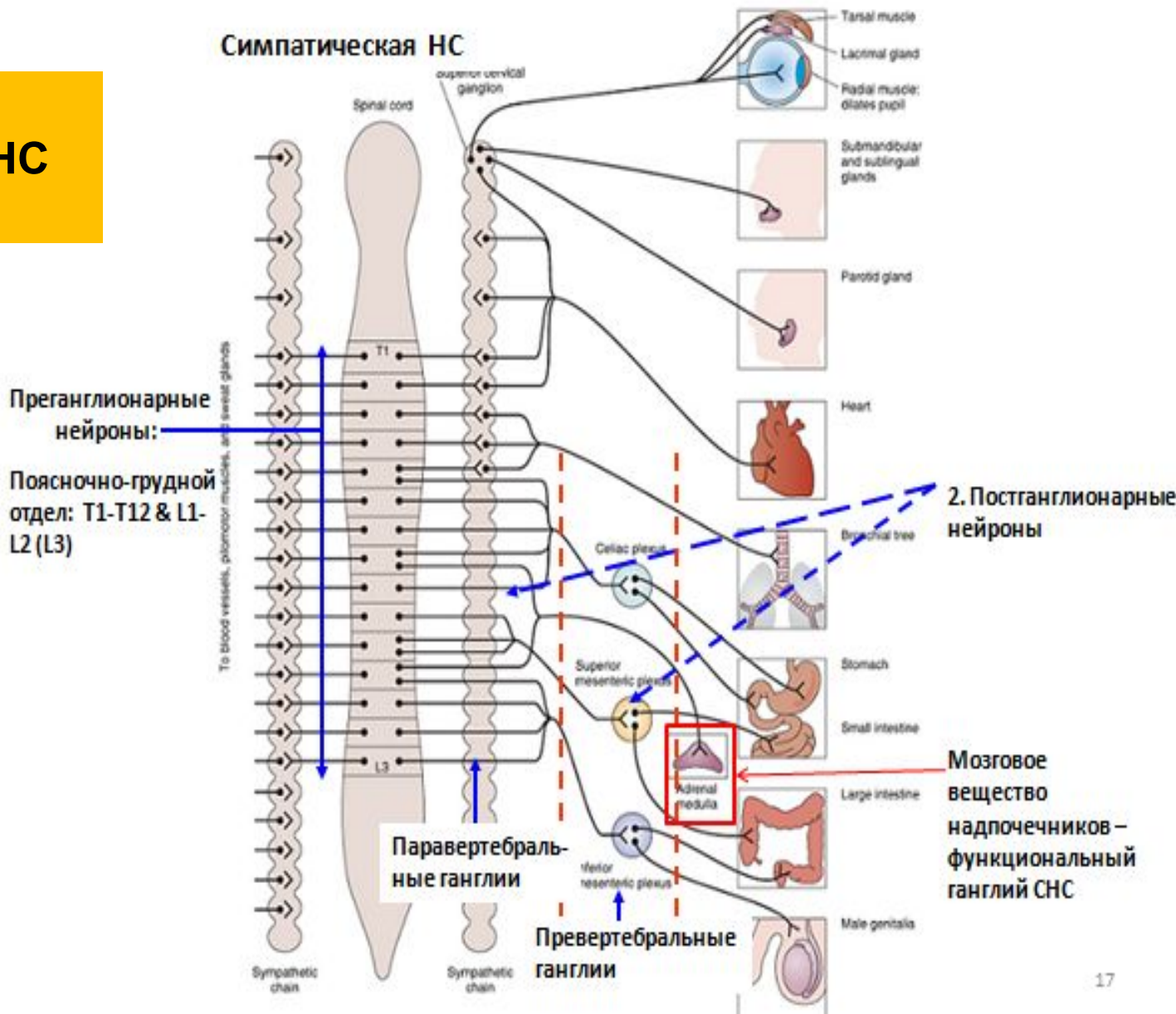
Признаки	Вегетативная	Соматическая
Органы-мишени	Гладкие мышцы, миокард, железы, жировая ткань, органы иммунитета	Скелетные мышцы
Ганглии	Паравертебральные, превертебральные и органые	Локализованы в ЦНС
Число эфферентных нейронов	Два	Один
Эффект стимуляции	Возбуждающий или подавляющий	Возбуждающий
Типы нервных волокон	Тонкие миелинизированные или немиелинизированные, медленные	Миелинизированные быстрые

Отличия вегетативной рефлекторной дуги от соматической

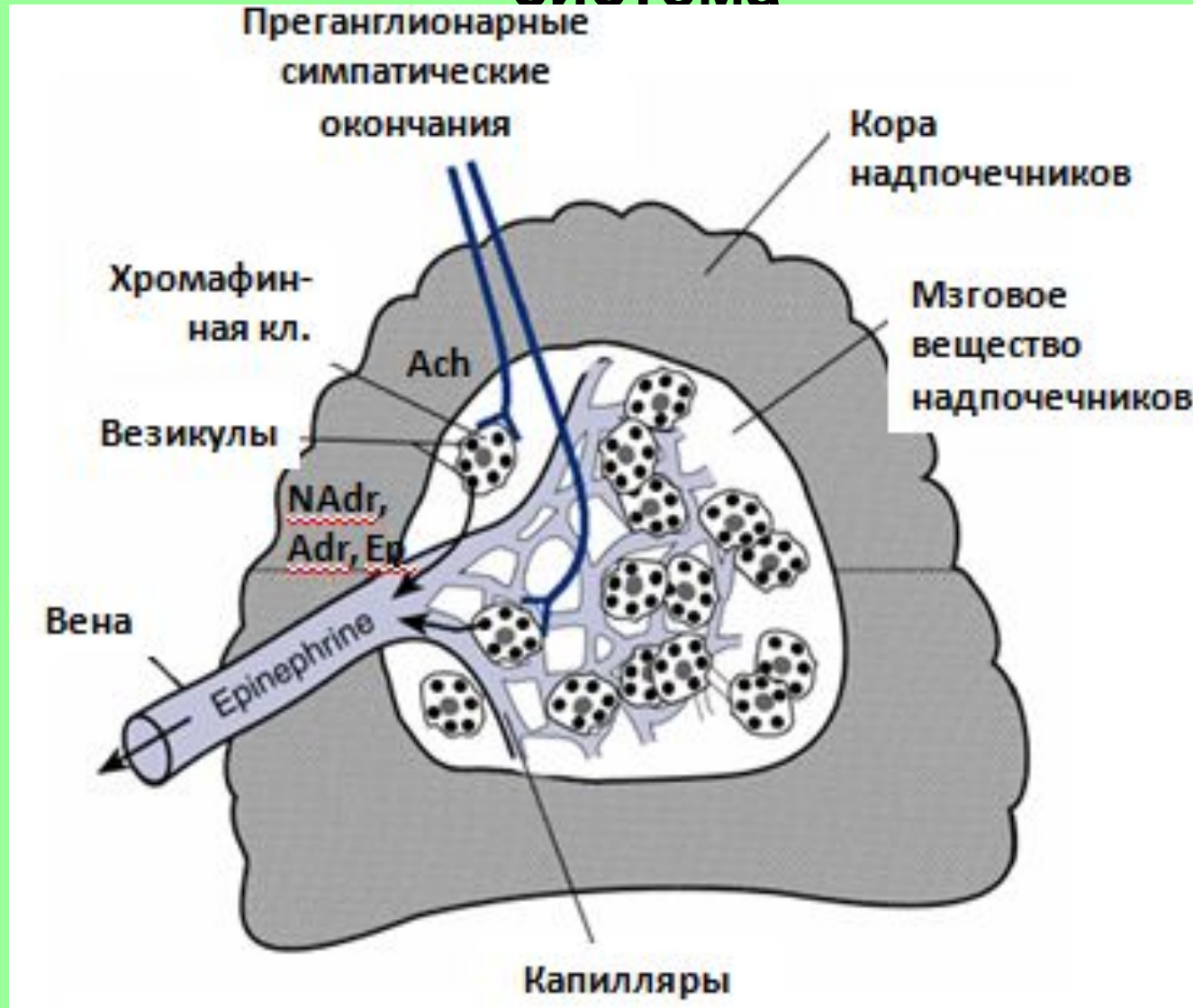


3. Организация, медиаторы и рецепторы симпатического и парасимпатического отделов

Организация симпатической НС



Мозговое вещество надпочечников и симпатическая НС симпатоадреналовая система



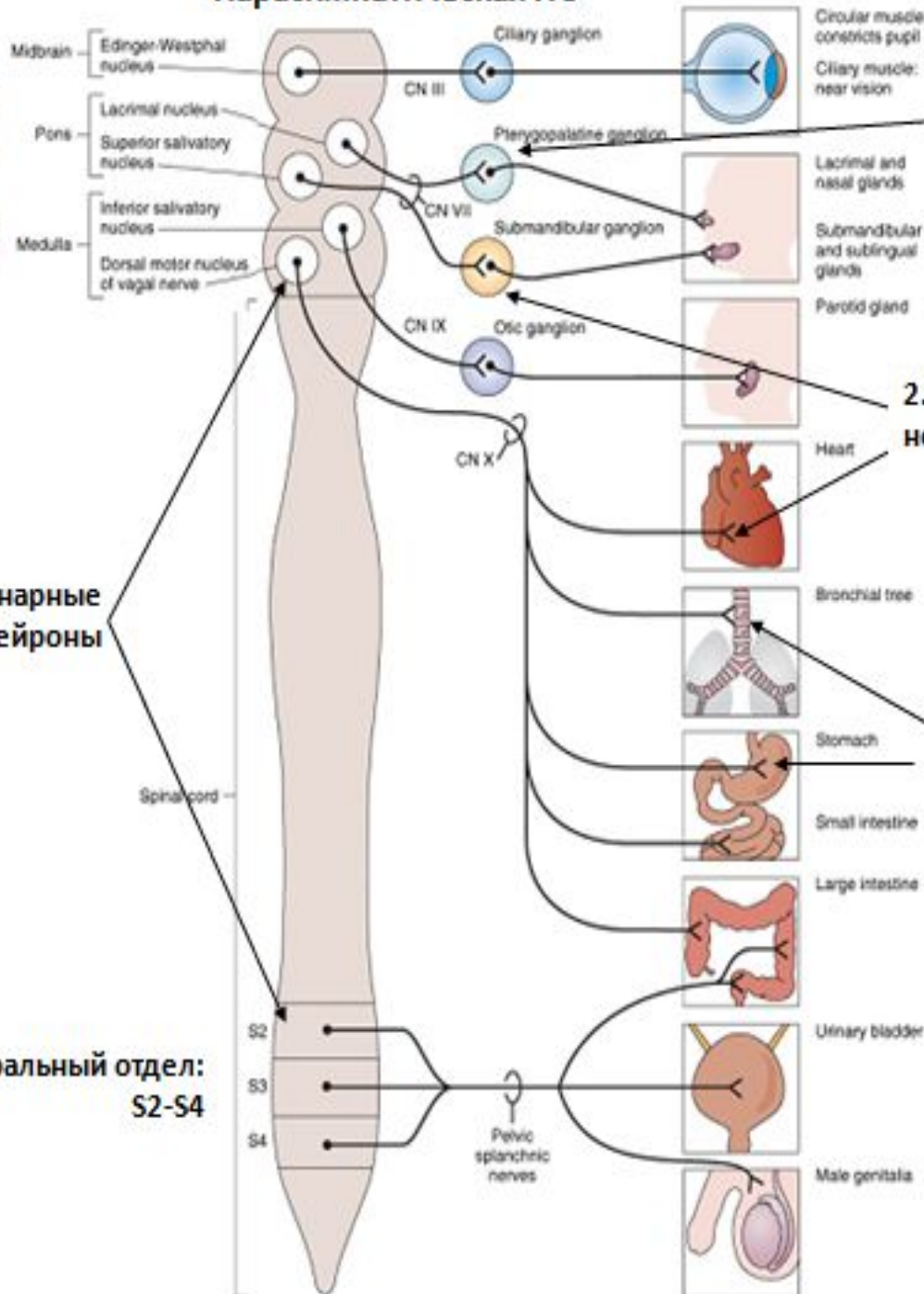
Парасимпатическая НС

Краниальный отдел:
Ядра ЧМН III, VII, IX & X

Организация парасимпатической НС

1. Преганглионарные нейроны

Сакральный отдел:
S2-S4

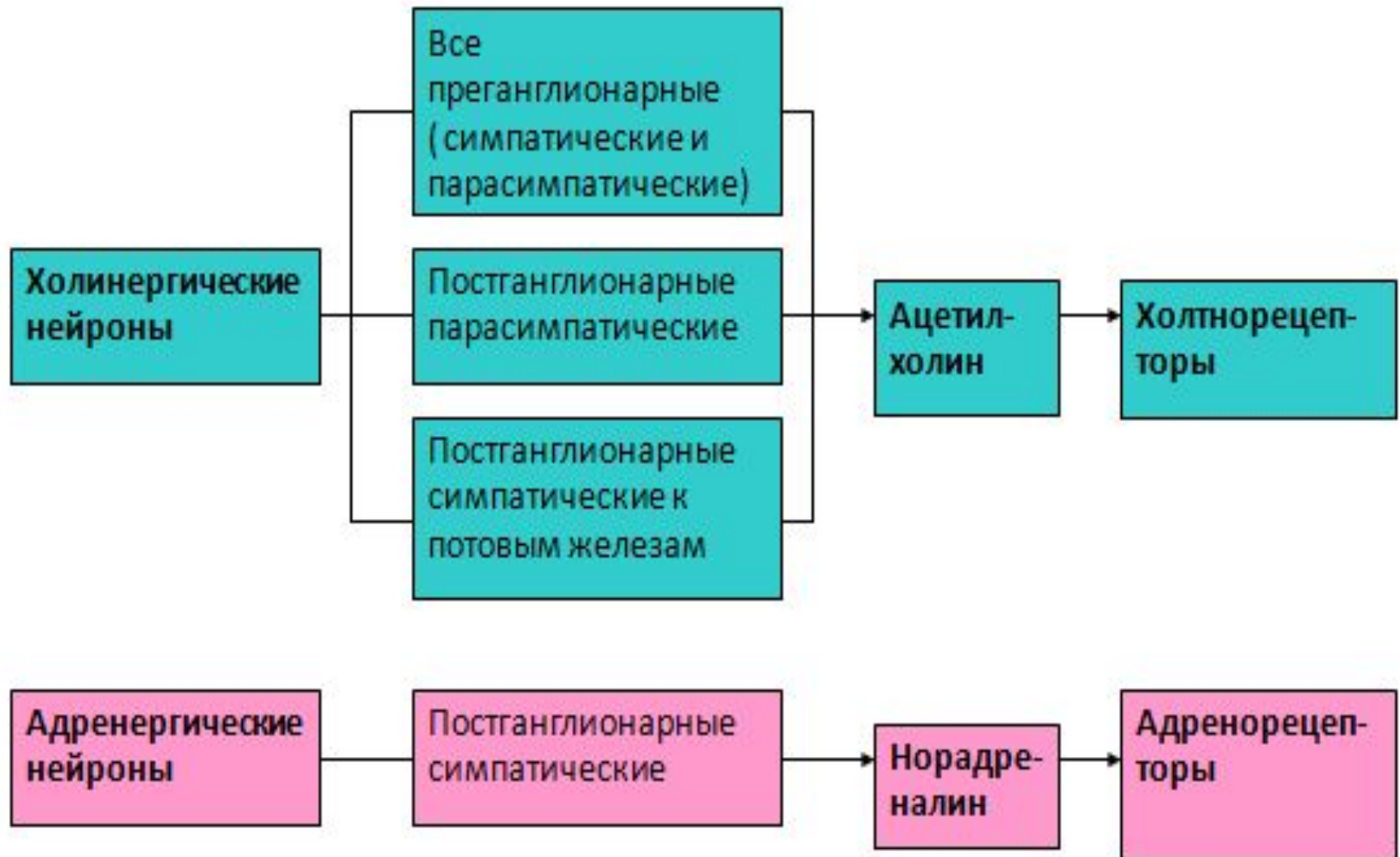


Терминальные ганглии – расположены в иннервируемых органах

2. Постганглионарные нейроны

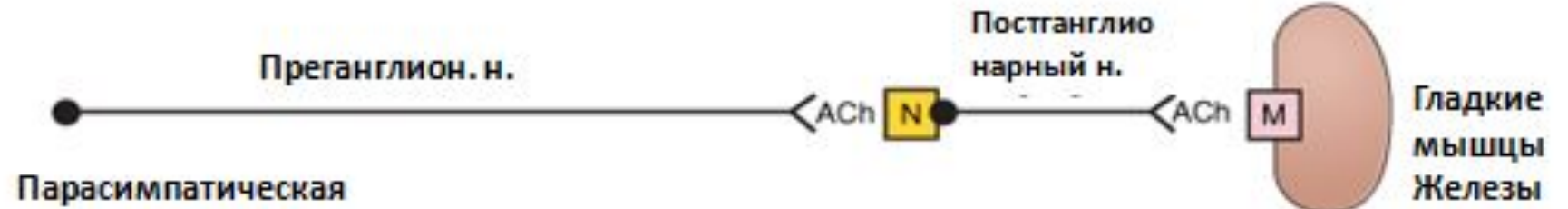
Интрамуральные ганглии – расположены в иннервируемых органах

Нейротрансмиттеры и рецепторы АНС



ЦНС

Эффекторы



Сравнение симпатической и парасимпатической систем

	Симпатическая НС	Парасимпатическая НС
Расположение преганглионарных н.	Торако-люмбарный отдел спинного мозга	Кранио-сокральный отдел ЦНС
Выход из ЦНС	Спинальные нервы, симпатические и чревные нервы	Краниальные и тазовые нервы
Расположение ганглиев	Вблизи спинного мозга (пра- и превертебральные ганглии)	Вблизи эффекторов или в органах-эффекторах (терминальные и интрамуральные ганглии)
Относительная длина нейронов	Короткий преганглионарный и длинный постганглионарный	Длинный преганглионарный и короткий постганглионарный
Нейротрансмиттер в ганглиях	Ацетилхолин	Ацетилхолин
Нейротрансмиттер в нейро-эффекторных синапсах	Норадреналин	Ацетилхолин
Распределение	Диффузное	Ограниченное
Эффекты	«Борьба или бегство» (fight or flight)	«Отдых и переваривание» (rest & digest)

5. Эффекты симпатической и парасимпатической НС

Орган или функция	Влияние симпатической стимуляции	Влияние парасимпатической стимуляции
Зрачок	Расширение	Сужение
Слюнные железы	Секреция небольшого объема слюны, богатой органическими веществами	Секреция большого количества жидкой слюны
Желудочные и кишечные железы, поджелудочная железа	Сужение сосудов и слабая секреция	Обильная секреция
ЖКТ: - стенка - сфинктеры	Уменьшение моторики Сокращение	Усиление моторики Расслабление
Потовые железы	Обильное потоотделение	Потоотделение с ладоней
Кровеносные сосуды: - скелетных мышц - органов брюшной полости и кожи - половых органов	Расширение Сужение Сужение	Не иннервирует Не иннервирует Расширение
Коронарные сосуды	Расширение или сужение (в зависимости от типа рецепторов)	Расширение
Сердце	Увеличение частоты и силы сокращений	Уменьшение частоты и силы сокращений
Артериальное давление	Повышение	Понижение
Бронхи и бронхиолы Лёгкие	Расширение, уменьшение секреции слизи Увеличение вентиляции	Сужение, увеличение секреции слизи Снижение вентиляции
Мочевой пузырь	Расслабление стенок, сокращение сфинктера	Сокращение стенок, расслабление сфинктера
Почки	Снижает диурез	Повышает диурез
Основной обмен	Повышение	Нет эффекта
Жировые клетки	Липолиз	Нет эффекта
Скелетные мышцы	Увеличение расщепления гликогена и силы сокращений	Нет эффекта

Суммарные симпатические эффекты

Возбуждение симпатической системы – реакция «Борьба или бегство» (fight or flight)

↓ функций, которые способствуют хранению энергии и не столь важны в экстренных ситуациях

Сужение сосудов: почки, пищеварительная система (↓ мочеобразования и пищеварение)

↑ функций поддерживающих физическую активность и быстрое образование энергии

Вазодилатация: скелетные мышцы, миокард, печень, жировая ткань → ↑ тока крови и функциональной активности.

↑ гликогенолиза в печени и липолиза в жировой ткани; ↑ уровня глюкозы в крови, ↑ гликолиза

↑ свёртывания крови

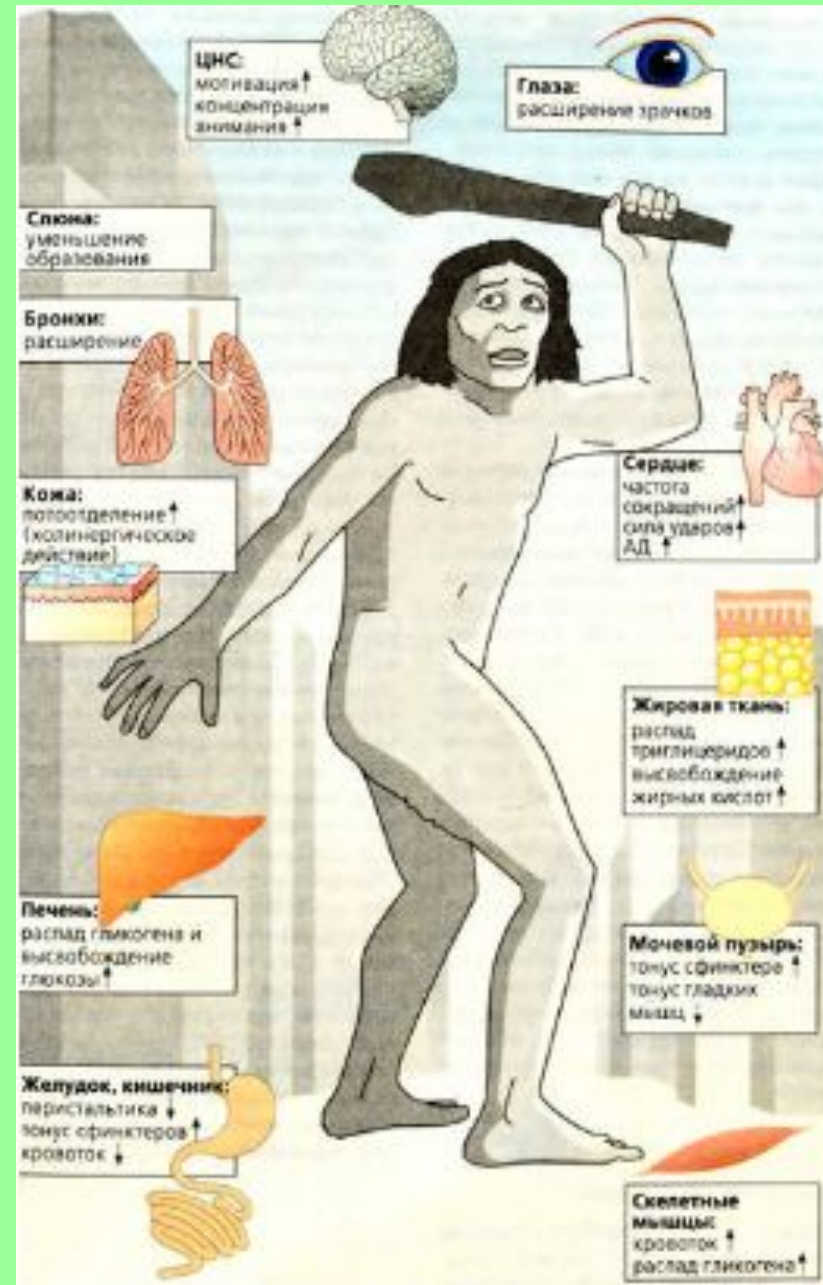
↑ ЧСС и силы сокращений миокарда, ↑

кровенного давления

Расширение бронхиол

Расширение зрачка для улучшения дистантного зрения

↑ психической активности



Суммарные парасимпатические эффекты

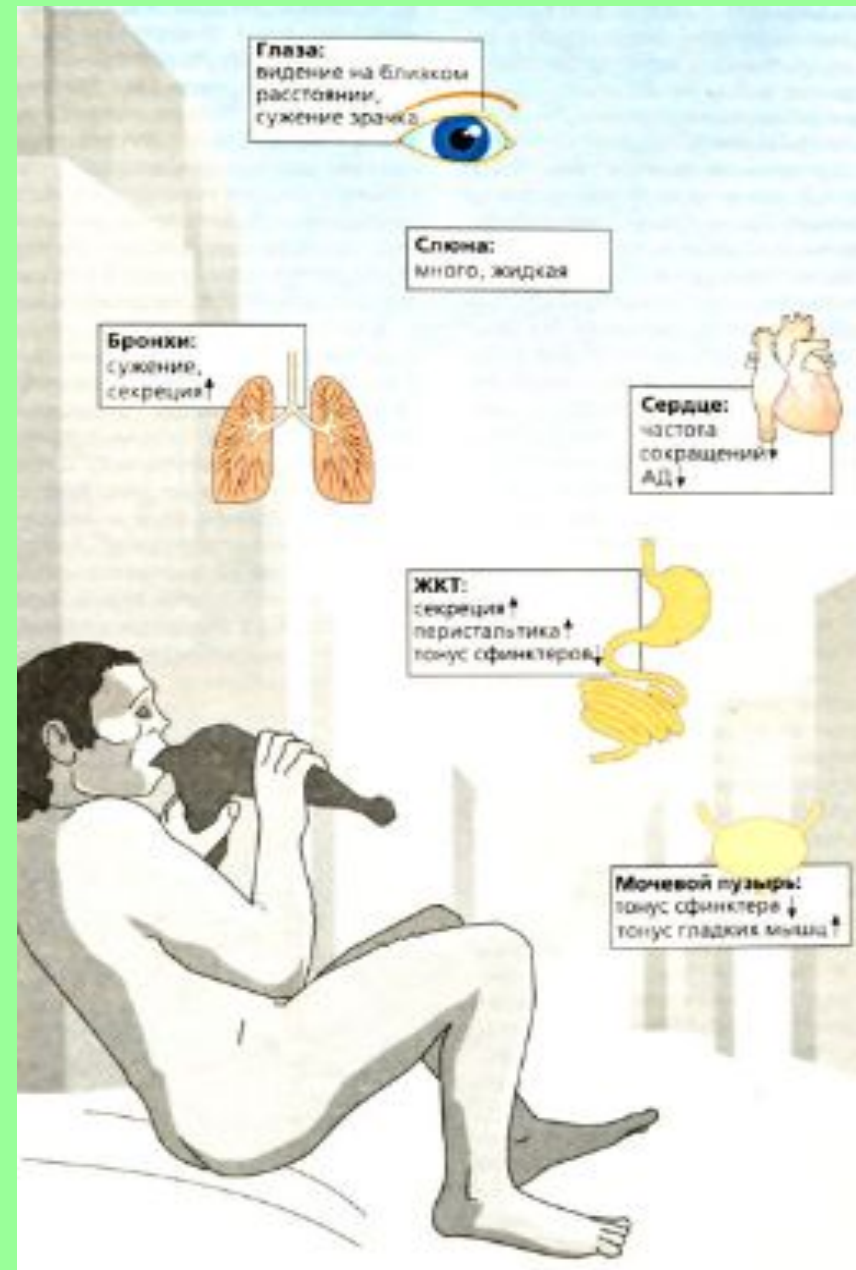
Возбуждение парасимпатической системы – реакция «Отдых и переваривание» (rest & digest)

Стимуляция

- Слюноотделения
- Слёзоотделения
- Мочеотделения
- Пищеварения
- Дефекации

Снижение

- ЧСС
- Прходимости дыхательных путей
- Диаметра зрачка



6. Относительный антагонизм и синергизм симпатического и парасимпатического отделов

- **Антагонизм.** Большинство органов и систем организма имеют как симпатическую, так и парасимпатическую иннервацию. Два отдела ВНС оказывают противоположное (**антагонистическое**) влияние.
 - В некоторых органах с двойной иннервацией в состоянии относительного покоя организма преобладают регуляторные влияния парасимпатического отдела (например в сердце).
- Некоторые структуры контролируются только одним (или преимущественно одним) отделом ВНС – **отсутствие взаимодействия**. Например, надпочечники, жировая ткань, печень, почки, эпифиз, большинство потовых желёз и кровеносных сосудов, слюнные железы, волосковые мышцы кожи иннервируются только симпатическим отделом.

7. Основные методы исследования функционального состояния вегетативной нервной системы



ТЕМА 10
ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ
СИСТЕМ

1. Общая физиология сенсорных систем

Анализатор и сенсорная система

- **Анализатор** – совокупность центральных и периферических образований, воспринимающих и анализирующих различные внешние и внутренние раздражения (И.П. Павлов).
 - **3 отдела анализатора** (по И.П. Павлову)
 - **Периферический** – сенсорные рецепторы, сенсорные органы.
 - **Проводниковый** – проводящие пути (афферентные и переключающие нейроны, афферентные волокна, подкорковые центры)
 - **Корковый** – первичные и вторичные корковые области.
- **Сенсорная система** – часть нервной системы, которая отвечает за определённую сенсорную модальность. В отличие от анализатора, в понятие сенсорной системы входят механизмы прямой и обратной связи.

Сенсорные модальности

- **Сенсорная модальность** – группа сходных сенсорных ощущений обеспечиваемых одним анализатором (чувств).
 - **5 классических модальностей (чувств)**: зрение, слух, запах, вкус и тактильные чувства. **Другие модальности** – температура, вибрация, боль, чувство равновесие и др.
 - **Общие чувства** – сенсорные модальности кожи и ассоциированных структур. Рецепторы не входят в состав специфического сенсорного органа. Афферентные волокна не формируют специальные сенсорные нервы. **Специальные чувства** – сенсорные модальности специфических сенсорных органов.
- **Сенсорные качества** – сенсорные ощущения в рамках одной модальности (например, вкус как сенсорная модальность имеет следующие сенсорные качества: сладкое, горькое, солёное, кислое).

Функции сенсорных систем

- **Обнаружение сигнала и преобразование** в форму нервного импульса
- **Различение сигналов** – способность различать минимальны отличия между сигналами (минимальный или дифференциальный порог).
- **Передача и преобразование** сигналов – преобразование информации в форму, удобную для быстрого анализа (пространственное и временное); ограничение избыточности и выделение наиболее существенных признаков, фильтрация информации (например, подавление информации о менее существенных или неизменных сигналах).
- **Кодирование** информации - преобразование в условную форму – код.
- **Декодирование** – избирательное выделение признаков, имеющих поведенческое значение.
- **Опознавание образов** – отнесение (классификация) образа к определённой группе объектов, принятие решения о том с каким объектом или ситуацией встретился организм. В результате происходит **восприятие** стимула.

2. Организация зрительной сенсорной системы. Общий план строения глазного яблока

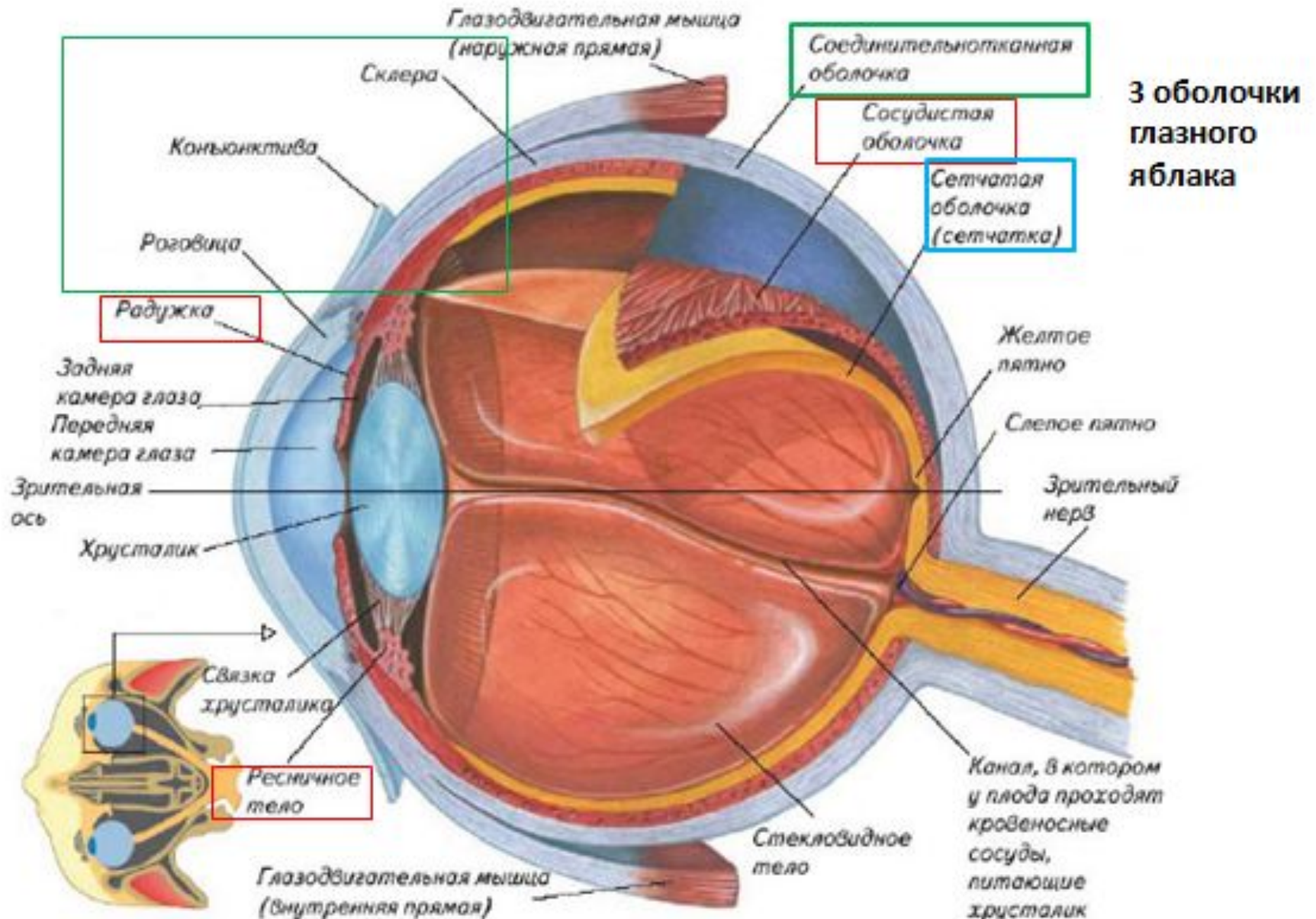
Зрительный анализатор

- совокупность структур, воспринимающих световое излучение (электромагнитные волны длиной 390-760 нм) и формирующих зрительные ощущения.
- Зрение как сенсорная модальность включает следующие качества: **яркость, контрастность, движение, цвет, размеры.**

Орган зрения - глаз, включающий:

- **глазное яблоко:** световоспринимающий, светопреломляющий и светорегулирующий аппараты,
- **защитные приспособления:** наружные оболочки глаза (склера и роговица), слезный аппарат, веки, ресницы, брови,
- **двигательный аппарат,** представленный парными глазными мышцами, которые иннервируются III (глазодвигательный), IV (блоковый) и VI (отводящий) парами черепных нервов.

Строение глазного яблока



- **Сосудистая оболочка.** Включает
 - **Собственно сосудистую оболочку (chorioidea)**
 - **Ресничное (цилиарное) тело (corpus ciliare)**
 - Соединяется со склерой **цилиарной (ресничной) мышцей** – роль в аккомодации глаза.
 - К отросткам цилиарного тела прикреплены **цинновы связки**, которые подвешивают хрусталик.
 - Цилиарное тело с сосудами продуцируют внутриглазную жидкость.
 - **Радужную оболочку (iris)**
 - Содержит пигментные клетки.
 - В центре имеется отверстие – зрачок, являющийся функциональной диафрагмой.
 - Включает радиальные (расширяют зрачок - дилататор) и циркулярные (сфинктер зрачка) гладкомышечные волокна; контролируют размер зрачка (зрачковый рефлекс), величину светового потока, фокусное расстояние.



Внутриглазная жидкость

- **Водянистая влага** (свободно текущая жидкость) – находится перед хрусталиком; непрерывно образуется ресничными отростками и реабсорбируется; определяет внутриглазное давление.
- **Стекловидная жидкость (тело)** – находится между хрусталиком и сетчаткой; студенистая масса, ток жидкости практически отсутствует.

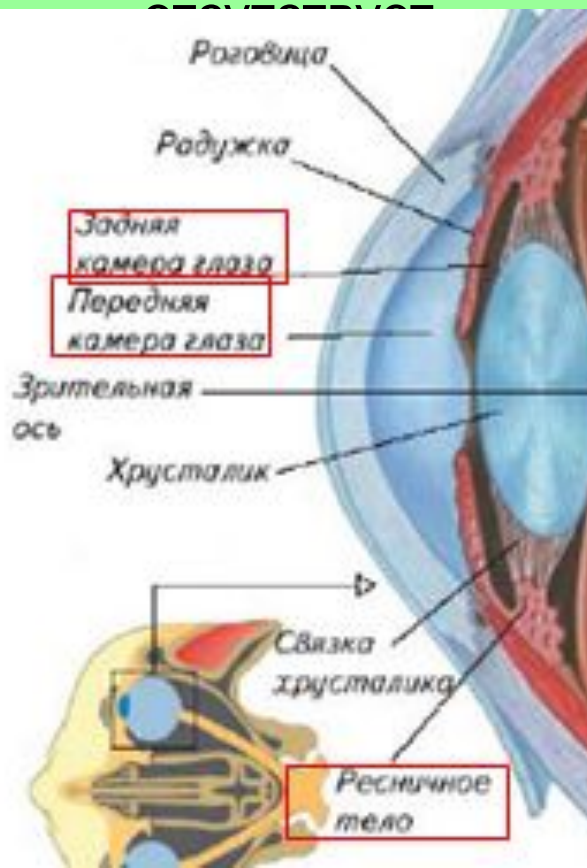


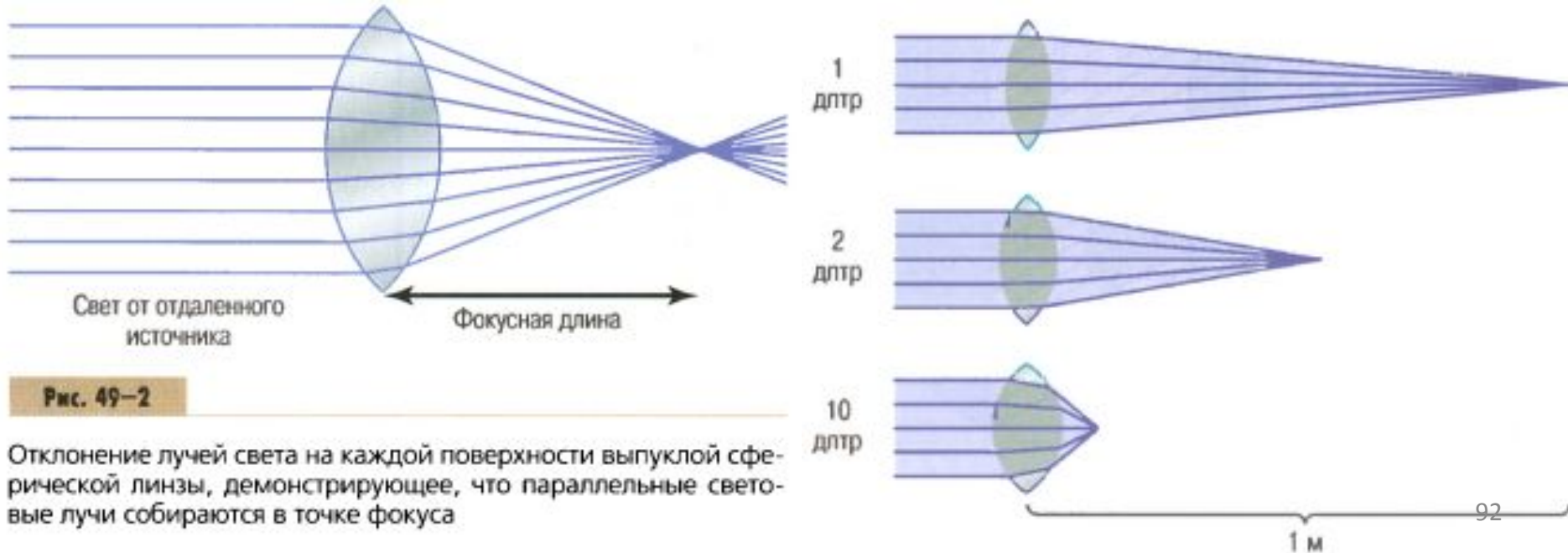
Рис. 49–19

Формирование и ток жидкости в глазу

Повышение внутриглазного давления – глаукома (уменьшение оттока водянистой влаги) → снижение питания нейроэпителия сетчатки (сдавление сосудов сетчатки); сдавление волокон зрительного нерва, снижение аксоплазматического тока и питания нервных волокон → атрофия зрительного нерва, слепота.

3. Оптика зрения

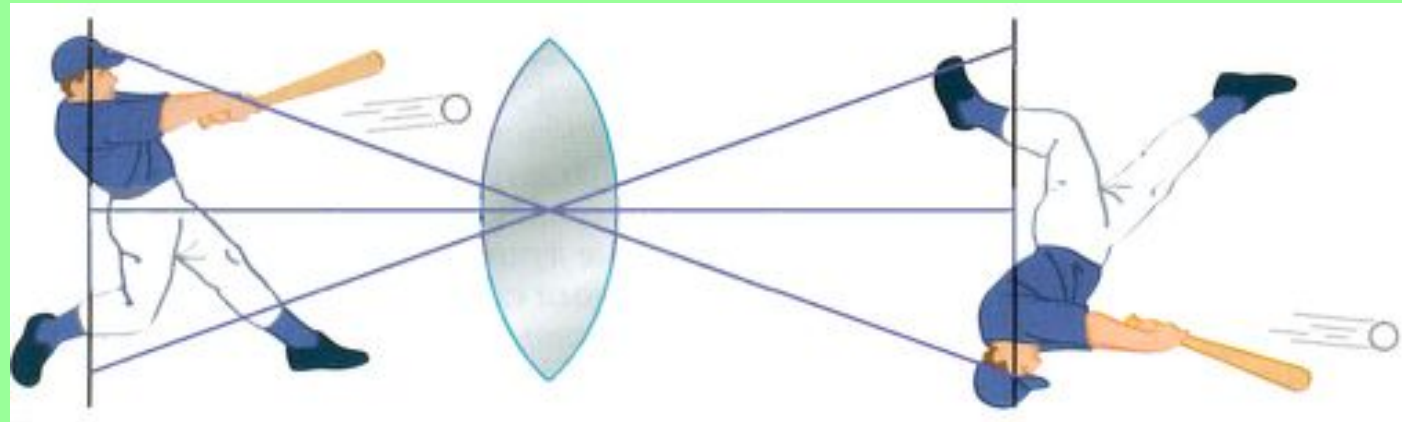
- Выпуклая линза преломляет параллельные световые лучи, которые после прохождения линзы сходятся (конвергируют) в одной точке – точке **фокуса**
- **Индекс преломления** является отношением скорости движения света в вакууме к скорости движения в определённой среде.
- **Преломляющая сила линзы** определяется степенью преломления проходящих через неё световых лучей и измеряется в **диоптриях** - частное от деления 1 м на фокусное расстояние линзы.
- **Фокусная длина линзы** – расстояние от выпуклой линзы до фокуса



Преломляющие среды глаза

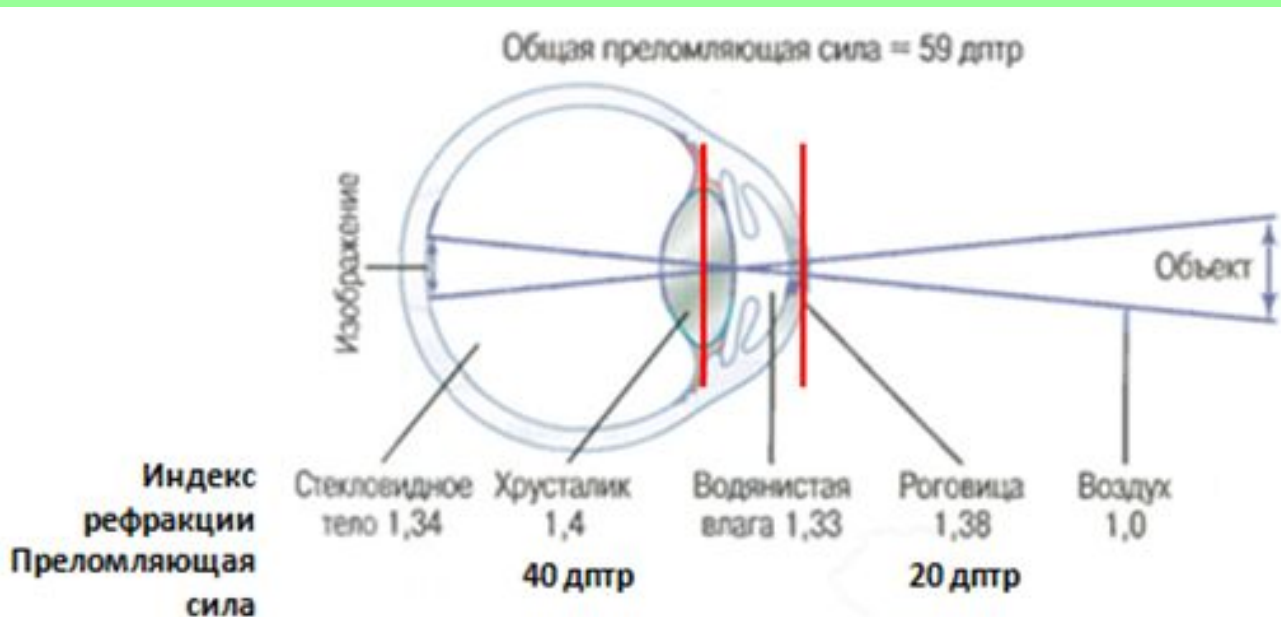


4 преломляющие среды, которые функционируют 1 линза. Функция – фокусирование световых лучей на сетчатке, обеспечение уменьшенного и перевёрнутого изображения на сетчатке



Редуцированный глаз

- Модель, рассматривающая 4 преломляющие поверхности глаза как **1 линзу**.
 - Центр линзы находится в 17 мм кпереди от сетчатки.
 - Общая преломляющая сила равна 59 дптр (при фиксации взора на дальнем расстоянии) ($1/0.017 = 59$).
 - 2/3 преломляющей силы приходится на долю передней поверхности роговицы (величина является неизменной).
 - 1/3 – на хрусталик; величина изменяется от 20 до 34-39 дптр в процессе аккомодации.



Аккомодация

- Приспособление глаза к ясному видению разноудалённых предметов.
- Лучи от дальних предметов идут параллельно и фокусируются на сетчатке (не требуют аккомодации). **Дальняя точка ясного видения** (максимальное расстояние на котором предмет чётко виден) находится бесконечно далеко.
- **Ближайшая точка ясного видения** (минимальное расстояние от предмета до глаза, на котором он еще четко виден) - от 9 до 50 см от глаза. С возрастом увеличивается – **старческая дальнозоркость или пресбиопия**.
- **Аккомодационный рефлекс**. Состоит из 3-х частей
 - Увеличение кривизны хрусталика
 - Уменьшение диаметра зрачка – миоз.
 - **Конвергенция глазных яблок** (сокращение медиальных прямых мышц глаза).

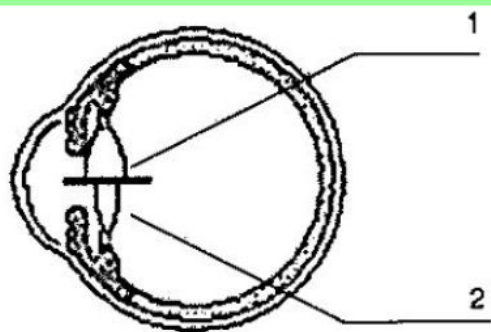
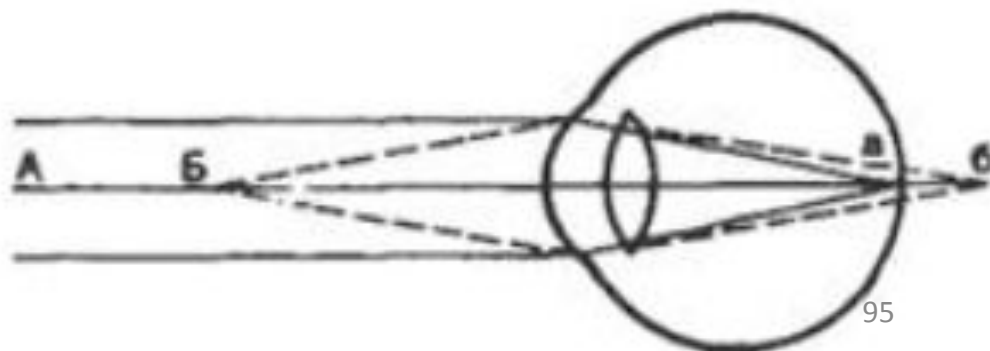


Рис. 7. Механизм аккомодации

Состояние хрусталика:

1 – при напряжении; 2 – при расслаблении ресничной мышцы



4. Острота зрения. Патология рефракции

Острота зрения

- Способность глаза воспринимать отдельно два небольших объекта.
- Измеряется минимальным угловым расстоянием между двумя точками при котором они воспринимаются отдельно.

Острота зрения выражается как фракция от нормы:
Расстояние от пациента до таблицы (5 м) / табличное значение последней различаемой строки для здорового глаза.

Пример. На расстоянии 5 м от таблицы пациент видит 5 строку сверху (табличное значение – 10 м). Острота зрения (V_{od} , V_{os}) = $5/10 = 0,5$.

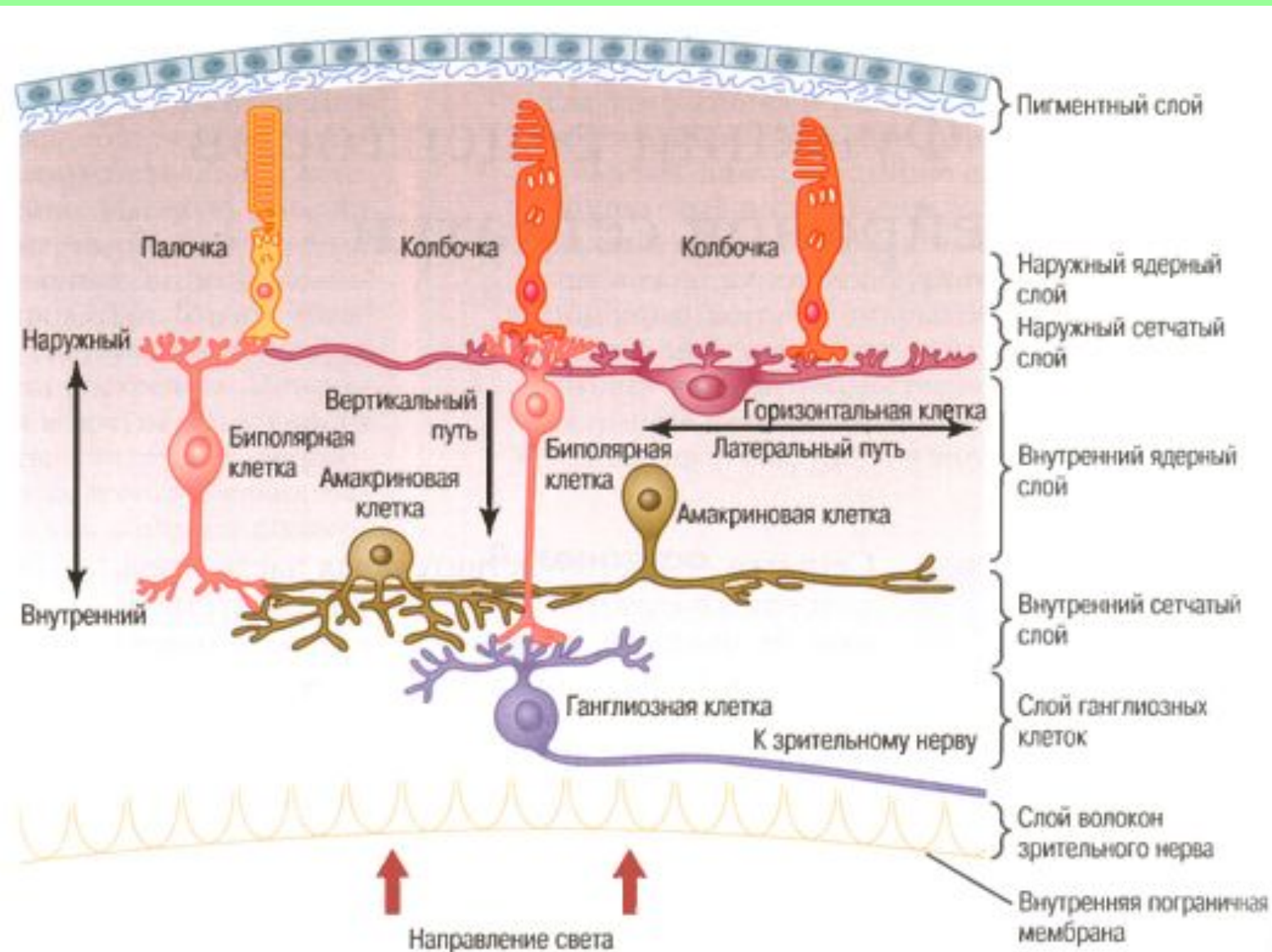


Патология рефракции глаза и их компенсация

- **Миопия** (близорукость)
- **Гиперметропия** (дальнозоркость)
- **Пресбиопия** – старческая дальнозоркость.
- **Астигматизм** – нарушения сферичности роговицы (различия в кривизне вертикального, горизонтального и диагонального меридианов) → фокусировка в разных плоскостях, «размывание» изображения.
- **Катаракта** – помутнение хрусталика.

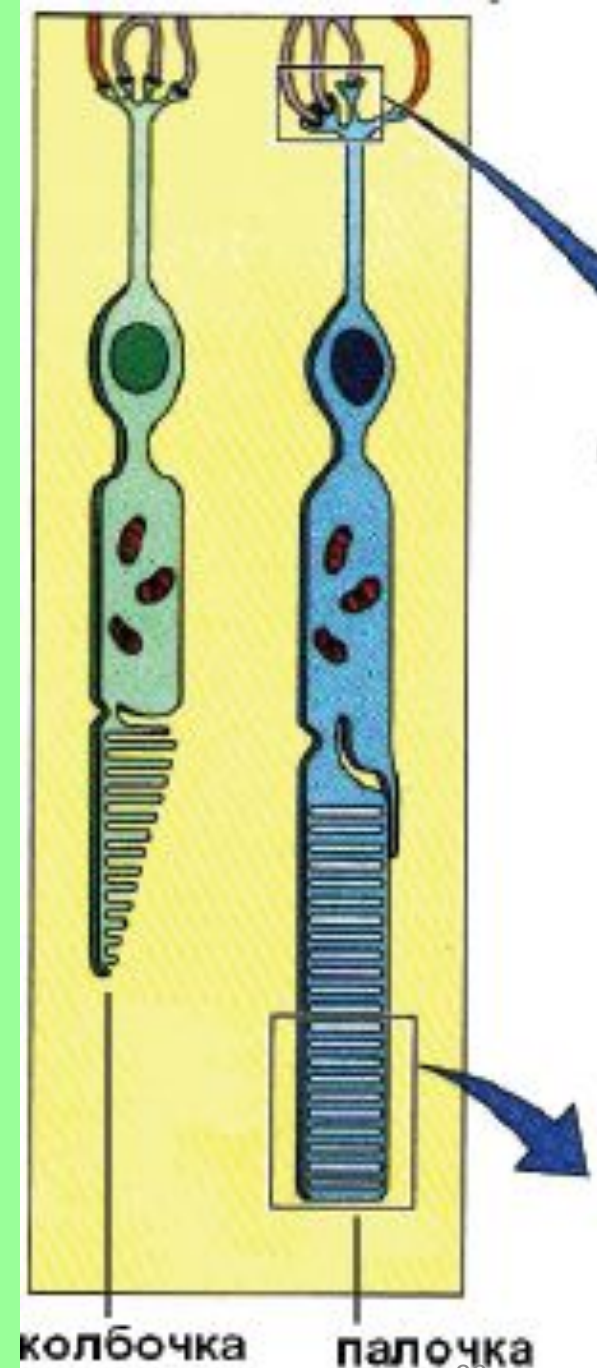


5. Сетчатка глаза – фоточувствительная часть глазного яблока



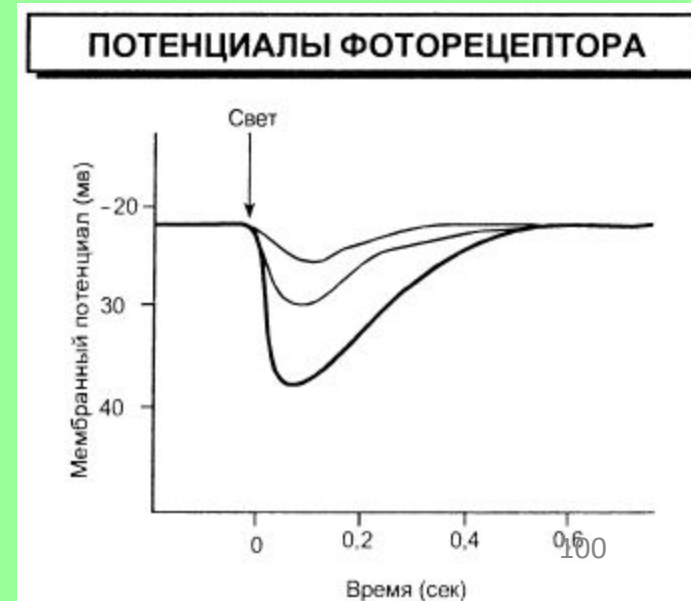
Световые лучи должны пройти все слои, чтобы достичь рецепторы клеток.

- **Пигментные клетки** (10 слой) содержат пигмент меланин, адсорбирующий световые лучи после их взаимодействия с рецепторами (предотвращение отражения света).
- **Рецепторные клетки: палочки – светочувствительные рецепторы (сумеречное зрение) и колбочки – цветочувствительные**
 - Состоят из 2-х сегментов
 - Наружный – содержит диски со зрительным пигментом: родопсин в палочках и иодопсин в колбочках.
 - Внутренний сегмент – содержит митохондрии, ядро, синаптические везикулы; формирует синаптический



- **Особенности фоторецепции**

- Начальное состояние рецепторной мембраны – частичная деполяризация (ПП равен минус 30-40 мВ вследствие высокой проницаемости для ионов натрия)
- Свет достигший рецепторов (фотоны) поглощается зрительным пигментом → фотохимическая реакция (распад пигмента на опсин и ретиналь) → выход ионов кальция из дисков, блокада натриевых каналов → уменьшение проницаемости мембраны фоторецепторов для натрия → **гиперполяризации** мембраны до минус 70-80 мВ → выделение нейромедиатора и возбуждение постсинаптического нейрона.
- В цепочке нейронов сетчатки возбуждение передаётся электротоническим путём (отсутствие генерации ПД).



Региональные особенности строения сетчатки

- **Слепое пятно** – регион конвергенции всех волокон ганглиозных клеток (**оптический диск**); отсутствие зрительных рецепторов.
- **Макула (желтое пятно)** – область в центре сетчатки около 1-2 мм².
- **Фовеа (центральная ямка)** – центральная часть макулы, содержащая только колбочки – наивысшая острота зрения, зрительный цент глаза
- **Периферическая часть сетчатки** – содержит больше палочек, чем колбочек; более чувствительна к слабому свету.

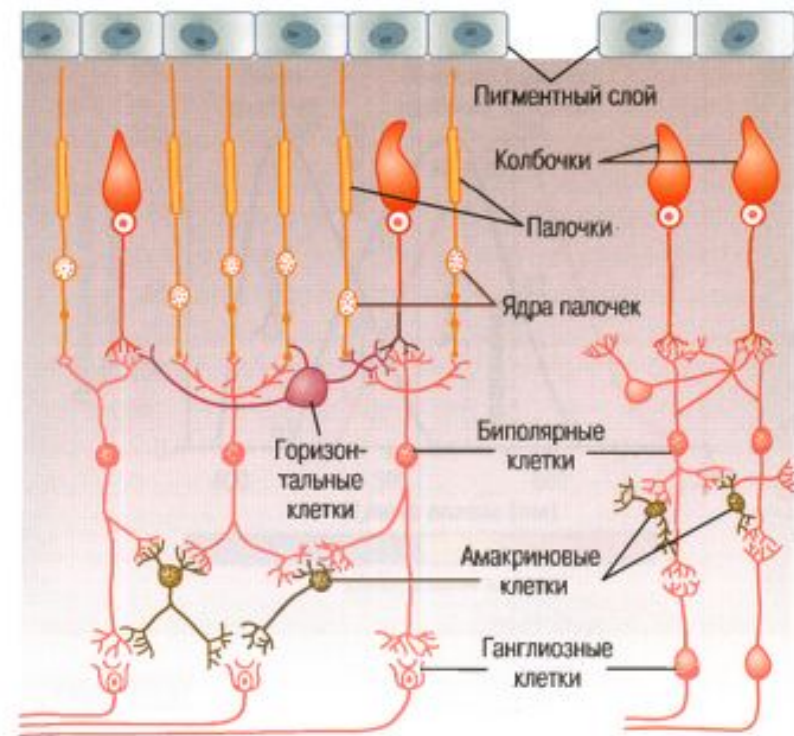
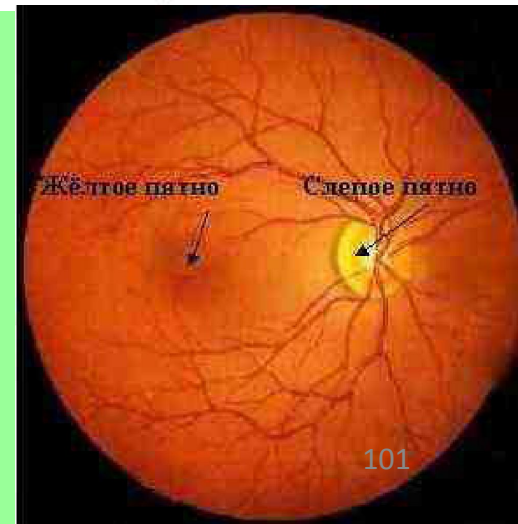


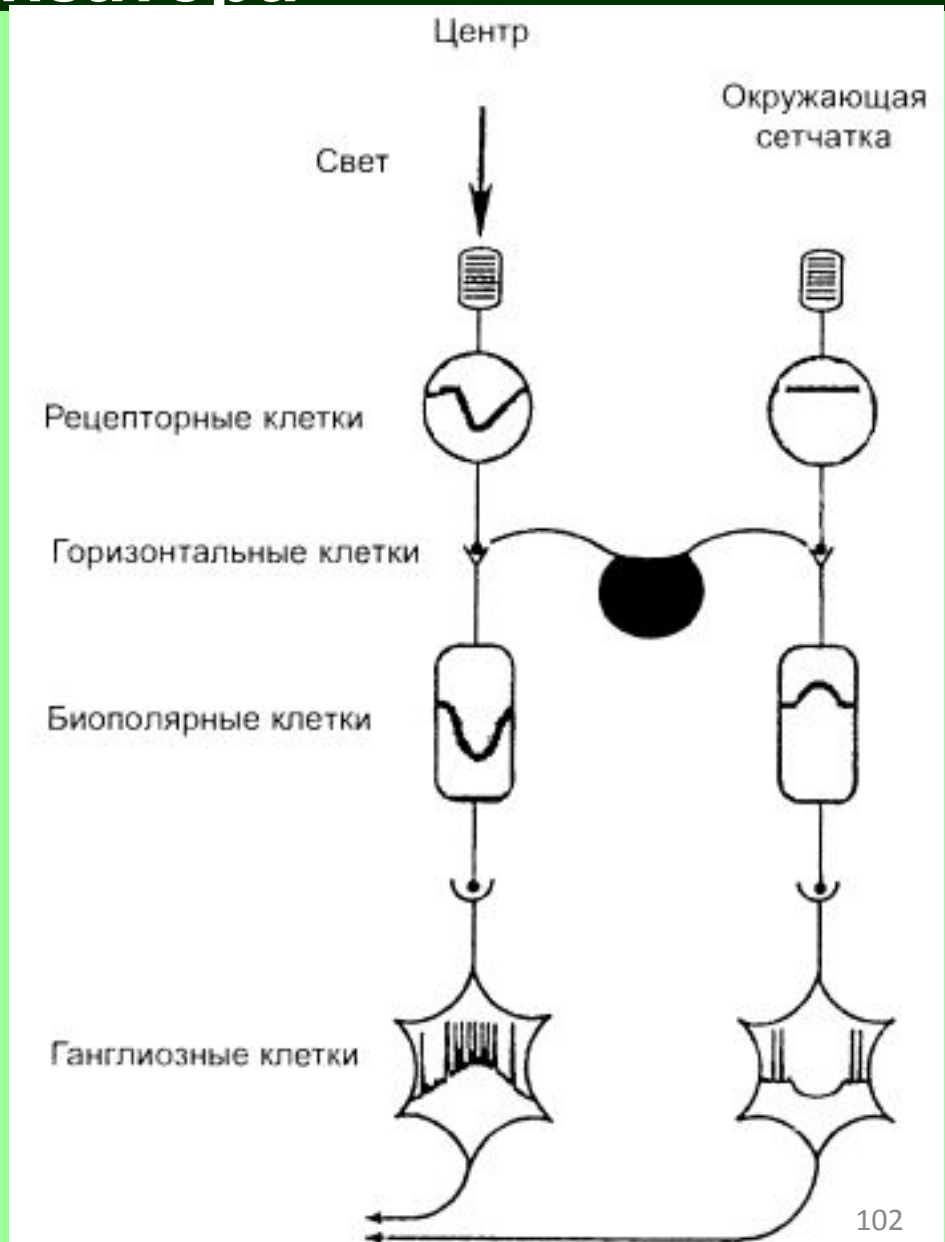
Рис. 50-11

Нервная организация сетчатки: периферическая область – слева, область центральной ямки – справа

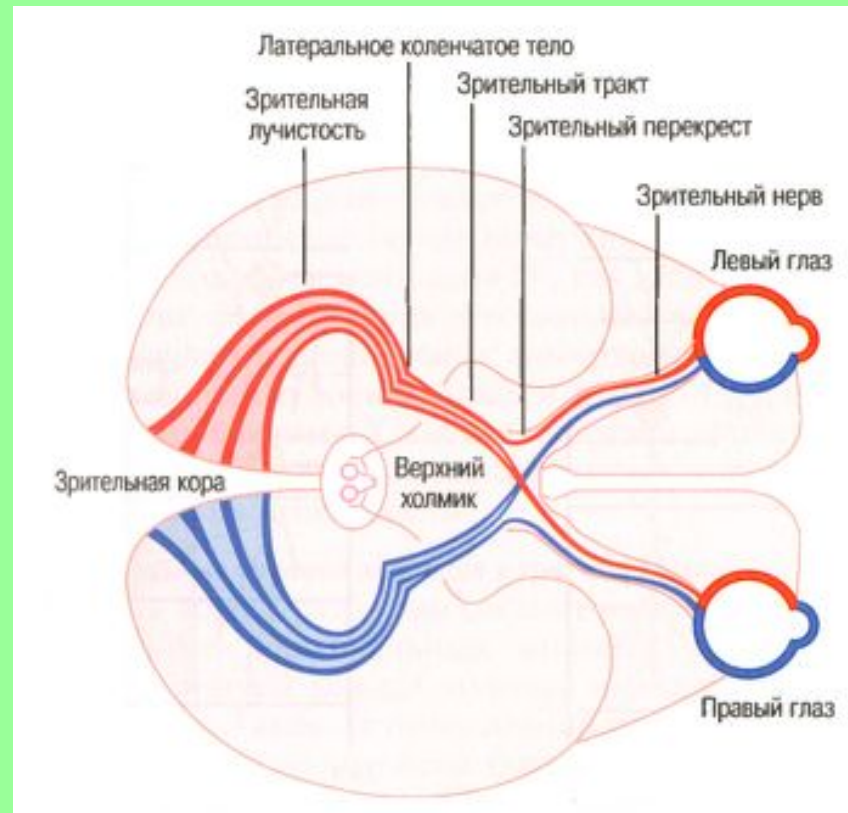


6. Проводниковый отдел зрительного анализатора

- Локальные нервные цепи в сетчатке
 - Рецепторы → биполярные клетки → ганглиозные клетки .



- **Оптический (зрительный) нерв** формируется аксонами ганглиозных клеток (способны генерировать ПД) → частичный перекрёст нервных волокон у основания мозга – **зрительный перекрёст (хиазма)**: волокна височных (темпоральных) частей сетчатки проходят через хиазму не пересекаясь, а назальных частей переходят на другую сторону → **зрительный тракт**.
- Нервные волокна зрительного тракта, подходя к структурам среднего мозга и таламуса, разветвляются
 - Одна ветвь идет к **ядрам латерального коленчатого тела (ЛКТ)** таламуса, другая – к **ядрам верхних бугров четверохолмия** среднего мозга.
 - От ЛКТ группа зрительных волокон (**зрительная лучистость**) достигает коркового отдела



7. КОРКОВЫЙ ОТДЕЛ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА

- **Первичная зрительная кора - стриарная (область 17 затылочной доли)**
 - Имеет ретинотопическую организацию (карта сетчатки).
 - Получает информацию от обоих глаз.
 - Отвечают за декомпозицию зрительного объекта на короткие линии и сегменты.
- **Вторичные зрительные области – экстрастриарная (области 18, 19 по Бродману) – ассоциированные области**
 - **Функции:** идентификация и опознание объектов и паттернов.

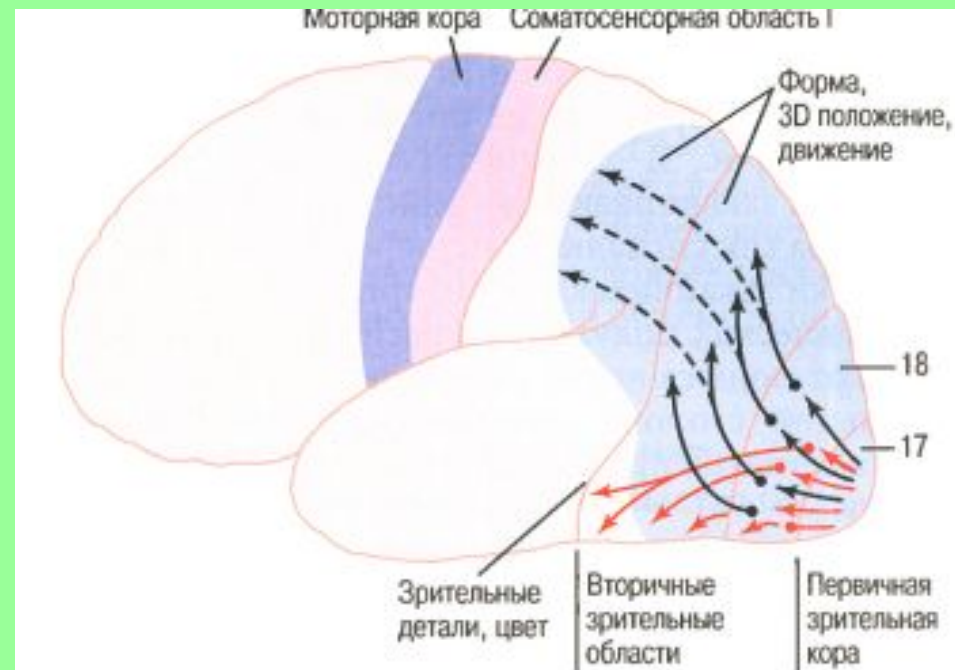
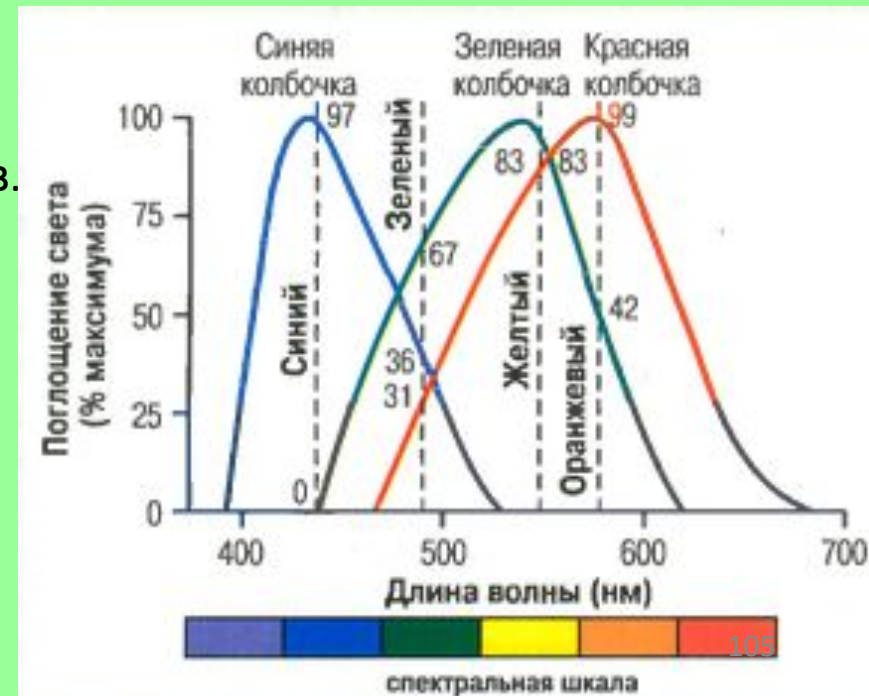


Рис. 51-3

Передача сигналов от первичной зрительной области во вторичные зрительные области на латеральных поверхностях затылочной и теменной долей. Обратите внимание, что сигналы, представляющие форму, положение в трехмерном пространстве (3D) и движение, передаются главным образом в верхние отделы затылочной доли и задние отделы теменной доли. Наоборот, сигналы о деталях и цвете зрительного объекта передаются в основном в передневентральную часть затылочной доли и вентральную часть заднего отдела височной доли.

8. Цветовое зрение

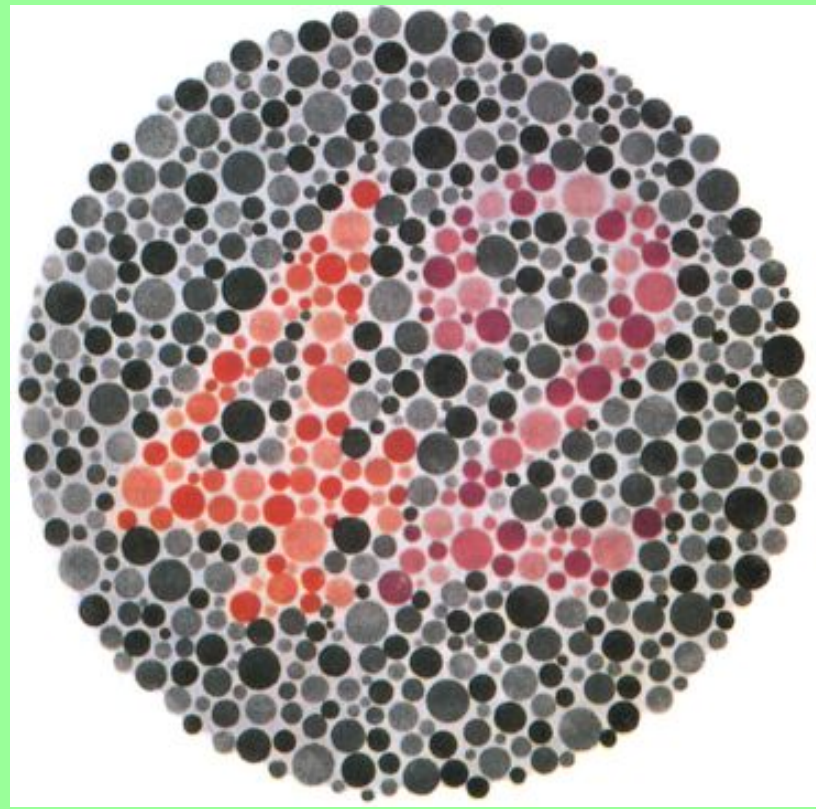
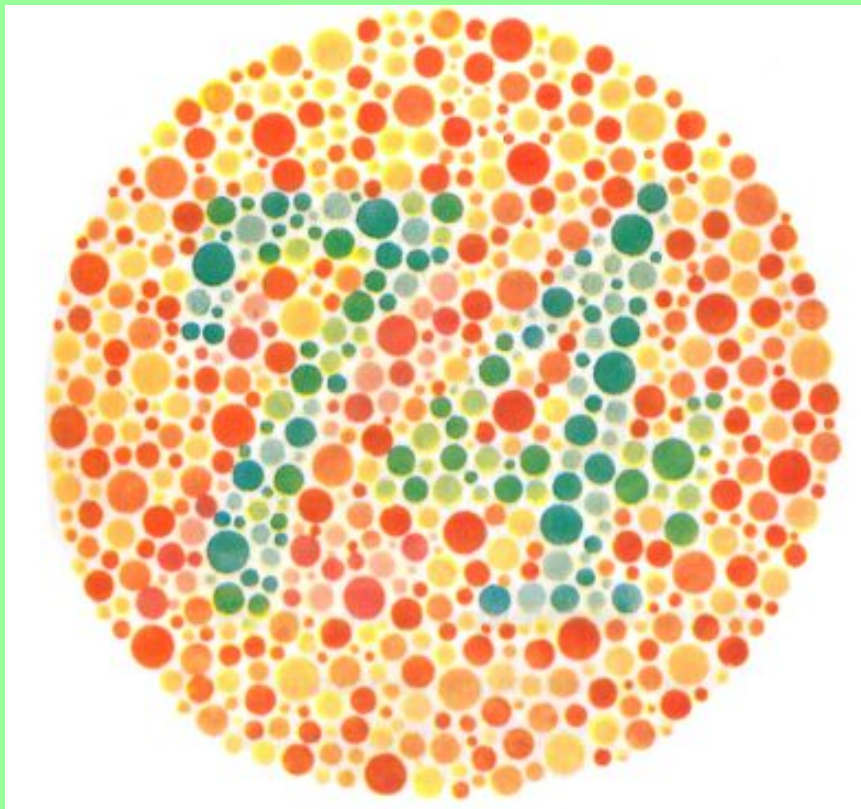
- Способность зрительного анализатора реагировать на изменение длины световой волны формированием ощущения цвета.
- **Значение цветового зрения**
 - Увеличение контраста
 - Анализ объекта по отношению к фону.
- **Трехкомпонентная теория цветового зрения**
 - Три различных вида колбочек реагируют на 3 первичных цвета: красный, сине-фиолетовый и зелёный цвета (рис.).
- Комбинации возбуждения различных цветовых типов колбочек приводят к ощущению различных цветов и оттенков.
- Равномерное и одновременное возбуждение трёх видов колбочек → ощущение белого.
- Отсутствие световой стимуляции → ощущение черного.



Качества цветового зрения

- **Цветовой тон (Hue)** – определяется соотношением (пропорцией) активированных объектом трёх типов колбочек (около 200).
- **Насыщенность (Saturation)** – отражает степень разведения цветового тона; определяется степенью стимуляции (активации) всех 3-х цветовых механизмов (около 20 для каждого тона)
- **Яркость (Brightness)** – аналогична яркости света; определяется общим эффектом трёх цветовых механизмов относительно фона (500 для каждого тона).

Исследование цветового зрения



Нарушения цветового зрения

- Не способность воспринимать (узнавать) 1 или более цвета.
- Является генетическим дефектом (рецессивным, связанным с X хромосомой).
- Типы:
 - **Трихроматы** (5.5%) – могут узнавать все 3 цвета, но чувствительность к одному цвету снижена; **дихроматы** (2.5%) – могут узнавать только 2 цвета.
 - **Дальтонизм** – снижение или отсутствие чувствительности к красному цвету,
 - **Дейтеранопия** – к зеленому
 - **Тританопия** – к синему и фиолетовому цветам
 - **Монохроматы** – полная цветовая слепота.

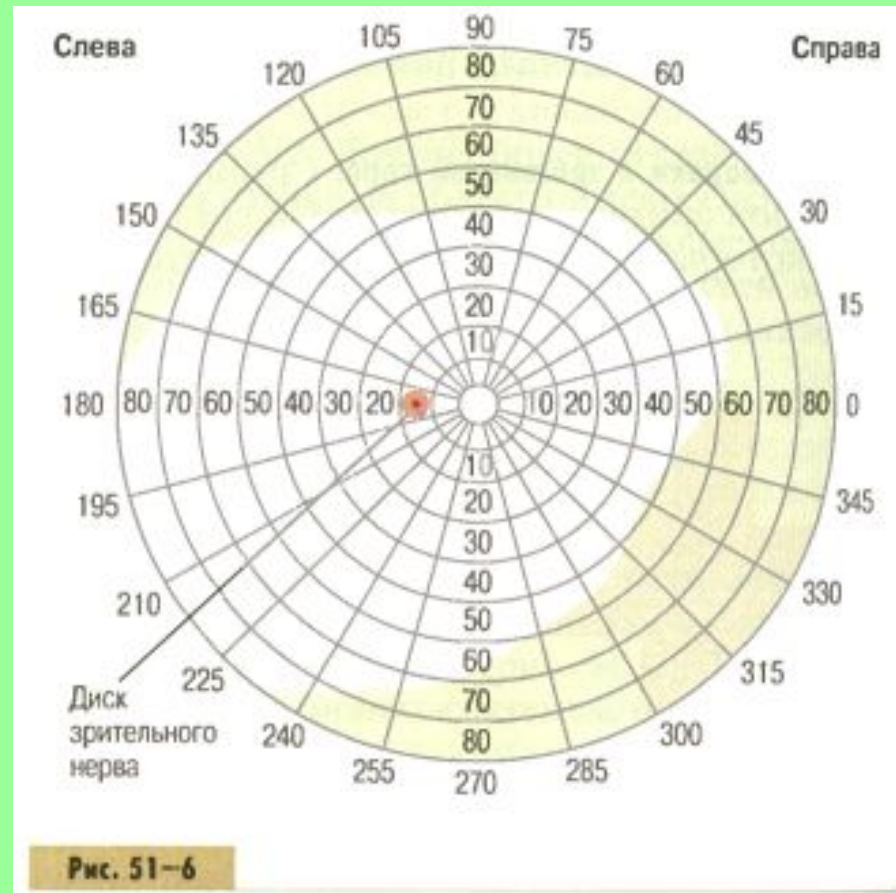
10. Поля зрения и бинокулярное зрение

Поля зрения

- Область видимая неподвижным глазом при фиксации взора на точке, находящейся напротив глаза.

Бинокулярное зрение

- **Бинокулярное зрение** – формирование зрительного образа в процессе объединения двух монокулярных изображений от каждого глаза, **сопровождающееся усилением впечатления глубины и пропорций.**



11. Слуховая сенсорная система: акустика слуха

Характеристики звуковых волн

- **Частота (Гц) звука**
 - Определяется частотой вибрации источника звука.
 - **Коррелирует с высотой звука** – чем выше частота, тем больше высота звука.
 - Ухо человека воспринимает звуки с частотой 20-20000 Гц. Речь человека – 1000-3000 Гц.
 - Слуховые пороги (чувствительность) зависят от частоты звука – в диапазоне 1000-4000 Гц чувствительность максимальна.
 - **Тембр звука** – определяется спектром звуковых частот (составом дополнительных частот, сопровождающих основную частоту).
- **Интенсивность (сила) звука**
 - Определяется амплитудой звуковых колебаний (дБ).
 - Коррелирует с **громкостью звука**.

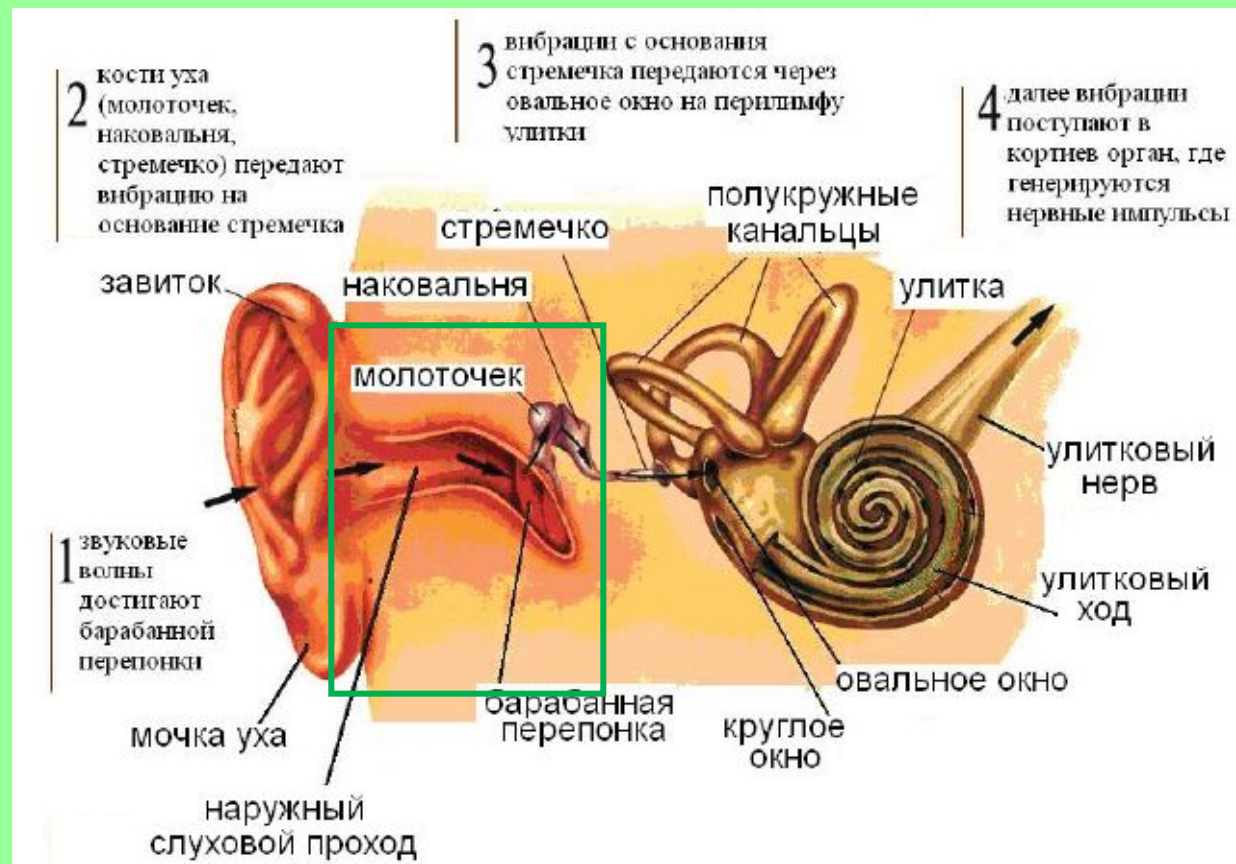
12. Периферический отдел слуховой сенсорной системы

Наружное ухо – звукопроводящая система

- Включает ушную раковину, наружный слуховой проход (слуховой канал) и внешнюю сторону барабанной перепонки.

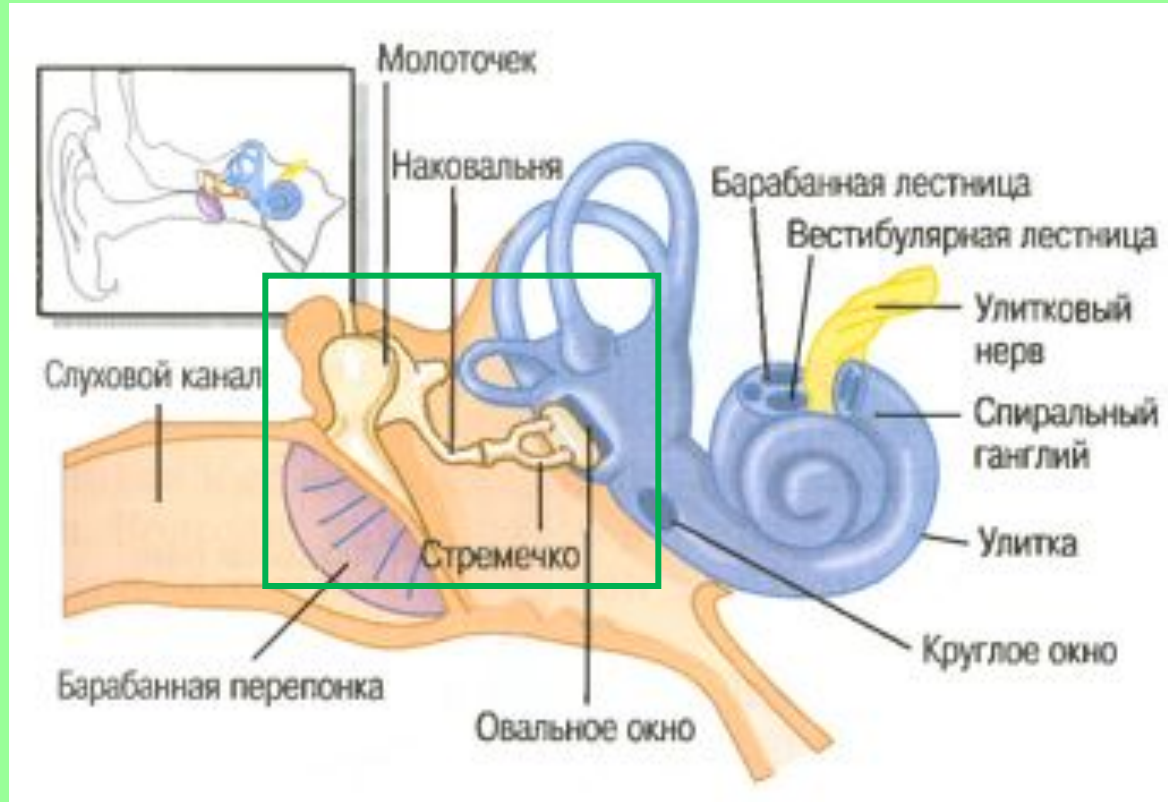
Функции

- прием и направление звуковых волн к среднему уху, усиление интенсивности звука,
- защите барабанной перепонки от механических и термических воздействий,
- обеспечение постоянной температуры и влажности.
- Барабанная перепонка передает колебания воздуха в наружном ухе системе косточек среднего уха.



Среднее ухо – звукопроводящий отдел

- Слуховые косточки передают колебания барабанной перепонки на мембрану **овального окна**), приводя её к вибрации, увеличивая давление на мембрану овального окна в 60-70 раз.
- 2 мышцы среднего уха рефлекторно сокращаются при действии громких звуков (более 90 дБ) - защитная функция.



Внутреннее ухо – звукопроведение и

звуковосприятие

Костный лабиринт в височной кости

включает:

Улитку – спиральный орган (2,5 завитка).

Полукружные каналы

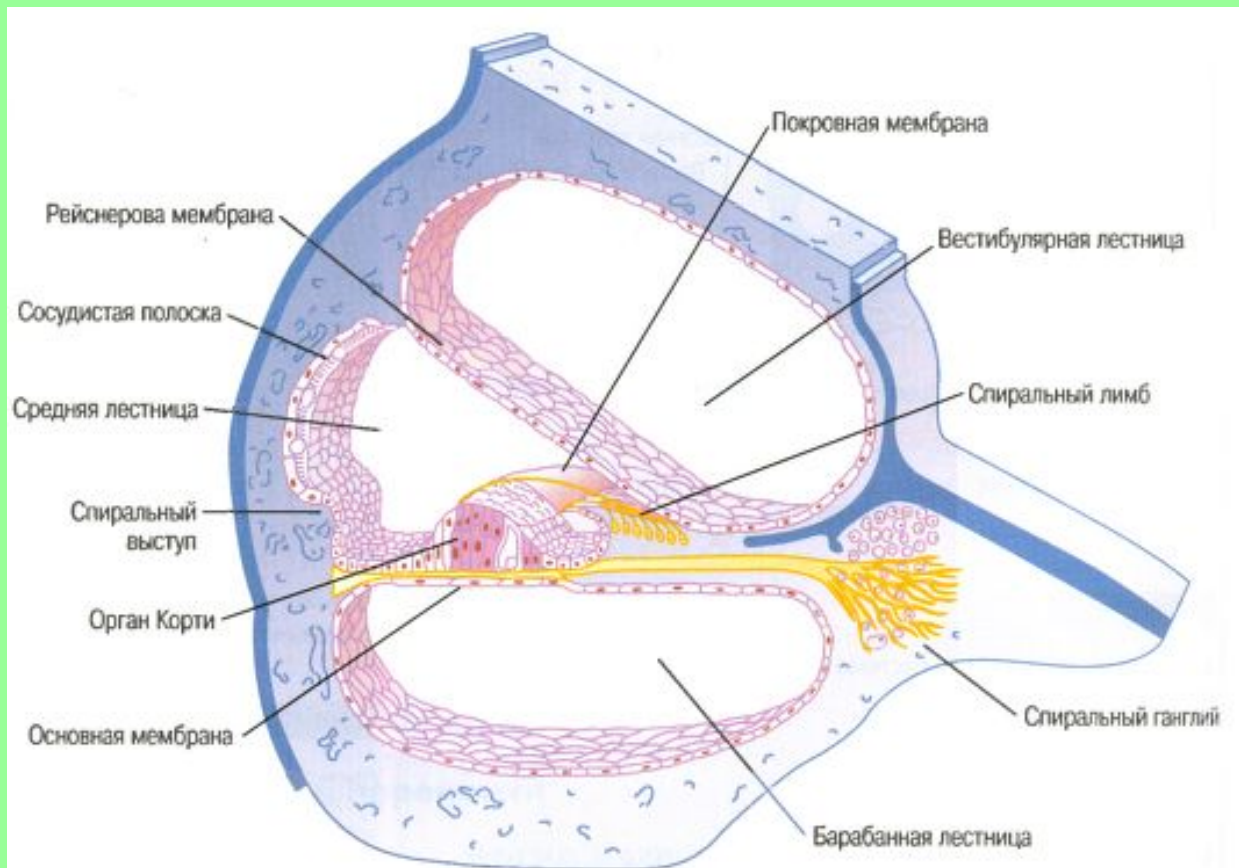
Преддверие

Мембранозный лабиринт: 2 мембраны

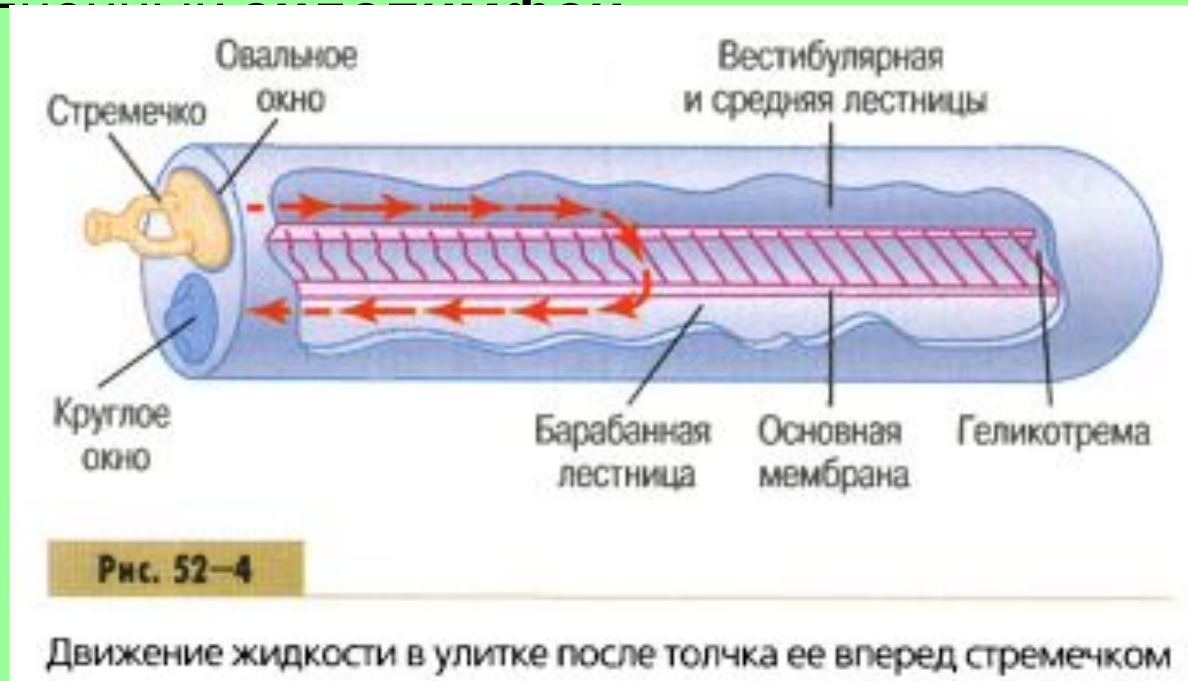
базиллярная (основная) и вестибулярная (рейснерова)

разделяют лабиринт на 3 узких

канала-лестницы: вестибулярная, средняя и барабанная.



- Верхний канал – **вестибулярная лестница** начинается от овального окна и через отверстие в верушке (геликотрему) соединяется с нижним каналом – **барабанной лестницей**, заканчивающуся **круглым окном**.
- Между верхним и нижним каналами находится изолированный **средний канал или улиточный ход**, запог



- Собственно звуковоспринимающий аппарат – **Кортиев орган** – расположен на базилярной мембране внутри среднего канала.
- Включает электромеханически чувствительные рецепторы - **волосковые клетки**, афферентные волокна и покровную (текториальную) мембрану.



Рис. 52–7

Орган Корти; особо выделены волосковые клетки и покровная мембрана, под давлением которой находятся погруженные в нее волоски

Механизм возбуждения волосковых клеток

- Колебание мембраны овального окна вызывает волнообразное перемещение эндолимфы от овального окна к круглому → колебания эндолимфы → вибрация базилярной мембраны → сгибание **стереоцилий** → электромеханическая трансдукция – повышение проницаемости плазматической мембраны волосковых клеток для калия → генерация рецепторного потенциала → выделение медиатора (возможно глутамата) → локальная деполяризация субсинаптической мембраны → генерация ПД в триггерной зоне нервных волокон слухового нерва.

Восприятие (определение) звуковой частоты

- Звуки средней и высокой частоты – **теория места (пространственное кодирование)**
 - Звуковые волны вызывают вибрацию базилярной мембраны, распространяющуюся от основания к вершущке (бегущую волну) с максимальной вибрацией в области (месте) базилярной мембраны, зависящей от частоты: более высокие частоты - у основания мембраны; более низкие – ближе к вершущке.
- Звуки низкой частоты (до 800-1000 Гц) вызывают вибрацию базилярной мембраны с частотой равной звуковой – **временное (частотное) кодирование**.

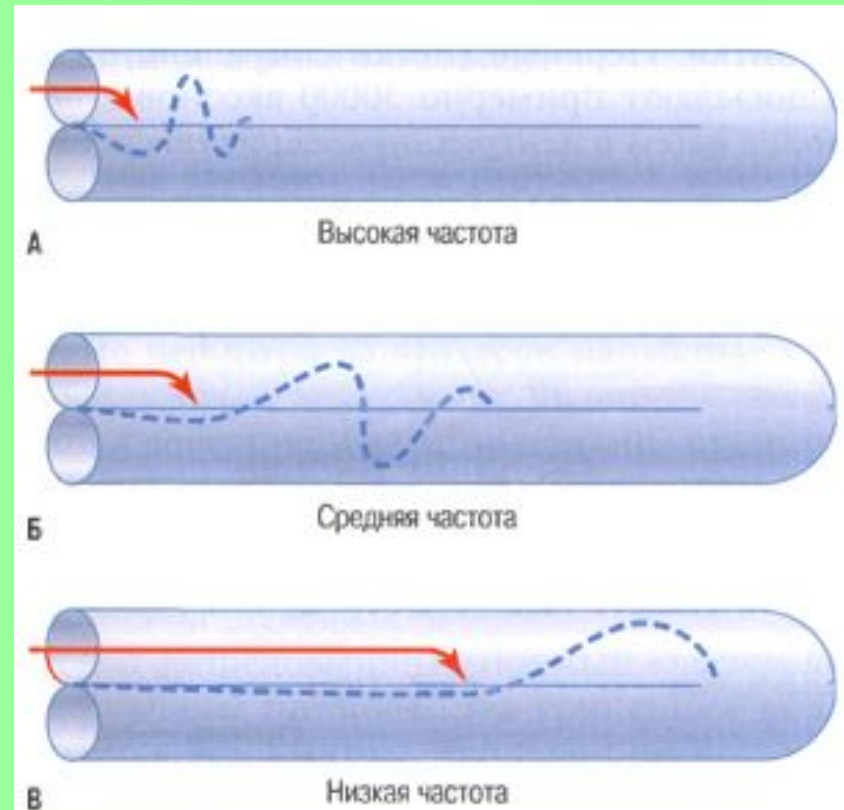


Рис. 52–5

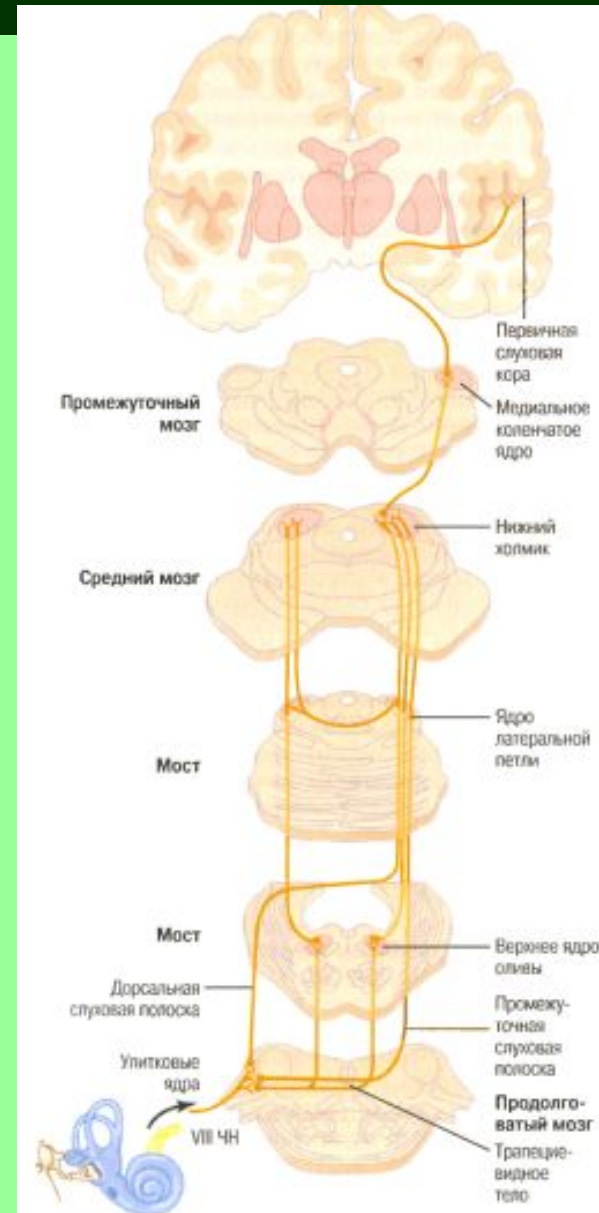
«Бегущие» волны вдоль основной мембраны для звуков высокой, средней и низкой частот

Восприятие (определение) громкости звука

- ↑ сила звука (громкость) → ↑ количество возбуждённых рецепторов в определённом месте базилярной мембраны (и афферентов) – **пространственное кодирование** и частоты импульсации – **временное кодирование**.

13. Проводниковый и корковый отделы слуховой сенсорной системы

- Сенсорные нейроны – биполярные клетки спирального ганглия улитки → Центральные отростки образуют слуховой нерв (ветвь VIII пары ЧПМ) →
- **Кохлеарные ядра** продолговатого мозга (2-й переключающий нейрон) → восходящий слуховой путь → Медиальное колленчатое тело (3-й нейрон); нижние бугры четверохолмия. →
- Кортиковые зоны слуховой сенсорной системы
 - Первичная слуховая кора верхней части височной доли (поле 41 и 42 по Бродману); отвечает за дискриминацию (различие) звуковых паттернов.
 - Вторичная (ассоциативная) кора – отвечает за смысловое содержание звуков; область Вернике – интерпретация сигналов.



14. Глухота

Этиопатогенетические формы

- **Проводниковая** – нарушение звукопроведение в наружном или среднем ухе
- **Нервная** – повреждение слуховых рецепторов и/или проводящих путей; нарушается как воздушная, так и костная проводимость.

15. Вестибулярная система: общий план строения

- Является афферентной (но не сенсорной) системой, информация от которой не достигает уровень сознания, но используется для осуществления различных типов рефлексов (моторное поведение).
- Обеспечивает информацией о пространственной ориентации и движении головы.
- Принимает участие в контроле позы, равновесия, фазных движений и поддержании стабильного имиджа на сетчатке (за счёт контроля мышц шеи).

Функциональная организация

- **Полукружные каналы**
 - Расположены в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях.
 - На одном конце имеется расширение – **ампула** с гребешком (сенсорная часть; содержит рецепторные волосковые клетки) → реагируют на **угловые ускорения головы** (вращение вокруг 3-х осей).
- **Преддверие, включающее мешочки – утрикулус и саккулус**
 - Сенсорная часть - **макула (отолитовый орган)**: волосковые клетки покрыты желеобразной массой - **отолитовой мембраной**, содержащей **отлиты** → реагирует на линейное ускорение и направление силы тяжести.



16. Вестибулярные рецепторы

- Волосковые клетки (механорецепторы) покрыты студенистой массой – **купула**
- Имеют бидиректоральный ответ на раздражение
 - Сгибание стереоцилий в сторону киноцилия вызывает деполяризацию и увеличение разрядной деятельности афферентов.
 - Сгибание в сторону от киноцилия → гиперполяризация и уменьшение разрядной деятельности.
- В полукружных каналах повороты головы в плоскости канала вызывает сгибание стереоцилий и изменение в мембранном потенциале рецептора.
- В мешочках преддверия изменение вектора силы тяжести или линейные движения вызывает смещение отолитовой мембраны и изменение мембранного потенциала.

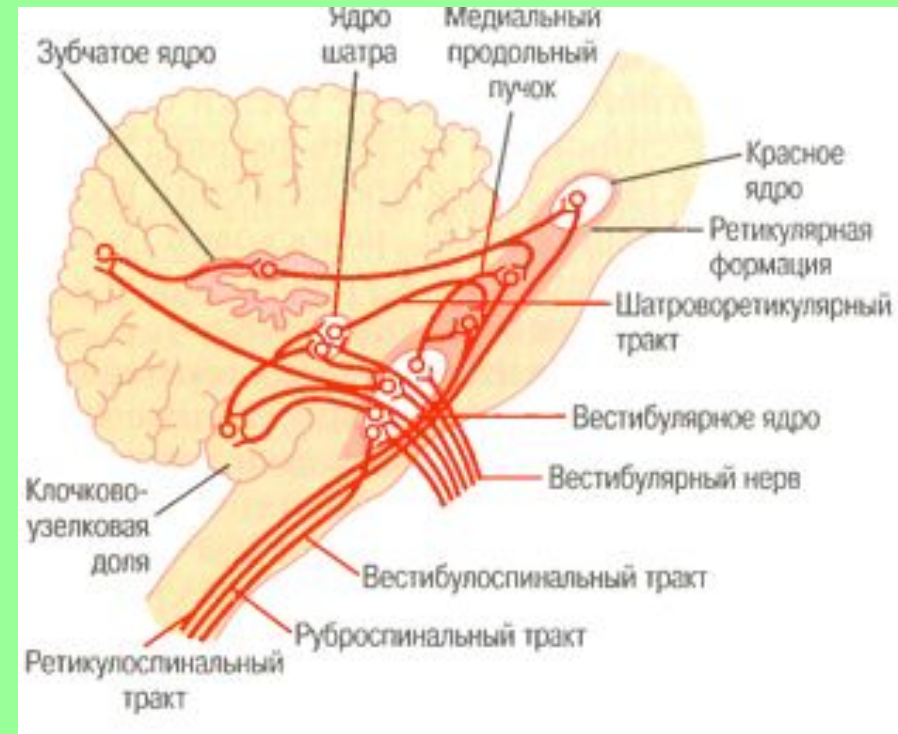


Рис. 55–10

Волосковая клетка аппарата равновесия и ее синаптические связи с вестибулярным нервом

17. Проводниковый и корковый отделы

- Волосковые клетки → Биполярные нейроны вестибулярного ганглия (VIII пара ЧМН) – 1-й нейрон → Вестибулярные ядра ствола мозга – 2-й нейрон:
 - латеральное ядро Дейтерса → латеральный вестибулоспинальный тракт
 - верхнее и медиальное ядра → моторные ядра мышц глазного яблока (вестибуло-окулярные рефлекс)
 - нижнее → медиальный вестибулоспинальный, коллатерали к ретикулярной формации, мозжечок.
- От вестибулярных ядер информация направляется к ядрам зрительного бугра и далее к височной коре (21 – 22 поля по Бродману).



18. Вестибулярные расстройства

Морская болезнь (болезнь движения)

- Возникает в результате конфликта между зрительной и вестибулярной информацией о положении головы и движениях (циклические, часто повторяющиеся движения).

Вертиго

- Абнормальный паттерн сенсорных ощущений
- Головокружение, ощущения вращения тела вокруг предметов или предметов вокруг тела, нестабильная поза.
- Нистагм, двоение в глазах.
- Вегетативные изменения: потоотделение, тошнота, изменение пульса и АД.