

Мультимедийный курс по ФИЗИОЛОГИИ (для студентов КРИ)



Лавриненко Валентина Александровна,
Бабина Алина Витальевна

ФИЗИОЛОГИЯ

Учение о **функциях организма** и его отдельных частей:
органов, тканей, клеток.

Физиология изучает **взаимодействие** организма с окружающей средой и **механизмы приспособления** к ее различным воздействиям.

АТОМЫ



МОЛЕКУЛЫ



КЛЕТКИ



ТКАНИ



ОРГАНЫ



СИСТЕМЫ ОРГАНОВ



ОРГАНИЗМ



ПОПУЛЯЦИЯ



ЭКОСИСТЕМЫ



БИОСФЕРА

ХИМИЯ

МОЛ.
БИОЛ

КЛЕТочная
БИОЛОГИЯ

ФИЗИОЛОГИЯ

ЭКОЛОГИЯ

Уровни организации живой природы и соответствующие области исследования

ИСТОРИЯ ФИЗИОЛОГИИ

·**Уильям Гарвей** в 1628 году впервые описал функцию кровообращения, объяснил как осуществляется движение крови по сосудам и какую роль выполняет сердце в этом процессе.

·**Клод Бернар** сформировал представление о внутренней и внешней средах.

·Постоянство внутренней среды называется **гомеостазом**.



Луиджи Гальвани (1737-1798)

В 1771 г. он начал опыты по животному электричеству: открыл и исследовал феномен сокращения мышц лягушки под влиянием электрического тока; обратил внимание на то, что мышца сокращается при одновременном прикосновении к ней двух разных металлов. Гальвани объяснил эти явления существованием «животного электричества». Результаты наблюдений и теорию «животного электричества» он изложил в работе «Трактат о силах электричества при мышечном движении». Гальвани доказал, что мышца лягушки сокращается и без прикосновения к ней металла – в результате соединения с нервом.

Исследования Гальвани имели значение для физиологии возбудимых тканей и разработки методов физиологического эксперимента.



Герман Людвиг Фердинанд Гельмгольц (1821-1894)

Труды Гельмгольца в области физиологии посвящены изучению нервной и мышечной систем. Он обнаружил и измерил теплообразование в мышце (1845-1847) и детально изучил процесс мышечного сокращения (1850-1854) в опытах на лягушке. В 1867-1870 годах измерил скорость распространения возбуждения в нервах у человека. В области физиологии зрения он разработал способы определения кривизны оптических поверхностей глаза, в 1853 году дал теорию аккомодации. Разработал учение о трехкомпонентном цветном зрении (красный, зеленый и синий цвета).



Иван Михайлович Сеченов (1829-1905)

В классическом труде «Рефлексы головного мозга» (1866) Иван Сеченов обосновал рефлекторную природу сознательной и бессознательной деятельности, показал, что в основе психических явлений лежат физиологические процессы, которые могут быть изучены объективными методами. Открыл явления центрального торможения, суммации в нервной системе, установил наличие ритмических биоэлектрических процессов в центральной нервной системе, обосновал значение процессов обмена веществ в осуществлении возбуждения.

Сеченов так же исследовал и обосновал дыхательную функцию крови. Заложил основы физиологии труда, возрастной, сравнительной и эволюционной физиологии.

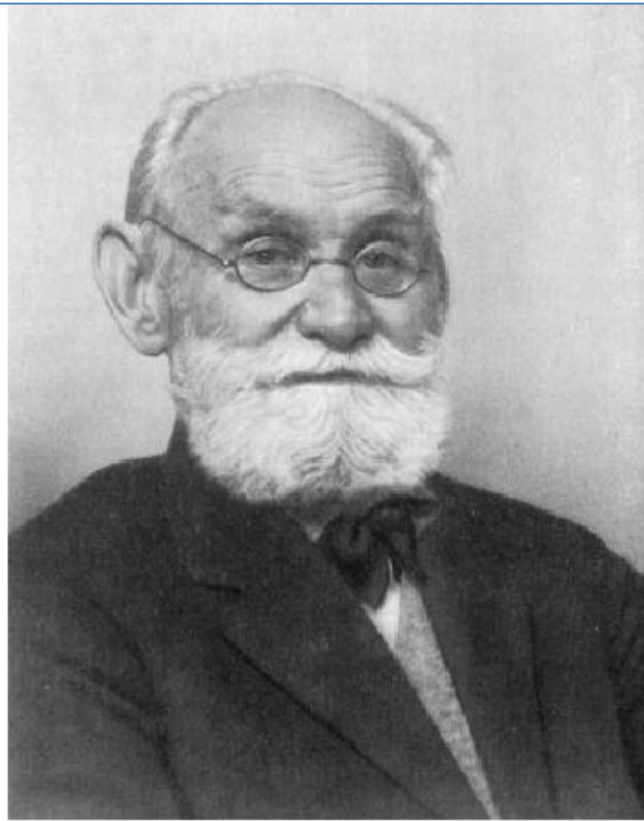


Николай Евгеньевич Введенский (1852-1922)

Открыл явление периферического торможения (вторичного).

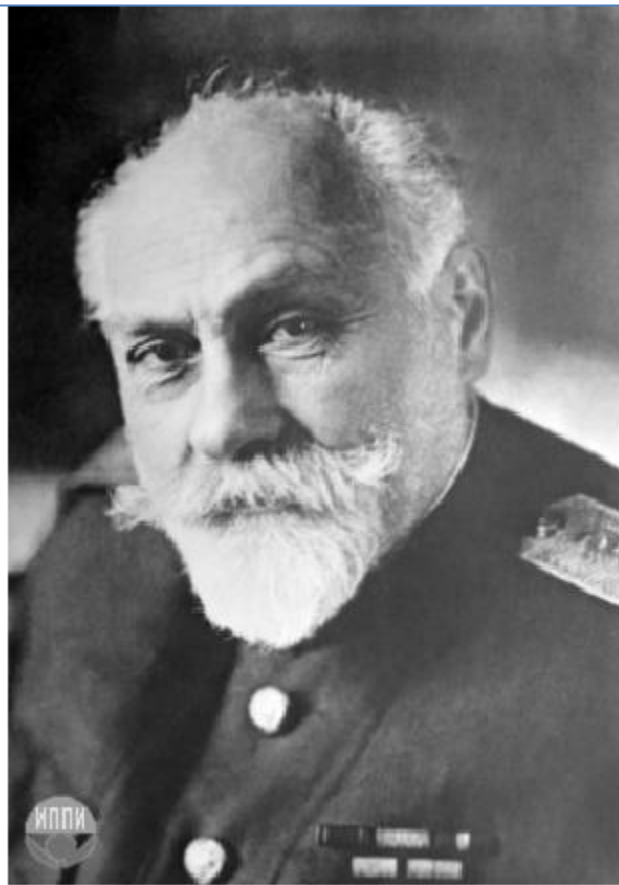
Состояние постоянного возбуждения Н. Е. Введенский назвал «парабиозом» (пара – около, биос – жизнь).

Ввел термин «лабильность» - определенная величина, измеряемая количеством волн возбуждения в единицу времени.



Иван Петрович Павлов (1849-1936)

Основал новое направление – физиологию высшей нервной деятельности.
Разработал метод условных рефлексов. Внес важный вклад в познание функций мозга
В 1904 году Павлов получает Нобелевскую премию
за успешные исследования физиологии пищеварительных механизмов.



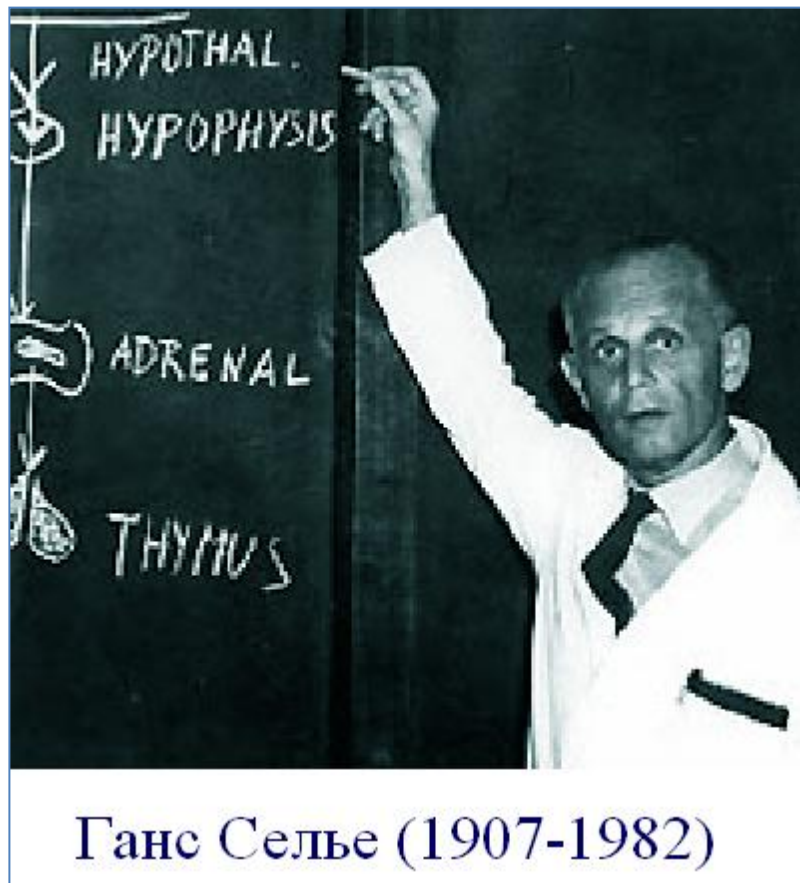
Леон Абгарович Орбели (1882-1958)

Один из создателей эволюционной физиологии.
Труды по физиологии вегетативной нервной системы, боли, анализаторов,
подкорковых центров.



Петр Кузьмич Анохин (1898-1974)

Основные работы посвящены изучению деятельности целого организма и особенно головного мозга на основе разработанной им теории функциональной системы.

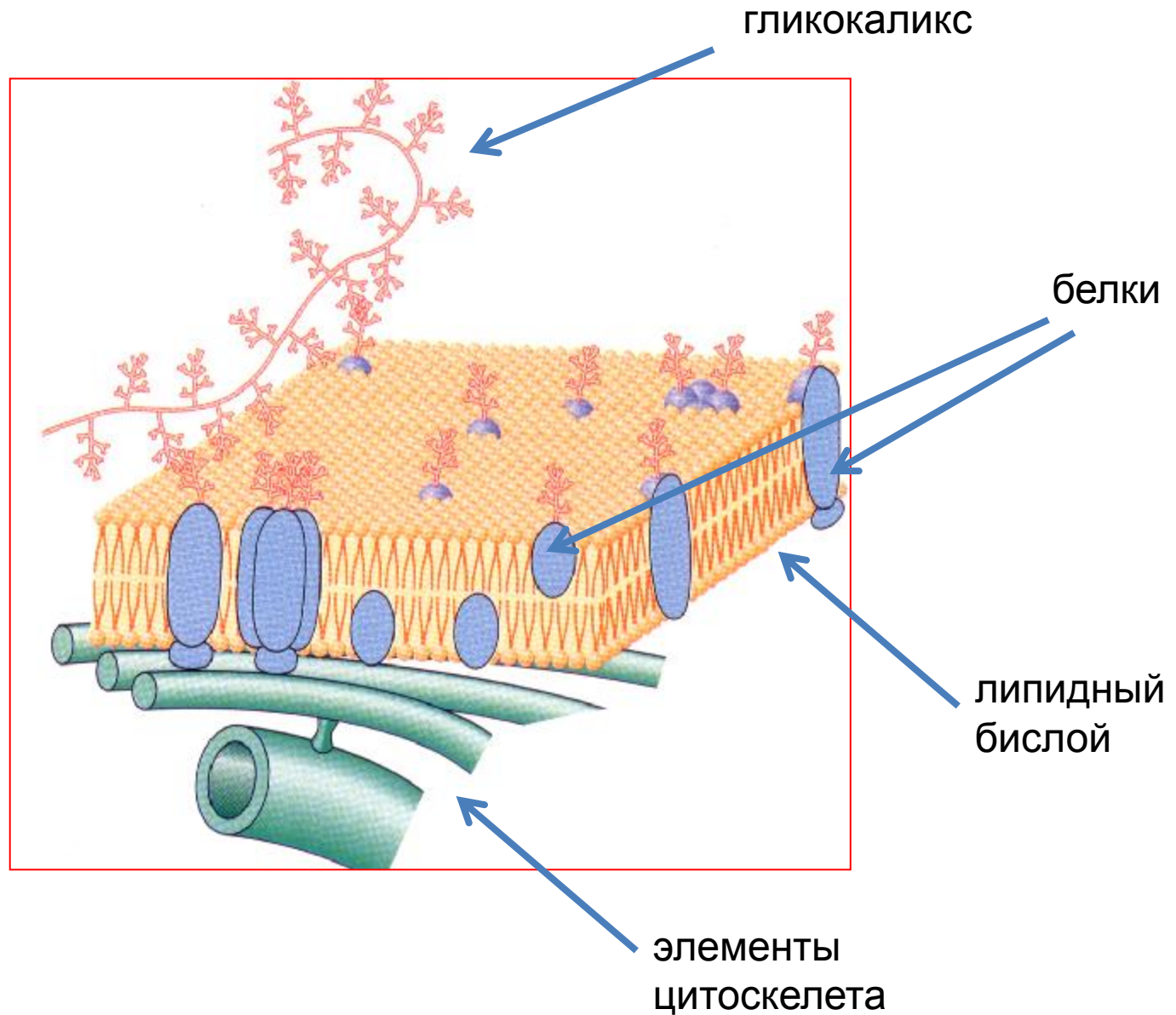


Сформулировал теорию стресса, ввел понятия адаптационного синдрома, болезней адаптации.

ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

Новые понятия и термины: возбуждение, разность потенциалов, мембранный потенциал покоя (МПП), адекватный раздражитель, порог раздражения, потенциал действия (ПД), каналы, насосы.

Строение мембраны клетки



ОТЛИЧИЕ ЖИВОГО ОТ НЕЖИВОГО – сила и форма реакции клетки не определяется силой внешнего стимула

РАЗДРАЖИМОСТЬ – способность клетки активно отвечать на внешнее воздействие изменением метаболизма, ростом, движением выбросом секрета

ВОЗБУДИМОСТЬ – способность клетки генерировать потенциал действия (характерное изменение электрического потенциала на мембране клетки)

Структуры мембраны, формирующие потенциал покоя

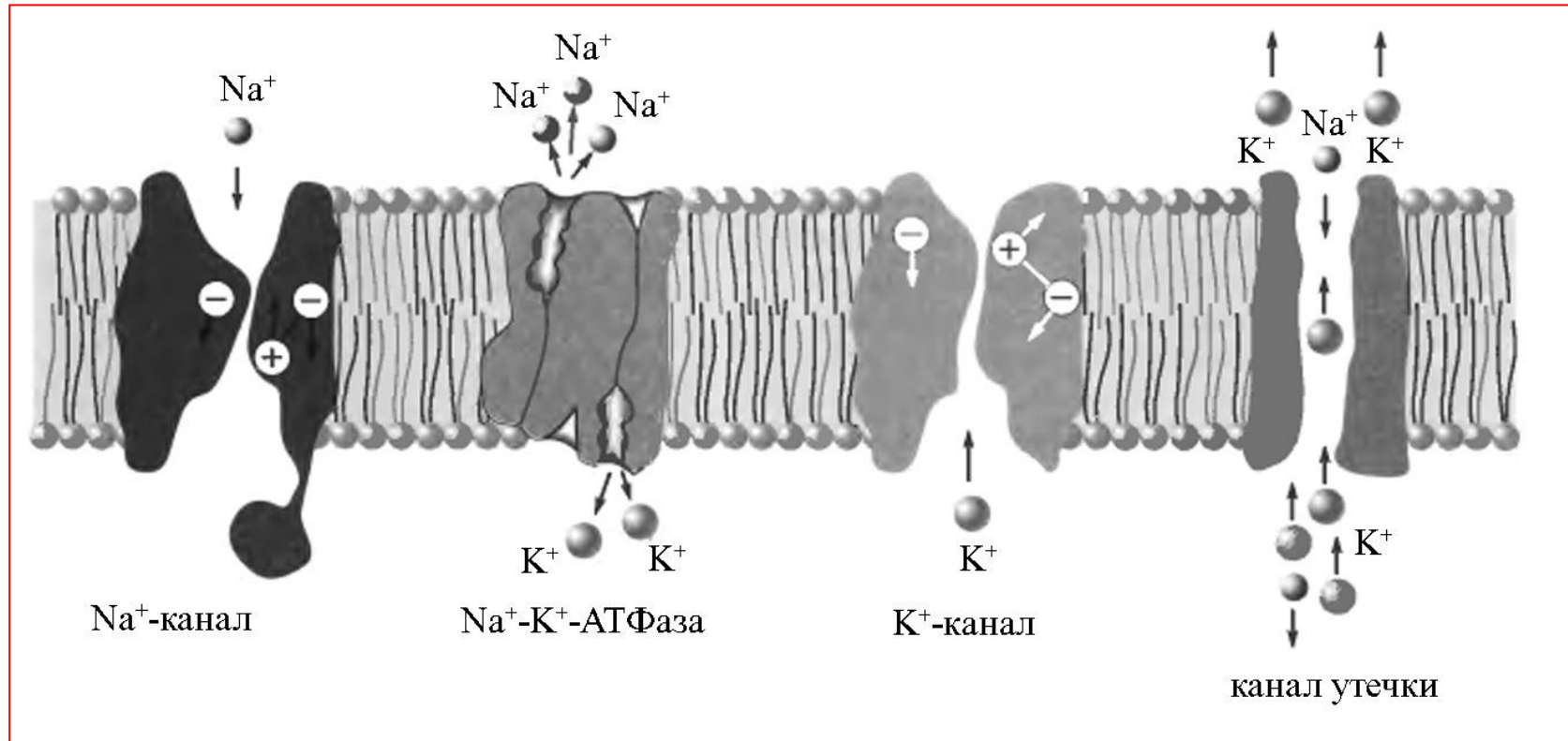
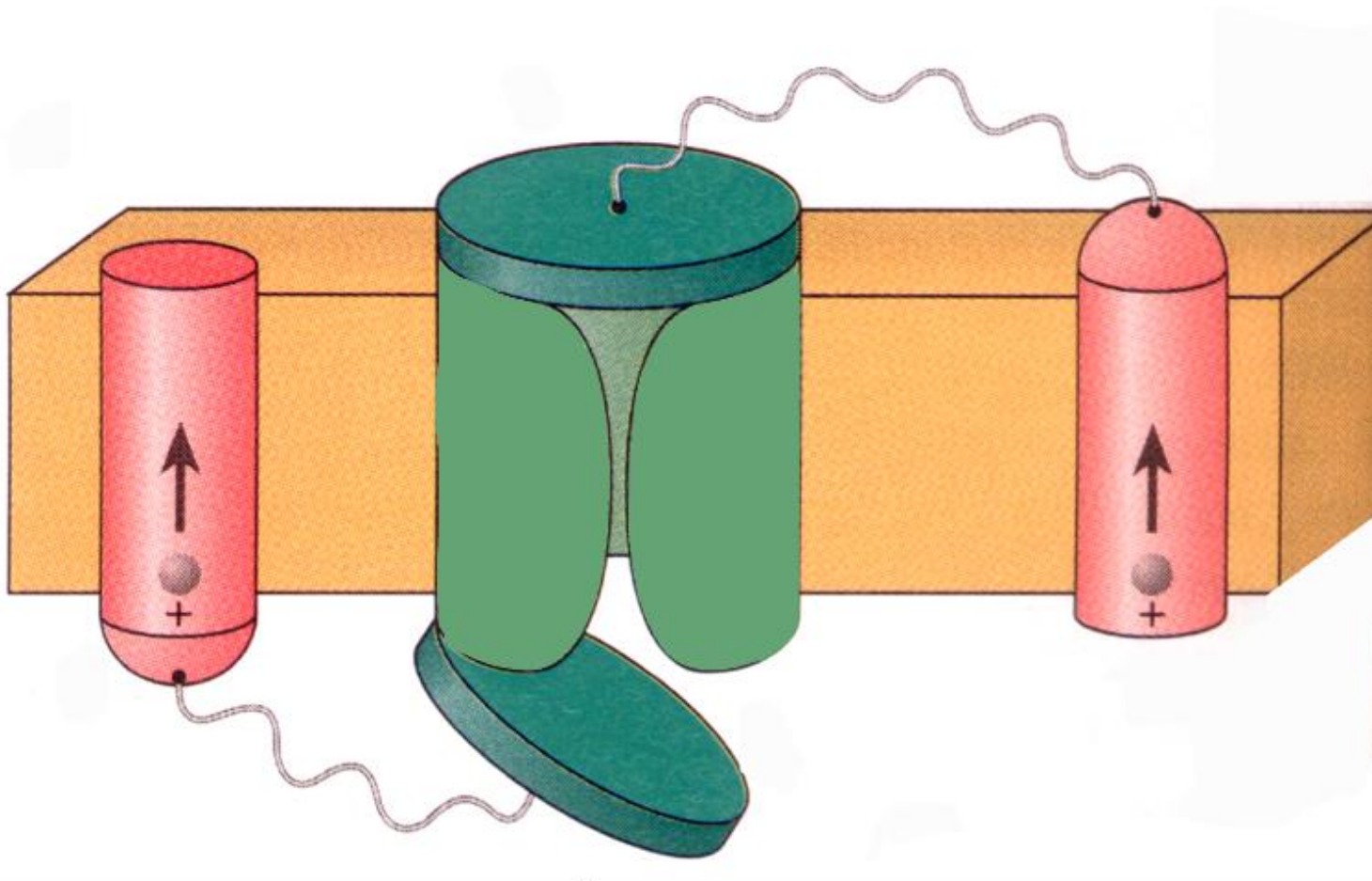


Схема натриевого канала

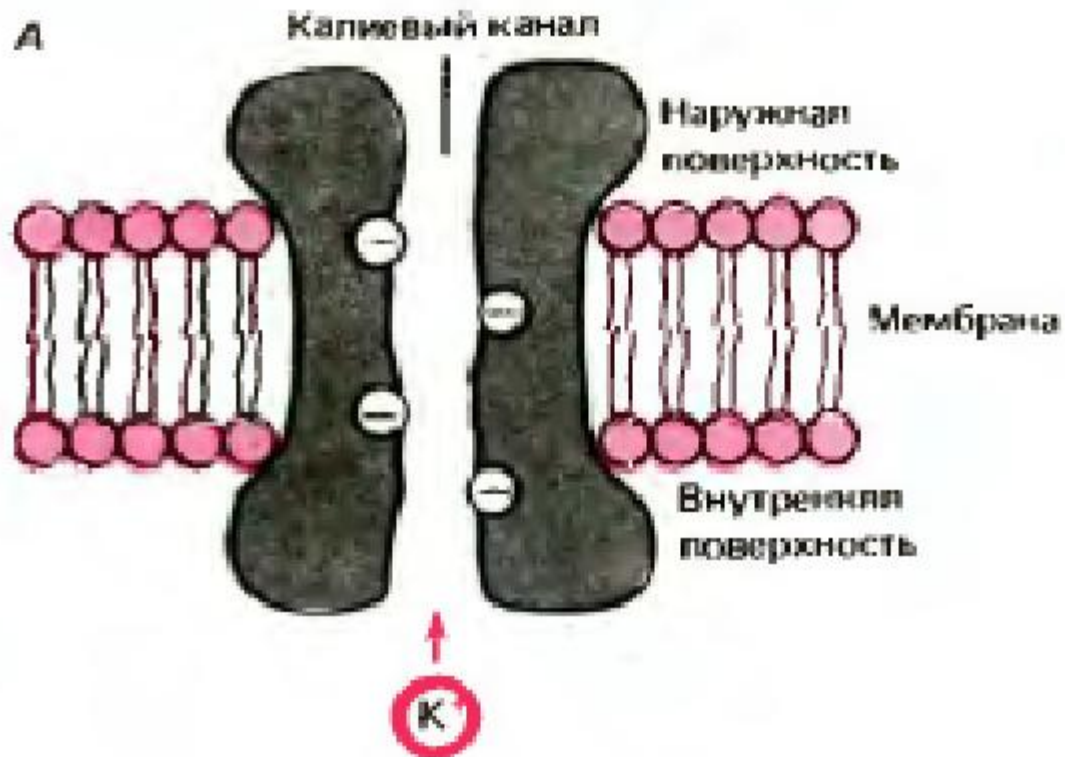
активационные ворота

электросенсор

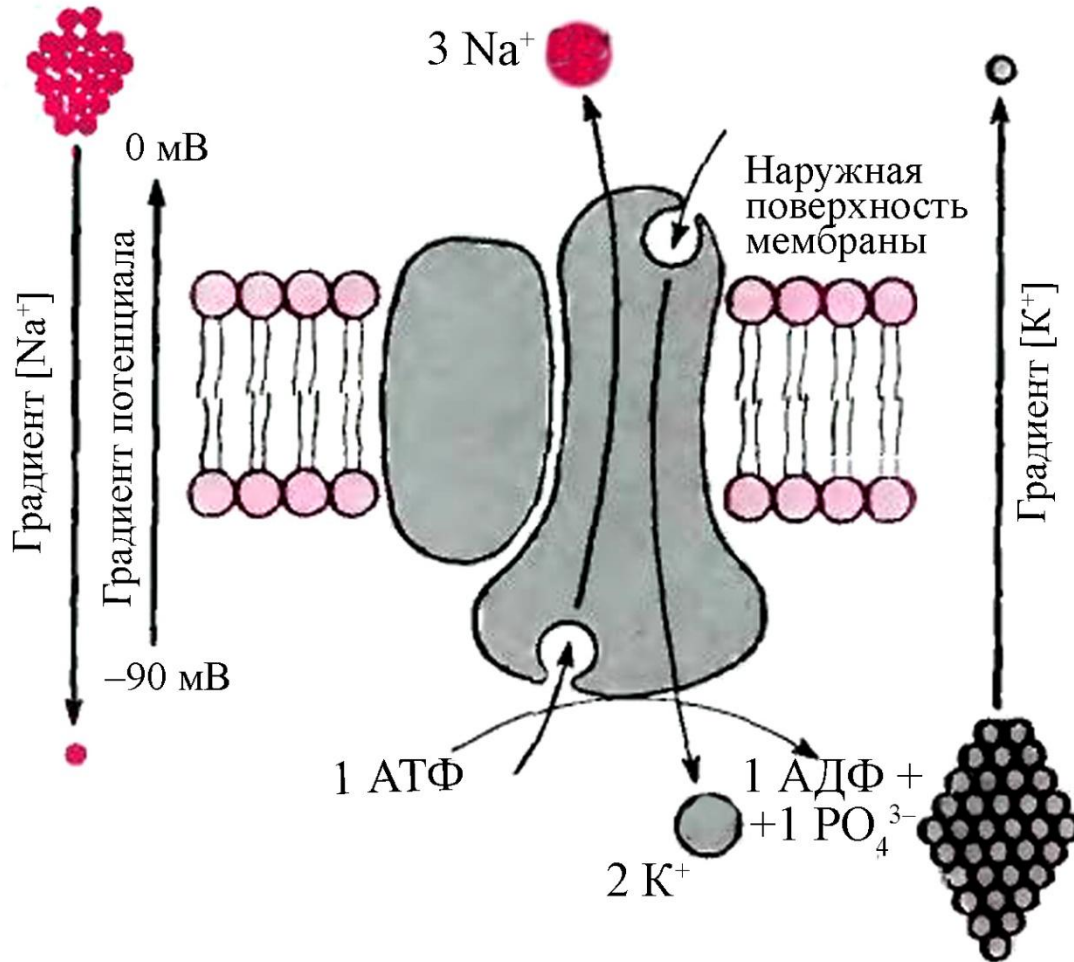


инактивационные ворота

Схема калиевого канала

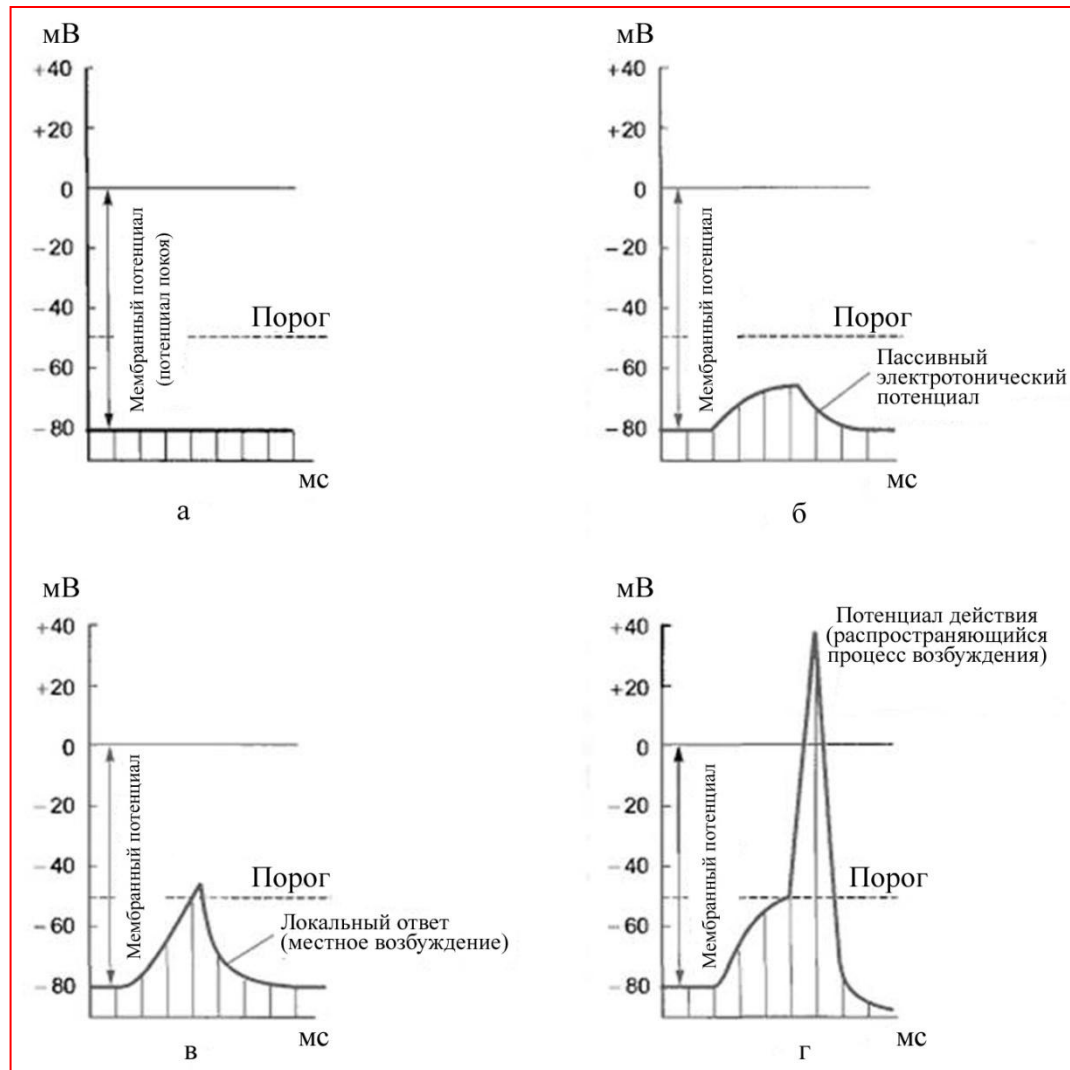


Na-K АТФаза

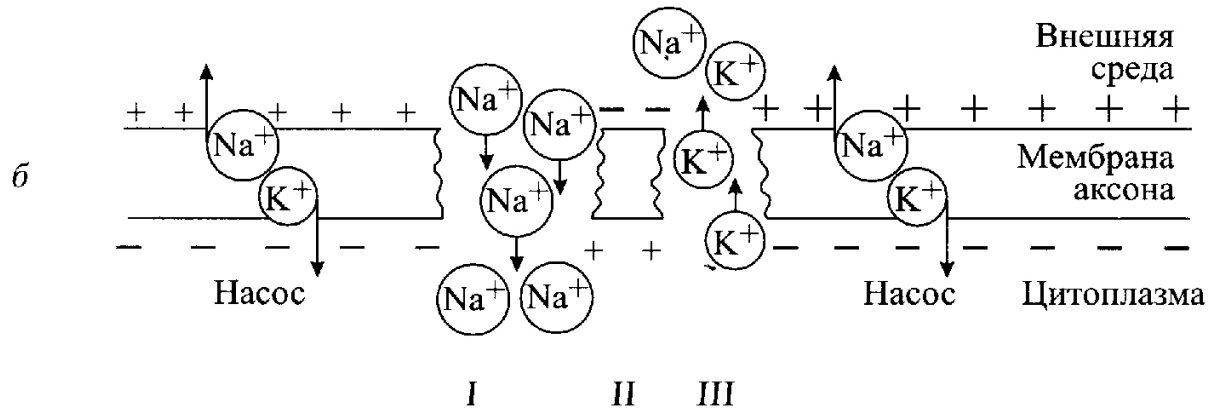
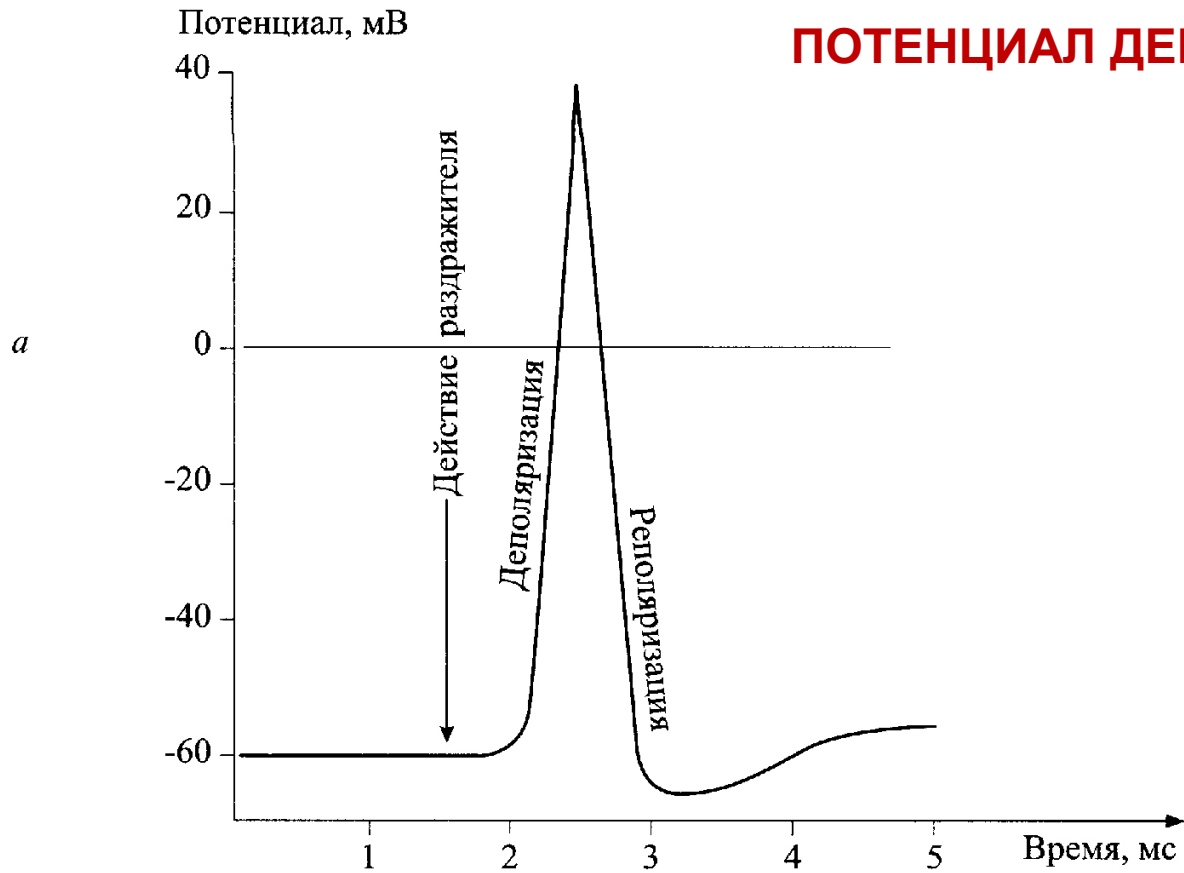


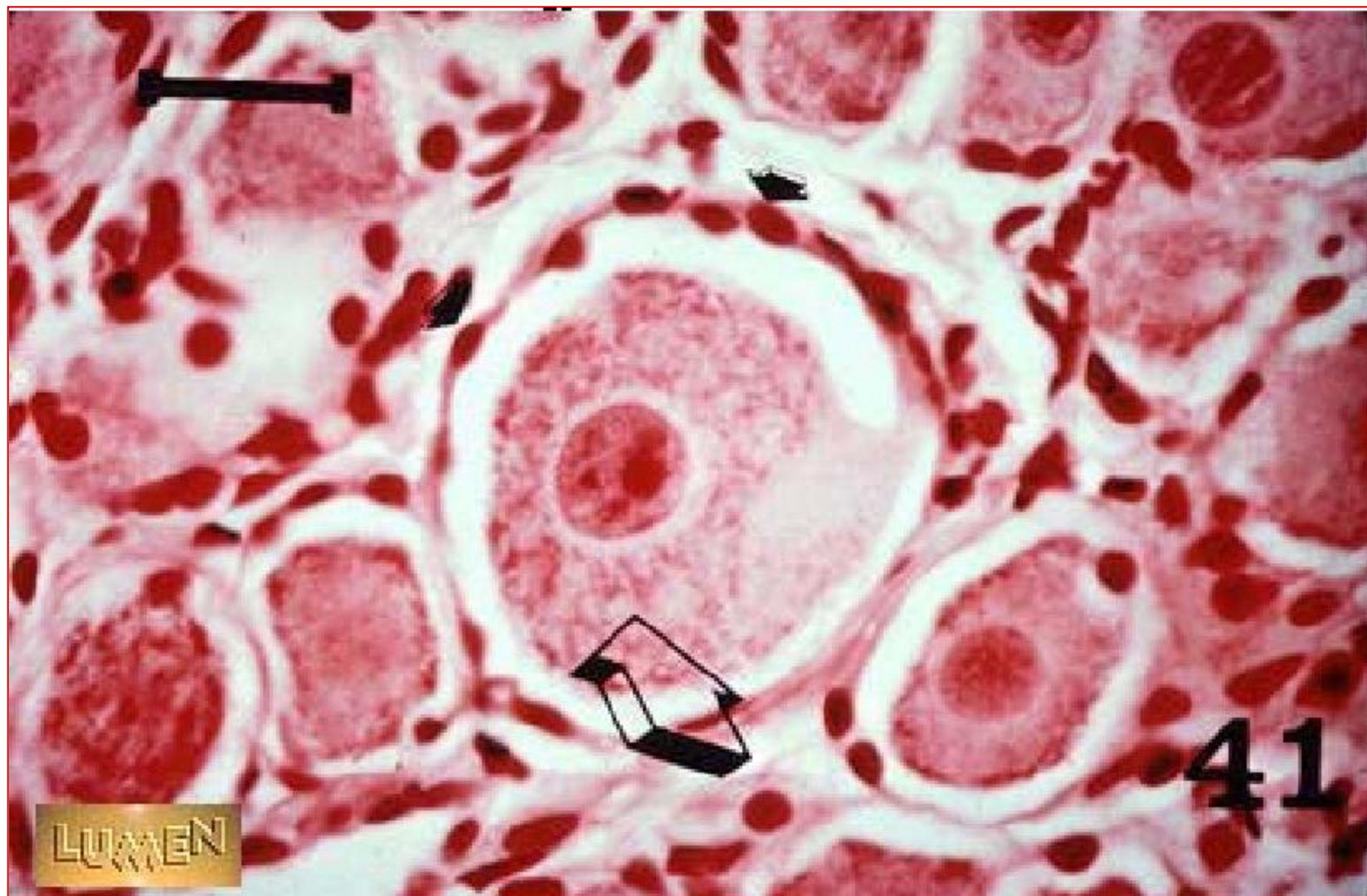
Изменение мембранного потенциала в зависимости от силы раздражения

а – потенциал покоя; б – пассивный электротонический потенциал; в – локальный ответ; г – потенциал действия

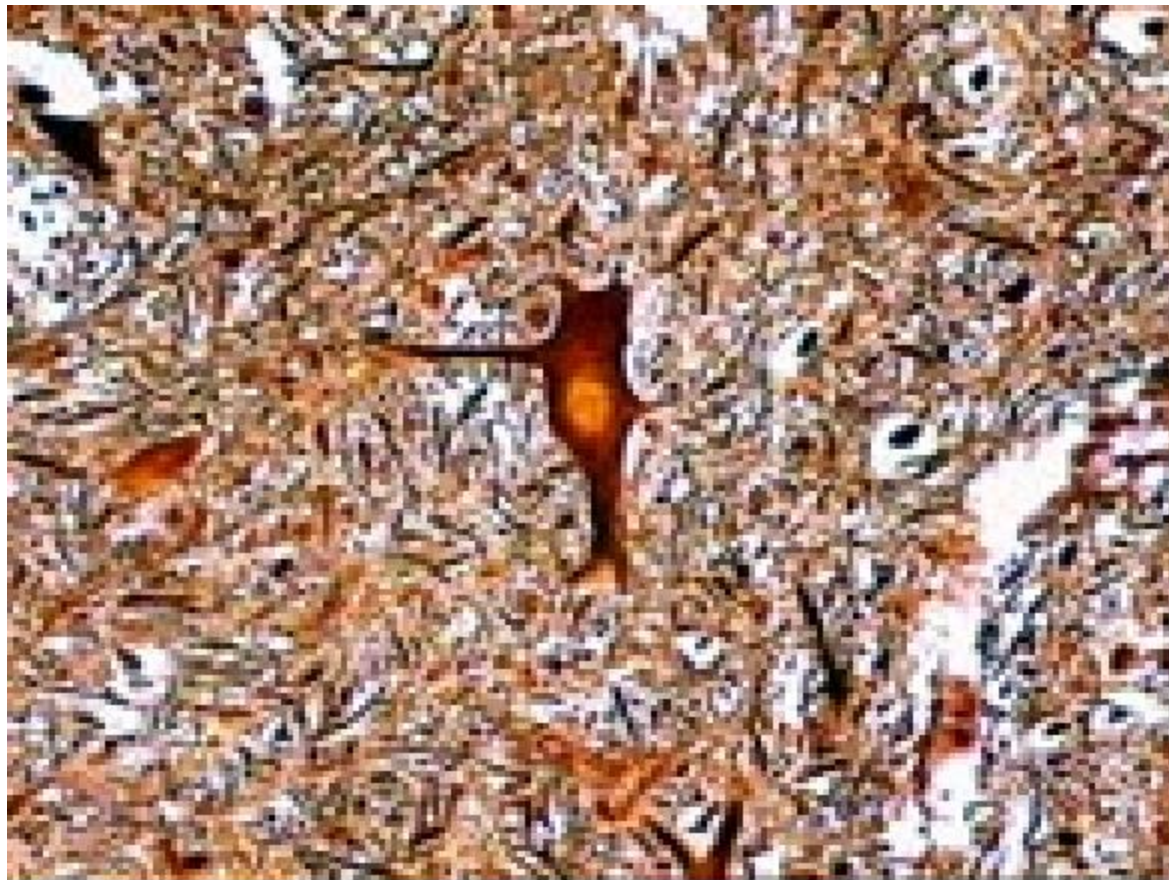


ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ

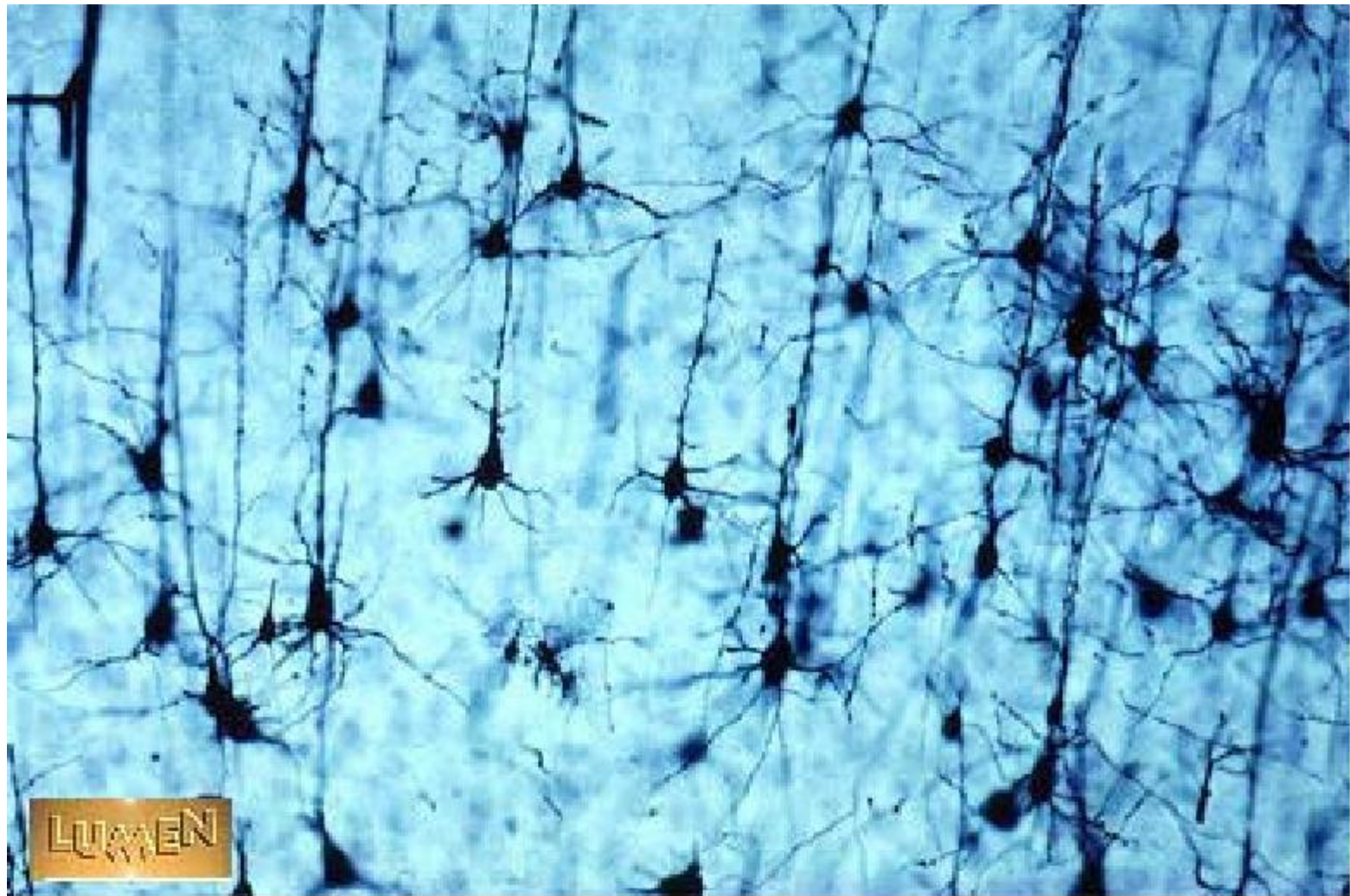




Псевдоуниполярный нейрон



Двигательный нейрон

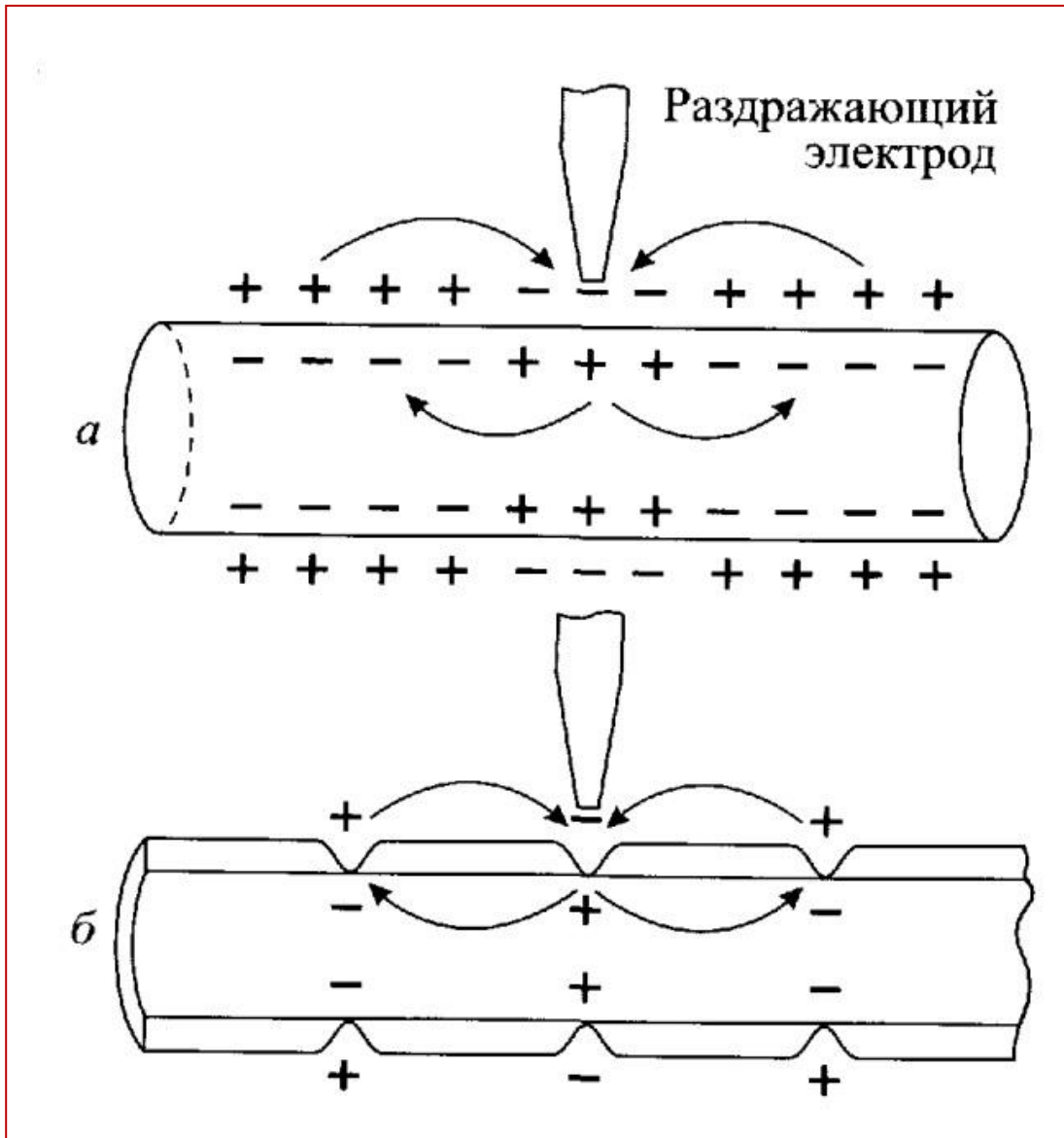


Пирамидные нервные клетки

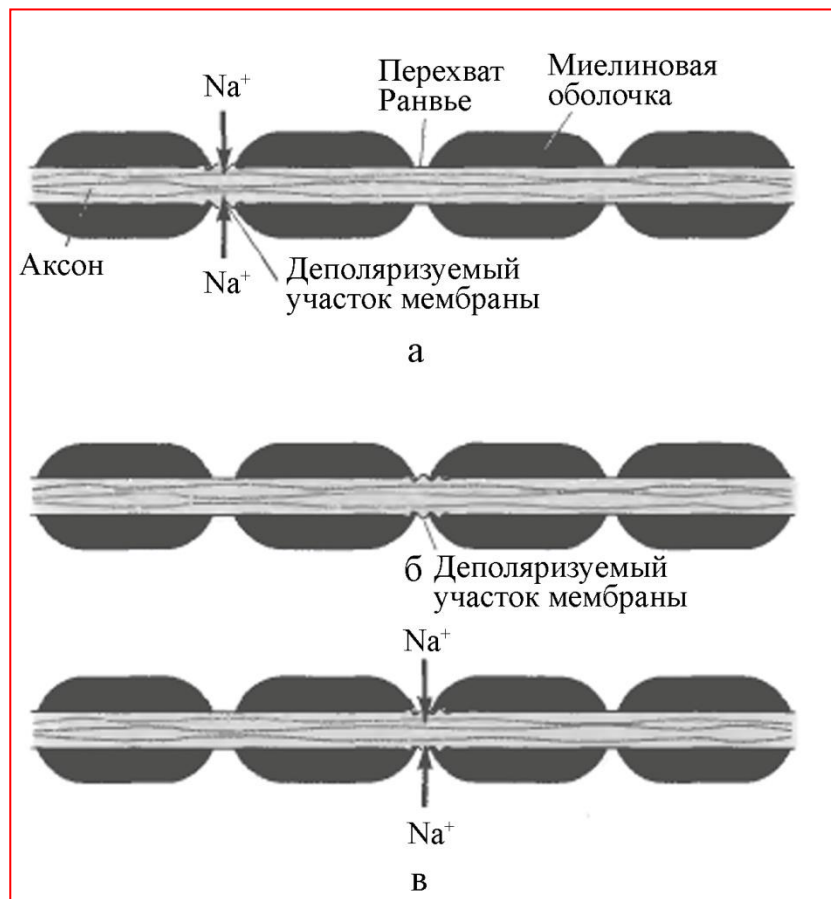
Рост мембраны шванновской клетки вместе с ее вращением вокруг аксона нерва (а) и профиль слоев мембраны, образующий миелин (б)



**Двустороннее распространение возбуждения по
безмиелиновому (а) и миелиновому (б)
нервным волокнам**



Распространение возбуждения по миелинизированному нервному волокну



а – вход ионов Na^+ , деполаризация первого перехвата Ранвье и возникновение там потенциала действия;

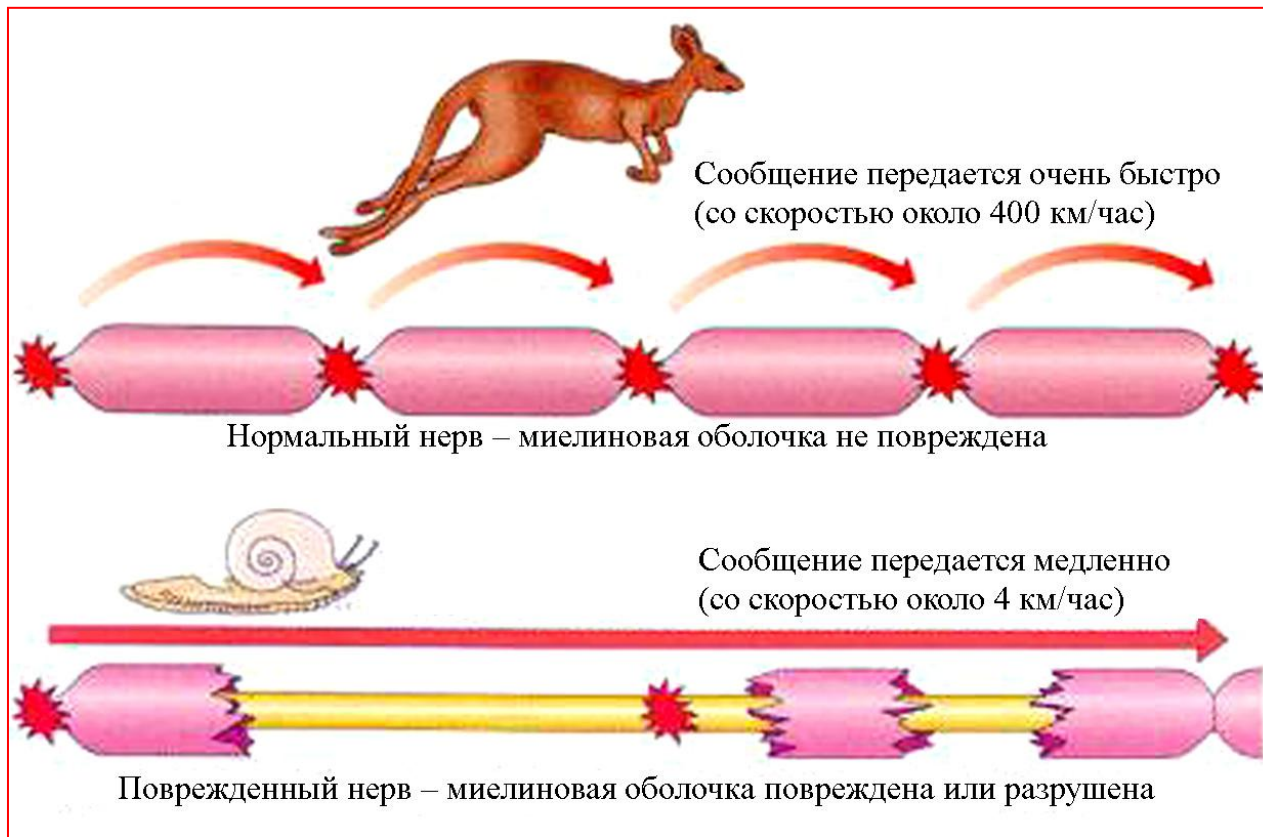
б – появление локального тока;

в – деполаризация второго перехвата Ранвье, вход ионов Na^+ и возникновение там потенциала действия

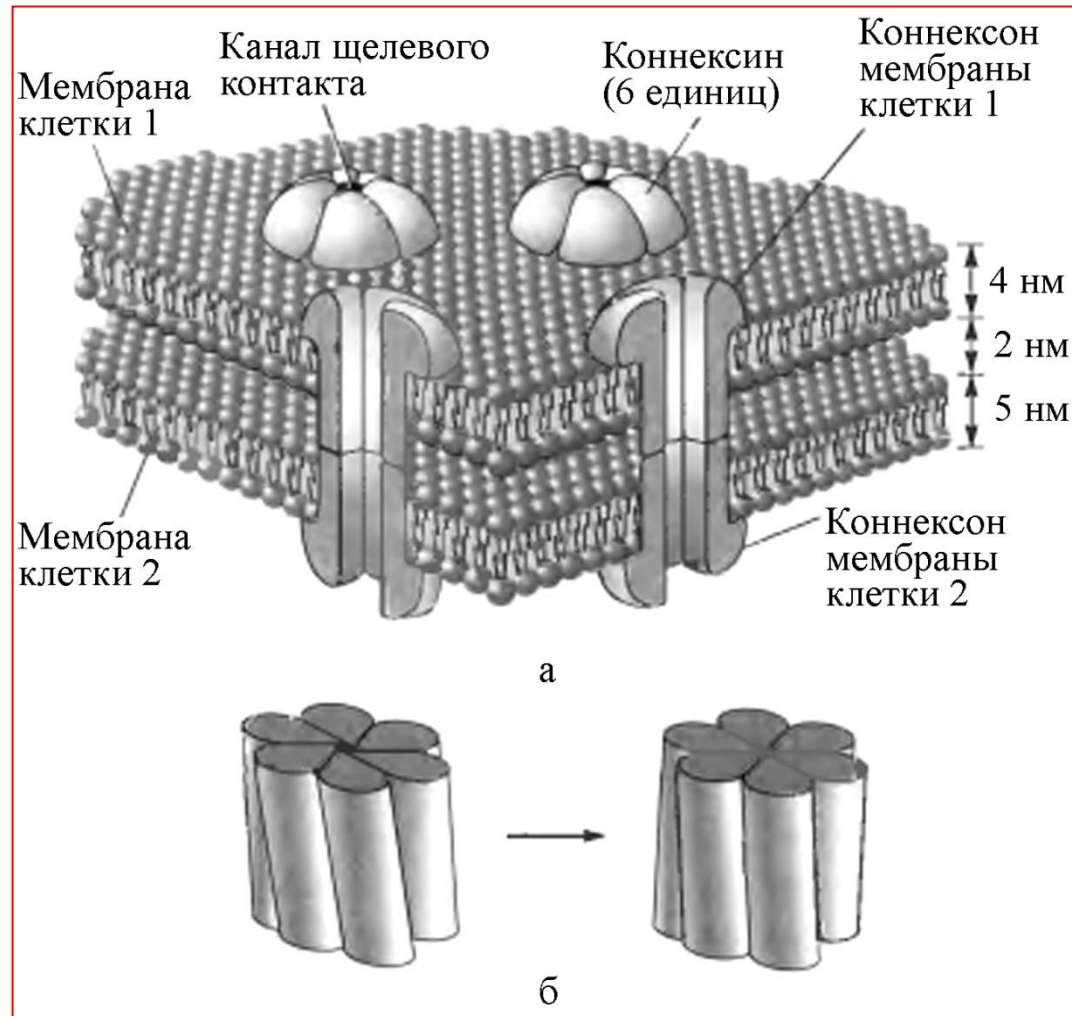
Классификация нервных волокон по скорости проведения нервного импульса

Тип волокна	Функции (выборочно)	Средний диаметр, мкм	Средняя скорость проведения, м×с ⁻¹
A α	Первичные афференты мышечных веретен, двигательные волокна скелетных мышц	15	100 (70–120)
A β	Кожные афференты прикосновения и давления	8	50 (30–70)
A γ	Двигательные волокна мышечных веретен	5	20 (15–30)
A δ	Кожные афференты температуры и боли	< 3	15 (12–30)
B	Симпатические преганглионарные волокна	3	7 (3–15)
C	Кожные афференты боли, симпатические постганглионарные волокна	1 (немиелинизированные)	1 (0,5–2)

Нарушение процесса передачи нервного импульса при возникновении рассеянного склероза

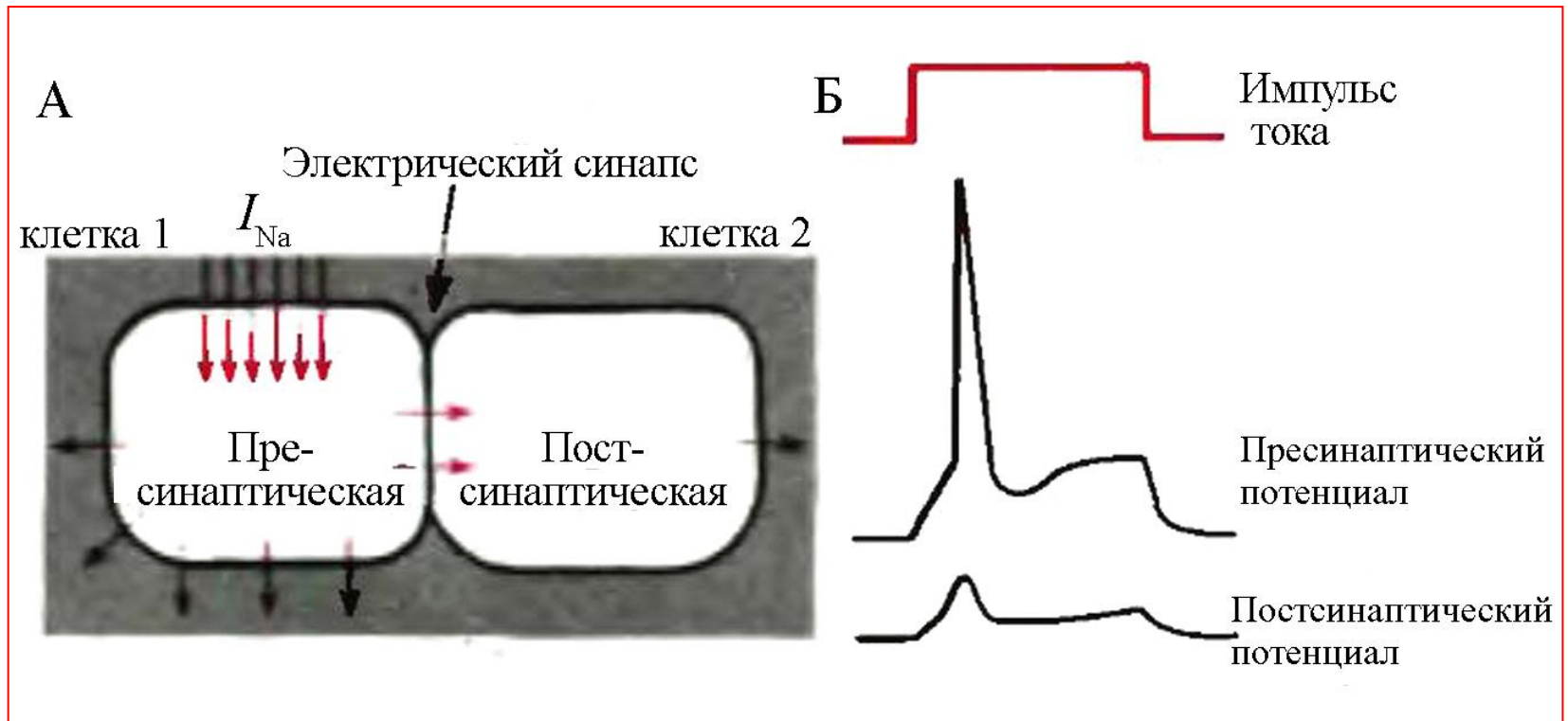


Модель структуры щелевого контакта в области **электрического синапса**, включающая липидный бислой двух соседних клеток, содержащий коннексоны, каждый из которых построен из шести коннексинов

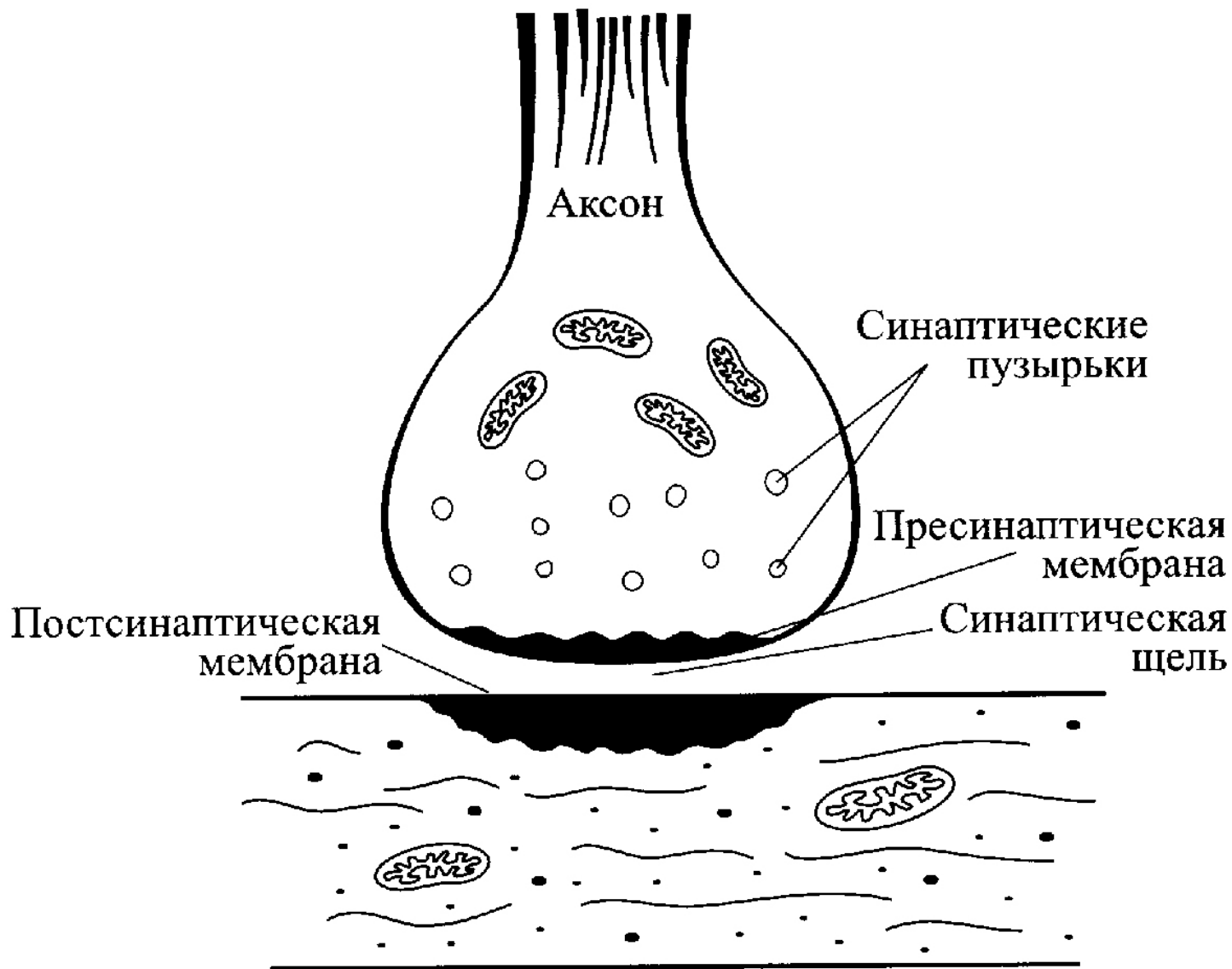


МОДЕЛЬ ОТКРЫТОГО И ЗАКРЫТОГО КАНАЛОВ КОННЕКСОНОВ

Схема электрического синапса

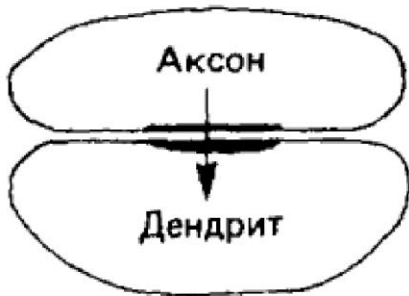


СТРОЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СИНАПСА

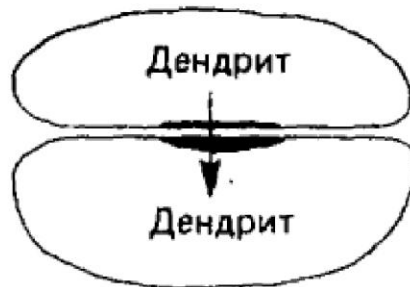


ТИПЫ СИНАПТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

А Аксо-дендритный



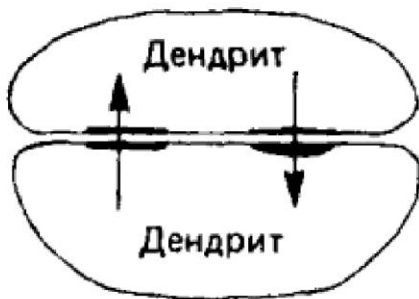
Б Дендро-дендритный



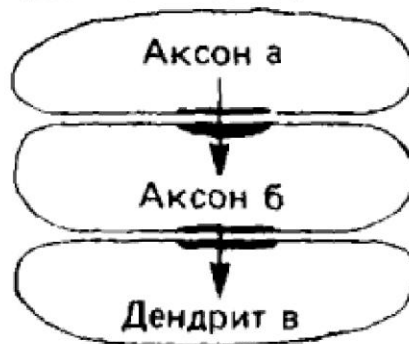
В Аксо-аксонный



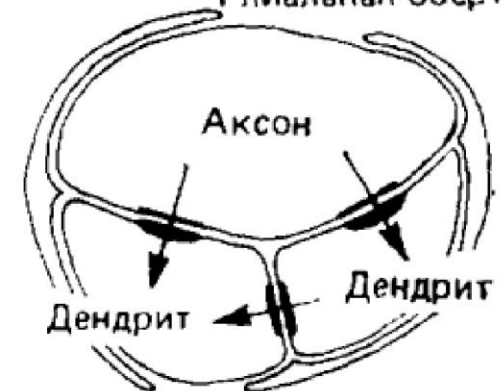
Г Реципрокные синапсы



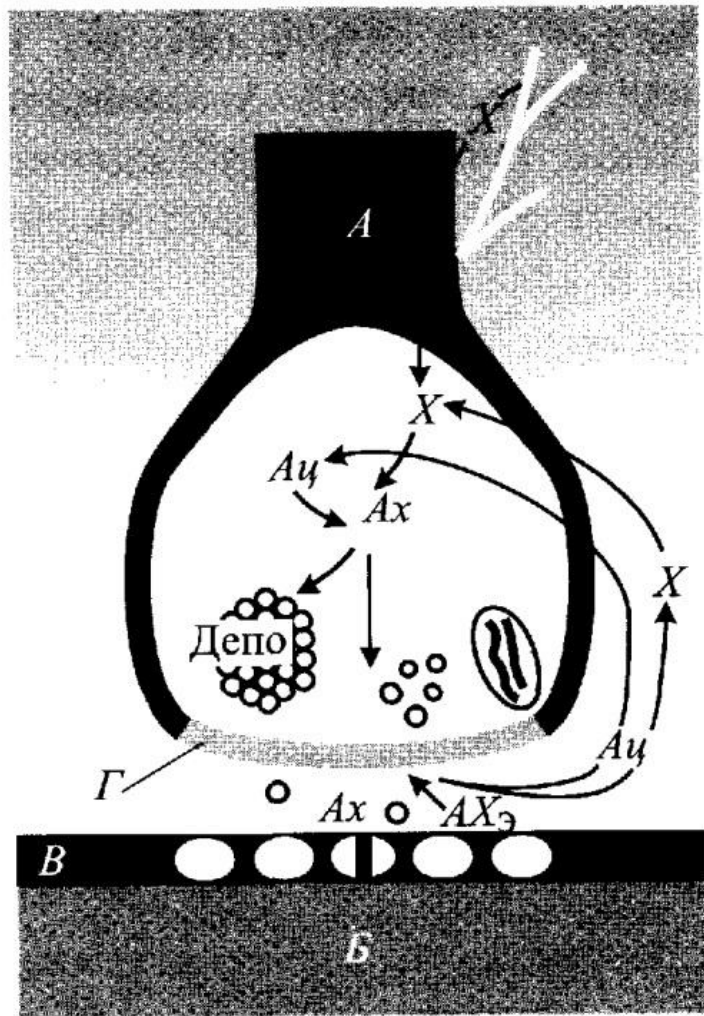
Д Последовательные синапсы (аксо-аксо-дендритные)



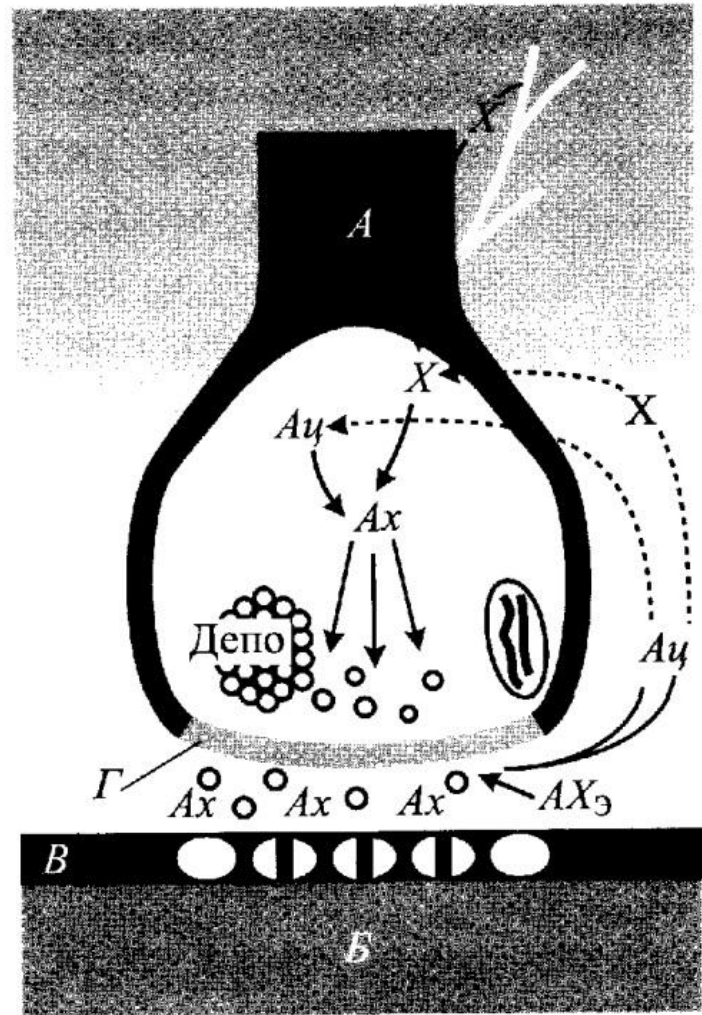
Е Синаптические гломерулы
Глиальная обертка



МЕХАНИЗМ СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ

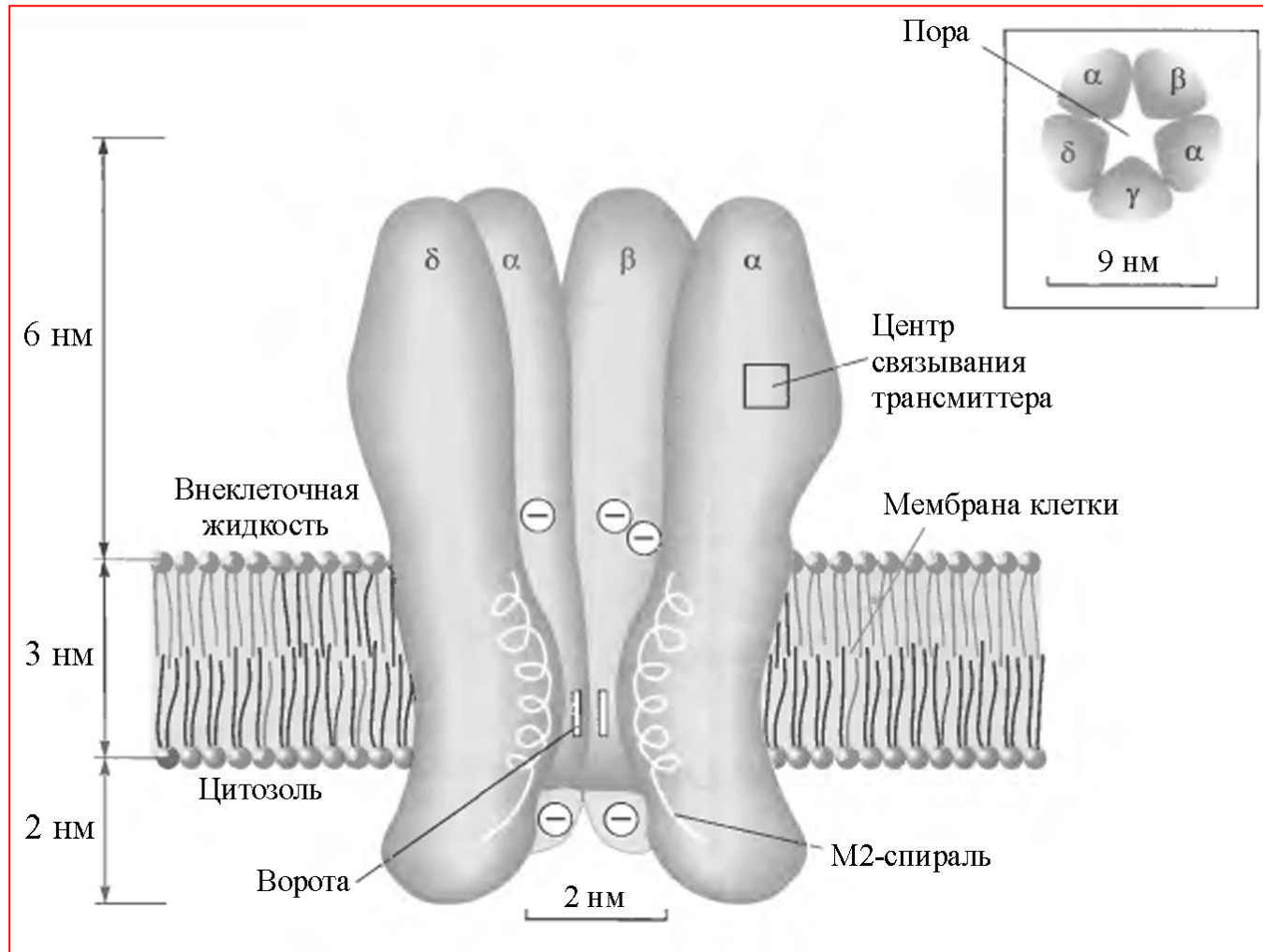


а

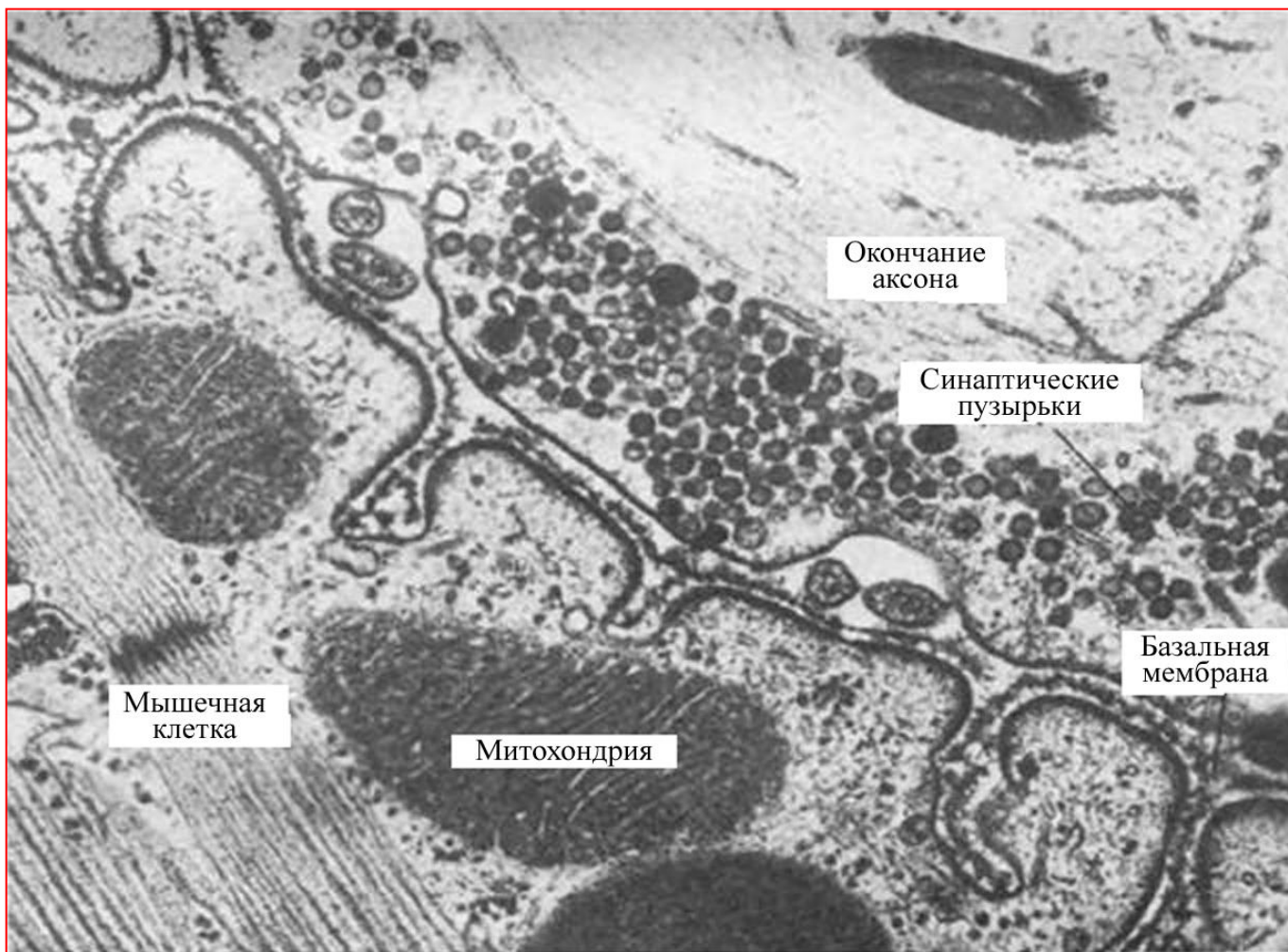


б

Структура никотинового ацетилхолинового рецептора



ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОФОТОГРАФИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ



СИНАПТИЧЕСКАЯ ЗАДЕРЖКА –

ПРОМЕЖУТОК ВРЕМЕНИ МЕЖДУ
МОМЕНТОМ ПОСТУПЛЕНИЯ ПД К
ПРЕСИНАПТИЧЕСКОМУ ОКОНЧАНИЮ
И НАЧАЛОМ СМЕЩЕНИЯ ЗАРЯДА
ПОСТСИНАПТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ

ПРИНЦИП ДЕЙЛА

ВО ВСЕХ ПРЕСИНАПТИЧЕСКИХ ОКОНЧАНИЯХ ОДНОГО
НЕЙРОНА ВЫСВОБОЖДАЕТСЯ ОДИН И ТОТ ЖЕ МЕДИАТОР.

ИСКЛЮЧЕНИЕ – РАННИЕ СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА

ЭТАПЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ МЕДИАТОРА

АНАТОМИЧЕСКИЙ – присутствие вещества в пресинаптических окончаниях.

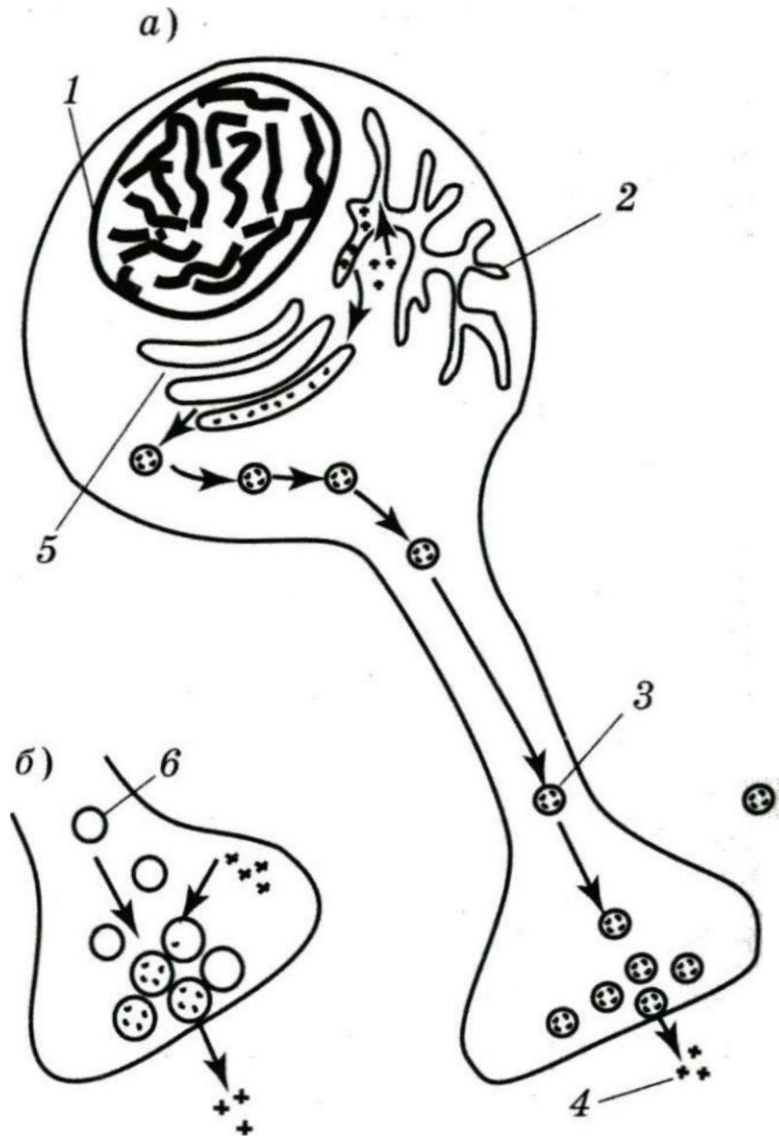
БИОХИМИЧЕСКИЙ – присутствие ферментов, которые синтезируют вещество в пресинаптическом нейроне и инактивируют это вещество в синапсе.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ – демонстрация того, что физиологическая стимуляция заставляет пресинаптическое окончание выделять данное вещество.

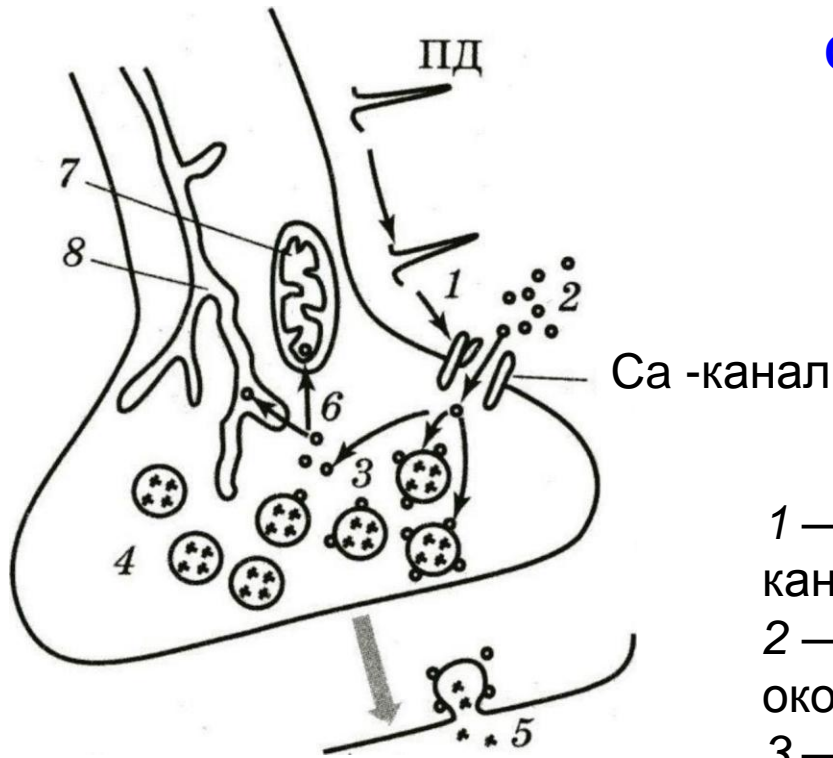
ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЙ – фармакологические препараты, которые влияют на различные ферментативные этапы, оказывают ожидаемое действие на синтез, высвобождение и инактивацию данного вещества.

Синтез медиатора:

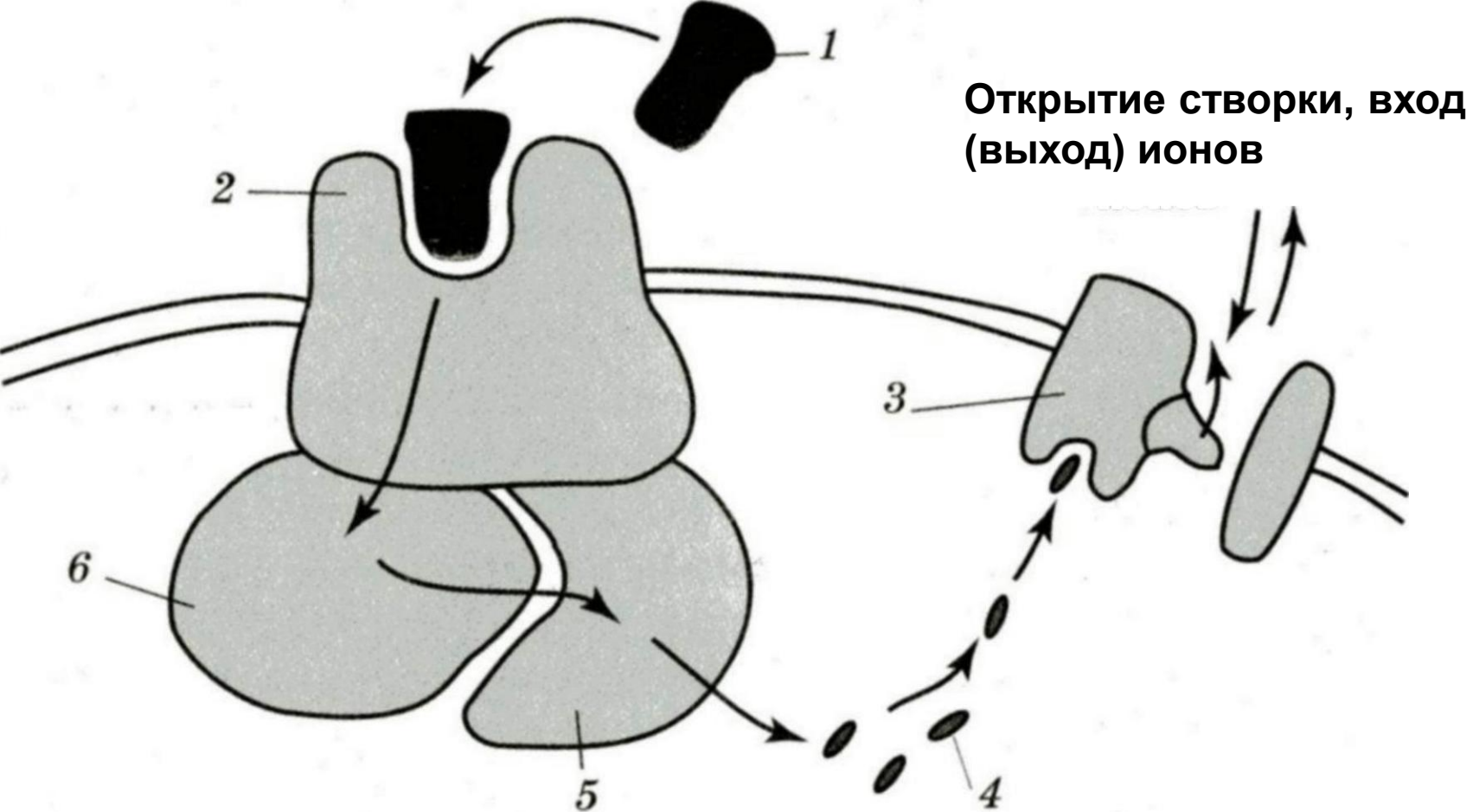
- а — в теле нейрона;
- б — в пресинаптическом окончании;
- 1 — ядро клетки;
- 2 — ЭПС;
- 3 — везикулы с медиатором;
- 4 — молекулы медиатора;
- 5 — комплекс Гольджи;
- 6 — пустые везикулы



Основные этапы выброса медиатора из пресинаптического окончания



- 1 — потенциал действия, открывающий Ca²⁺-каналы;
- 2 — вход ионов Ca²⁺ в пресинаптическое окончание;
- 3 — ионы Ca²⁺, соединяющиеся с мембраной везикул;
- 4 — везикулы;
- 5 — взаимодействие везикулы с мембраной и выброс медиатора в синаптическую щель;
- 6 — снижение концентрации ионов Ca²⁺ в синаптическом окончании;
- 7 — митохондрия;
- 8 — ЭПС;
- o — ионы Ca²⁺,
- * — медиатор

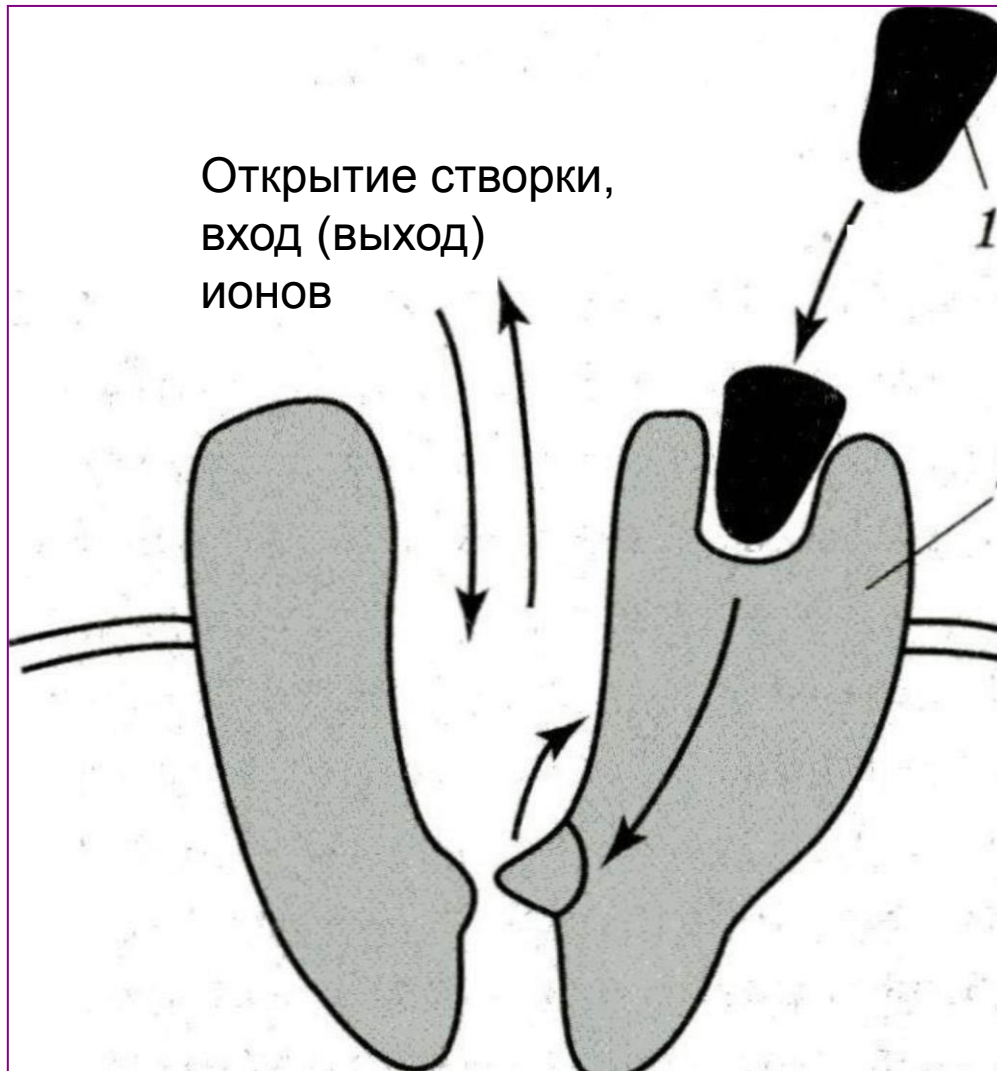


Открытие створки, вход
(выход) ионов

Схема строения и функционирования метаботропного рецептора:

- 1 — медиатор;
- 2 — рецептор;
- 3 — ионный канал;
- 4 — вторичный посредник;
- 5 — фермент;
- 6 — G-белок;
- ▶ — направление передачи сигнала

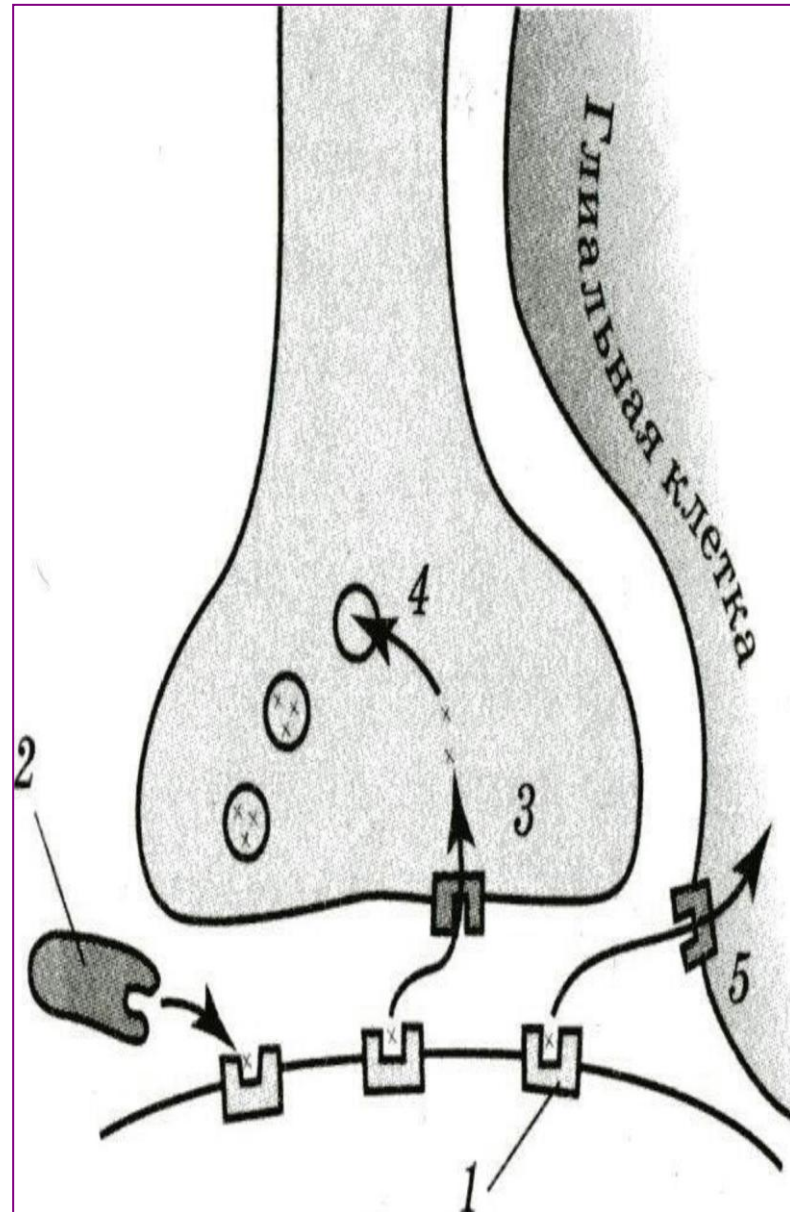
Схема строения и функционирования ионотропного рецептора



1 — медиатор; 2 — рецептор

Пути инактивации медиатора в синапсе

1 – рецептор на постсинаптической мембране,
2 – ферментативная деградация,
3 – обратный захват пресинаптической клеткой,
4 – синаптическая везикула,
5 – захват глиальной клеткой.



ТОРМОЖЕНИЕ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

Торможение – активный процесс, возникающий в нервной системе и приводящий к ослаблению или предотвращению возбуждения. Тормозное влияние центров головного мозга впервые было показано в 1863 году И.М.Сеченовым.

Основные виды торможения.

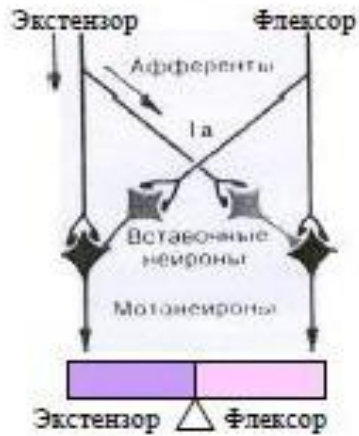
Первичное торможение является результатом деятельности тормозных нейронов (Дж.Экклс, 1963). Выделяют пре- и постсинаптическое торможение.

Вторичное (пессимальное) торможение (Н.Е.Введенский, 1982) возникает при высокочастотной и длительной активности возбуждающих нейронов, при которой развивается кратковременная синаптическая депрессия, связанная с истощением резерва доступного медиатора.

Торможение в нервных центрах – возвратное, латеральное, параллельное и прямое (реципрокное).

ВИДЫ ТОРМОЖЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

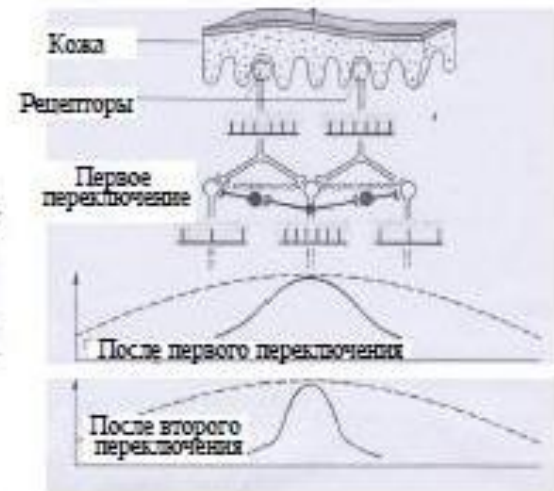
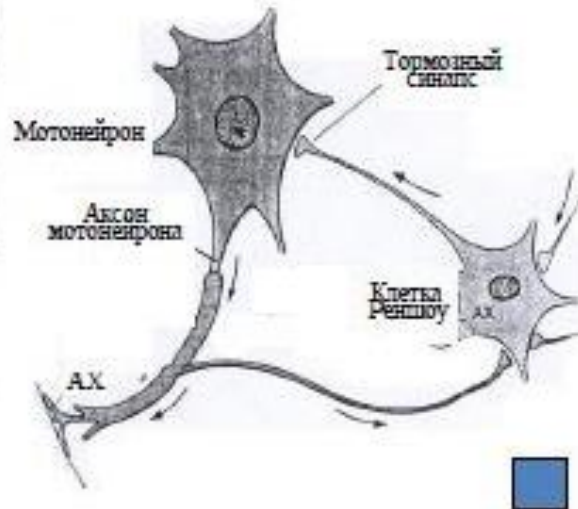
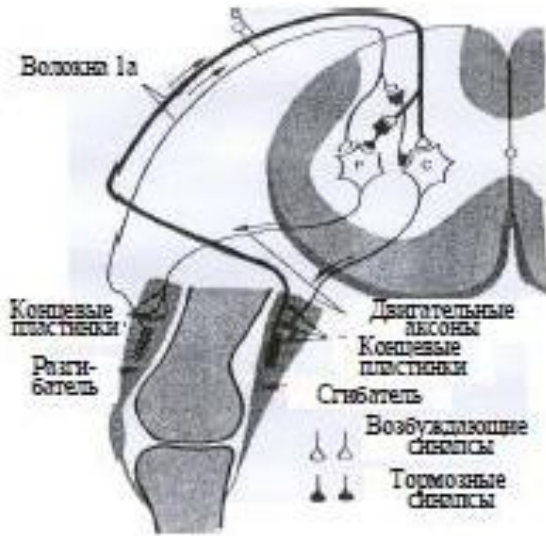
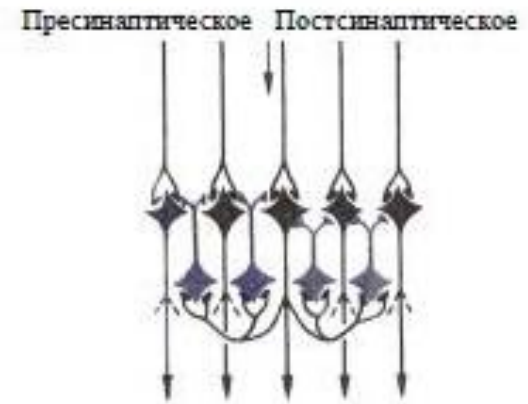
Реципрокное торможение



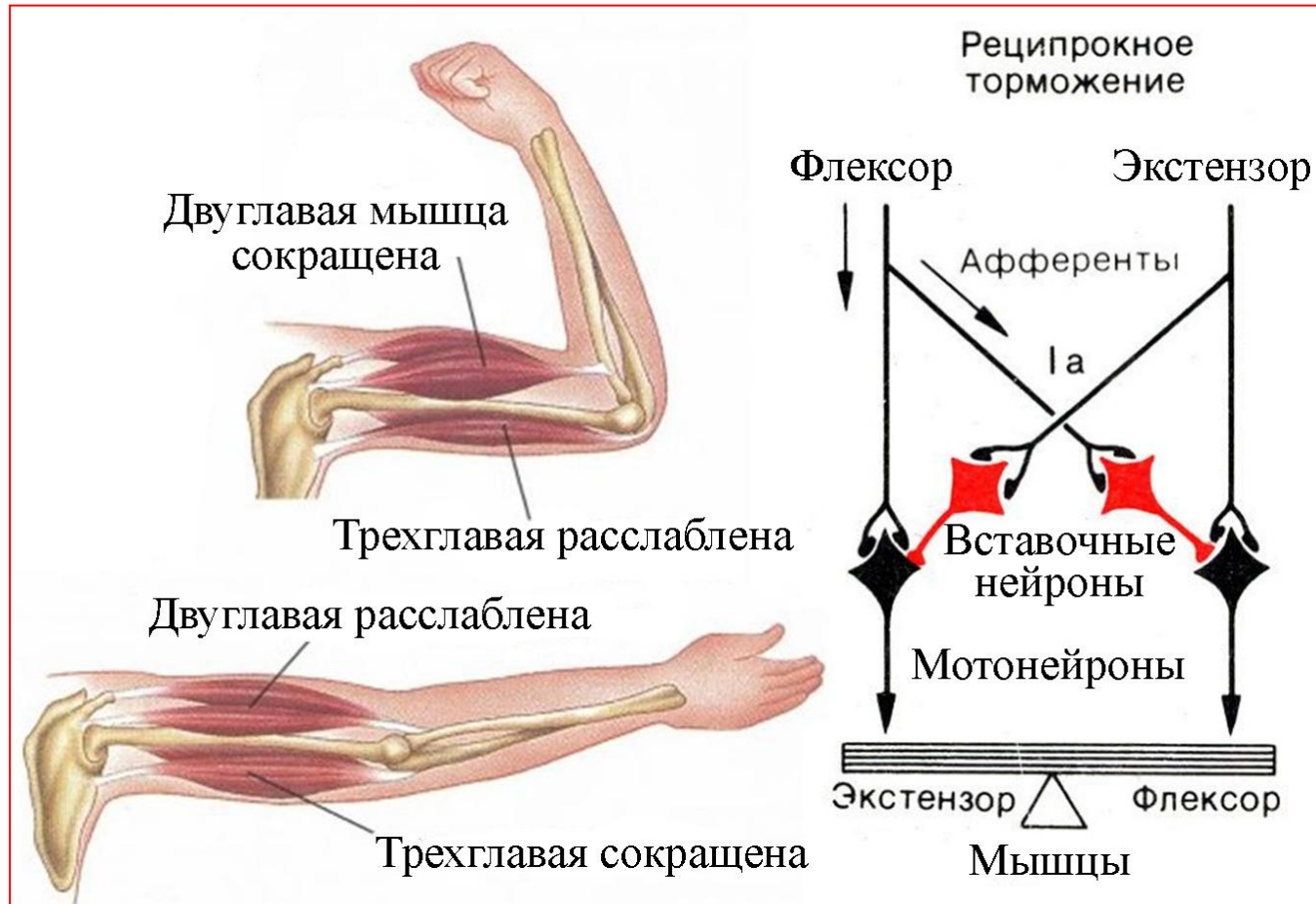
Торможение Реншоу



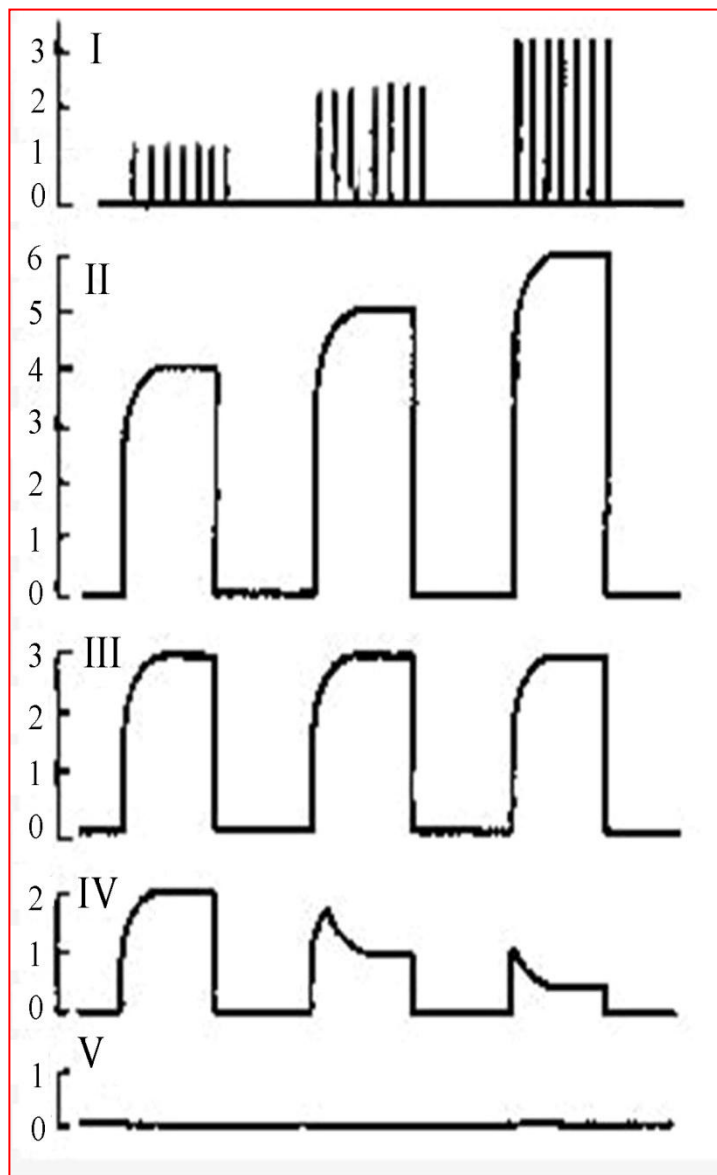
Латеральное торможение



Первичное торможение на примере регуляции работы мышц-антагонистов



Фазы парабриоза по Введенскому



I – серии раздражений разной силы (слабые, средние, сильные);
II–IV – ответные реакции на них:
II – до парабриоза,
III – уравнивательная фаза,
IV – парадоксальная фаза,
V – тормозная фаза

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЫШЦ

Виды мышц. Поперечно-полосатые (скелетная, сердечная) и гладкие мышцы (составляют около 50% массы тела).

Физические свойства мышц. Эластичность и упругость, напряжение (тонус), пластичность (неупругая эластичность).

Физиологические свойства мышц. Возбудимость, автоматия (гладкие и сердечная мышца), проводимость, сократимость.

Основные функции мышц. Формирование позы и перемещение тела в пространстве, насосная функция сердца и сосудистый тонус, дыхание и бронхиальный тонус; передвижение содержимого полых органов(перистальтика, тонус сфинктеров) выработка тепла; депо гликогена, резерв белков и воды, механическая защита внутренних органов

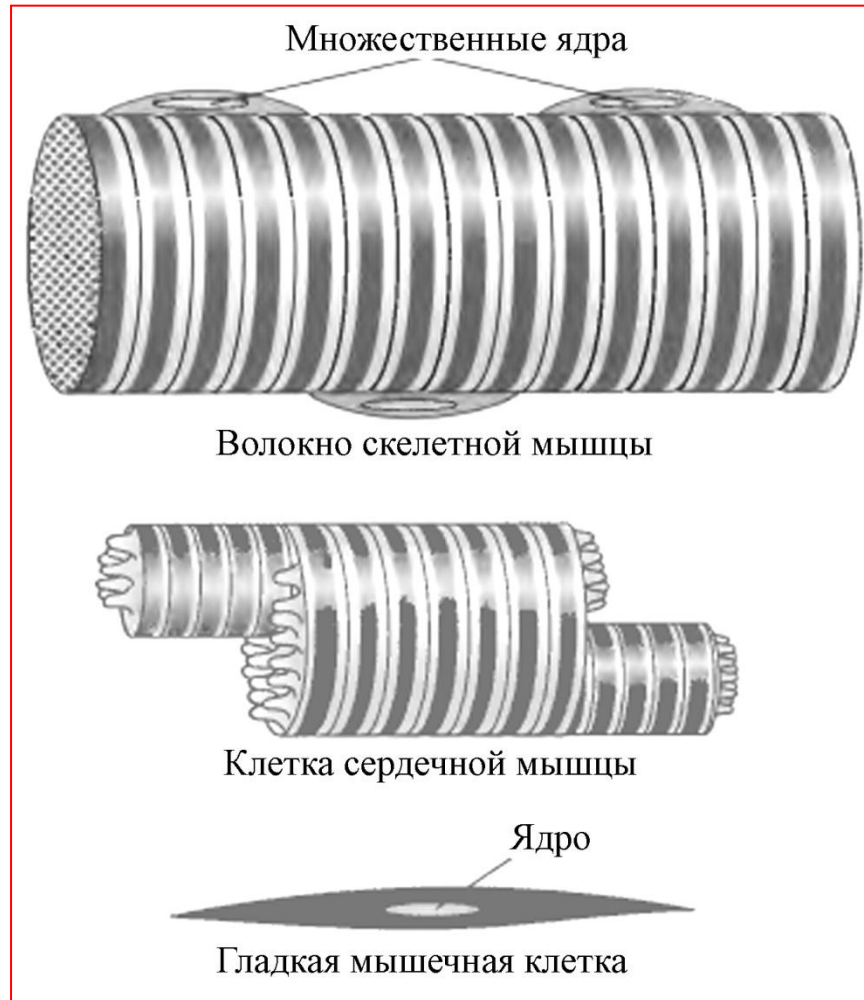
Структурно-функциональная характеристика мышечных волокон

Мышечное волокно – сократительная единица скелетной мышцы (диаметр 10 – 100 мкм, длина 5 – 18 см, 10^{4-6} волокон в мышце) состоит из миосимпласта и стволовых клеток – сателлитов (камбиальный резерв), окруженных базальной мембраной. Благодаря стволовым клеткам мышцы способны к физиологической и репаративной регенерации.

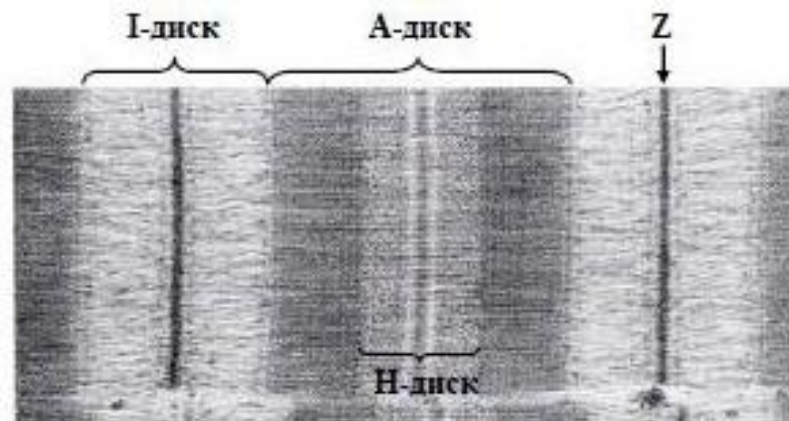
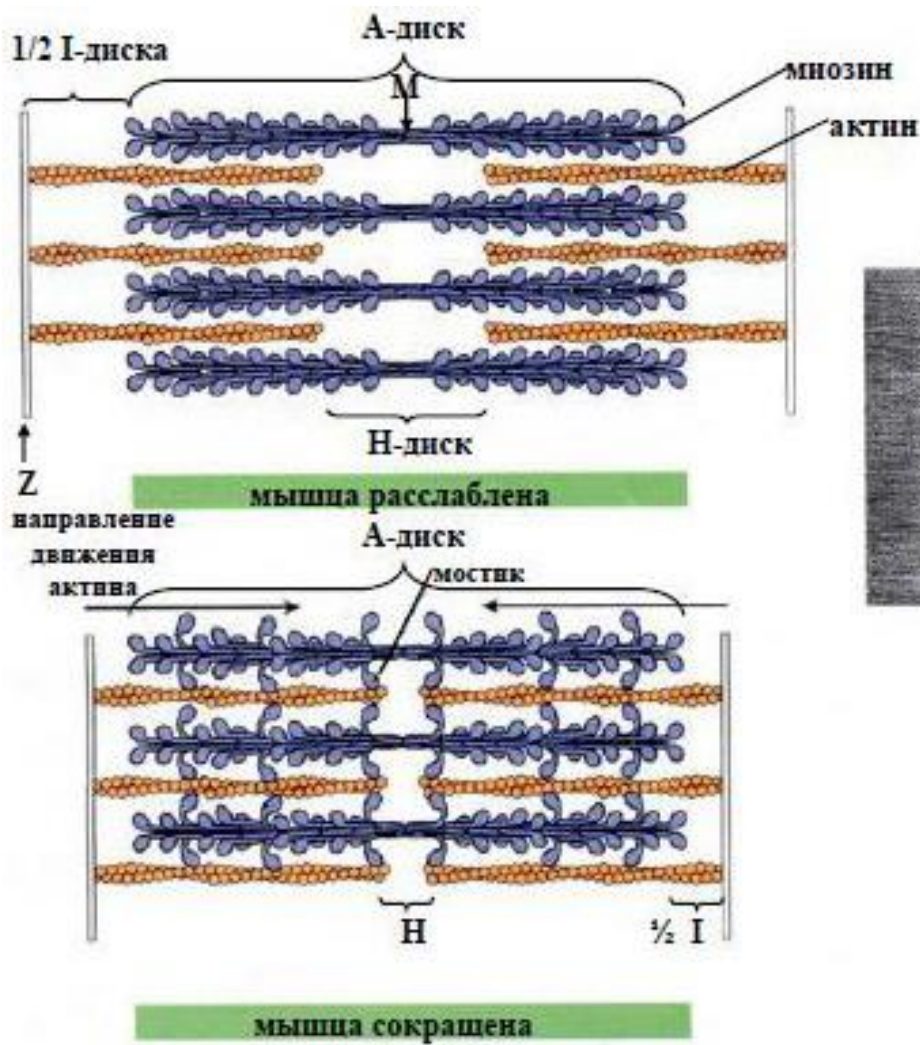
Миофибриллы – сократительный аппарат мышечных волокон, расположены в миосимпласте (1 -2 тыс.миофибрилл составляют около 50% объема волокна; диаметр примерно 1мкм, длина равна длине волокна).

Саркомер - сократительная единица миофибриллы (диаметр примерно 1мкм, длина 2 – 3мкм). Саркомер состоит из протофибрилл или миофиламентов (около 3000 в саркомере. Протофибриллы содержат сократительные (актин и миозин) и регуляторные белки (тропонин и тропомиозин)

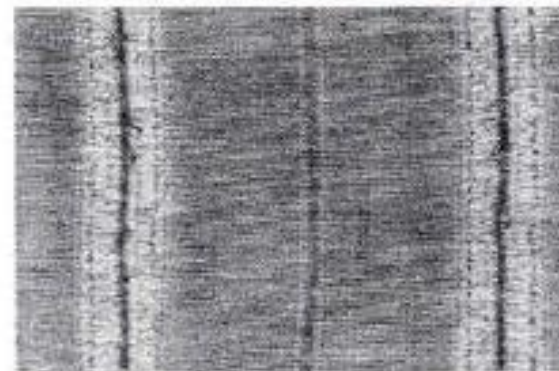
Строение мышечных волокон



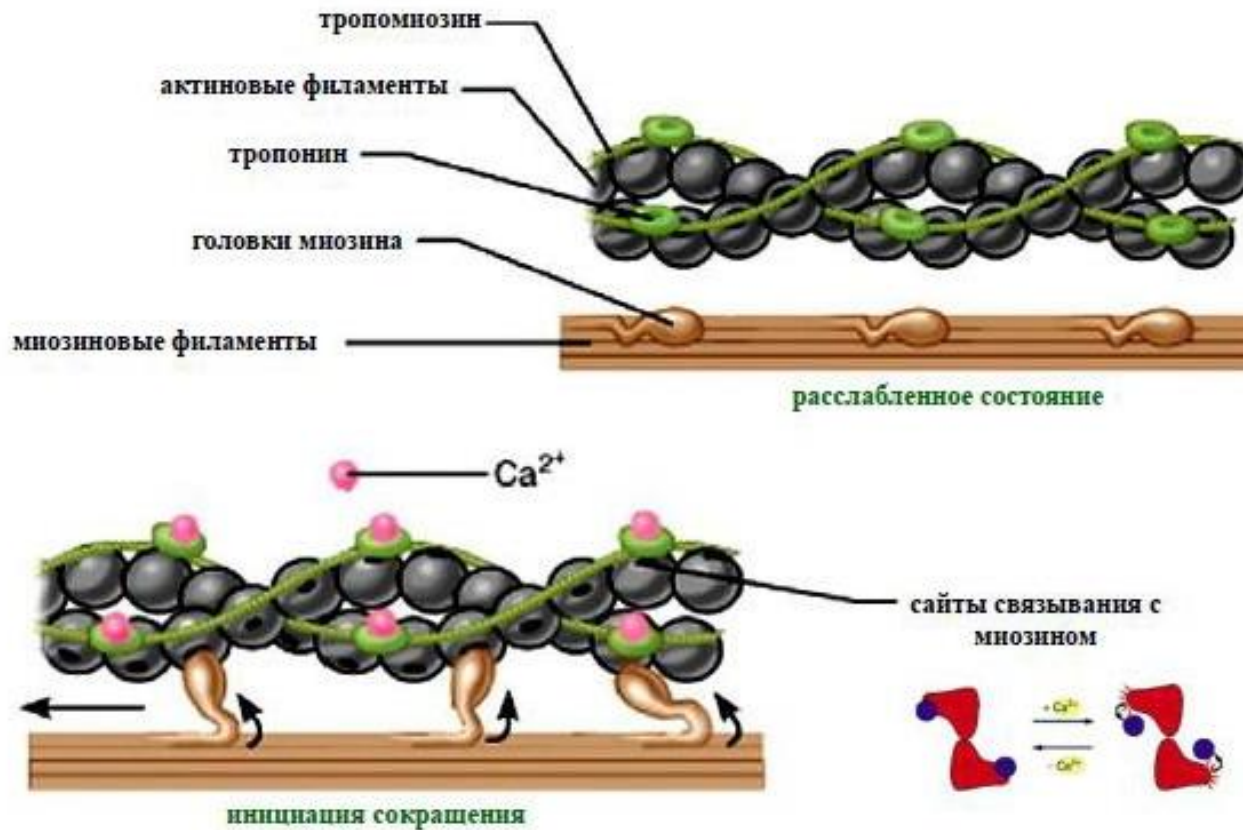
Изменения саркомера при сокращении



↓ сокращение



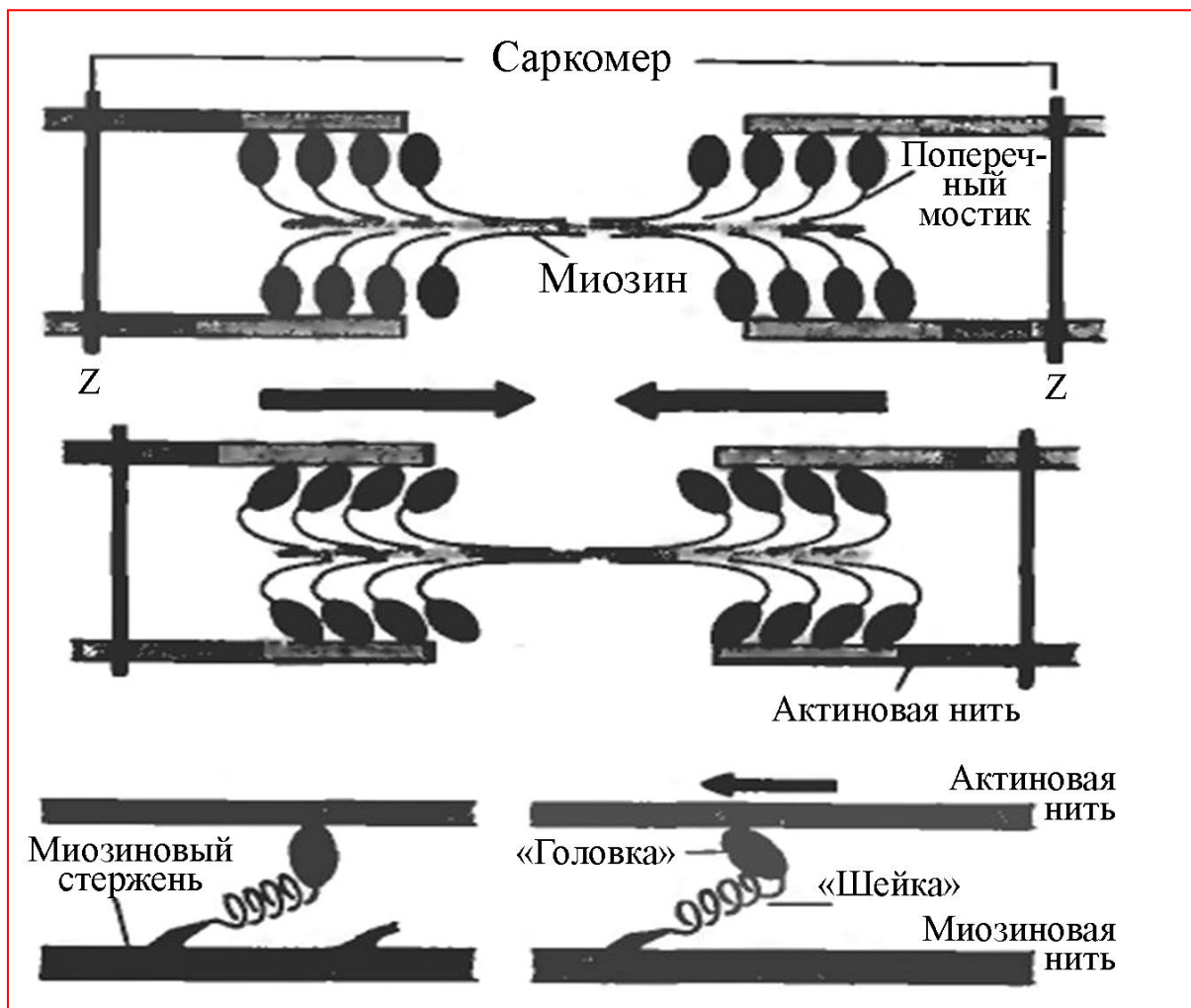
Регуляторная роль тропомиозина и тропонина



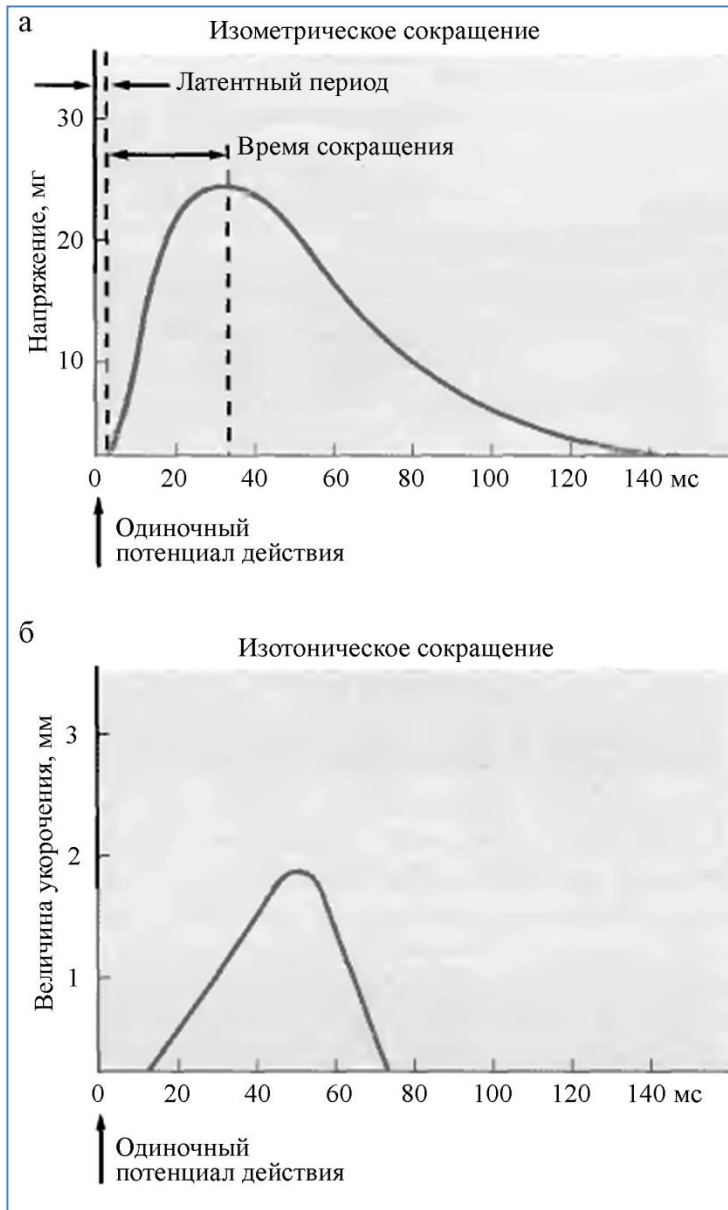
В **расслабленном** состоянии тропонин частично блокирует сайты связывания с миозином, находящиеся на актиновых филаментах.

Сокращение начинается когда ионы Ca²⁺ связываются с тропонином. Это открывает сайты связывания с миозином на актиновых филаментах.

Модель механизма сокращения



ТИПЫ СОКРАЩЕНИЙ



Изометрическое (изменяется тонус),
изотоническое (изменяется длина) и
ауксотоническое (изменяются длина и
тонус) сокращения.

Фазы одиночного сокращения:
латентная, сокращения и
расслабления.

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ЦНС

В ЦНС входят **спинной и головной мозг**.

СПИННОЙ МОЗГ расположен в позвоночном канале, имеет сегментарное строение. От каждого сегмента отходят по две пары передних и задних корешков, которые соответствуют одному позвонку. Задние корешки образованы афферентными нейронами, передние эфферентными.

Эфферентные нейроны делятся на управляющие работой скелетных мышц и функциями внутренних органов. Спинной мозг состоит из 4-х отделов: шейный, грудной, поясничный и крестцовый.

Функции: сгибание и разгибание конечностей, поддержание определенной позы, изменение работы кишечника, мочевого пузыря, кровеносных сосудов и других внутренних органов.

ГОЛОВНОЙ МОЗГ имеет сложное строение и состоит из отделов: задний мозг, включающий продолговатый мозг и мост мозга, средний мозг, мозжечок, промежуточный мозг (таламус, гипоталамус, эпиталамус), передний мозг (подкорковые ядра и кора больших полушарий).

Задний мозг – древняя область головного мозга. Здесь проходят восходящие и нисходящие нервные пути, находятся жизненно важные нервные центры.

Средний мозг отвечает за сложную координацию движений, регуляцию эмоционального поведения.

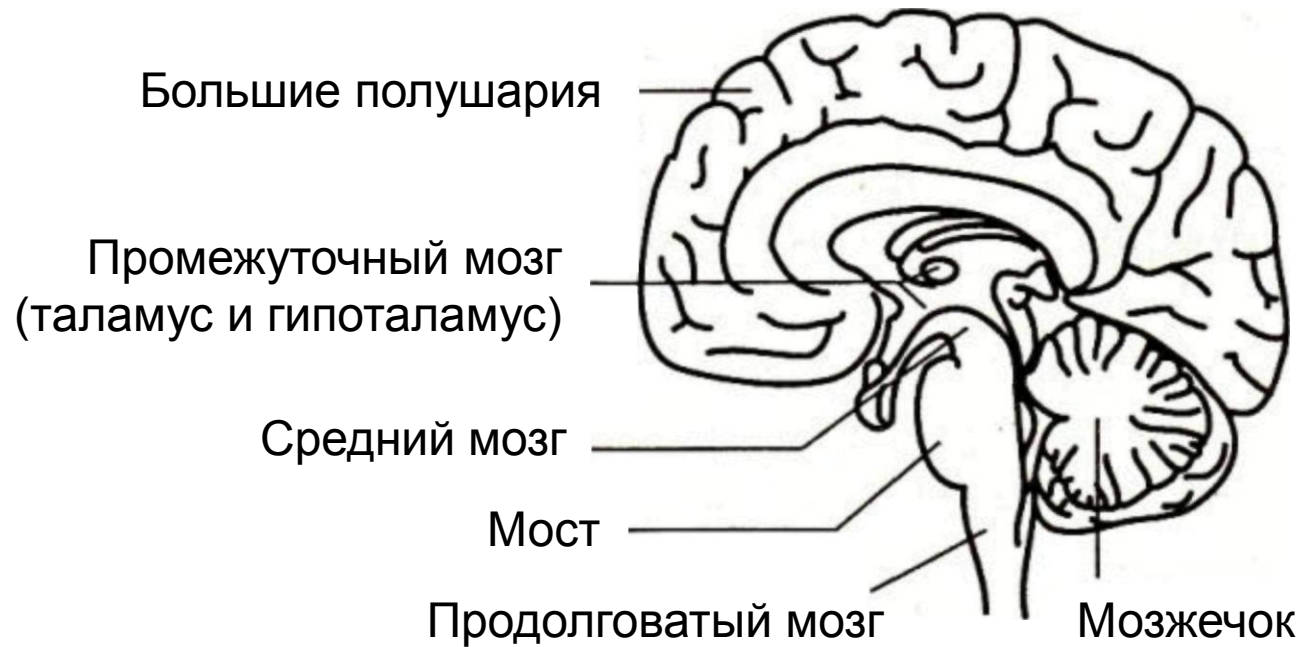
Мозжечок расположен над продолговатым мозгом и мостом мозга. Главная функция – координация движения.

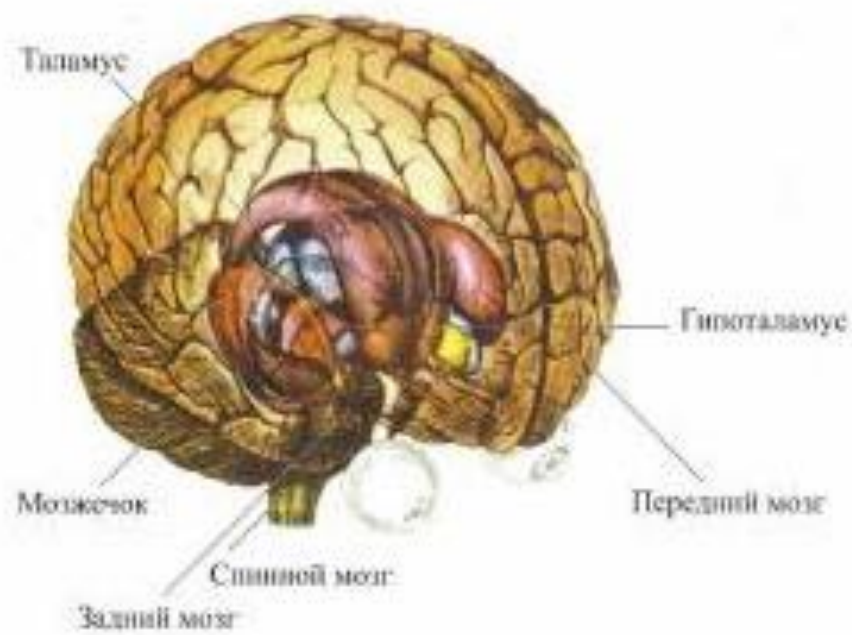
Промежуточный мозг – таламус (зрительный бугор) и гипоталамус. Все афферентные сигналы могут попасть в кору больших полушарий только через зрительный бугор. Центр болевых ощущений. Сложные двигательные рефлексy – глотание, жевание контролируются этим отделом.

Гипоталамус состоит из большого числа нейронов, управляющих всеми жизненно важными функциями организма.

Передний мозг включает подкорковые образования и кора больших полушарий.

Основные отделы головного мозга





Пример рефлекторной функции спинного мозга

a — дуга сгибательного (защитного) рефлекса; *b* — дуга перекрестного разгибательного рефлекса; *в* — коленные суставы с мышцами; Γ — сегмент спинного мозга; *I* — раздражение кожных рецепторов;

2 — афферентный путь (\uparrow);
3 — эфферентные пути (\downarrow) от α -мотонейронов центров сгибания (С) и разгибания (Р).

Вставочные нейроны:

● — тормозные,
○ — возбуждающие

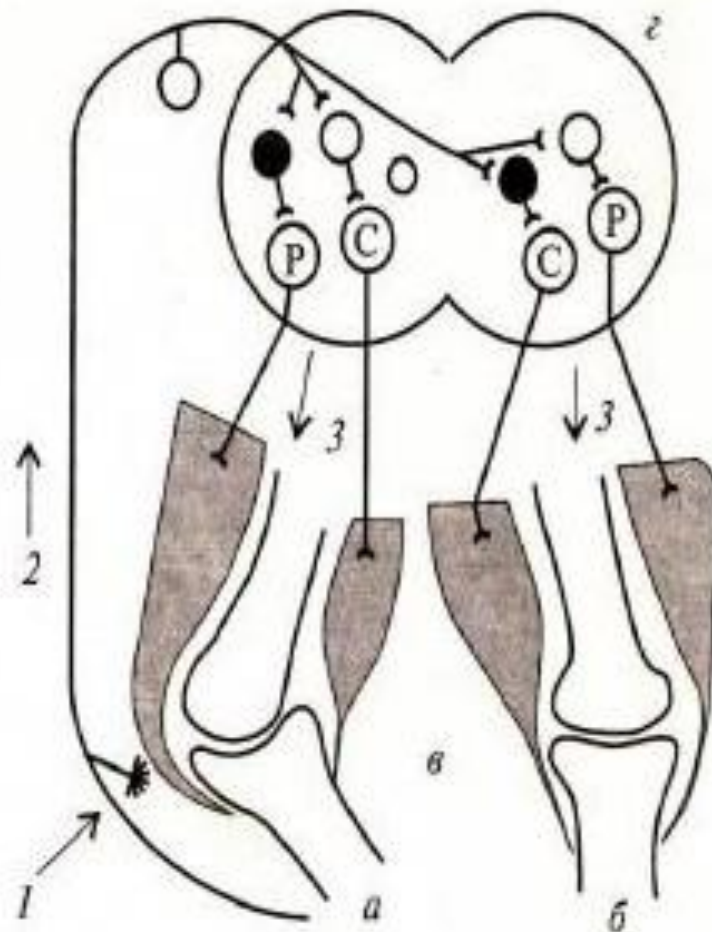
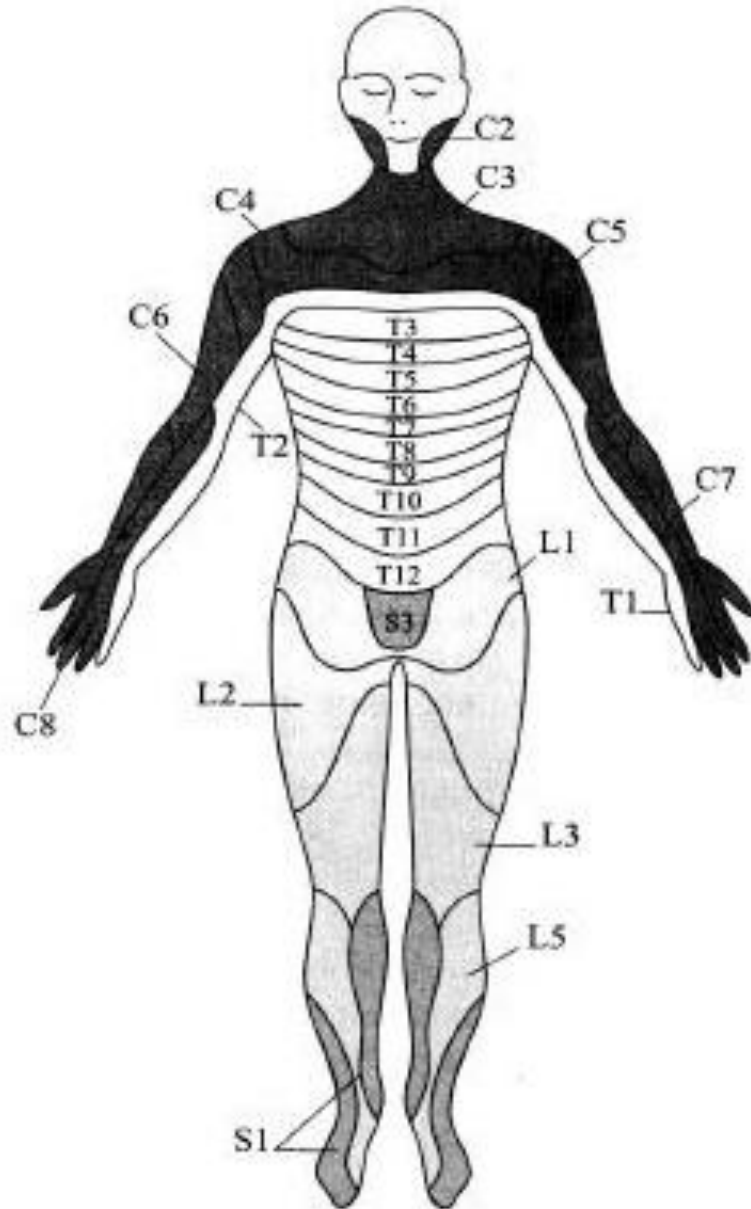
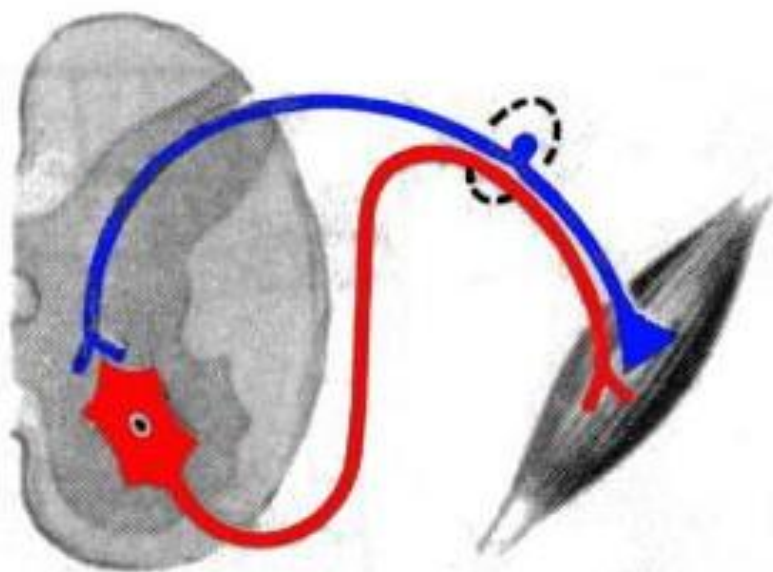
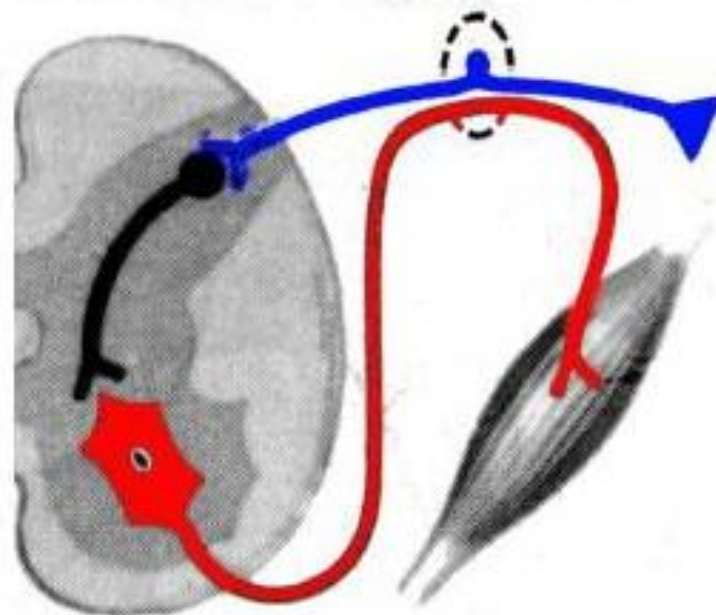


Схема сегментарной чувствительности человека

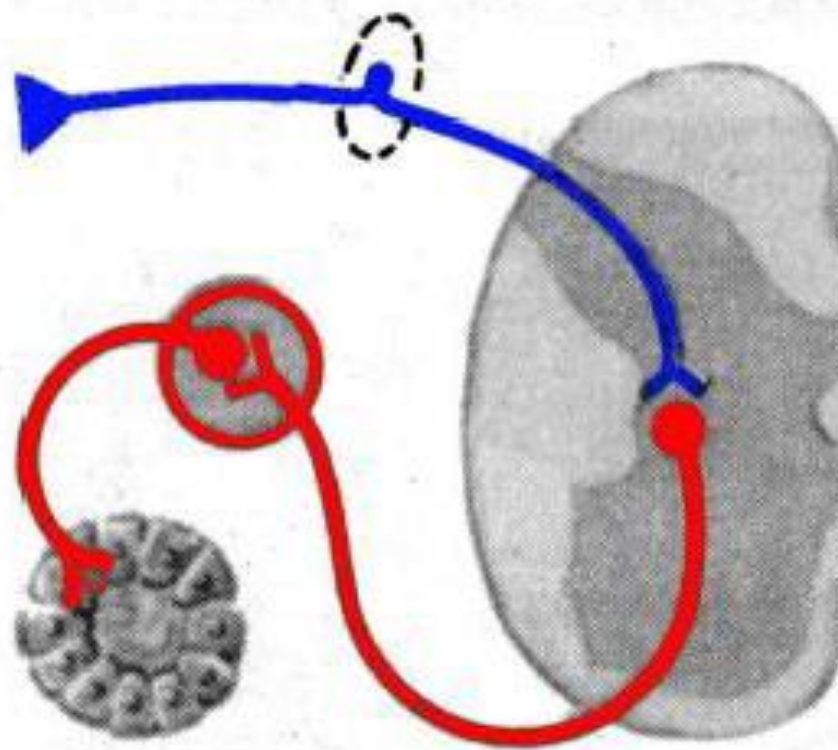




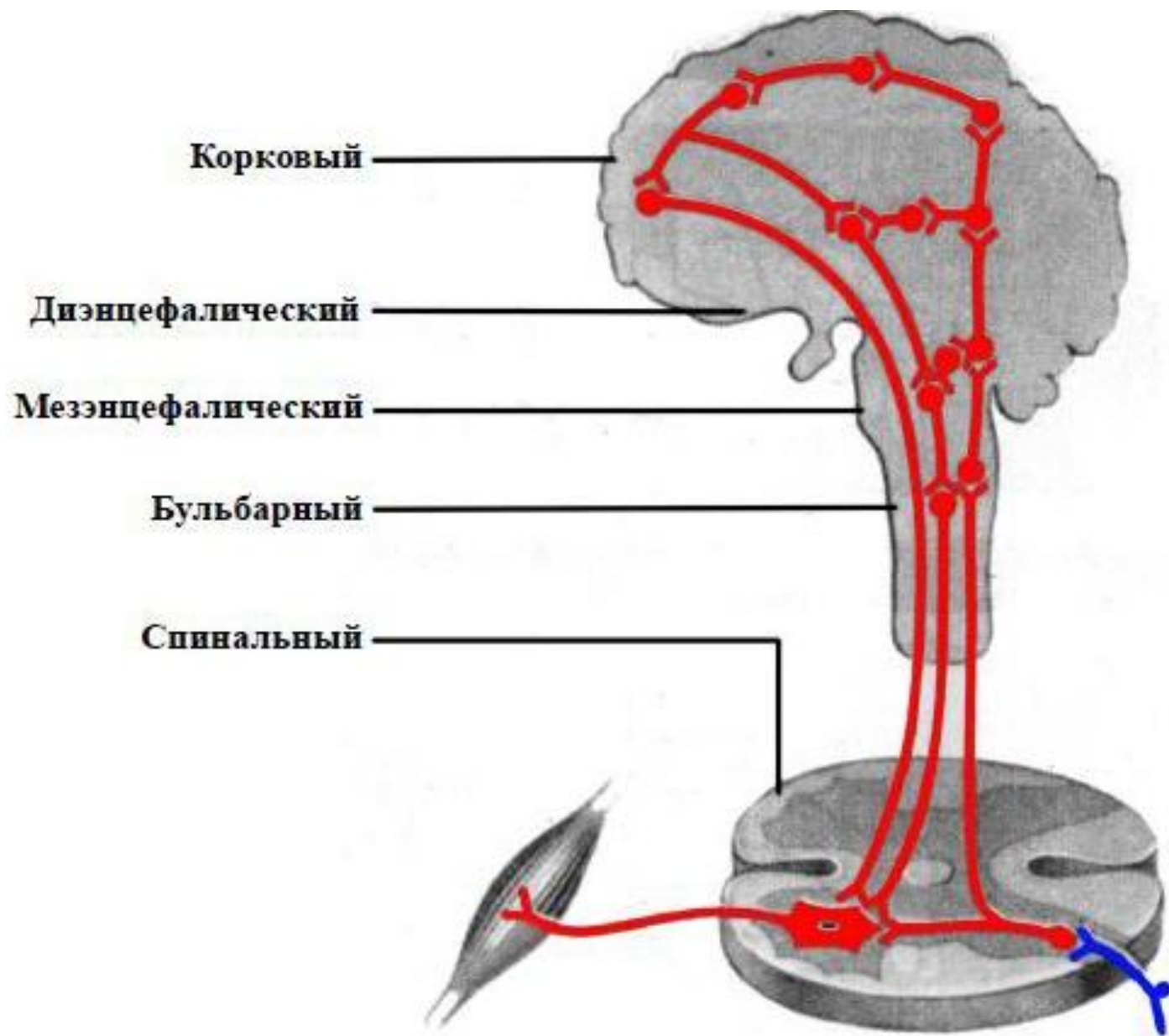
**Моносинаптическая соматическая
рефлекторная дуга**



**Полисинаптическая соматическая
рефлекторная дуга**



Вегетативная рефлекторная дуга



Уровни «многоэтажной» рефлексорной дуги

НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА

Основная функция нервных волокон – проведение импульсов (ПД), возникающих в нейроне. Трофическая функция.

Имеется **два типа** нервных волокон: миелиновые и безмиелиновые.

Отдельное **миелиновое волокно** состоит из осевого цилиндра, покрытого миелиновой оболочкой, образованной глиальной клеткой.

Миелин состоит на 80% из липидов и на 20% из белков.

Миелиновая оболочка через равные промежутки (0,5 – 2,0 мм) прерывается, образуя свободные от миелина участки – узловые **перехваты Ранвье**. Миелиновая оболочка нервных волокон выполняет изолирующую функцию.

Скорость распространения потенциала действия по волокну зависит от его диаметра. По скорости проведения возбуждения нервные волокна делят на три группы: А, В, С.

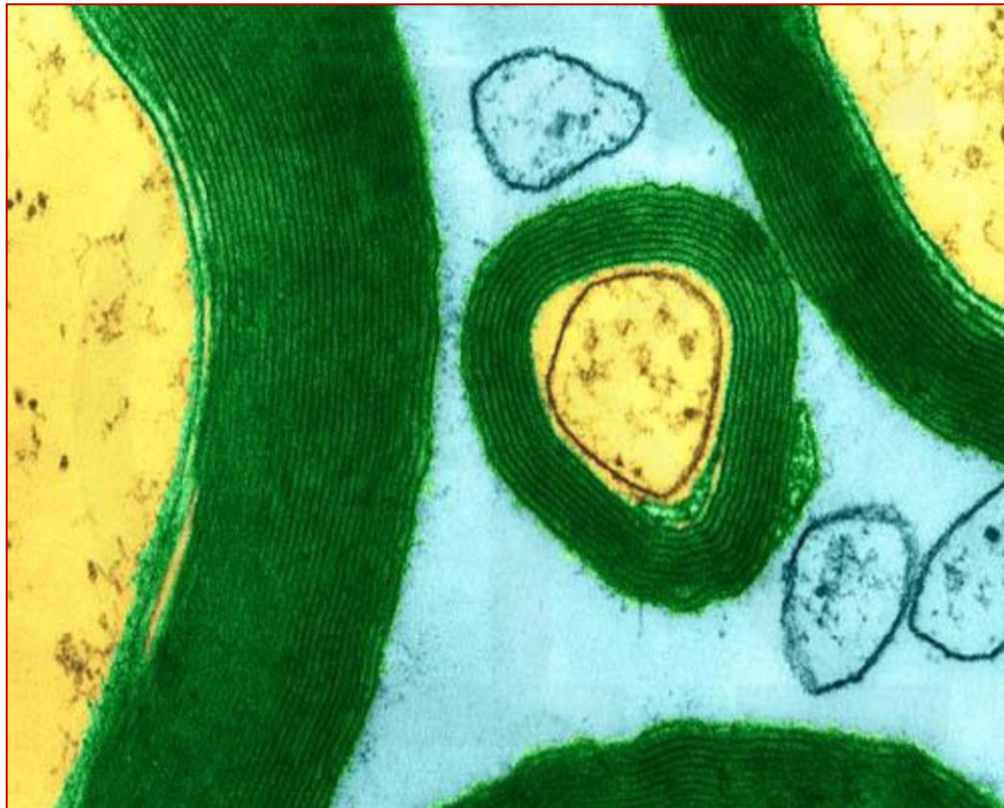
ЗАКОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ

Анатомическая непрерывность.

Физиологическая целостность.

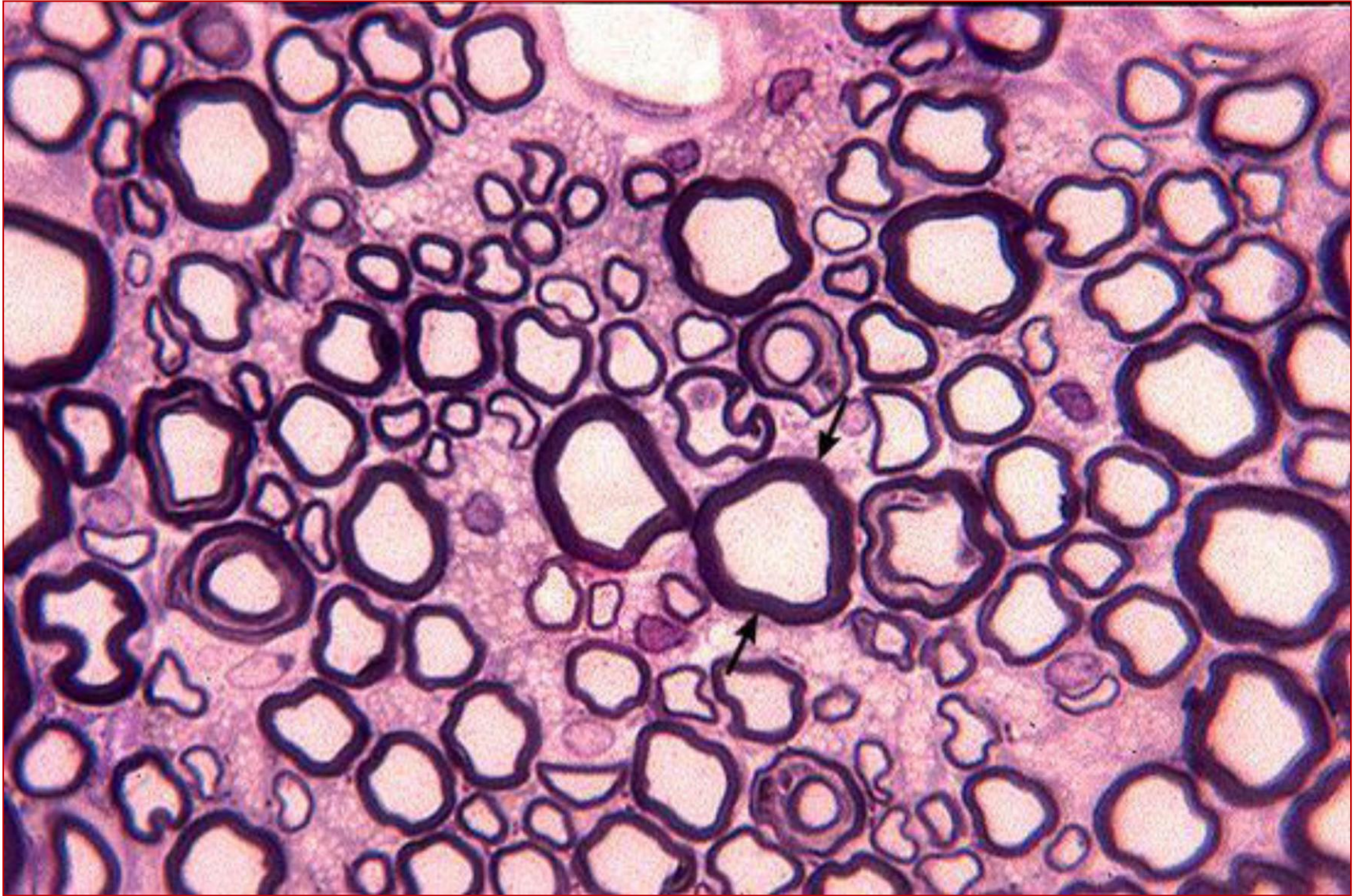
**Изолированное проведение возбуждения по
отдельному нервному волокну в нервном стволе.**

Двустороннее проведение.

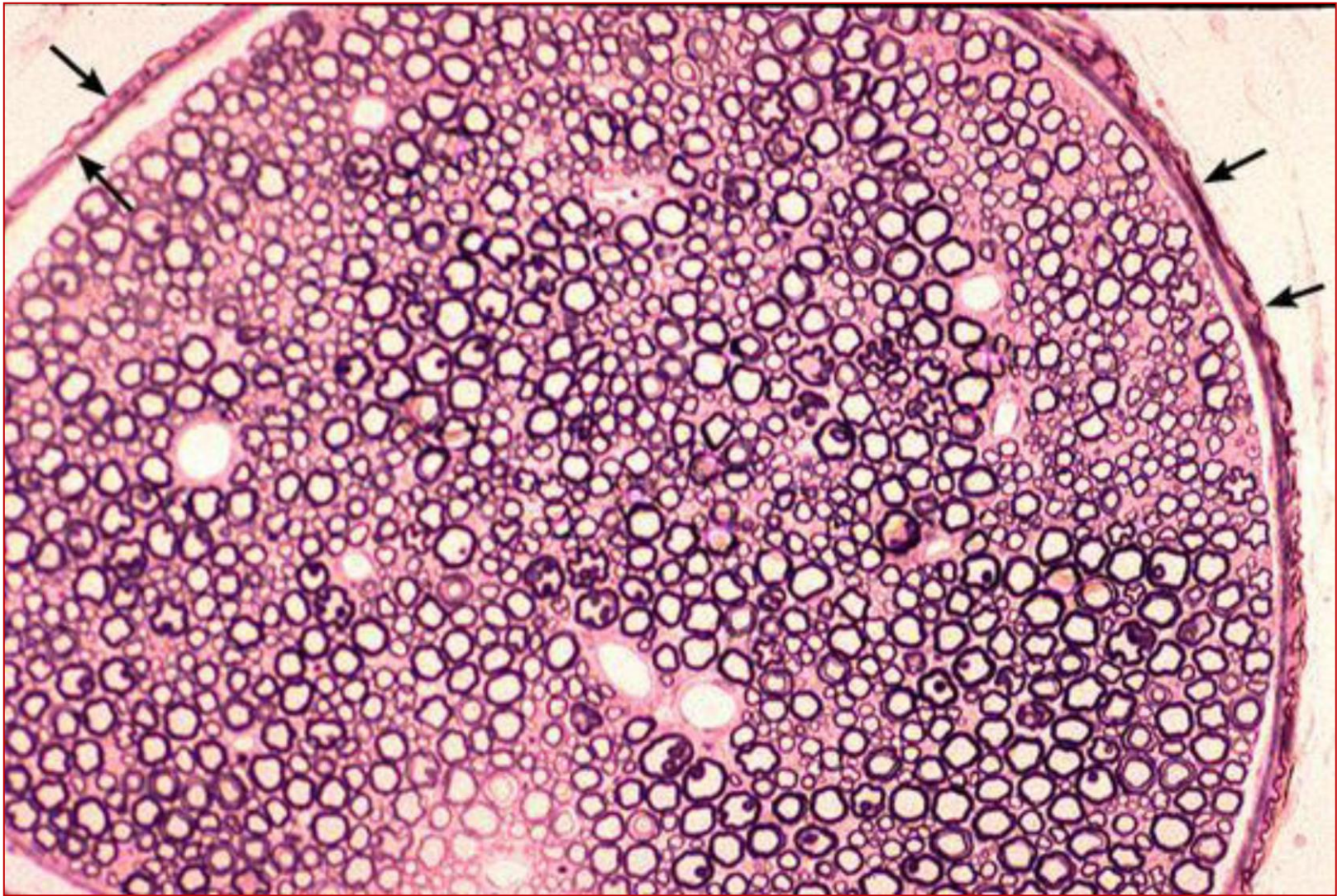


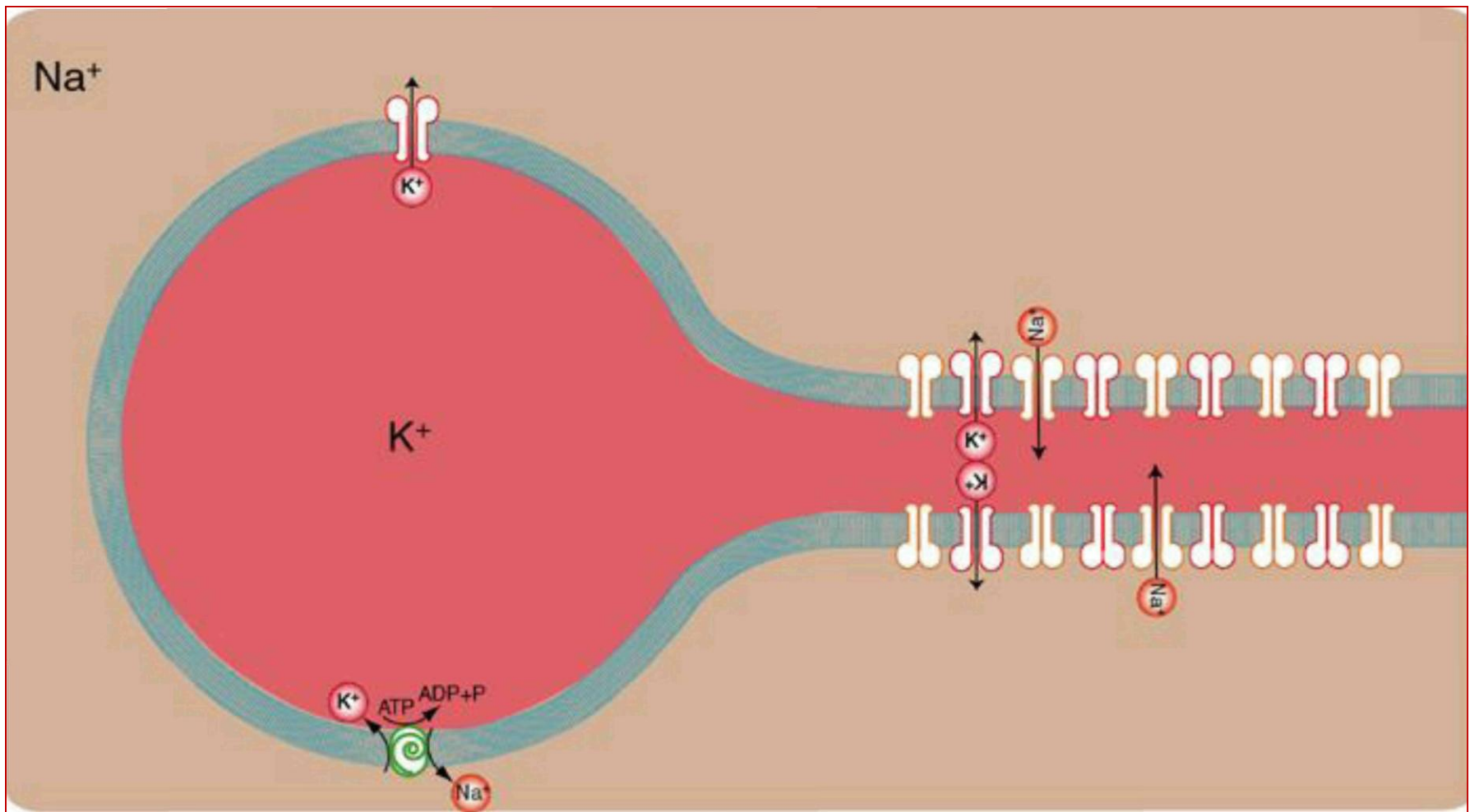
Миелин

Миелинизированные нервные волокна



Нервный ствол

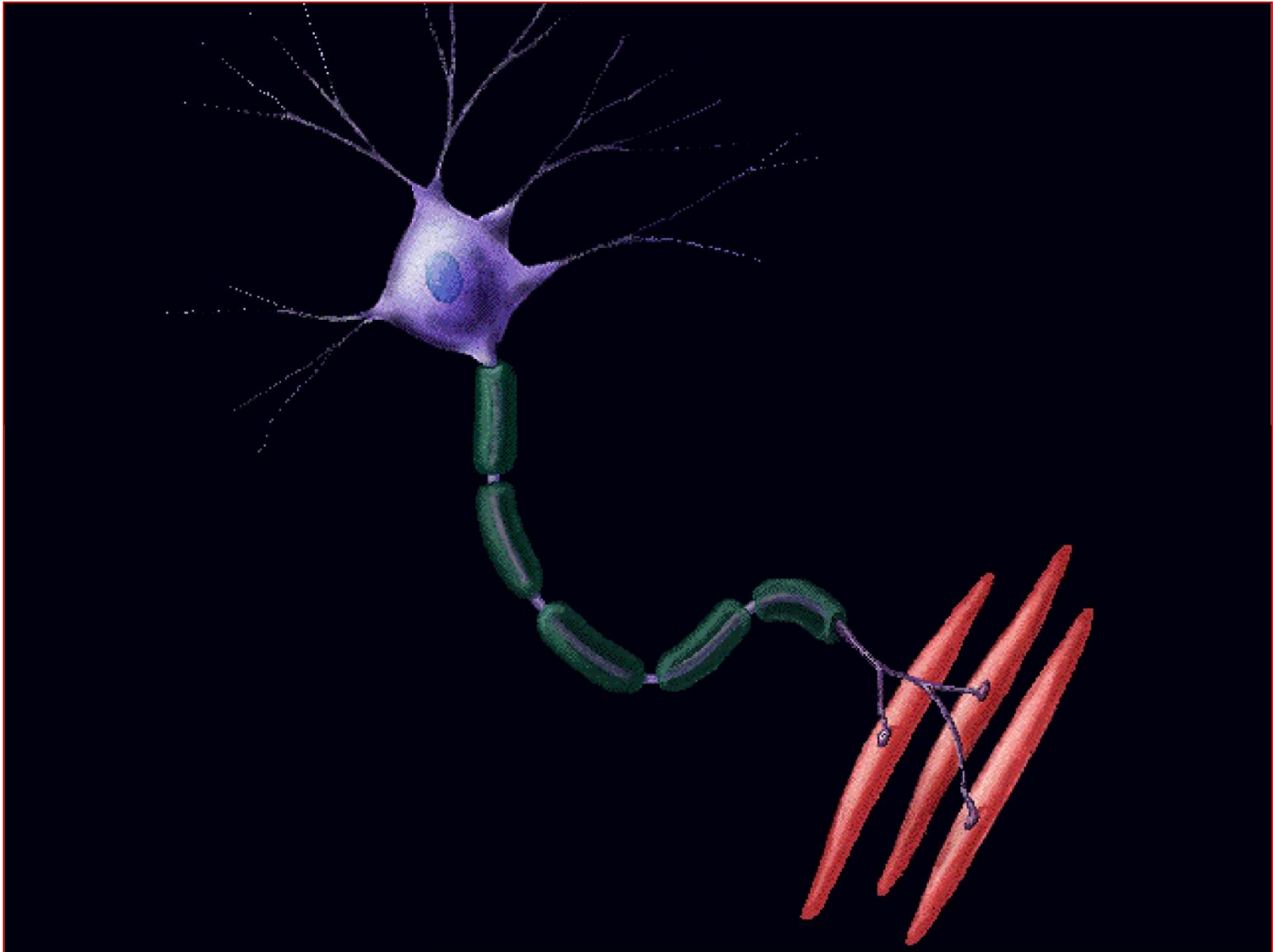




Тело нейрона

аксон

Двигательный нейрон управляет мышечными волокнами



ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМ РЕГУЛЯЦИИ

ГУМОРАЛЬНАЯ СИСТЕМА:

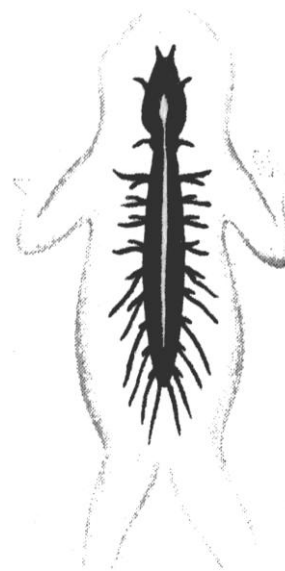
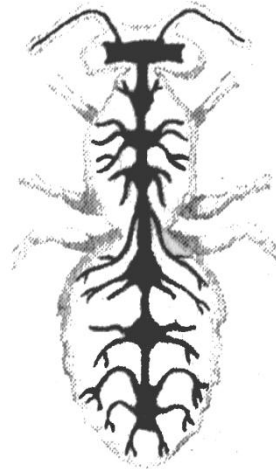
Аутокринная регуляция

Паракринная регуляция

Гемальные области

Эндокринные железы

Нейроэндокринная регуляция



НЕРВНАЯ СИСТЕМА:

Нейронные сети

Цепочечная

узловая

трубчатая

Централизация

Краниализация

Рефлекторная дуга:

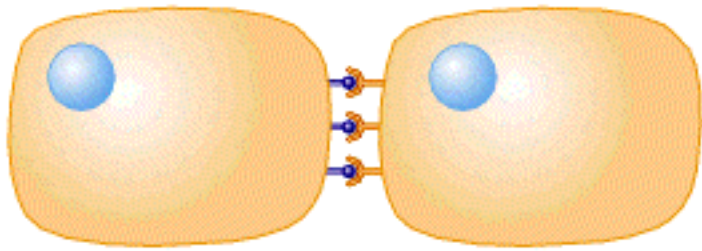
соматическая

вегетативная

с гуморальным звеном

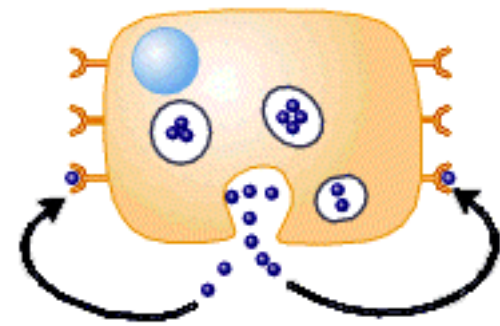
Сравнение нервной и эндокринной регуляции

Свойства	Нервный рефлекс	Эндокринный рефлекс
Специфичность	Каждый нейрон оканчивается на единственной клетке-мишени или группе клеток.	Большинство клеток тела контактирует с гормоном, но ответ зависит от наличия рецепторов к гормону.
Природа сигнала	Электрический сигнал по нейрону с химическим нейромедиатором передачи от клетки к клетке; в некоторых случаях передача сигнала через клеточные соединения.	Химические сигналы секретируются в кровь и распространяются по всему телу.
Скорость	Очень высокая (мсек).	Распространение сигнала и прекращение ответа значительно дольше, чем нервным путем.
Длительность действия	Обычно очень короткая. Более длительный ответ опосредуется нейромодуляторами.	Длительность действия, обычно, значительно больше.
Кодирование интенсивности стимула	Каждый сигнал идентичен по силе. Интенсивность стимула определяется изменением частоты сигналов.	Интенсивность стимулов определяется количеством секретируемого гормона.



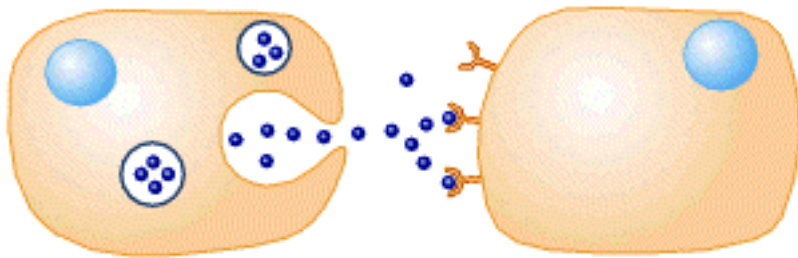
Сигнализирующая клетка Блилежащая клетка-мишень

Креаторные связи



Сайты-мишени на той же самой клетке

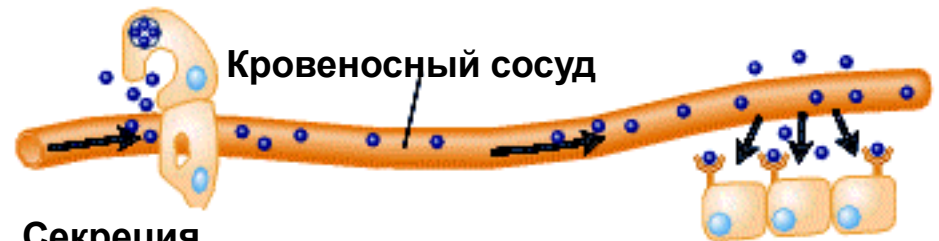
Аутокринные влияния



Секреторная клетка

Блилежащая клетка-мишень

Паракринные влияния

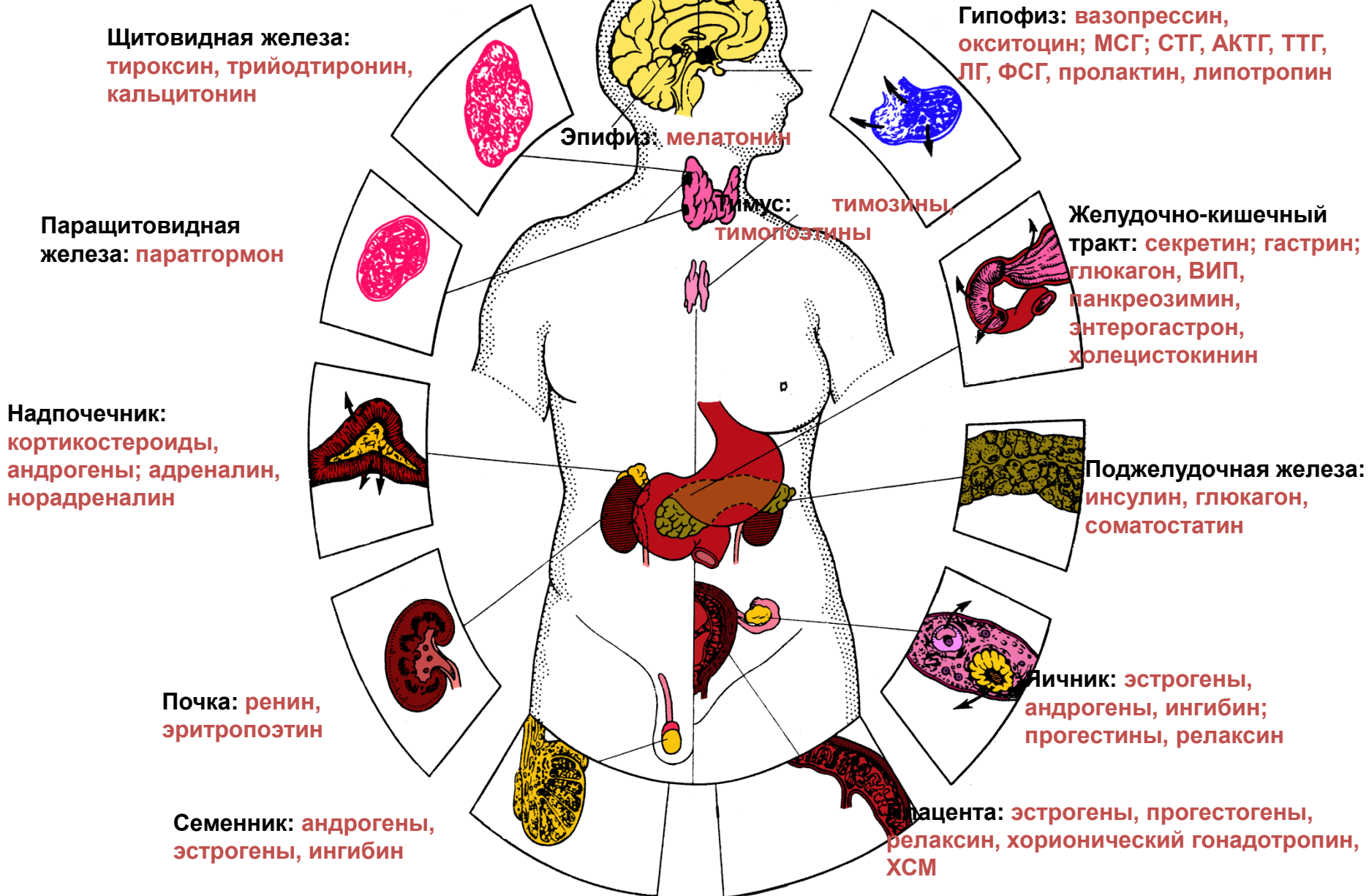


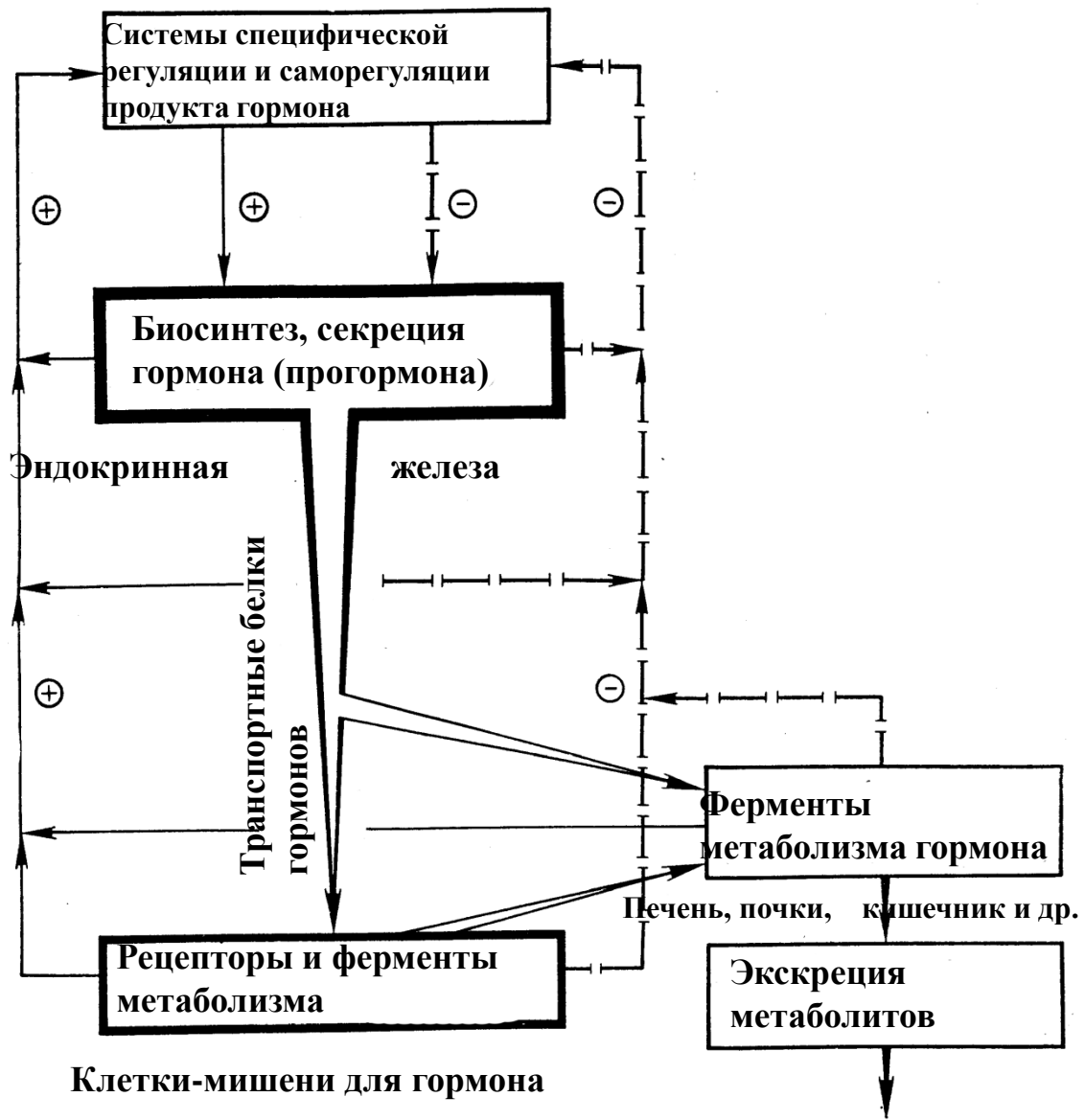
Секретия гормона из эндокринных желез в кровь

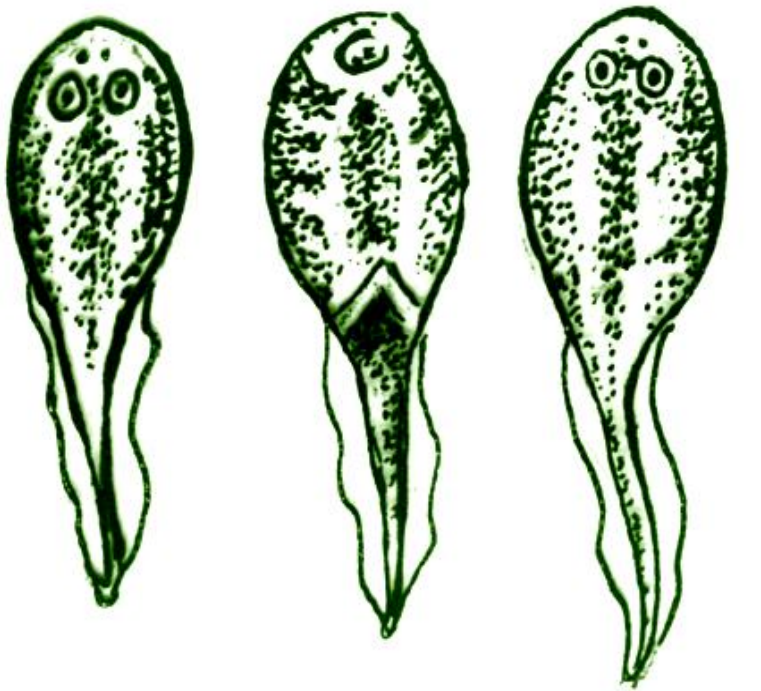
Удаленные клетки-мишени

Эндокринные влияния

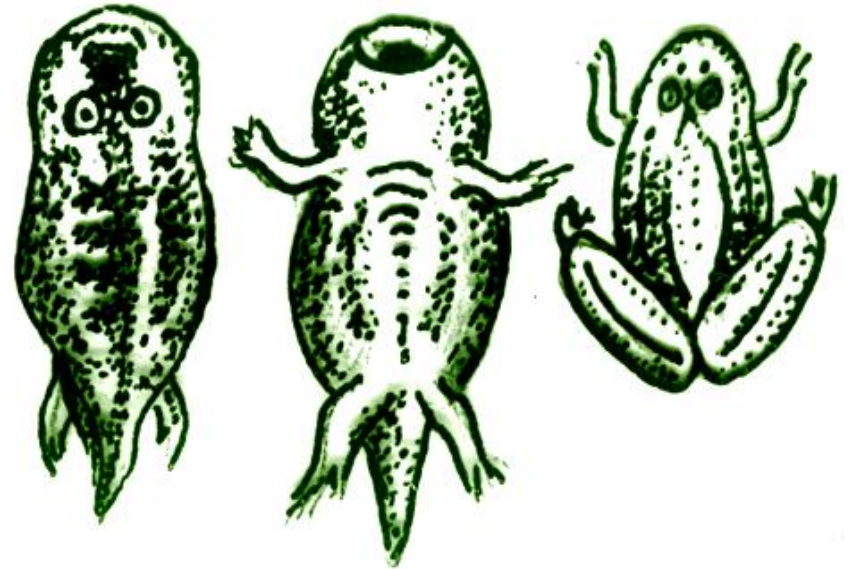
Гипоталамус : гипофизотропные гормоны (либерины и статины)





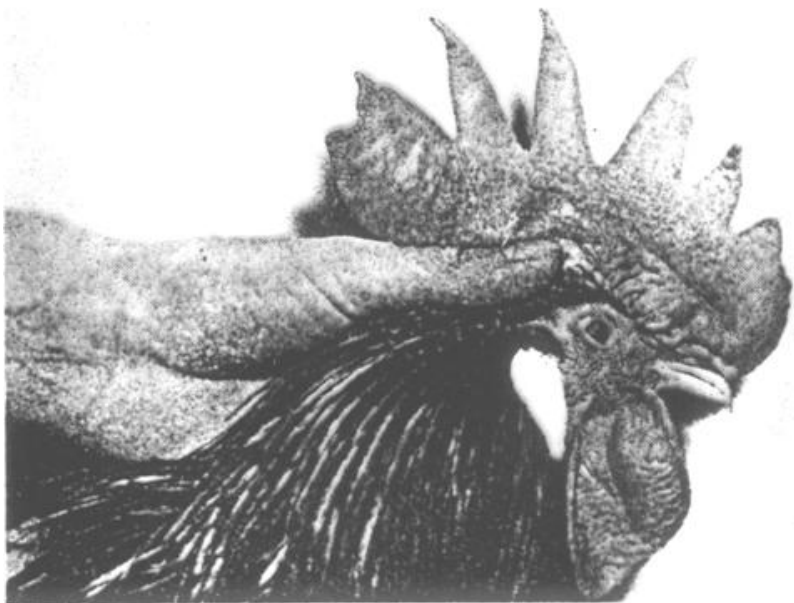


Контроль



После введения тироксина

Эффекты тиреоидных гормонов на общее развитие амфибий



Контроль



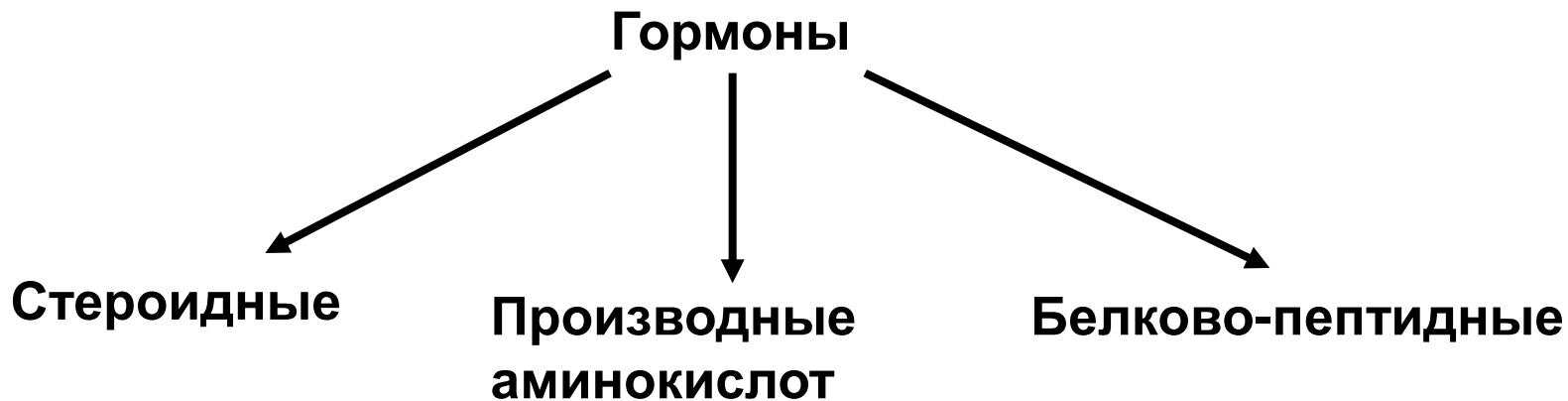
Петух через 30 дней после гипофизэктомии



Гипофизэктомированный петух, которому в течение 8 дней вводили ЛГ

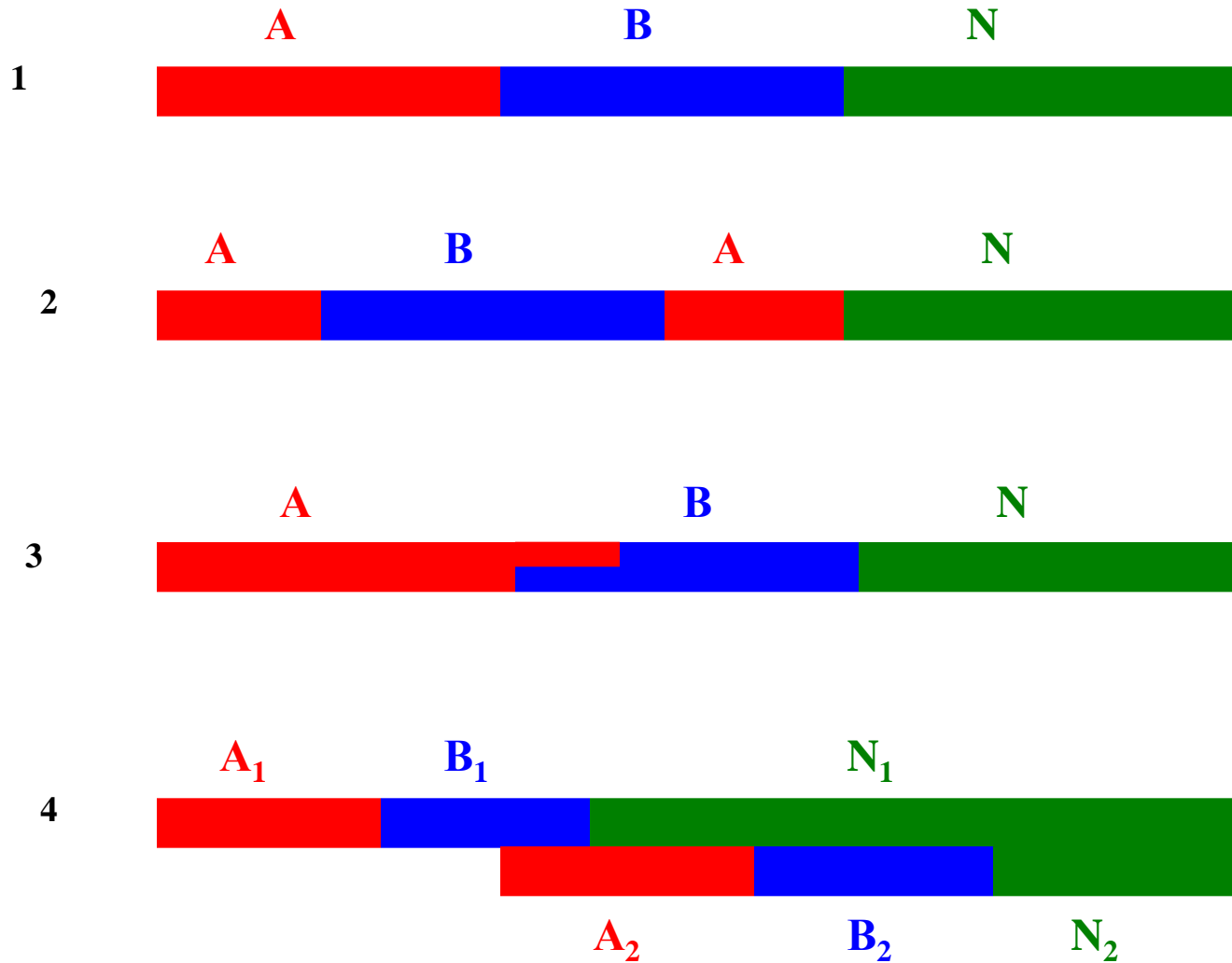


Петух через 14 месяцев после гипофизэктомии



Классификация гормонов

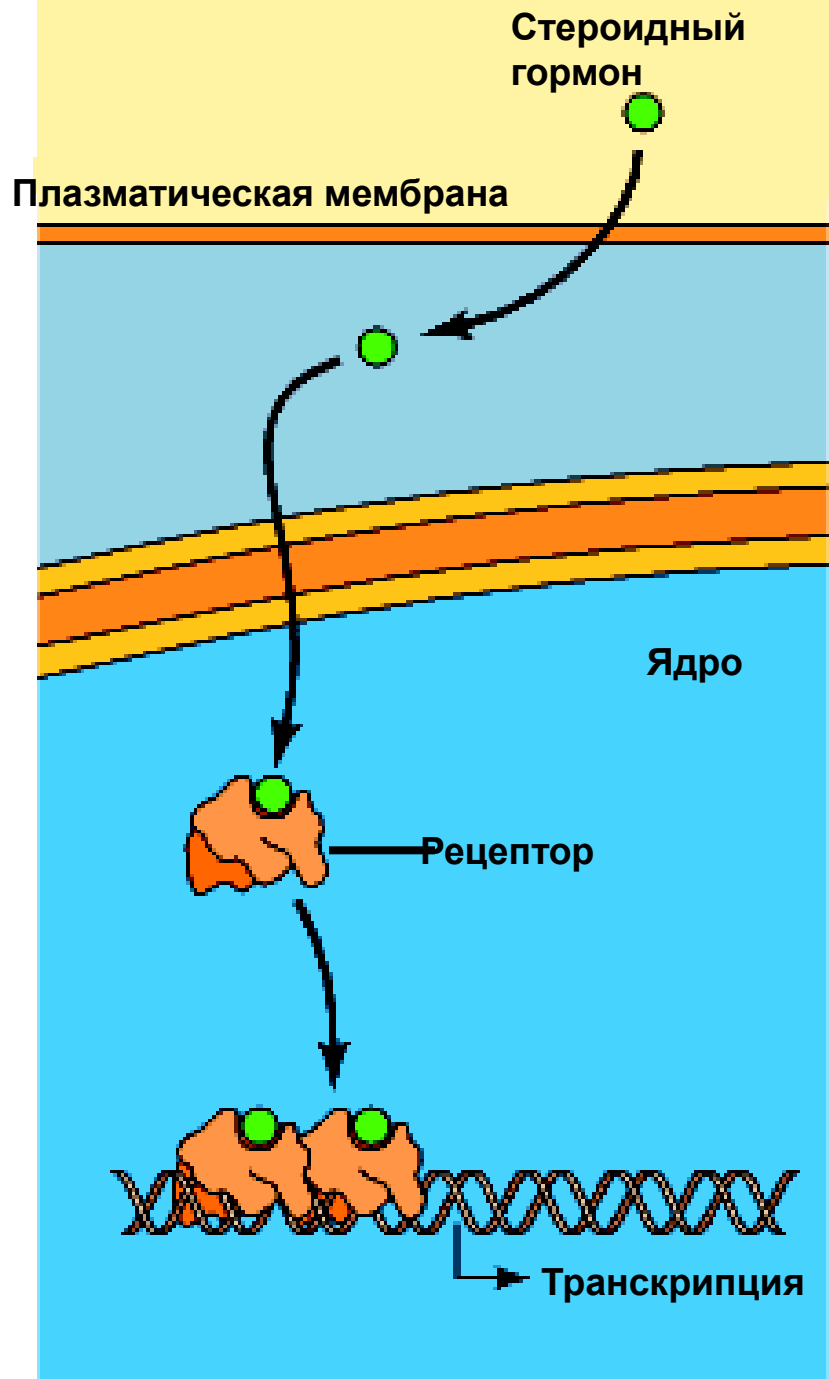
Функциональное значение отдельных участков молекулы гормона



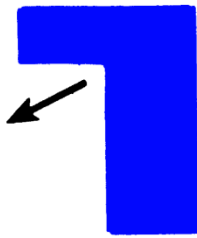
A – актон,

B – гаптомер,

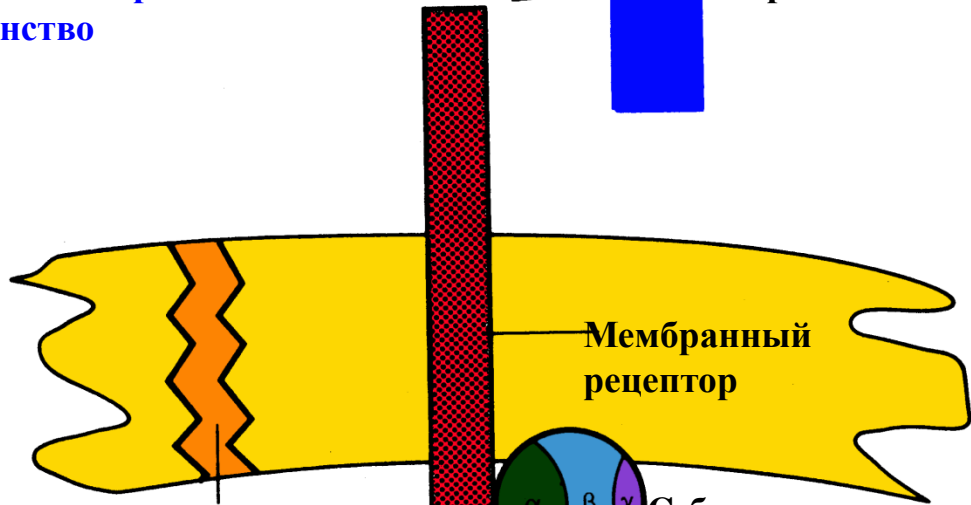
N – вспомогательные фрагменты



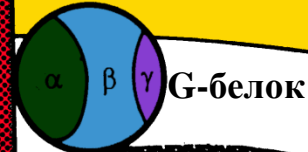
Экстрацеллюлярное пространство



Гормон



Мембранный рецептор



G-белок



Каталитическая единица

Активация ионных каналов или насосов

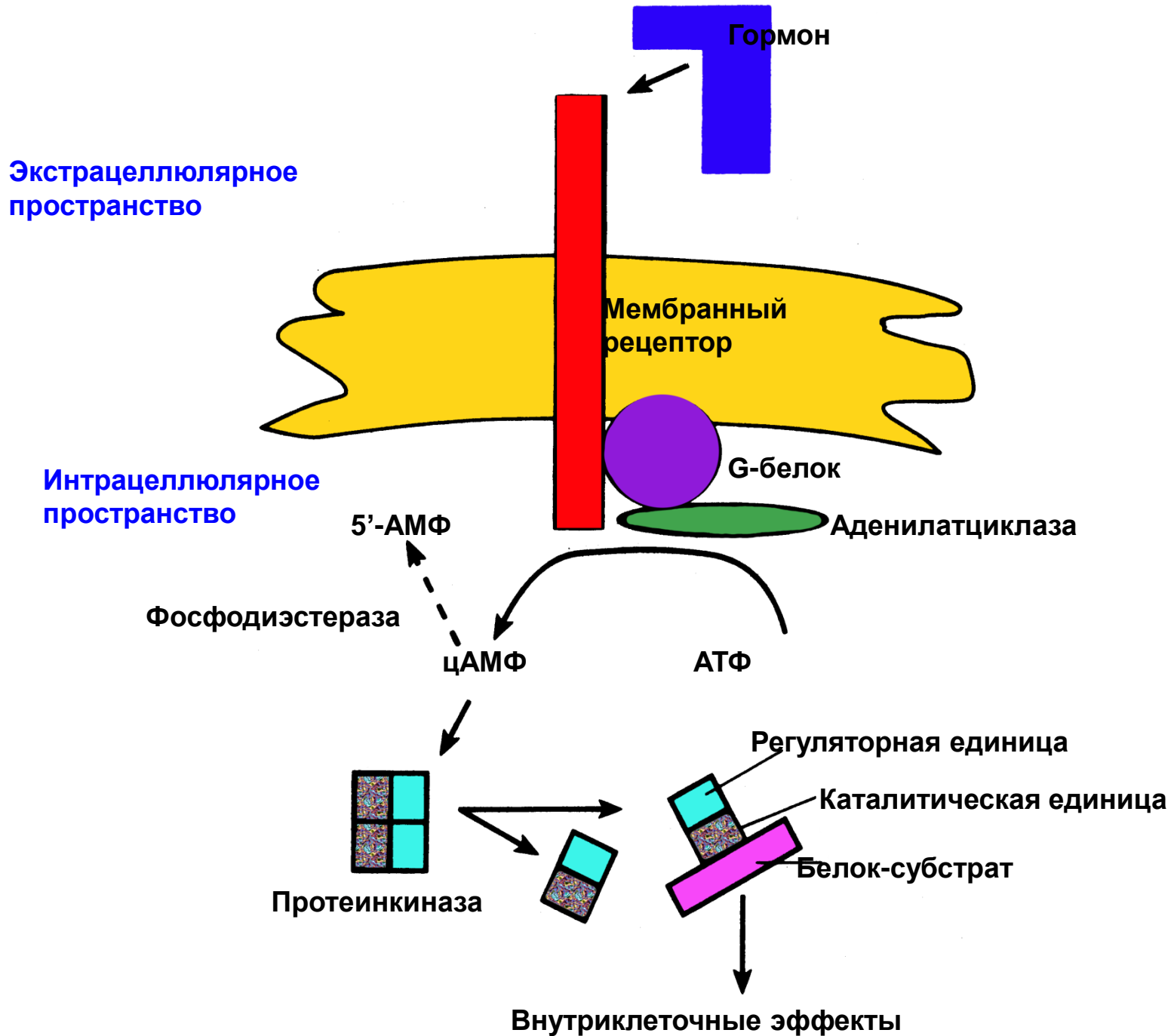
Активация протеинкиназы



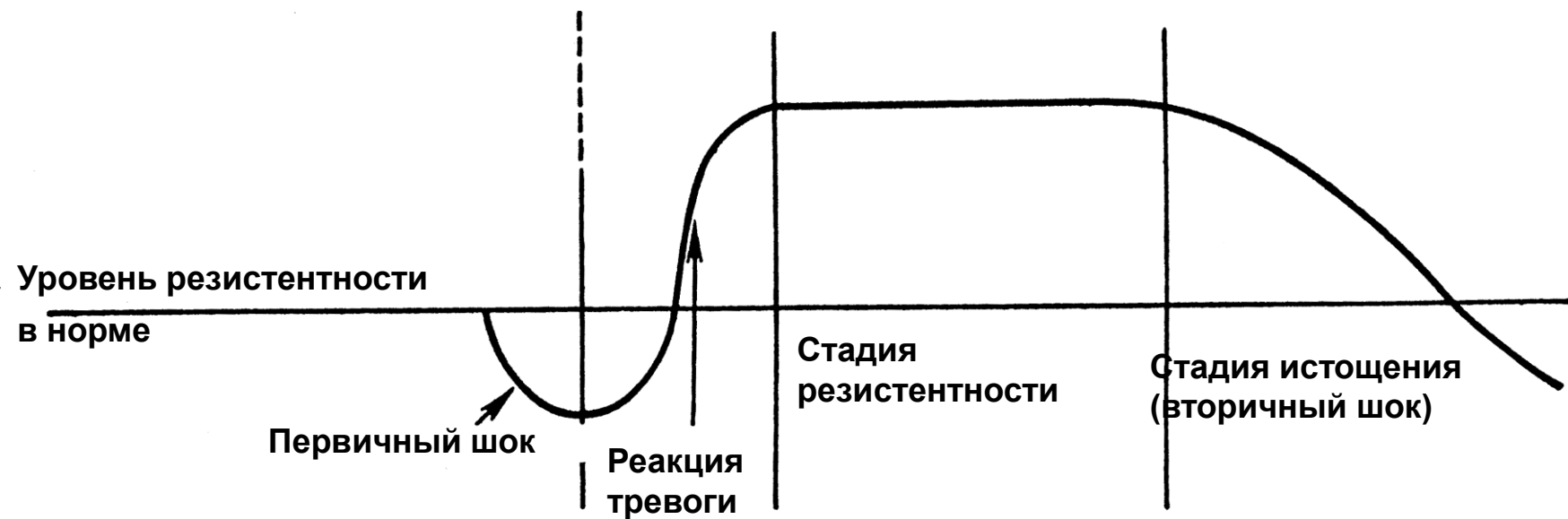
Повышение $[Ca^{2+}]$

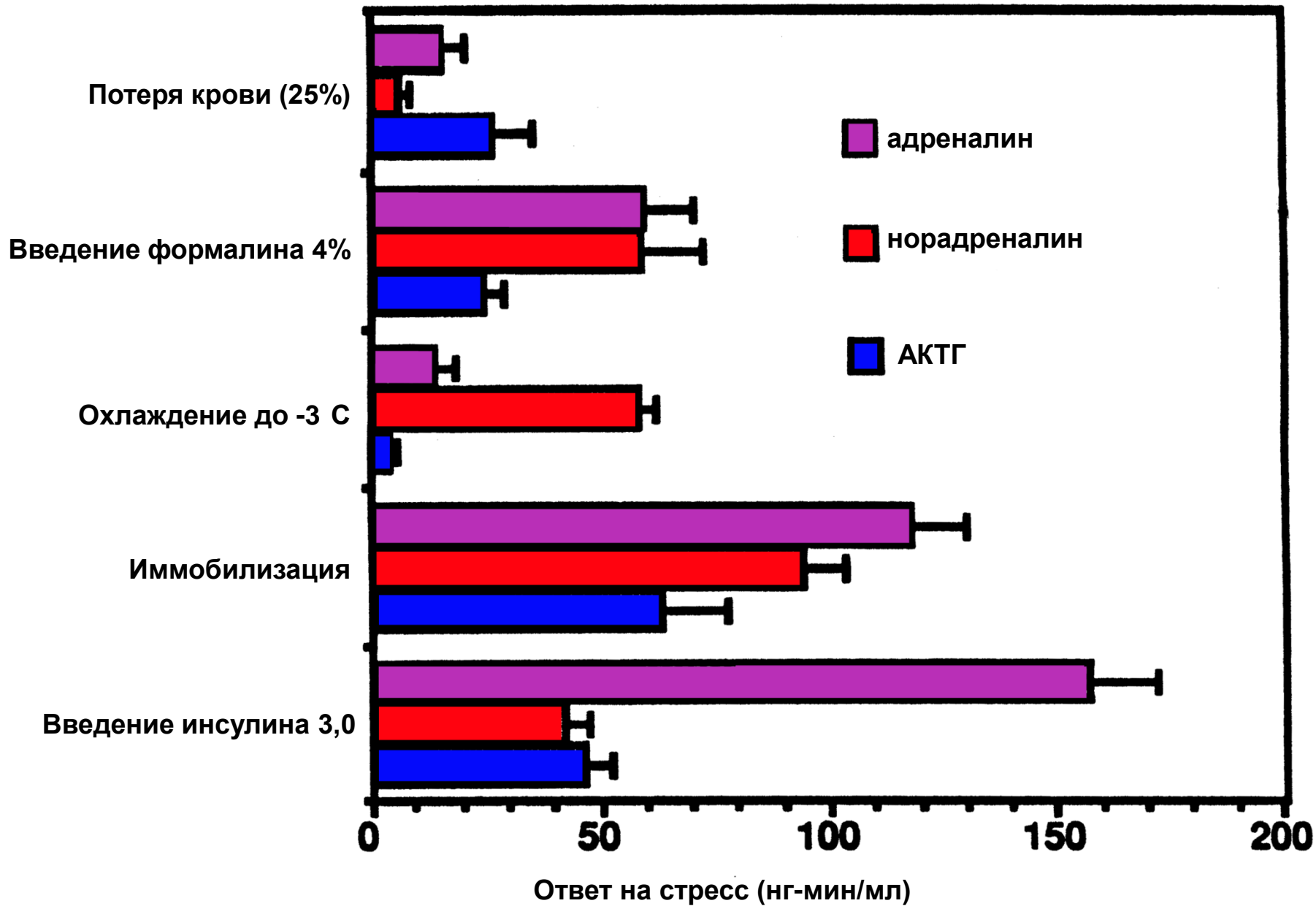
Интрацеллюлярное пространство

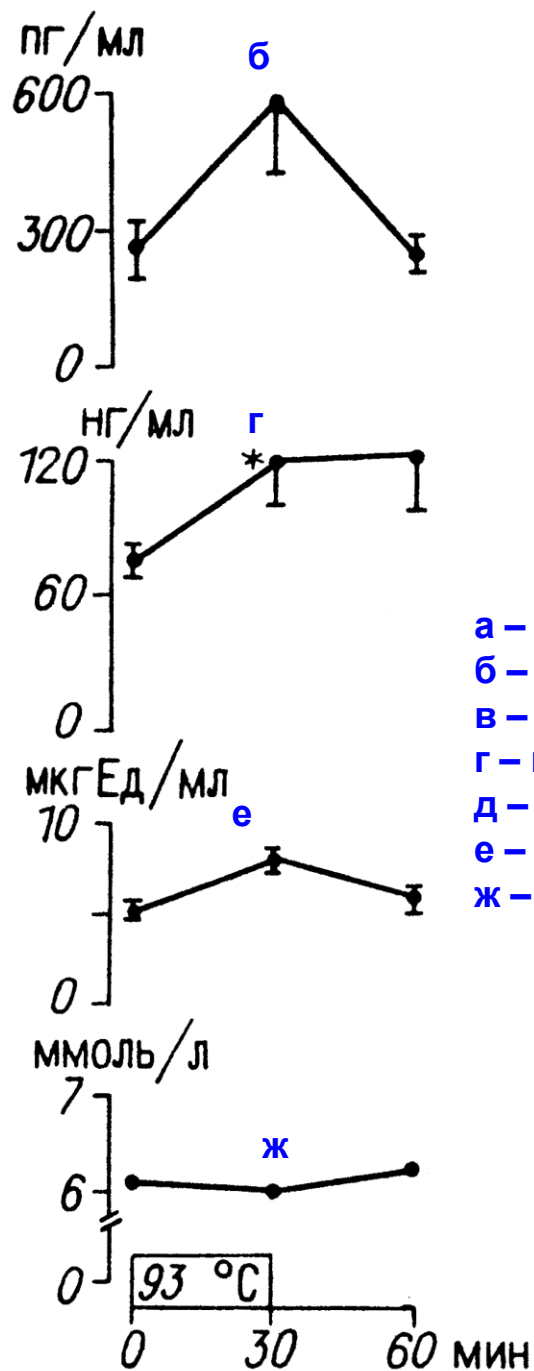
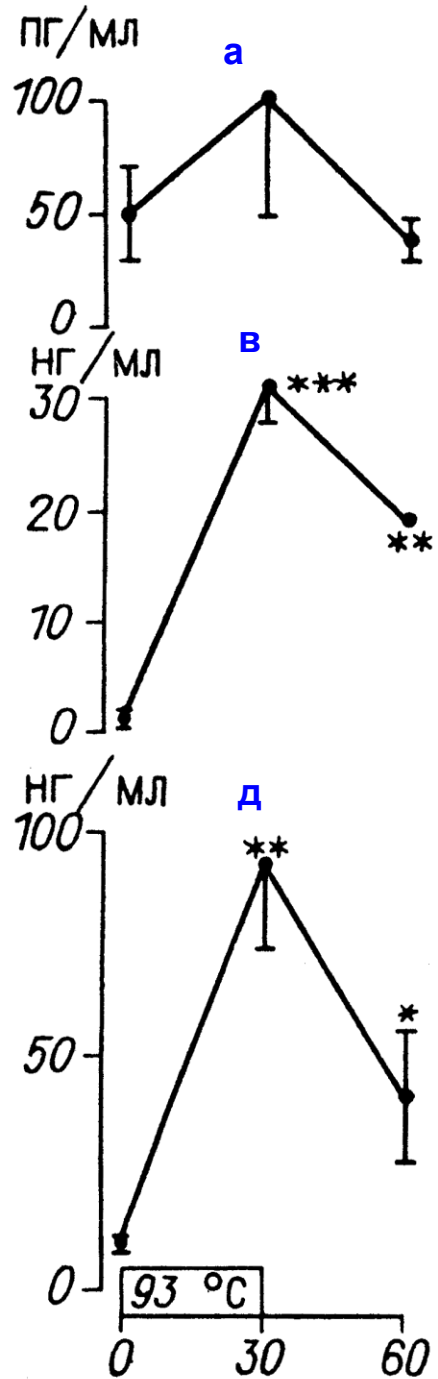
Активация различных белков (факторов транскрипции, транспортеров и т.д.)



Фазы стрессорной реакции





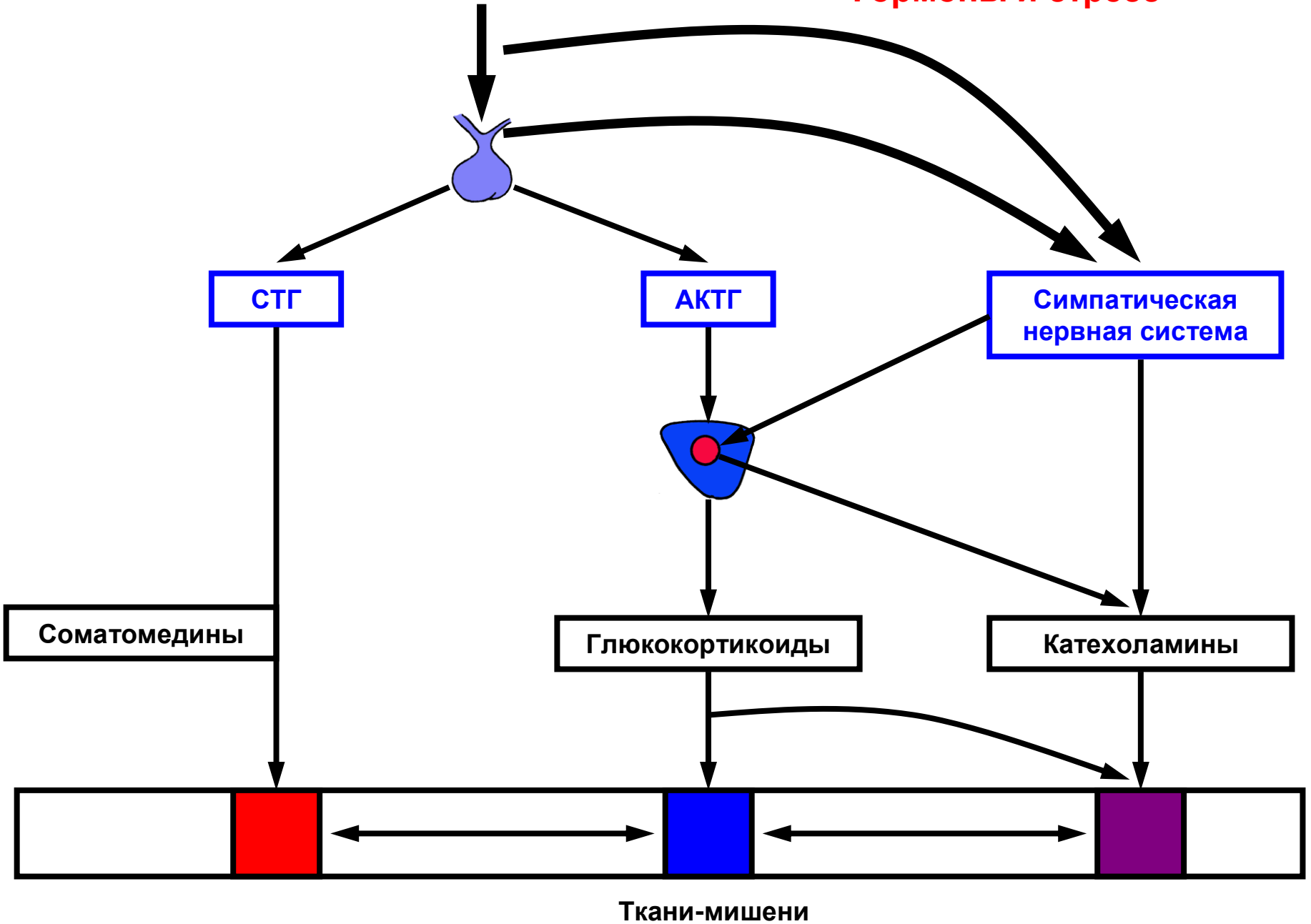


Эффект перегревания в сауне на уровень в крови:

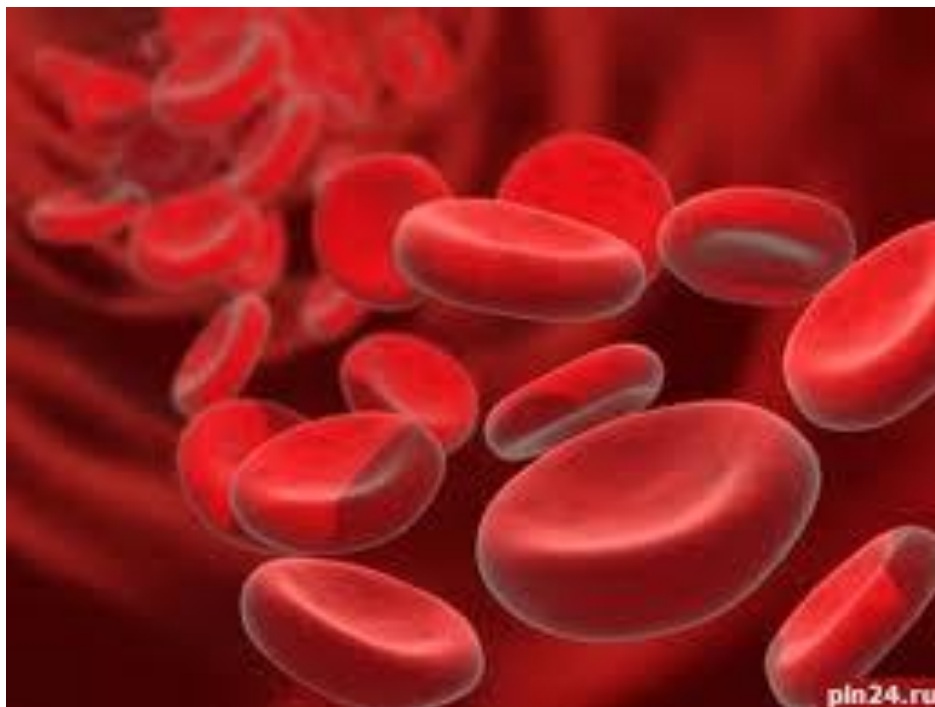
- а – адреналина;
- б – норадреналина;
- в – гормона роста;
- г – кортизола;
- д – пролактина;
- е – инсулина;
- ж – глюкозы

Стрессор

Гормоны и стресс



Система крови



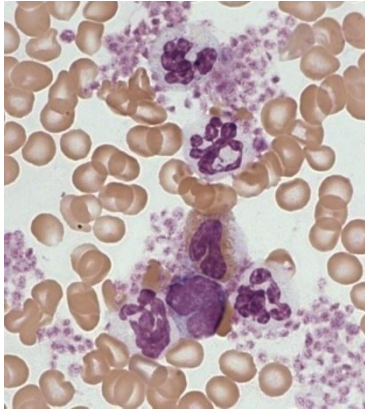
Система крови

Кровь человека

Органы образования и разрушения крови

форменные элементы

плазма крови



Межклеточное вещество,
или жидкая часть крови

1. Костный мозг,
2. Тимус (вилочковая железа),
3. Лимфатические узлы,
4. Селезенка,
5. Печень.

Большая часть крови находится в
сосудистом русле

Функции крови



1. Гомеостатическая



- Поддержание кислотно-щелочного равновесия (pH),
- Сохранение температуры тела,
- поддержание содержания кислорода и углекислого газа и др.

2. Транспортная



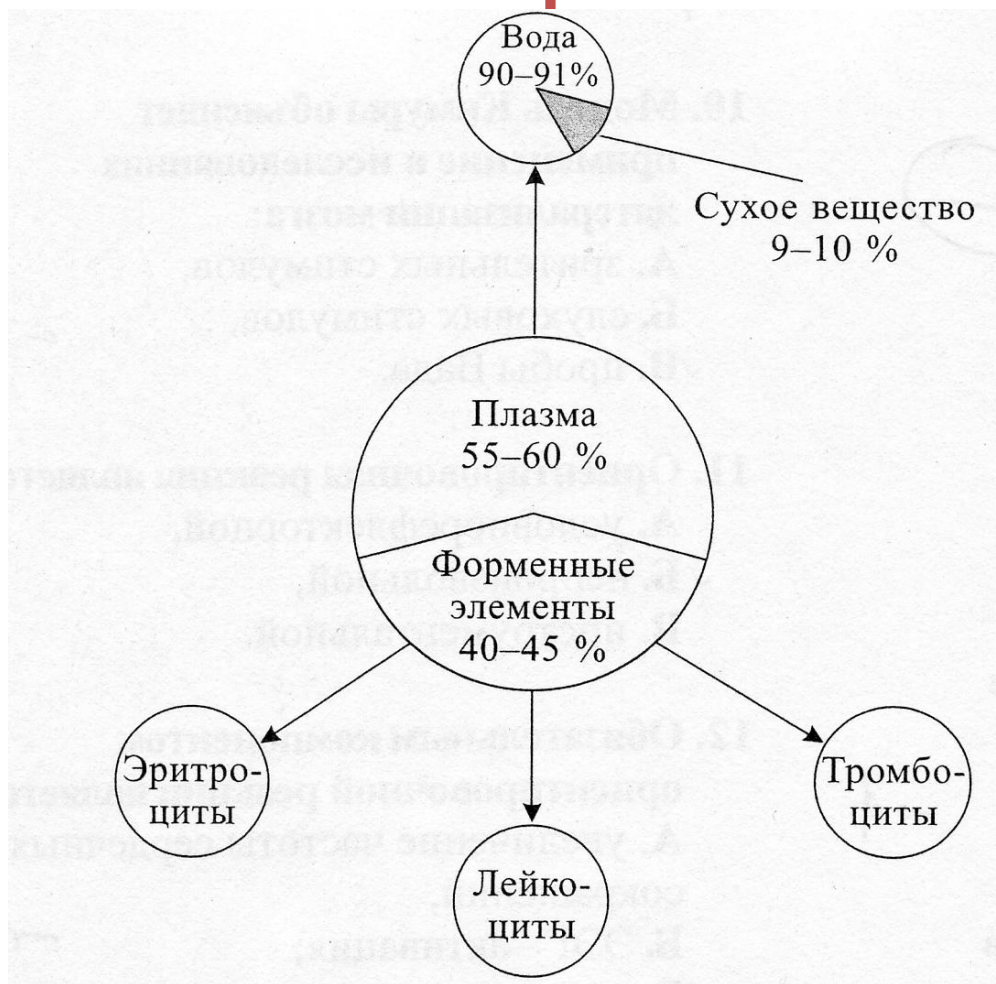
Перенос питательных веществ, продуктов метаболизма, газов (O_2 , CO_2), гормонов и биологически активных веществ.

3. Защитная



- Иммунная защита организма,
- Остановка кровотечения при ранении (свертывание, образование пробки - тромба).

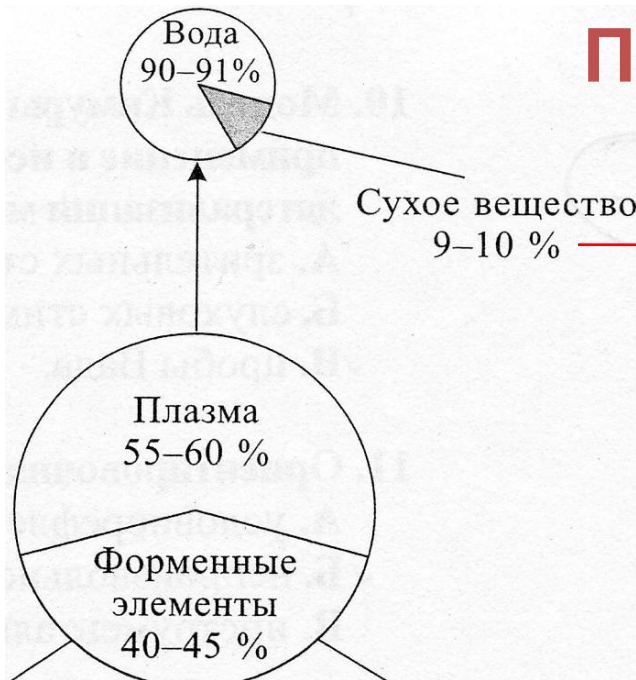
Состав крови



У человека количество крови – приблизительно 6-8% массы всего тела, в среднем **5-6 л.**

Депозит крови: печень – 20 % крови, селезенка – до 16 %, в коже – примерно 10 %

Плазма крови



- Соли, белки, жиры, углеводы, продукты обмена, гормоны, ферменты, витамины, растворенные газы. Азотистые соединения – мочевина и мочевая кислота.
- Органических веществ больше, чем неорганических
- состав плазмы зависит от приема пищи, воды и солей

Отклонения концентрации от средних величин

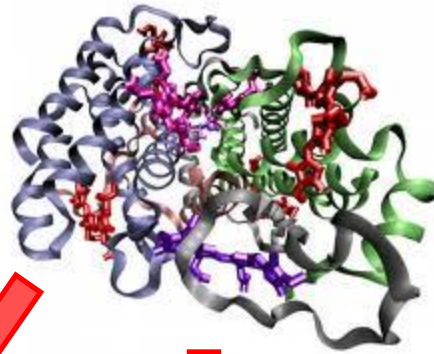
Глюкоза, белки, ионы

болезнь

Фосфаты, мочевина, мочевая кислота, жиры

**нет нарушений функций
организма**

Белки плазмы крови



Синтезируются в печени

Не проникают через стенки сосудов.

Входят в состав белкового резерва организма.

придают крови вязкость
(важно для нормального кровяного давления)

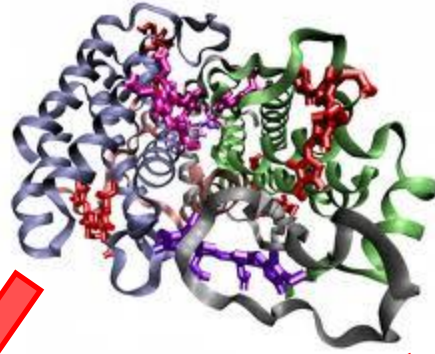
защитные реакции организма

удерживают форменные элементы от склеивания

являются компонентами свертывающей и противосвертывающей систем

ведущая роль в образовании тканевой жидкости, лимфы, мочи

Классификация белков плазмы крови



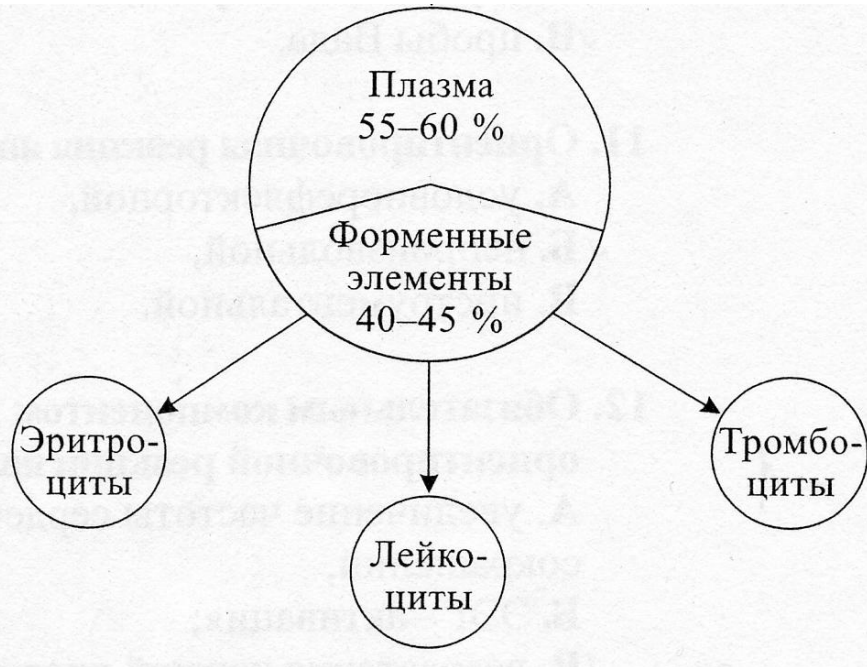
альбумины

глобулины

Фибриноген – участвует в свертывании крови

Сыворотка крови – плазма крови без фибриногена.

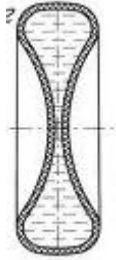
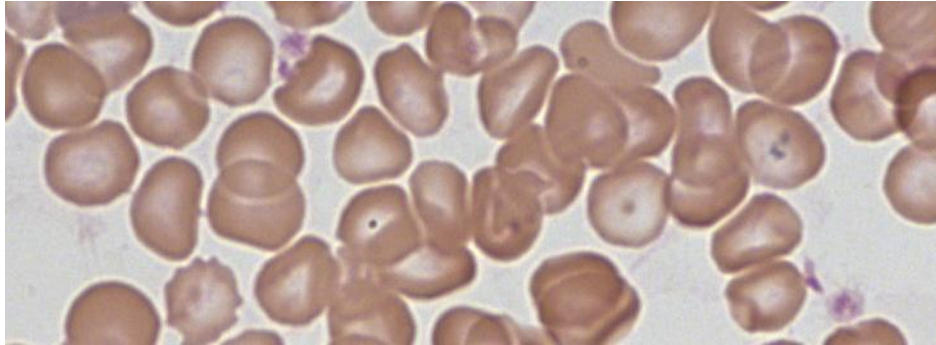
Форменные элементы крови



Образуются в **красном костном мозге** (основном органе кроветворения), который находится в губчатом веществе костей

У клеток крови общий предшественник – **стволовая клетка**

Форменные элементы крови: эритроциты

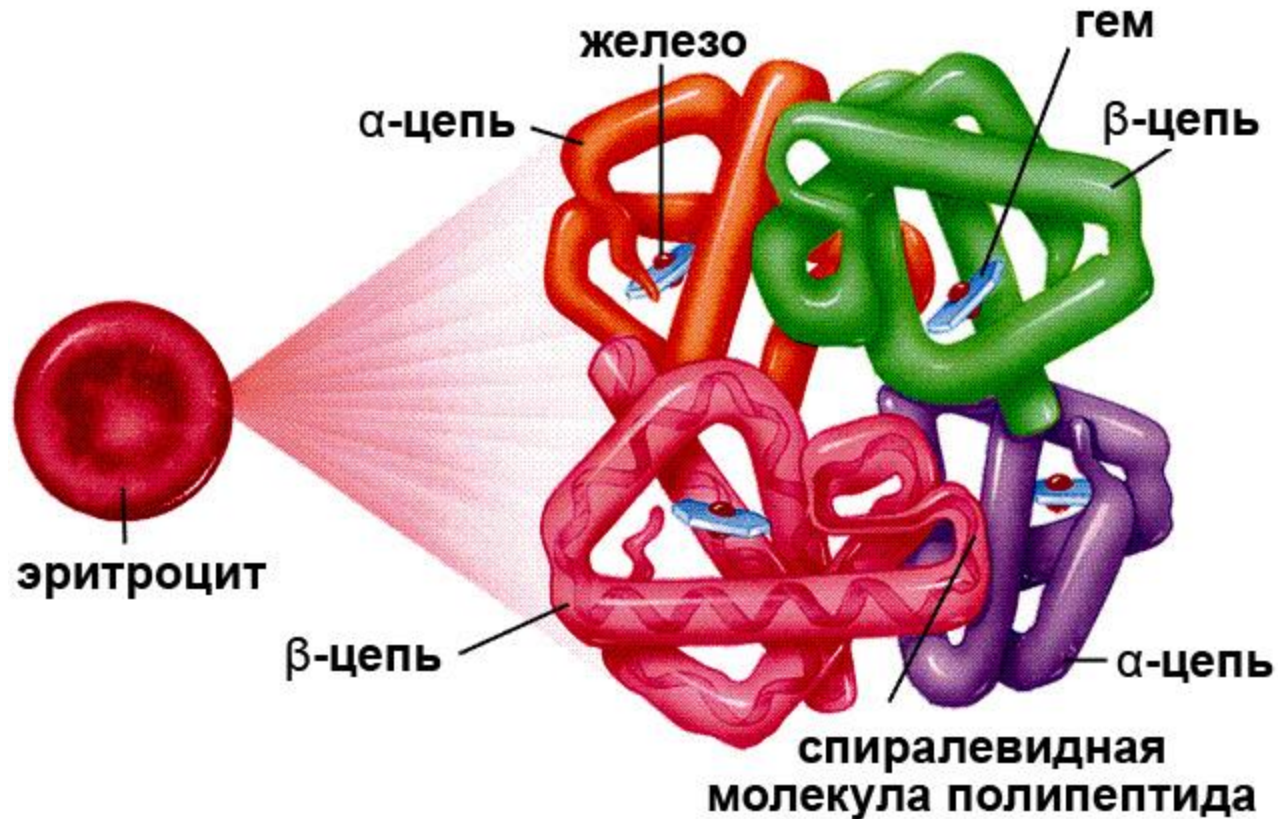


- У взрослого человека в 1 миллилитре крови – 4-5 миллионов эритроцитов.
- В крови человека эритроциты не имеют ядер.
- Имеют форму двояковогнутых дисков, что увеличивает поверхность клеток.
- Очень эластичны, могут изгибаться и проходить по узким капиллярам.
- Живут примерно 120 дней, затем разрушаются (**гемолиз** – разрушение эритроцитов с выходом гемоглобина) в селезенке.

Главная функция:

перенос кислорода из легких к тканям
и углекислого газа от тканей к легким.

Гемоглобин – основной переносчик кислорода



Гемоглобин = глобин (белок) + гем (небелковая железосодержащая группа)

Гемоглобин + O_2 = оксигемоглобин (в легких)

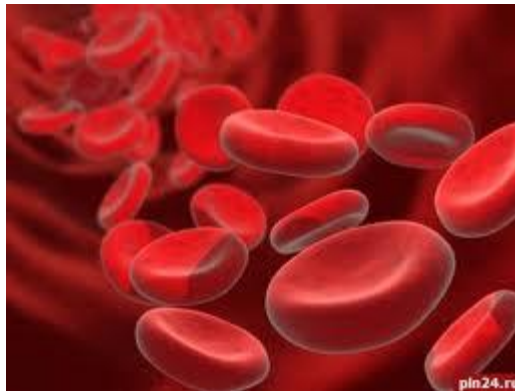
Гемоглобин - O_2 = восстановленный гемоглобин (в тканях)

Форменные элементы крови: эритроциты

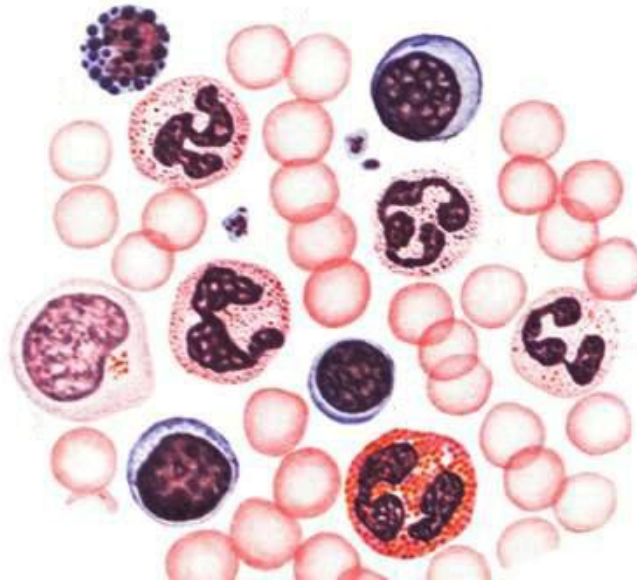
Эритропоэз – образование новых эритроцитов

Для эритропоэза необходимы: железо, витамины (В1, В2, В6, В12, С и др.)

Эритропоэтины – регулируют эритропоэз, вырабатываются в почках.



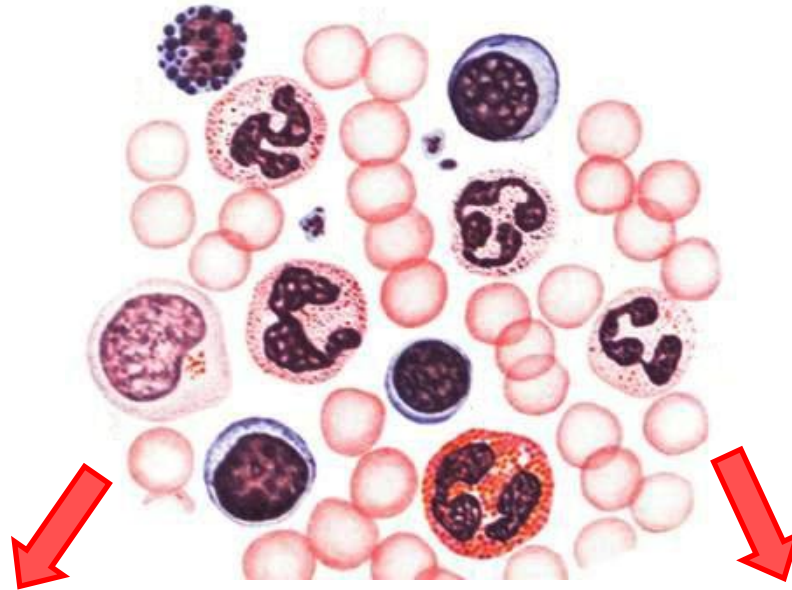
Форменные элементы крови: лейкоциты



- У взрослого человека в 1 миллилитре крови – 6000 – 8000 лейкоцитов (меньше, чем эритроцитов).
- Численность лейкоцитов колеблется в зависимости от времени суток, приема пищи, от мышечной работы.
- Могут проникать через стенки сосудов к местам скопления чужеродных веществ, поглощать болезнетворные организмы.
- Живут от нескольких часов до недель или нескольких лет.

Главная функция: защита.

Форменные элементы крови: лейкоциты



Зернистые лейкоциты
(гранулоциты)



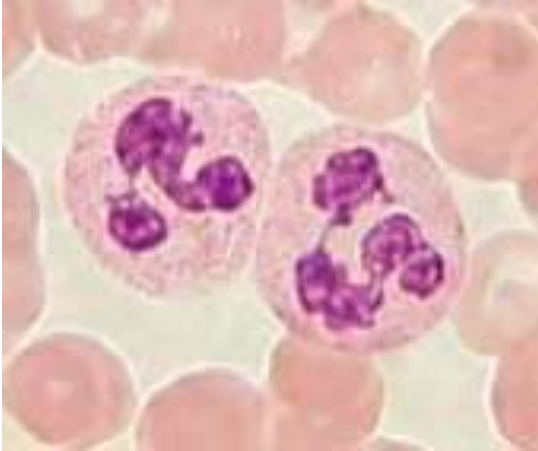
1. Нейтрофилы.
2. Базофилы.
3. Эозинофилы.

Незернистые лейкоциты
(агранулоциты)



1. Моноциты.
2. Лимфоциты.

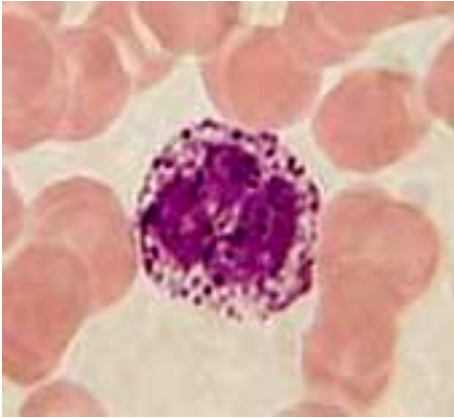
Зернистые лейкоциты: нейтрофилы



- Самая большая группа лейкоцитов, они составляют 50-75% всех лейкоцитов.
- Ядро состоит из сегментов (сегментированное).
- Могут выходить за пределы кровеносного сосуда.
- Поглощают микроорганизмы, чужеродные вещества (**фагоцитоз**).
- В гранулах содержат биологически активные вещества, усиливающие воспаление.

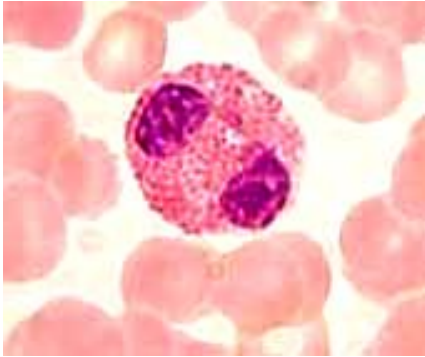
Гной - погибшие нейтрофилы + клеточные остатки разрушенных воспалением тканей и микроорганизмами, послужившими причиной воспаления.

Зернистые лейкоциты: базофилы



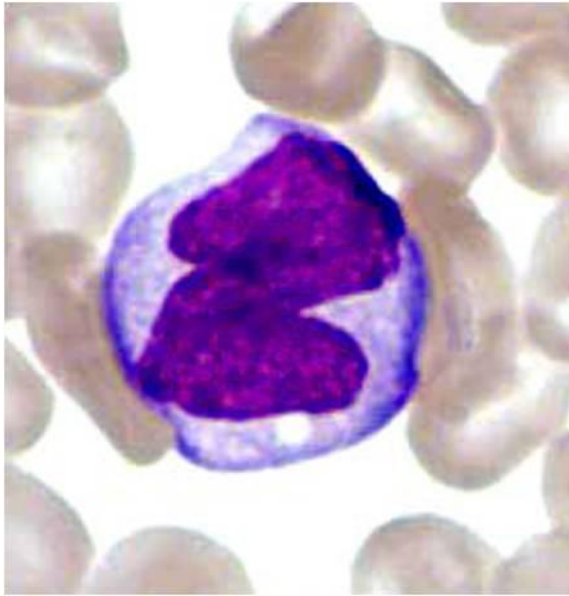
- 0-1% всех лейкоцитов.
- В тканях образуют группу **тучных клеток**
- Гранулы базофилов содержат большое количество гистамина, серотонина, лейкотриенов, простагландинов и других медиаторов аллергии и воспаления.
- Гепарин** базофилов препятствует свертыванию крови в очаге воспаления, а **гистамин** расширяет капилляры, что способствует рассасыванию и заживлению.
- Базофилы принимают активное участие в развитии аллергических реакций немедленного типа (реакции анафилактического шока).

Зернистые лейкоциты: эозинофилы



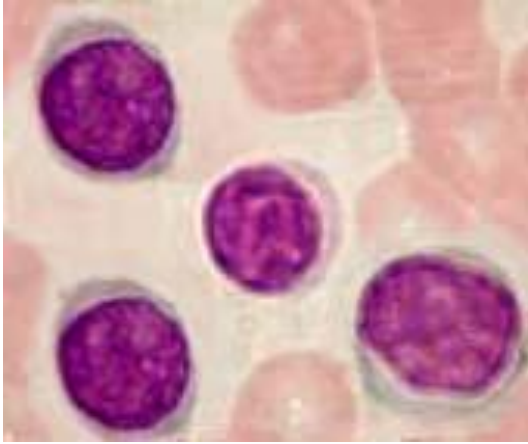
- Составляют 1-5% всех лейкоцитов,
- Способны к фагоцитозу.
- Способны проникать за пределы кровеносных сосудов.
- Борьба против паразитов (гельминтов).
- Участвуют в аллергических реакциях.
- Разрушают гистамин (фермент - гистаминаза).

Незернистые лейкоциты: МОНОЦИТЫ



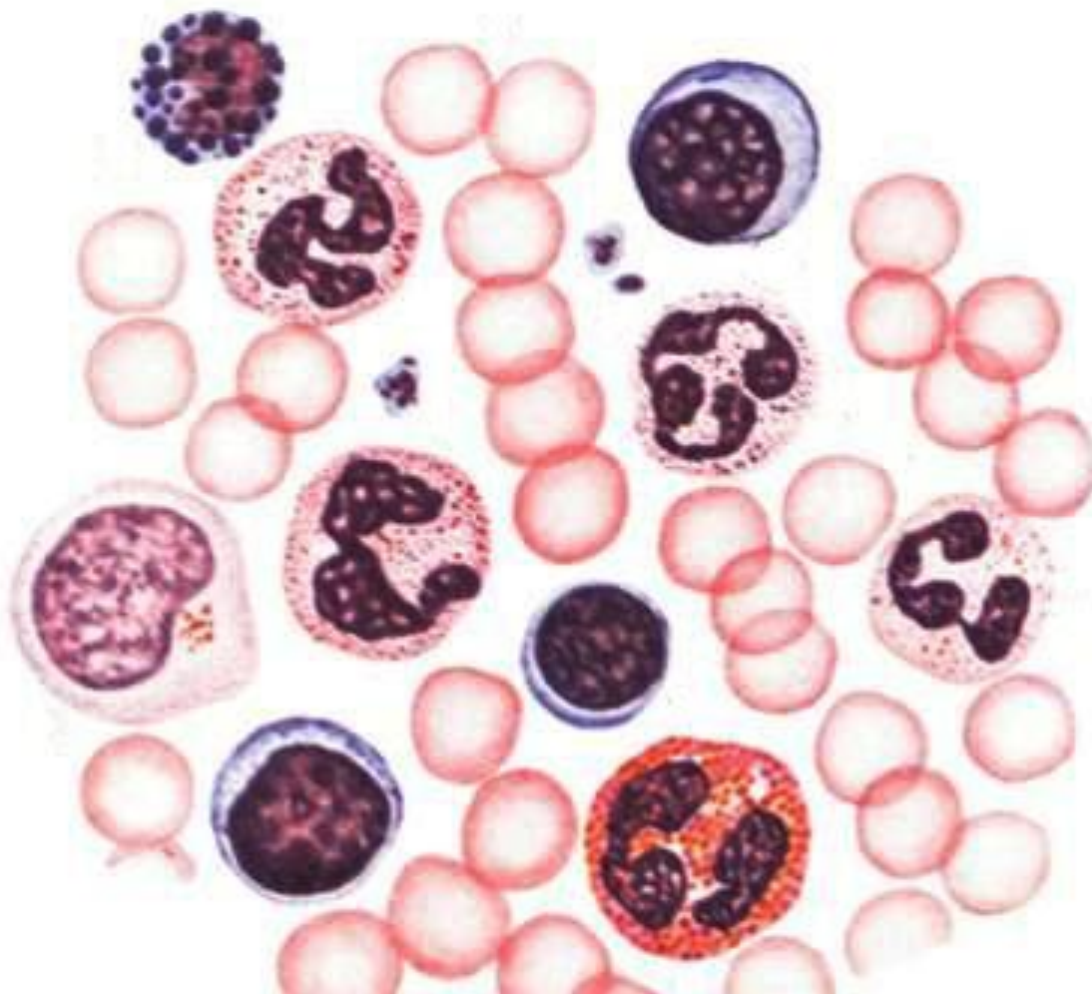
- Составляют 2-10 % всех лейкоцитов.
- способны к амёбовидному движению, проявляют выраженную фагоцитарную и бактерицидную активность.
- Моноциты фагоцитируют до 100 микробов, в то время как нейтрофилы — лишь 20-30.
- В очаге воспаления моноциты фагоцитируют микробы, а также погибшие лейкоциты, поврежденные клетки воспаленной ткани, очищая очаг воспаления и подготавливая его для регенерации. За эту функцию моноциты называют дворниками организма.

Незернистые лейкоциты: лимфоциты



- 20 -40% всех лейкоцитов.
- Лимфоциты представляют собой центральное звено иммунной системы организма.
- Живут не несколько дней, а 20 и более лет (некоторые на протяжении всей жизни человека).
- Лимфоциты синтезируют защитные антитела (биологически активные вещества), разрушают чужеродные клетки, обеспечивают иммунную память, уничтожение собственных мутантных клеток.
- Все лимфоциты делят на 3 группы: Т-лимфоциты, В-лимфоциты и нулевые.

Группы лейкоцитов

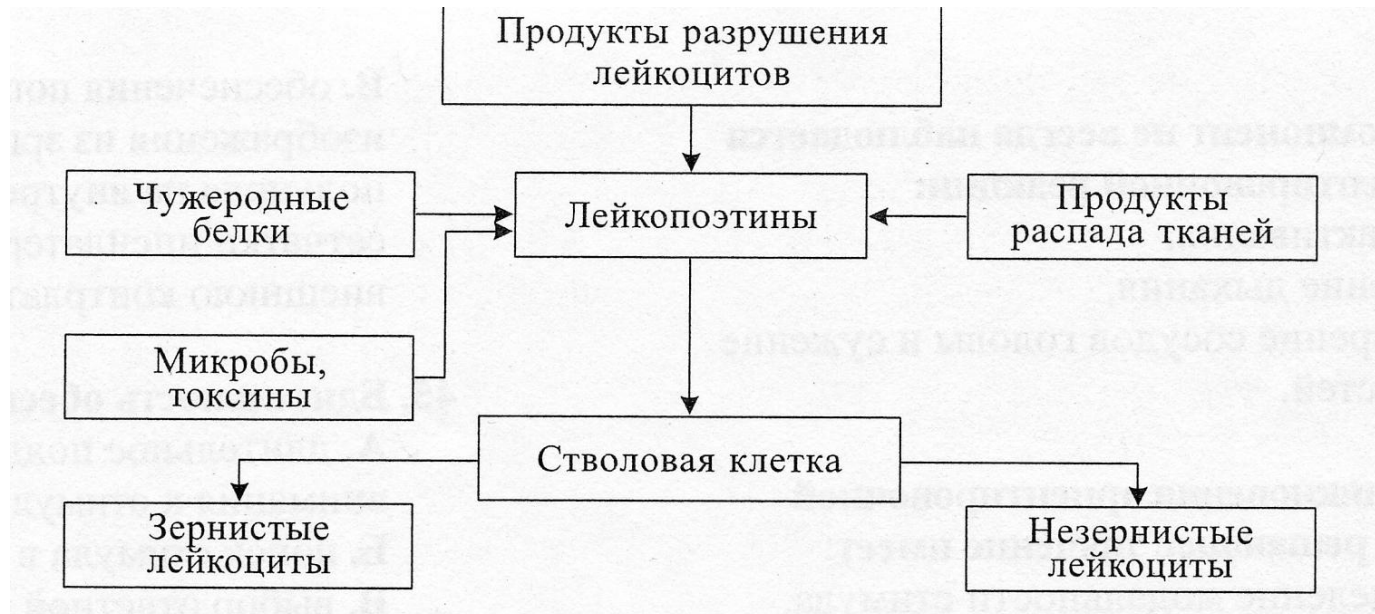


Форменные элементы крови: лейкоциты

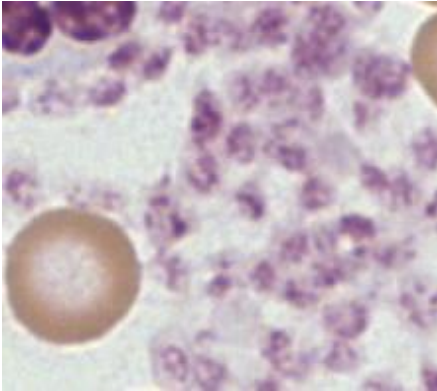
Лейкопоэз – образование новых лейкоцитов.

Чем больше лейкоцитов распадается, тем больше образуется.

Схема регуляции лейкопоэза



Форменные элементы крови: тромбоциты



- Плоские маленькие клетки, не имеющие ядра.
 - При повреждении стенки сосуда становятся активными (изменяют форму).
 - Количество: от 200 до 400 тысяч в 1 мл крови.
 - Живут от 5 до 11 дней.
-
- Способны к склеиванию.
 - Выделяют ферменты, участвующие в свертывании крови.

Главная функция: образование пробки (тромба) при ранении сосуда.

Свертывание крови

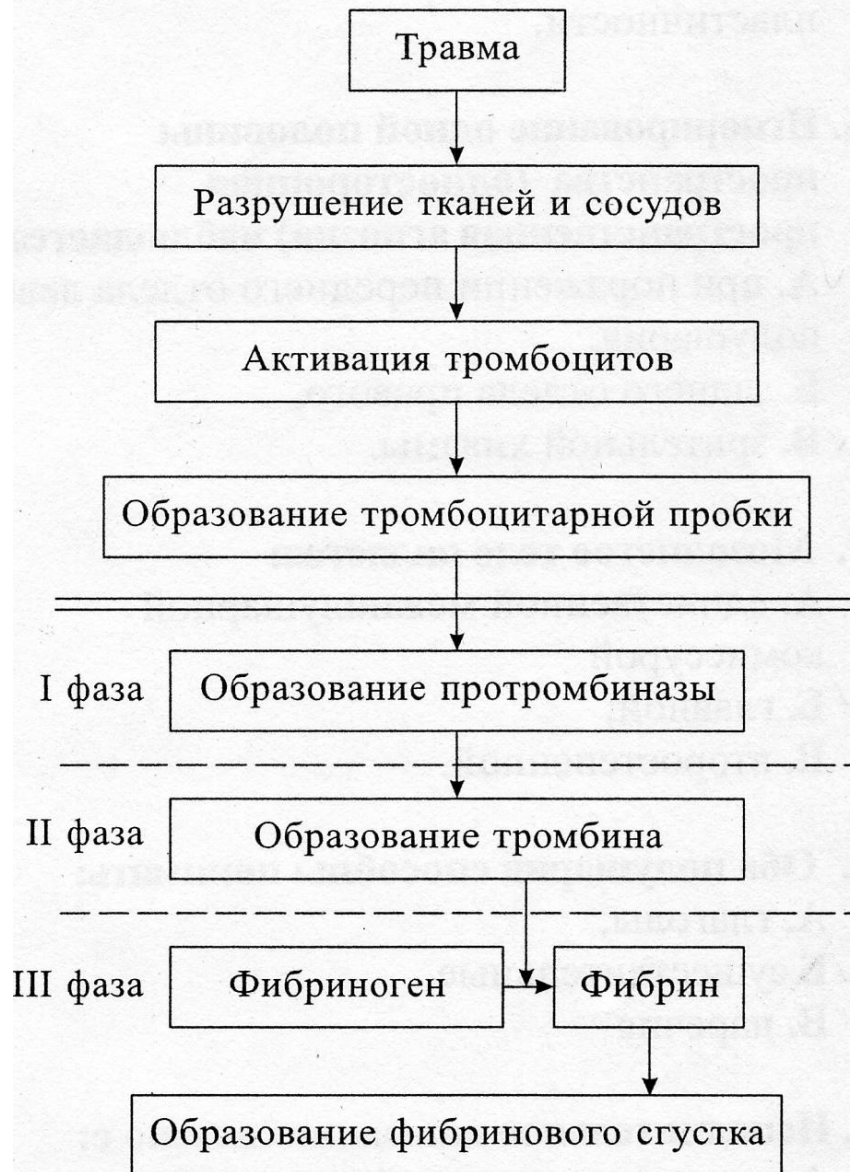
Свертывание крови – это защитная реакция организма.

Гемостаз - остановка кровотечения при повреждении стенки сосуда.

В свертывании крови участвуют: окружающая сосуд ткань, стенка сосуда, плазменные факторы свертывания, все клетки крови, особенно – тромбоциты.

Важны биологически активные вещества: **свертывающая система** (способствуют свертыванию) и **противосвертывающая система** (препятствуют свертыванию).

Основные фазы свертывания крови



Группы крови






1901 г. – доктор Карл Ландштейнер обнаружил, что при смешивании эритроцитов с сывороткой крови разных людей, **эритроциты могут склеиваться.**

Знание группы крови важно для переливания крови!

Агглютинация – склеивание, причина которого – наличие на эритроцитах антигенов – **агглютиногенов**, а в плазме крови – антител – **агглютининов**.



группа А	В	АВ	О
			
Бета	Альфа	нет	альфа и бета

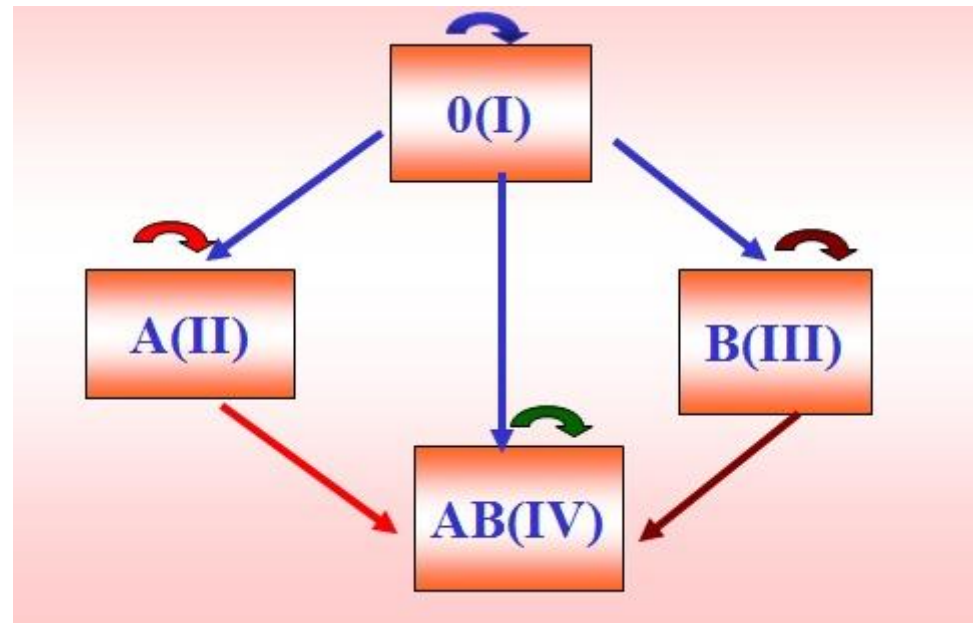
Группы крови: схема переливания крови

Нельзя, чтобы одноименные антитела встречались! (А и α , В и β)

Четыре варианта, когда не встречаются одноименные антитела:

- I - $\alpha \beta$,
- II - А β ,
- III - α В,
- IV - АВ.

Донор – человек, дающий кровь.
Реципиент – человек, которому вливают кровь.

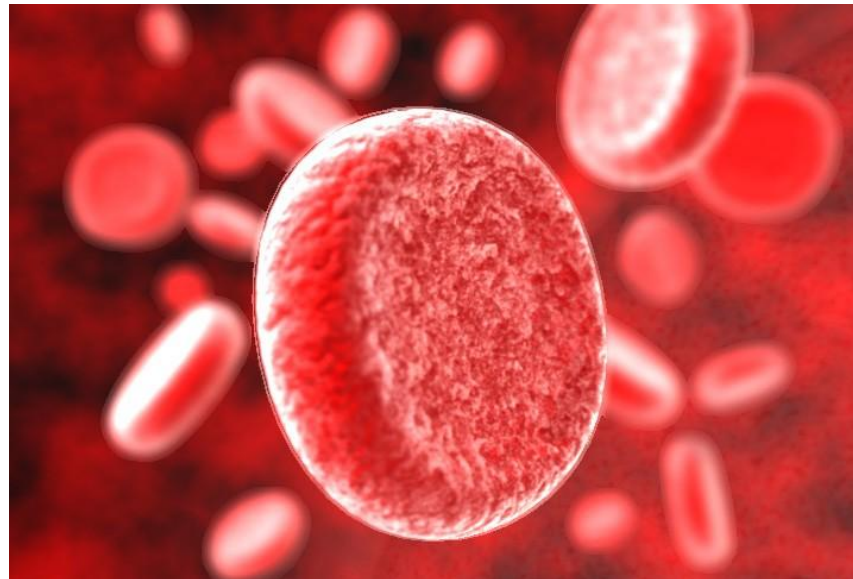


Резус-фактор крови

У 85 % людей в эритроцитах содержится **резус-фактор**.
Это *резус-положительные* люди.

Около 15 % людей на планете не имеют резус-фактора и называются *резус-отрицательными*.

Если в кровь резус-отрицательного человека перелить кровь резус-положительного человека, то может наступить разрушение эритроцитов. Поэтому при переливании крови необходимо учитывать совместимость и по резус-фактору.



ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ

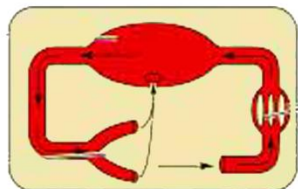
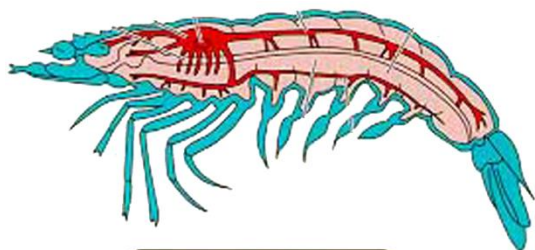
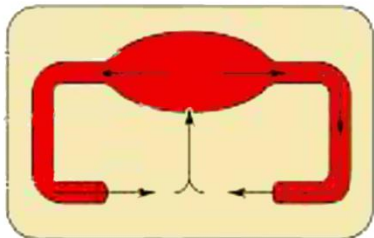
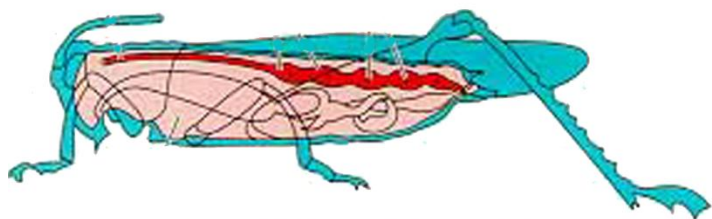
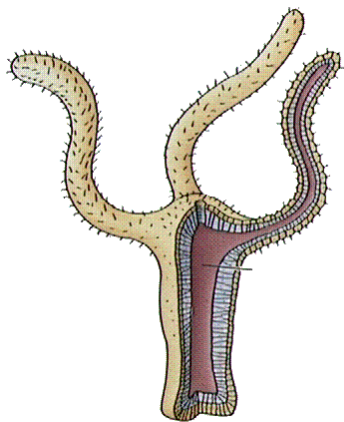
СЕРДЦЕ - центральный орган
системы кровообращения

ОСНОВНАЯ ФУНКЦИЯ - РИТМИЧЕСКОЕ
НАГНЕТАНИЕ КРОВИ В СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ

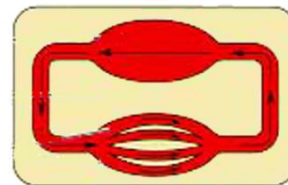
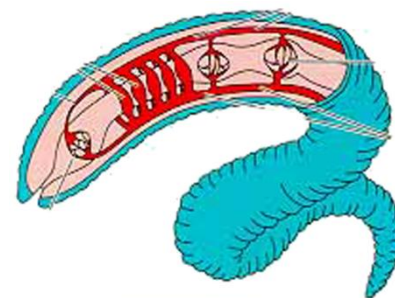
В ПРОЦЕССЕ ЭВОЛЮЦИИ СЕРДЦЕ ПОЗВОНОЧНЫХ
ПРЕТЕРПЕЛО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

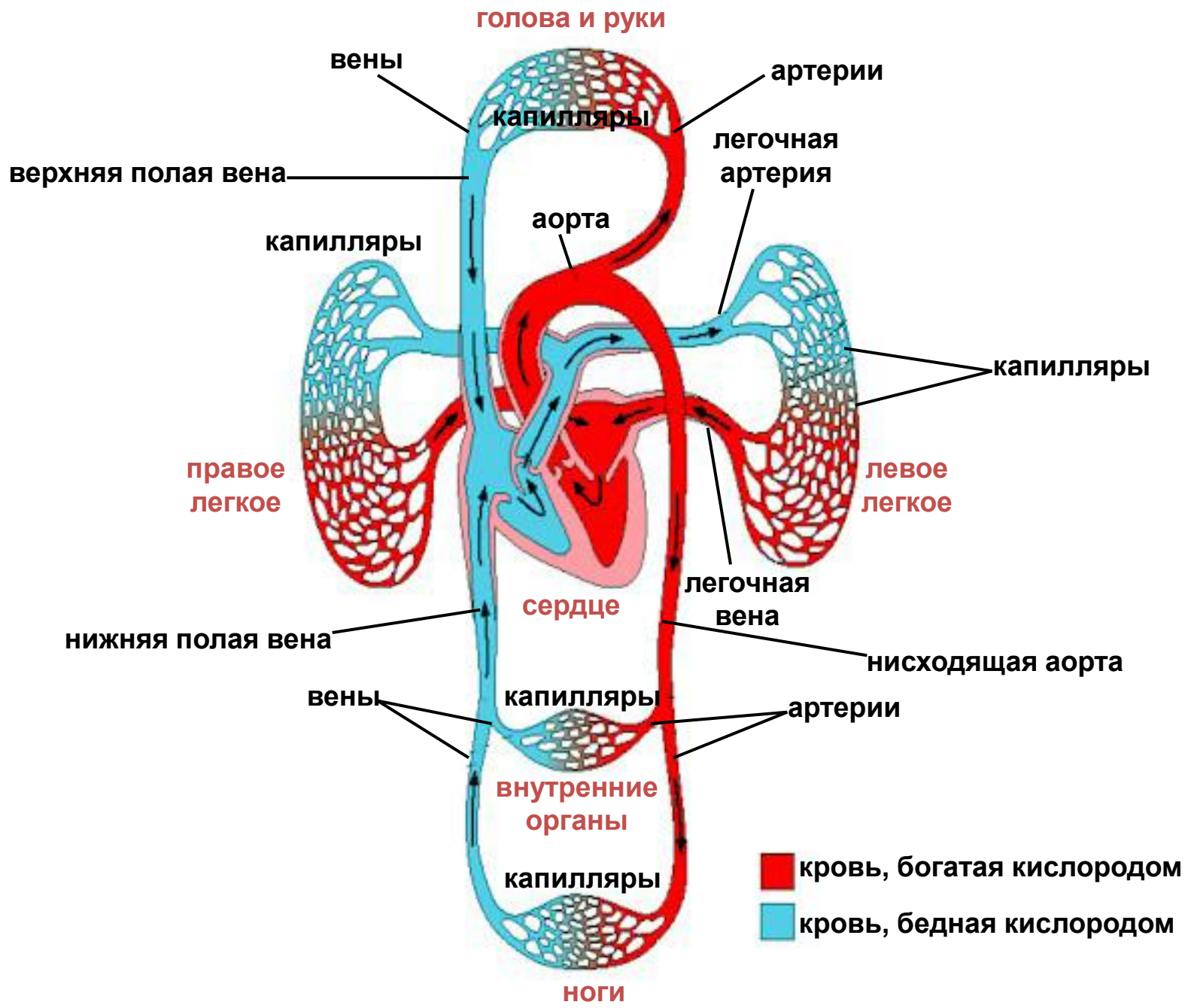
**У МЛЕКОПИТАЮЩИХ СЕРДЦЕ УСТРОЕНО
НАИБОЛЕЕ СЛОЖНО**

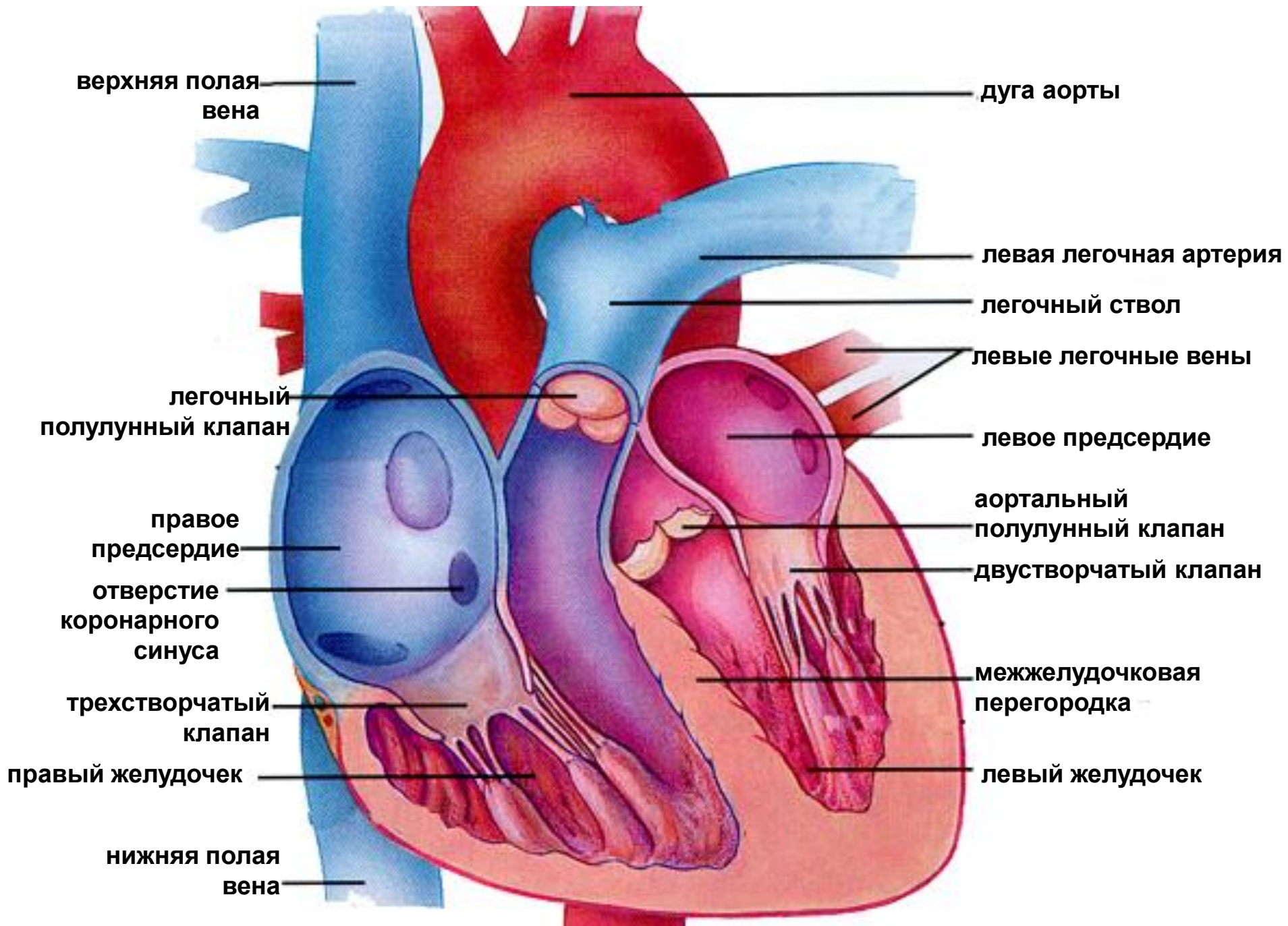
открытая система



закрытая система







Морфологические данные о строении сердца

- **Сердце** состоит из трех слоев:
- внутреннего – **эндокарда**; выстилает полости сердца и образует клапанный аппарат;
- среднего – **миокарда** сократительного слоя;
- наружного – **эпикарда**; переходит в околосердечную сумку - **перикард**

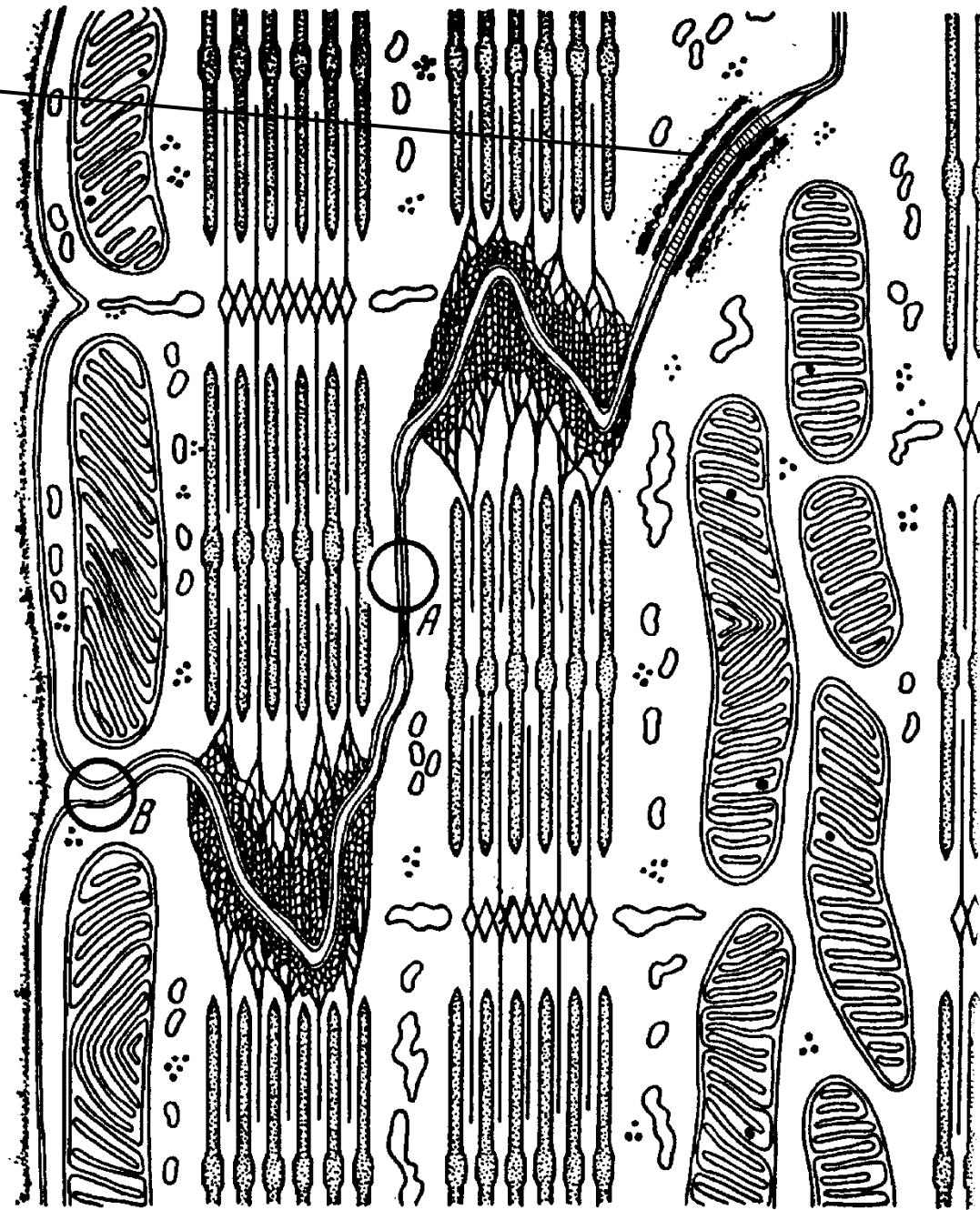
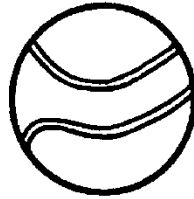
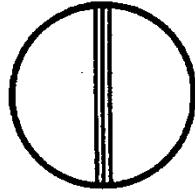
МИОКАРД

- **Развит неодинаково** в разных отделах сердца
- **Состоит из поперечно-полосатых мышечных клеток;** формируют мышечные волокна
- **Мышечные клетки** отделены вставочными дисками
- **Плотные контакты** имеют малое сопротивление электрическому току

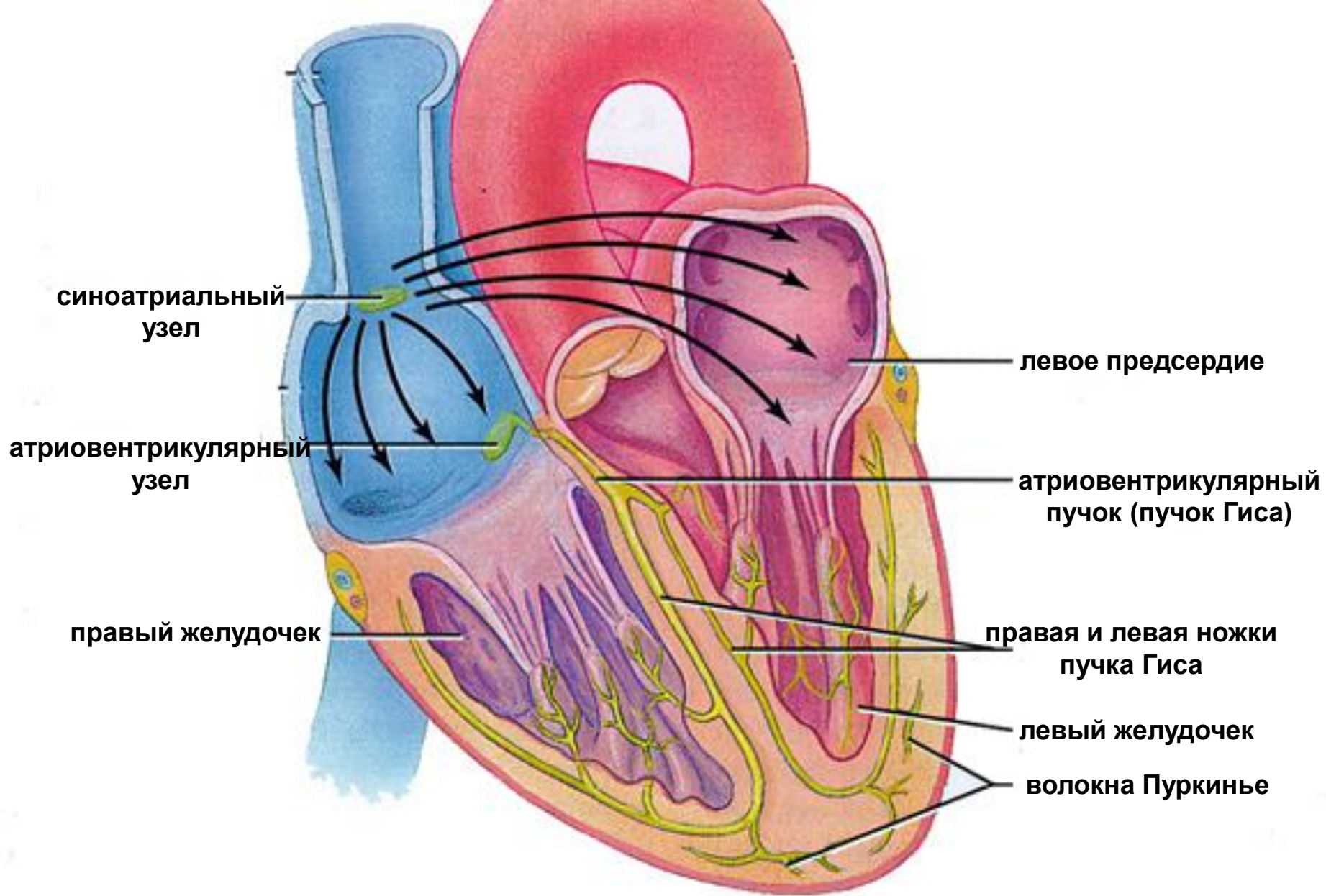
десмосомы
межсаркоплазматической
области диска

А – нексус
межсаркоплазматической
области вставочного диска

В – участок бокового края
волокна, где щель сообщается
с экстрацеллюлярным
пространством



Схематическое изображение части вставочного диска сердечной мышцы млекопитающих



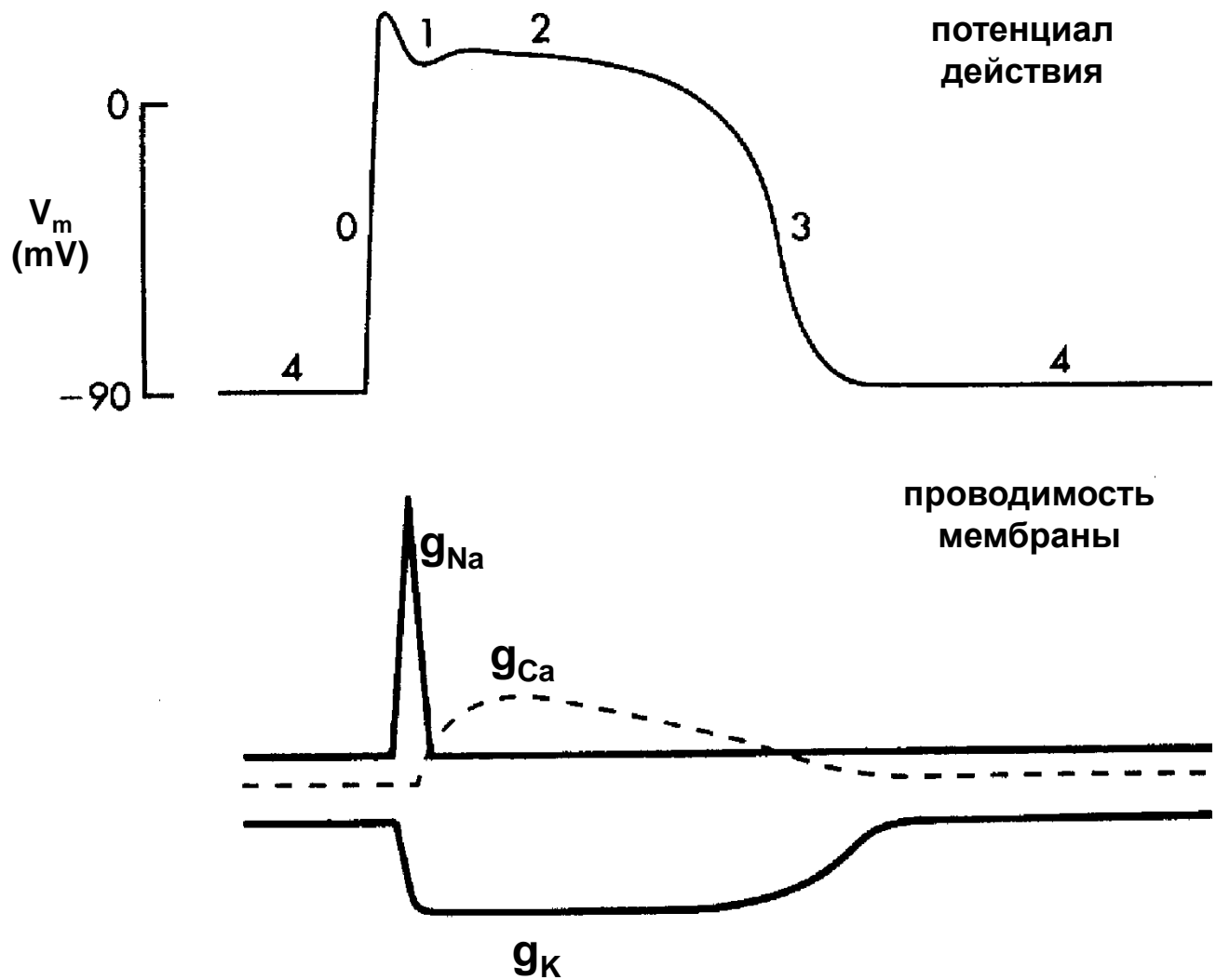
Проводящая система сердца

ФУНКЦИИ ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ

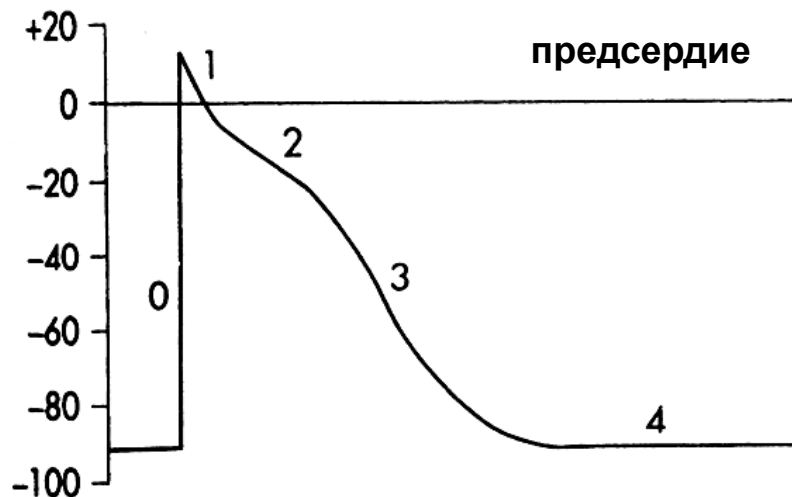
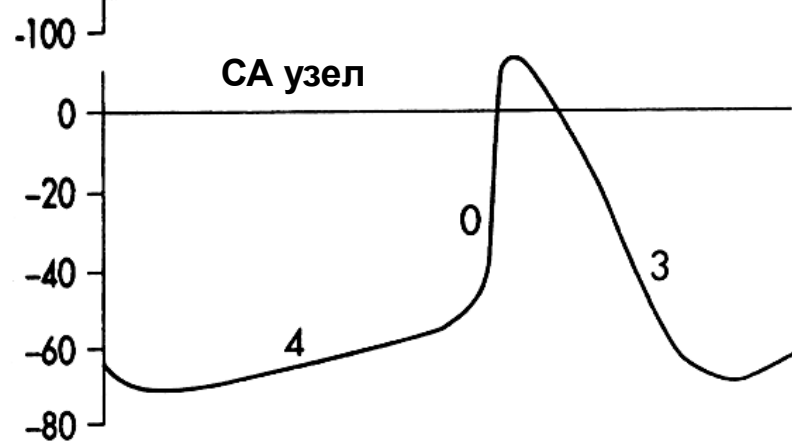
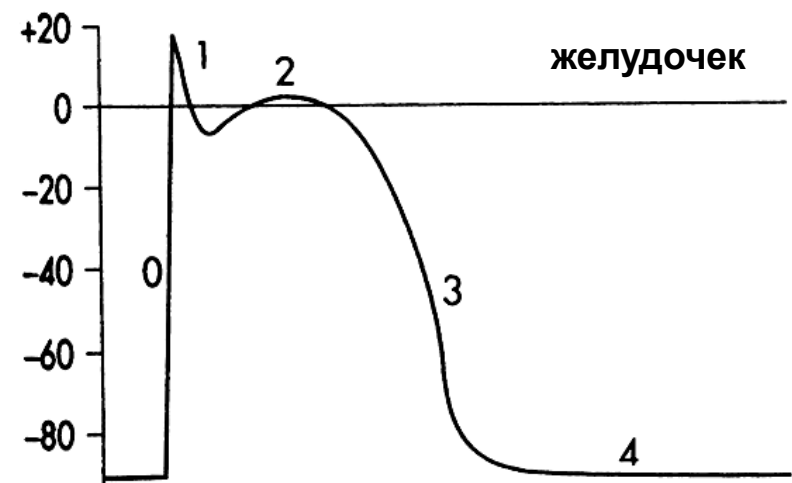
**Ритмическая генерация импульсов
(потенциалов действия)**

**Последовательность сокращений
предсердий и желудочков**

**Одновременное (синхронное)
сокращение клеток миокарда**

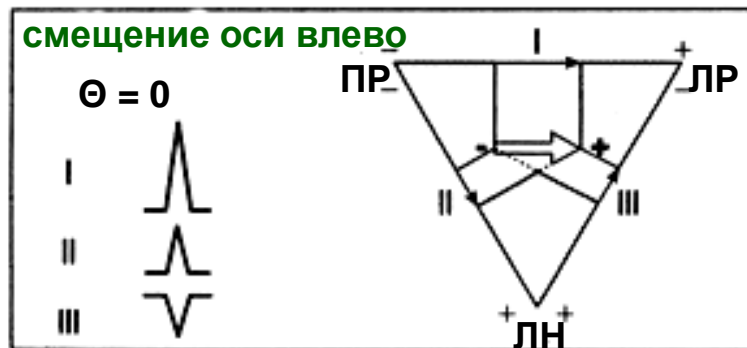
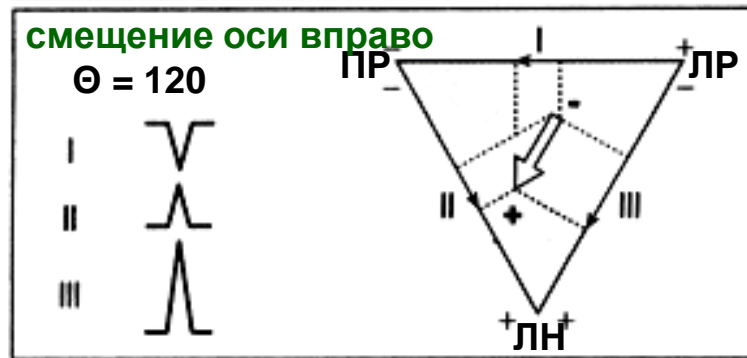
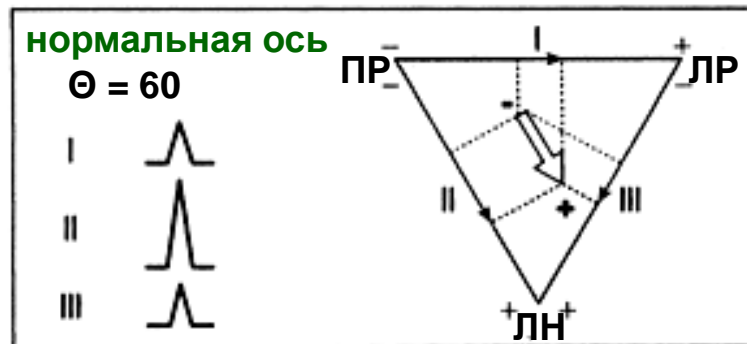
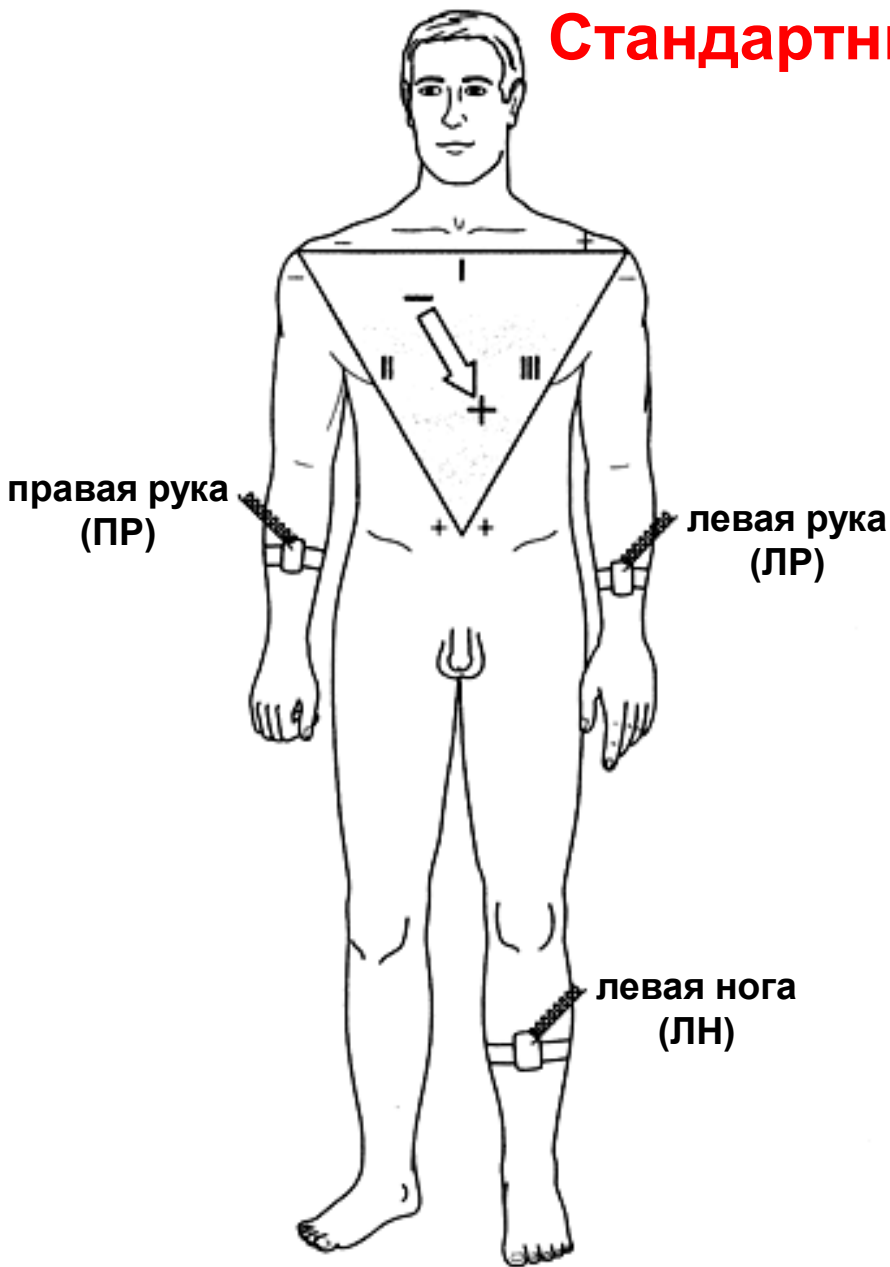


Изменение проводимости мембраны для ионов Na^+ , Ca^{2+} и K^+ во время различных фаз потенциала действия клеток миокарда

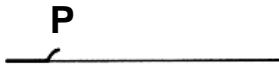
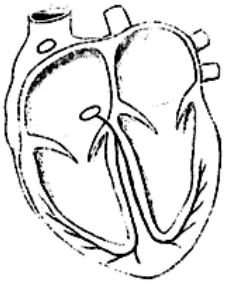


Типичные потенциалы действия (мВ) клеток желудочка, синоатриального узла и предсердия

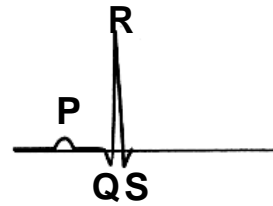
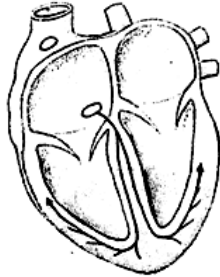
Стандартные отведения биотоков сердца



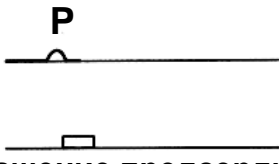
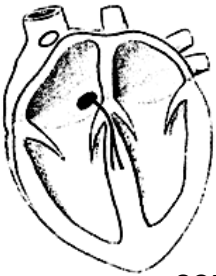
зубец P



зубец S

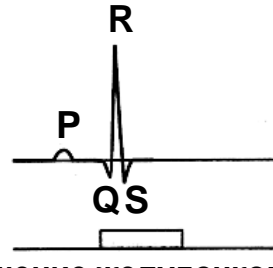
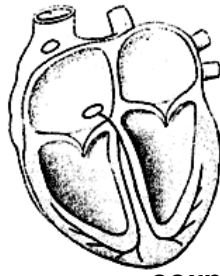


сегмент PQ



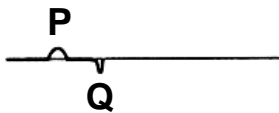
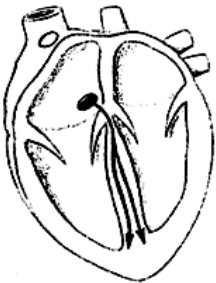
сокращение предсердий

сегмент ST

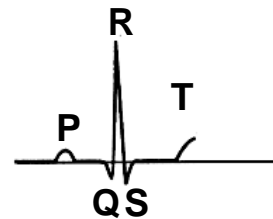
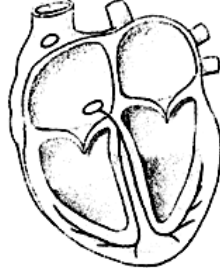


сокращение желудочков

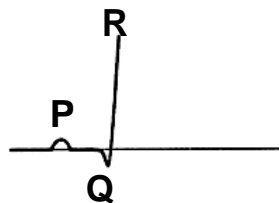
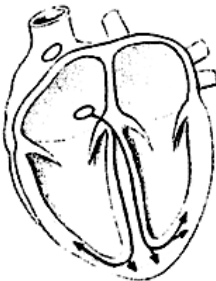
зубец Q



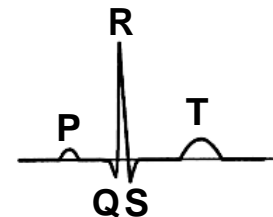
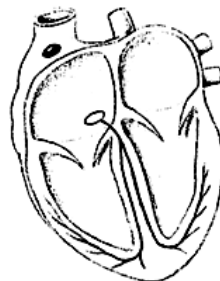
зубец T



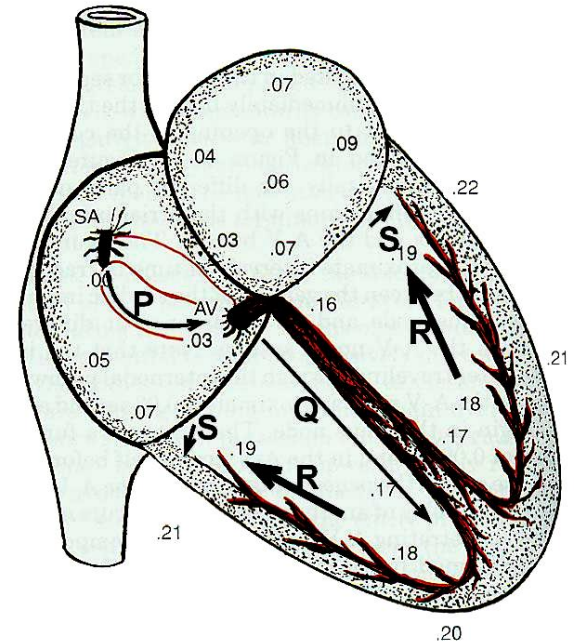
зубец R



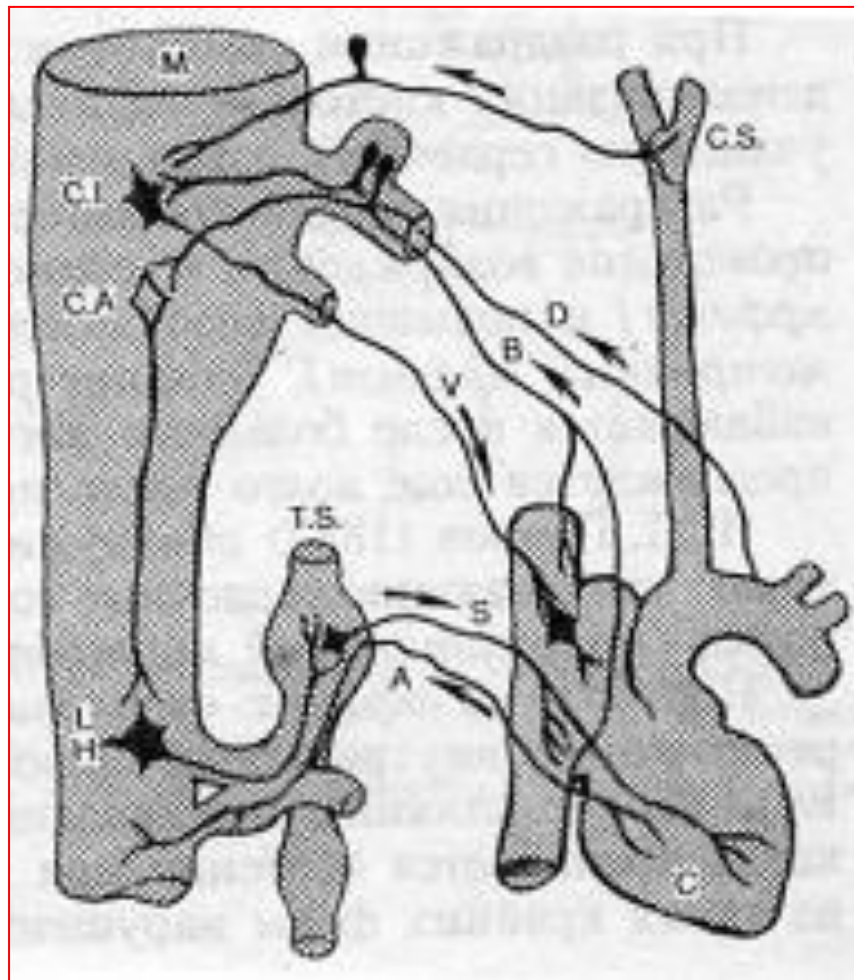
окончание цикла



Связь между деполяризацией/реполяризацией в сердце и ЭКГ

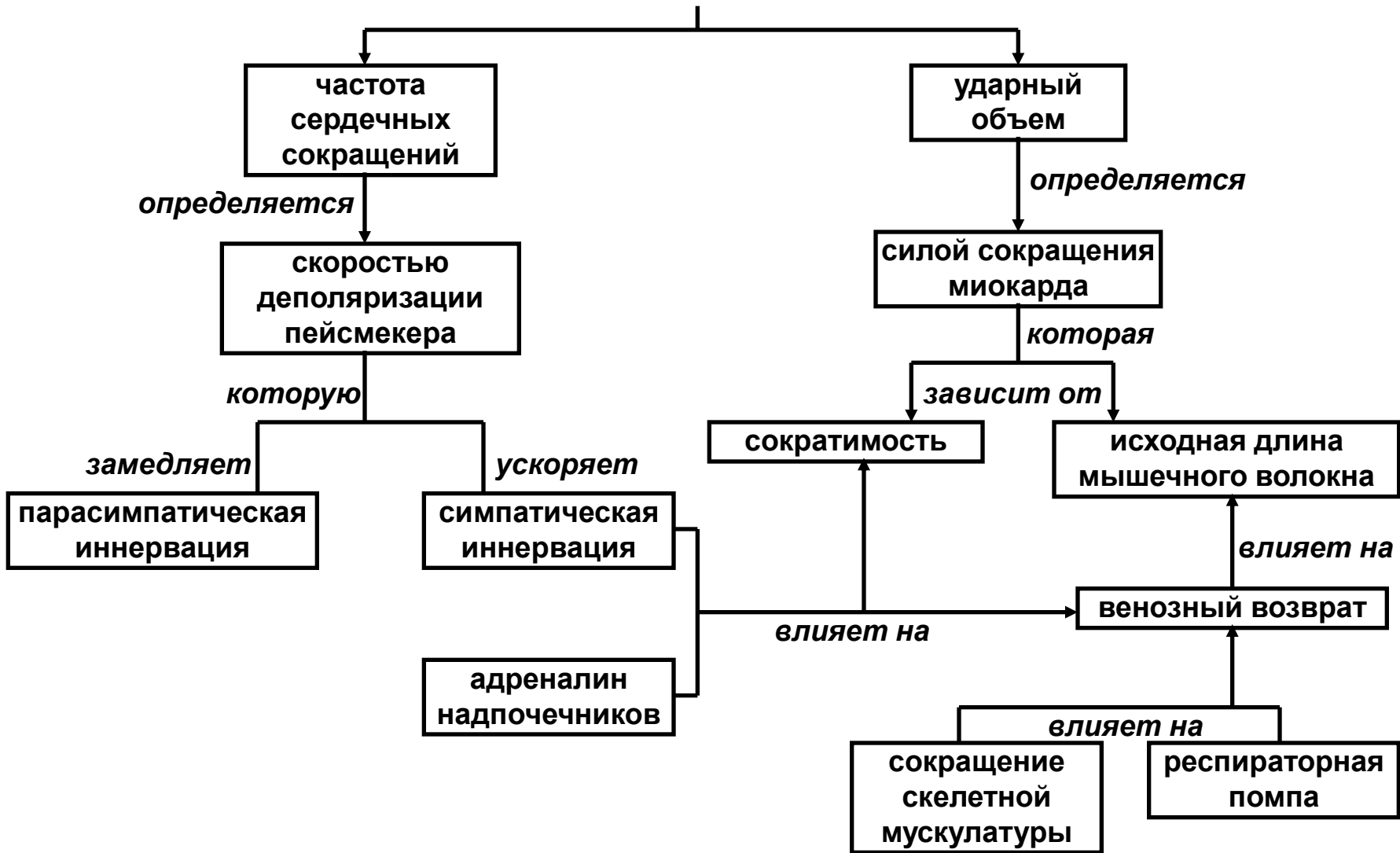


Внесердечная нервная регуляция работы сердца



СЕРДЕЧНЫЙ ВЫБРОС

зависит от следующих факторов

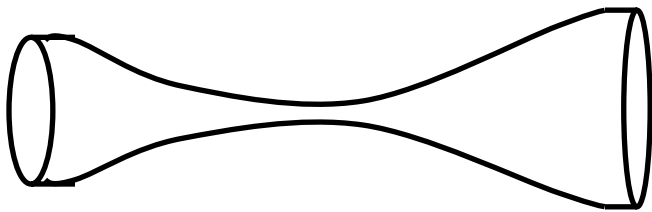
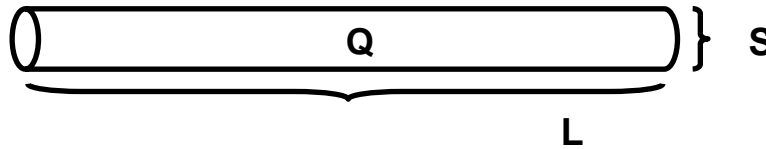
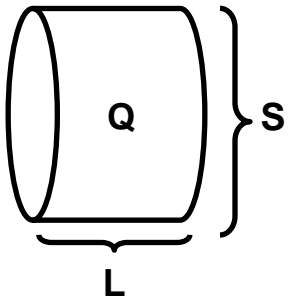


Законы гемодинамики



$$Q = \frac{P_1 - P_2}{R}$$

$$Q = \frac{P}{R}$$



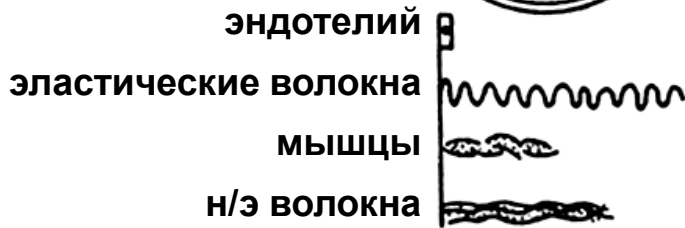
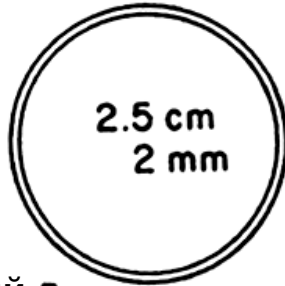
$$R = \frac{8\eta L}{\pi r^4}$$

$$Q = \frac{P}{R}$$

$$P = QR$$

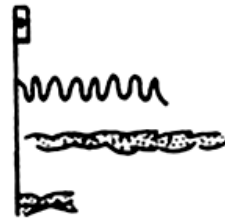
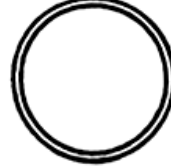
Кровеносные сосуды

аорта



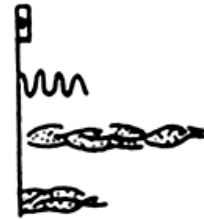
средние
артерии

0.4 cm
1 mm



мелкие
артерии и
артериолы

30 μ
20 μ



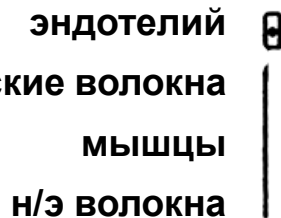
прекапиллярные
сфинктеры
артериовенозных
анастомозов

35 μ
30 μ



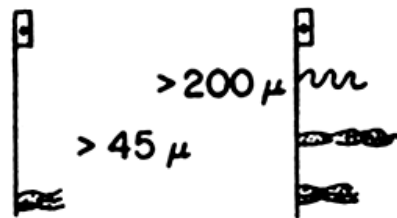
капилляры

8 μ
1 μ



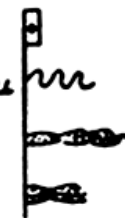
венулы

20 μ
2 μ



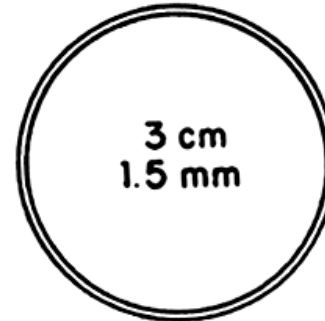
вены

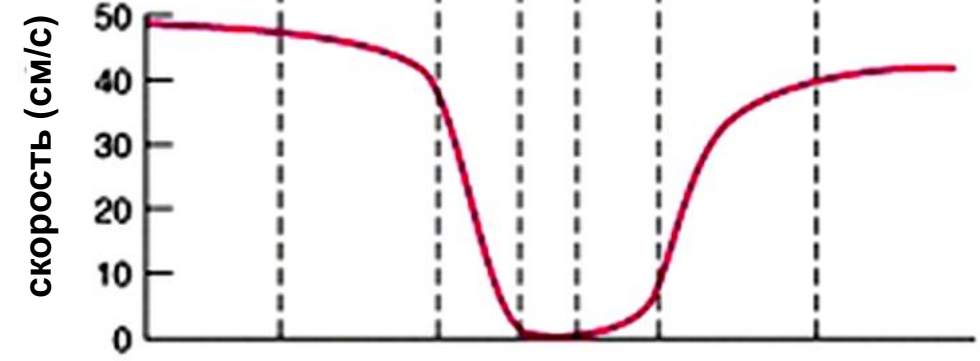
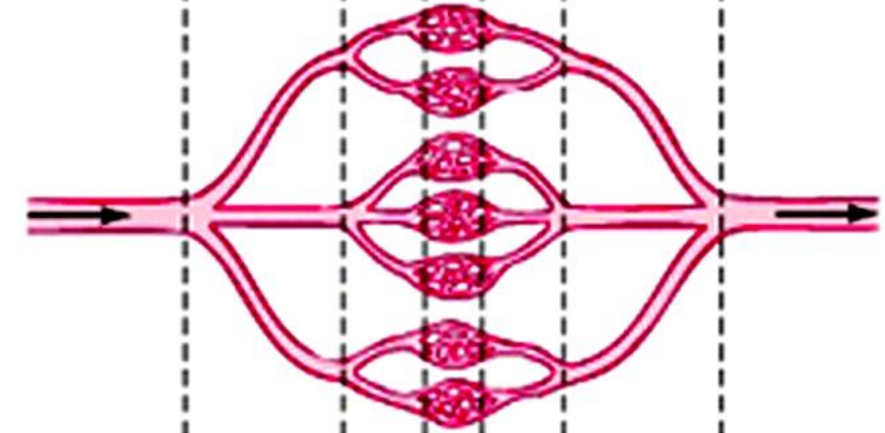
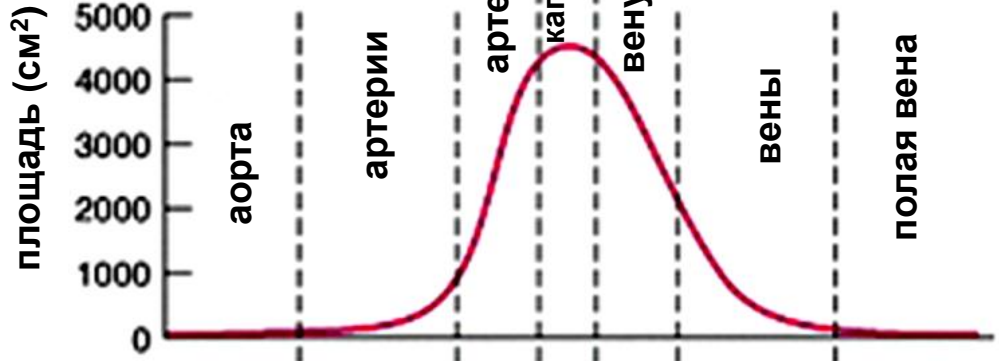
0.5 cm
0.5 mm



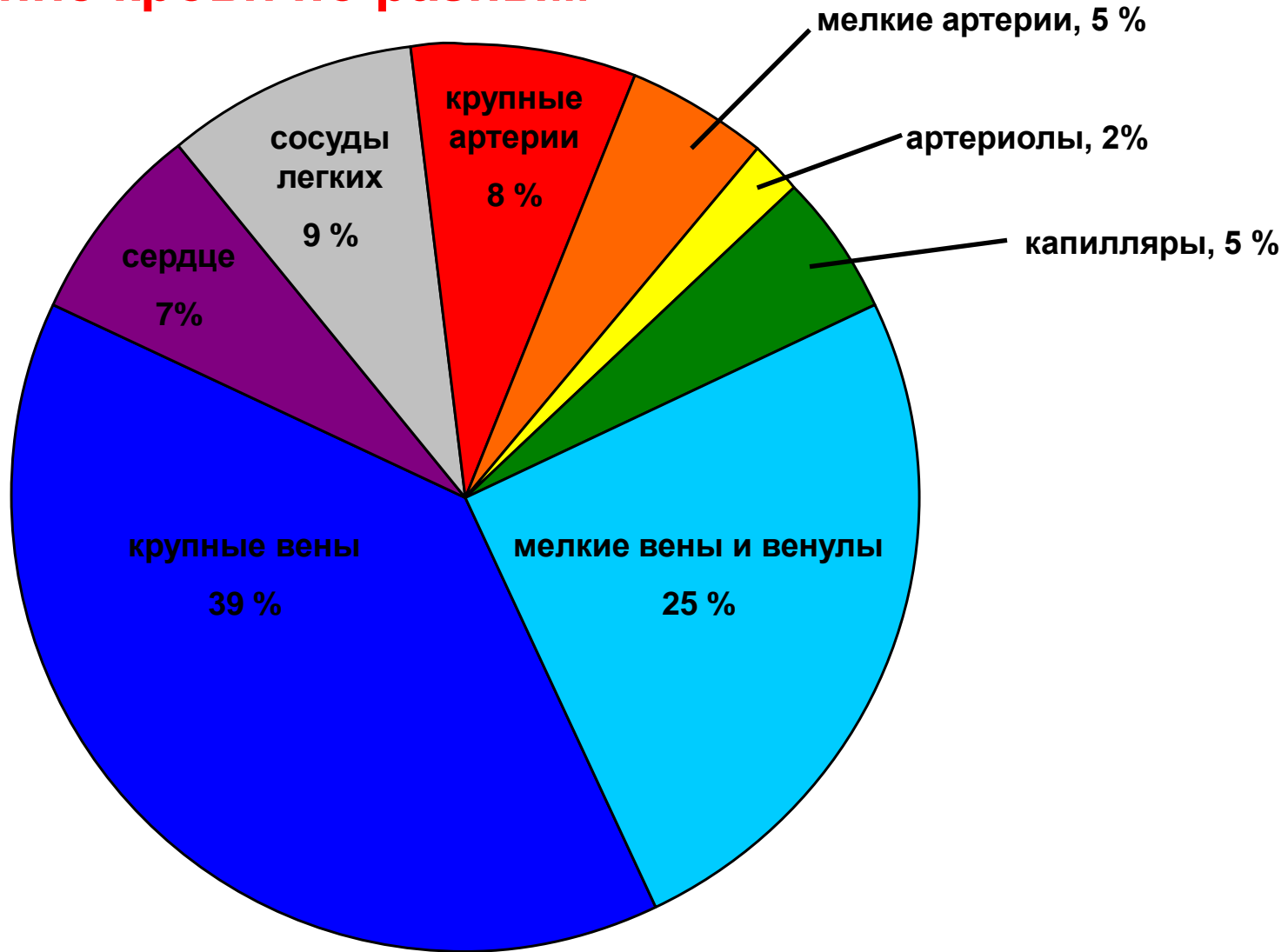
полая вена

3 cm
1.5 mm





Распределение крови по разным секторам



Изменение артериального давления по ходу сосудистого русла

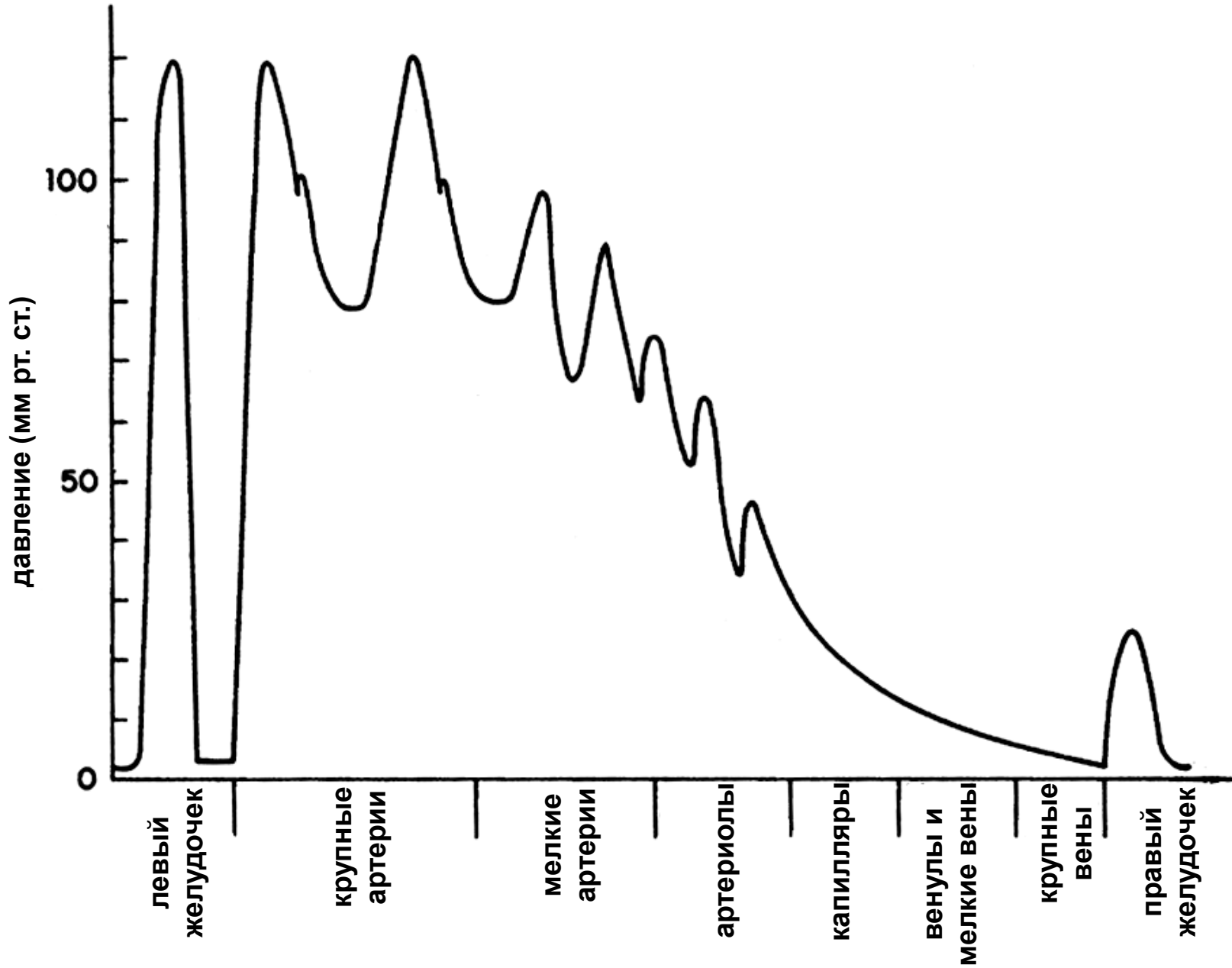
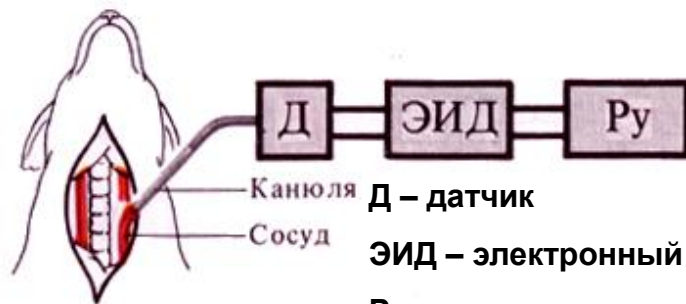


Схема регистрации артериального давления в остром опыте

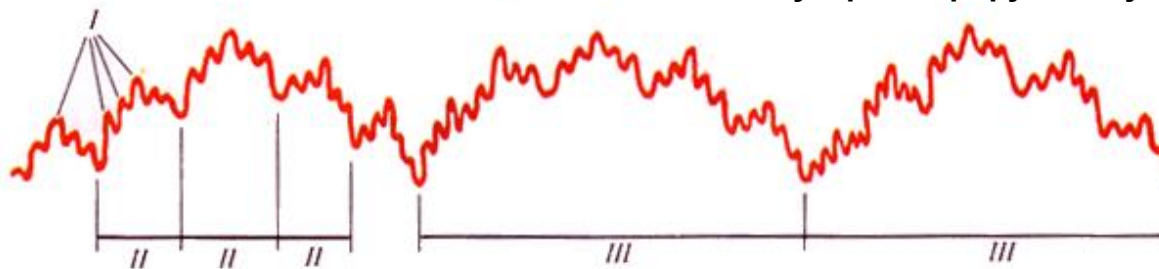


Д – датчик

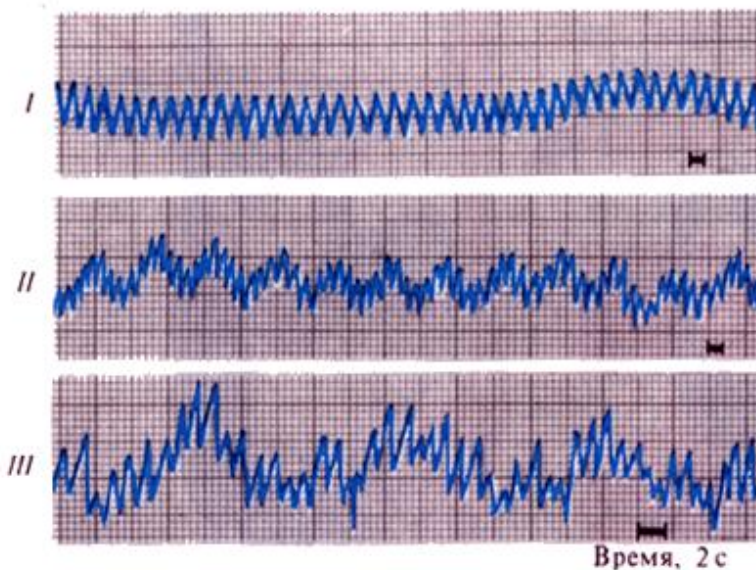
ЭИД – электронный измеритель давления

Рy – регистрирующее устройство

схема кривой артериального давления



кривые артериального давления

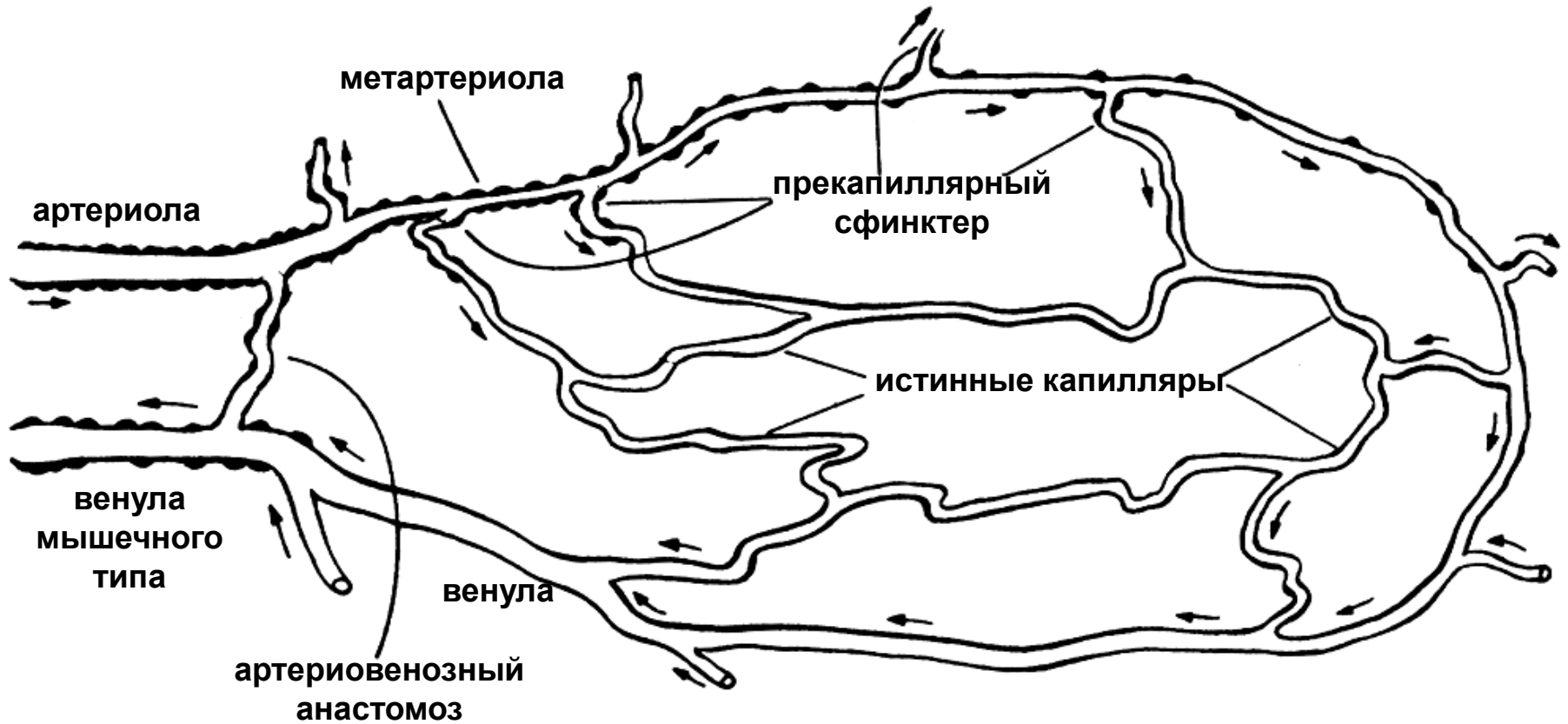


волны первого порядка (пульсовые)

волны второго порядка (дыхательные)

волны третьего порядка

Микроциркуляция

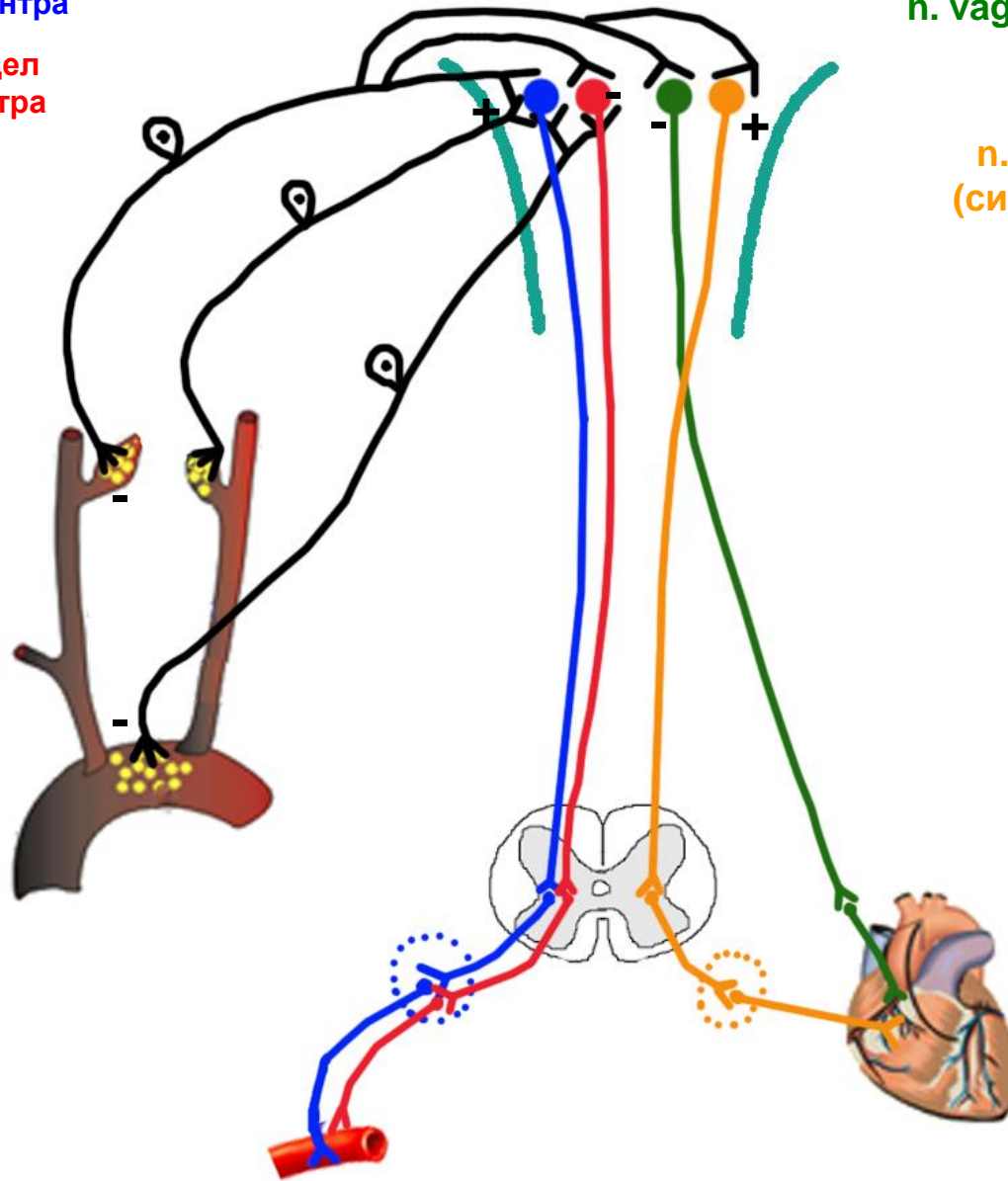


сосудосуживающий отдел
сосудодвигательного центра

Сосудорасширяющий отдел
сосудодвигательного центра

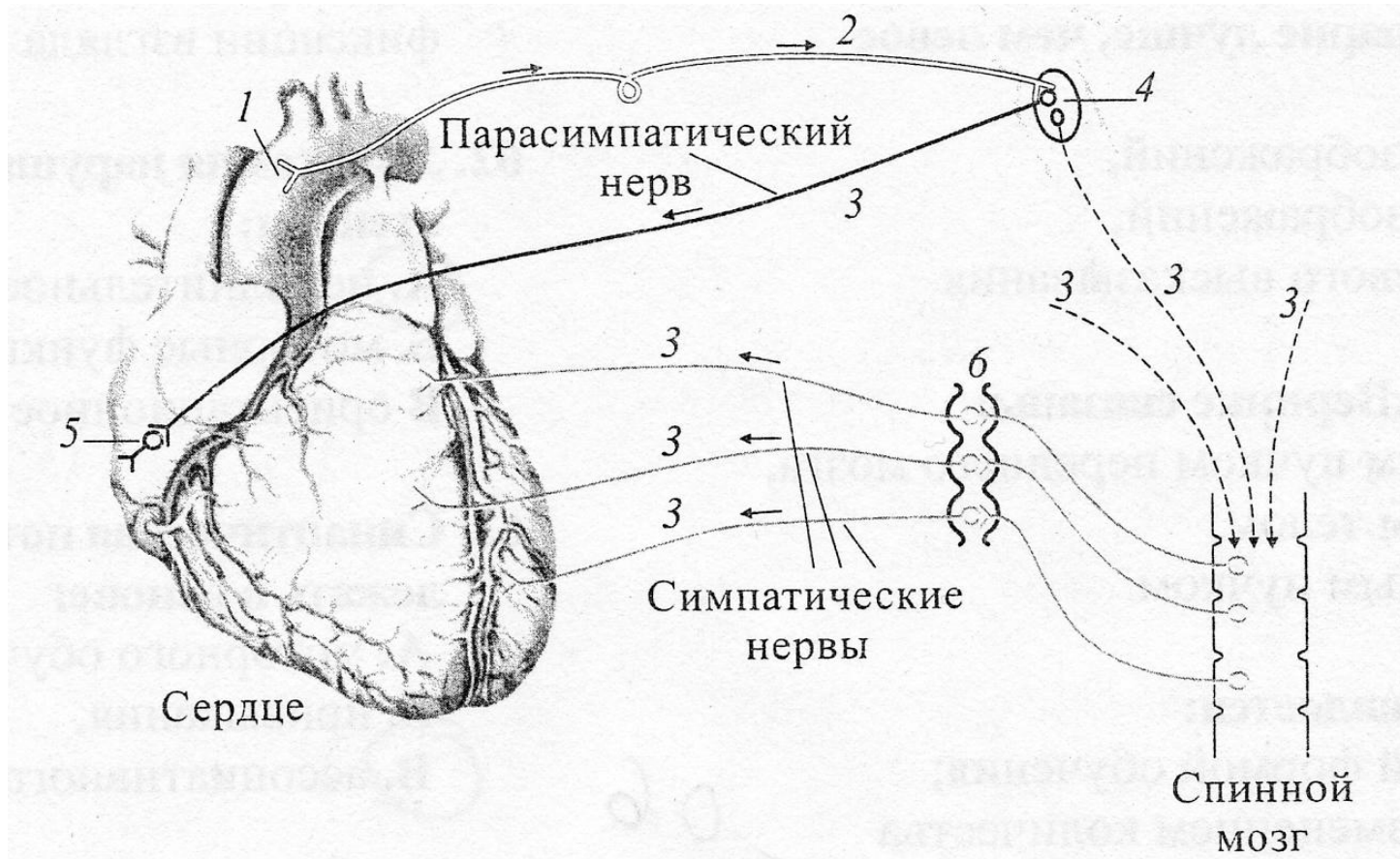
n. vagus (блуждающий
нерв)

n. sympaticus
(симпатический
нерв)



Регуляция артериального давления

Регуляция работы сердца



- 1 – рецепторы аорты (реагируют на повышение давления крови),
- 2 – афферентные пути рефлексов, 3 – эфферентные пути рефлексов,
- 4 – центр регуляции работы сердца (в продолговатом мозге),
- 5 – парасимпатический ганглий, 6 – симпатические ганглии.

Гуморальная регуляция работы сердца

Щитовидная железа



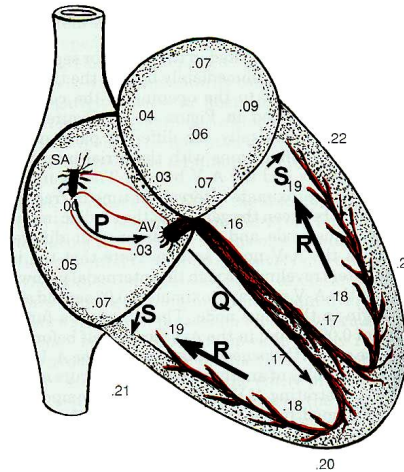
Тиреоидные гормоны



Надпочечник

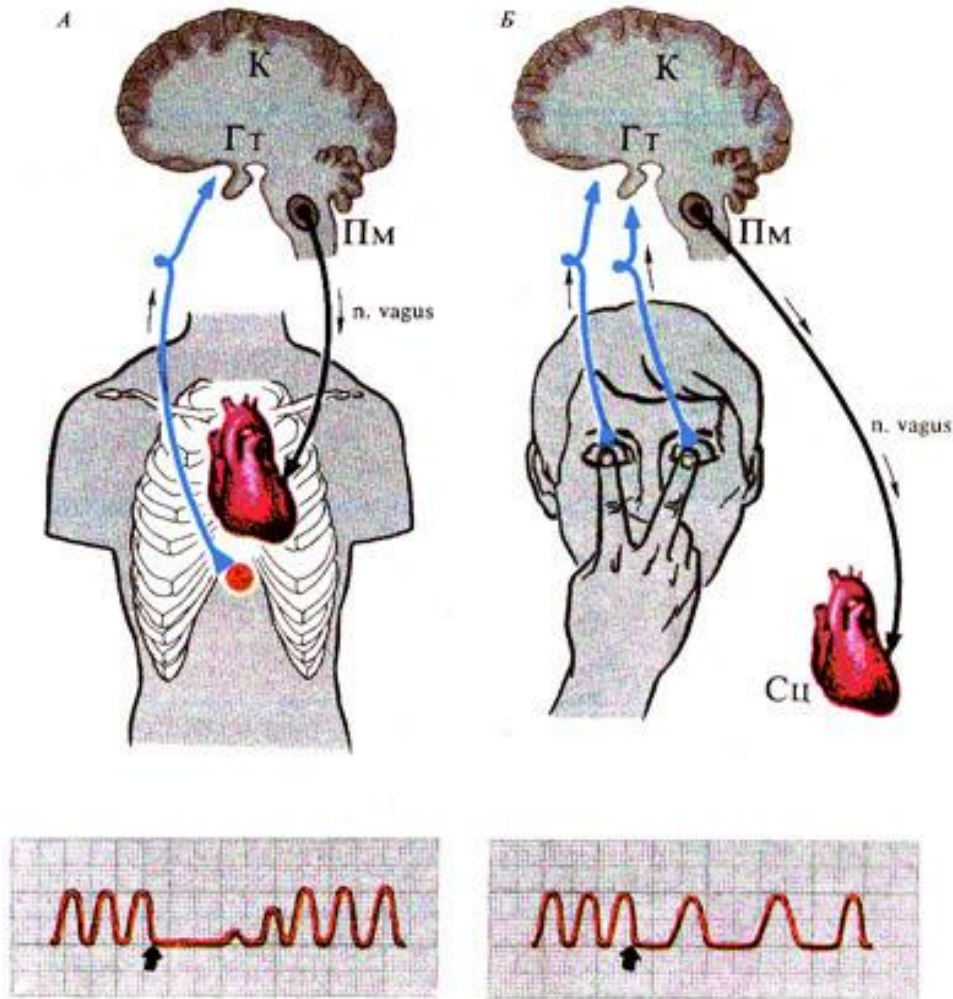


Адреналин



Увеличение частоты и силы сокращений

Рефлексы с интерорецепторов на сердце



рефлекс Гольца (раздражение — удар в эпигастральную область, реакция — рефлекторная остановка сердца).

рефлекс Ашнера (раздражение — давление на глазные яблоки, реакция — рефлекторное замедление сердечных сокращений).

Физиология сосудистой системы



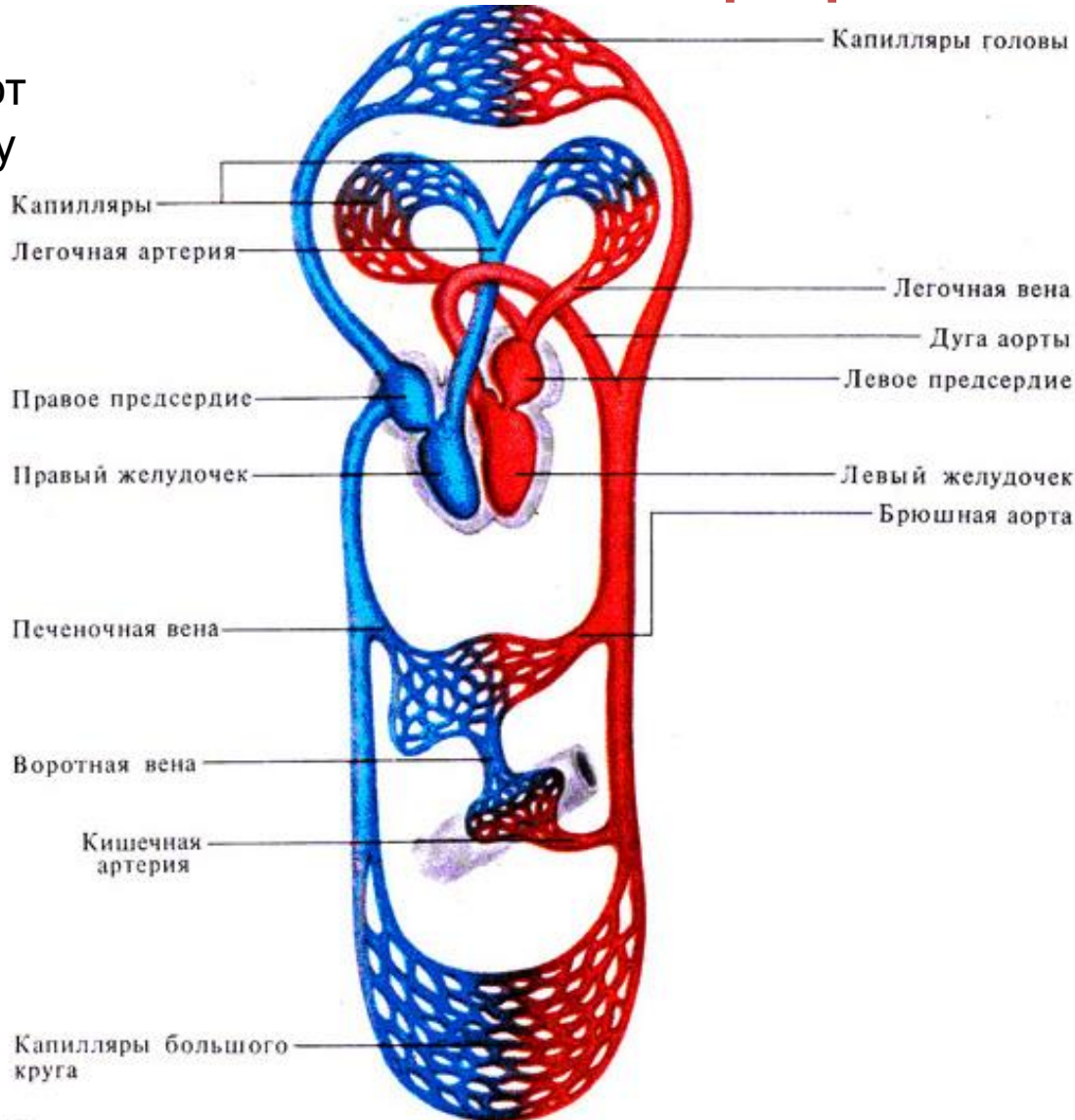
Сосудистое русло

Венозная часть

Артериальная часть

Кровь
возвращается от
тканей к сердцу

Кровь оттекает
от сердца к
тканям



Типы кровеносных сосудов



- Чем ближе к сердцу, тем больше диаметр сосудов.
- **Аорта** – самая крупная артерия, с которой начинается большой круг кровообращения.
- **Верхняя и нижняя полые вены** – самые крупные вены. Впадают в правое предсердие, несут кровь от верхней и нижней частей тела.

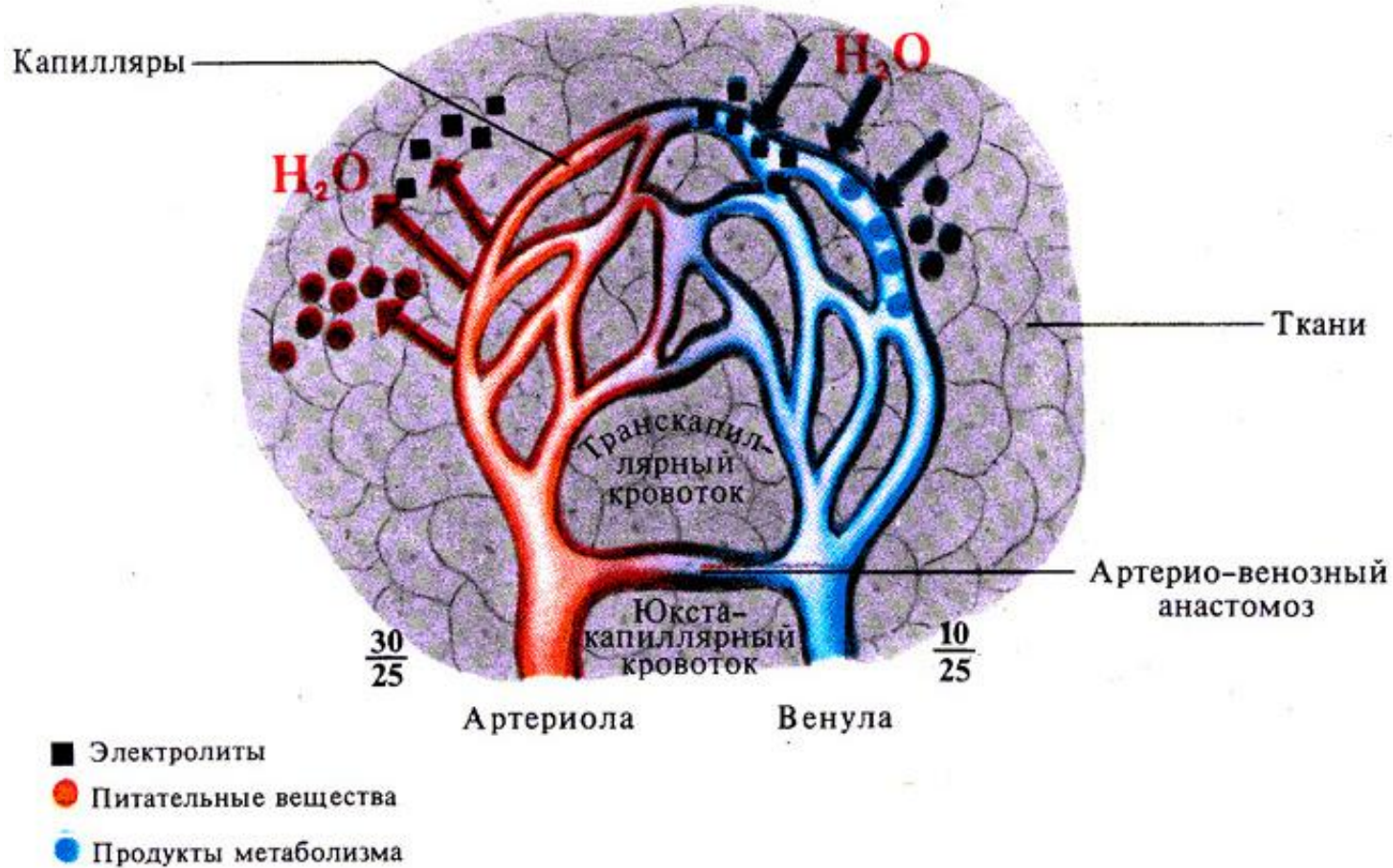
Артерии – кровеносные сосуды, имеющие толстую и упругую стенку, что помогает проталкивать кровь.

Артериолы – мелкие артерии.

Капилляры – самые мелкие сосуды, их диаметр примерно соответствует диаметру эритроцита.
Функция: обмен веществ через стенку сосуда.



Капилляры



Суммарная длина капилляров человека – около 100 000 км.

Это длиннее экватора Земли в 3 раза!

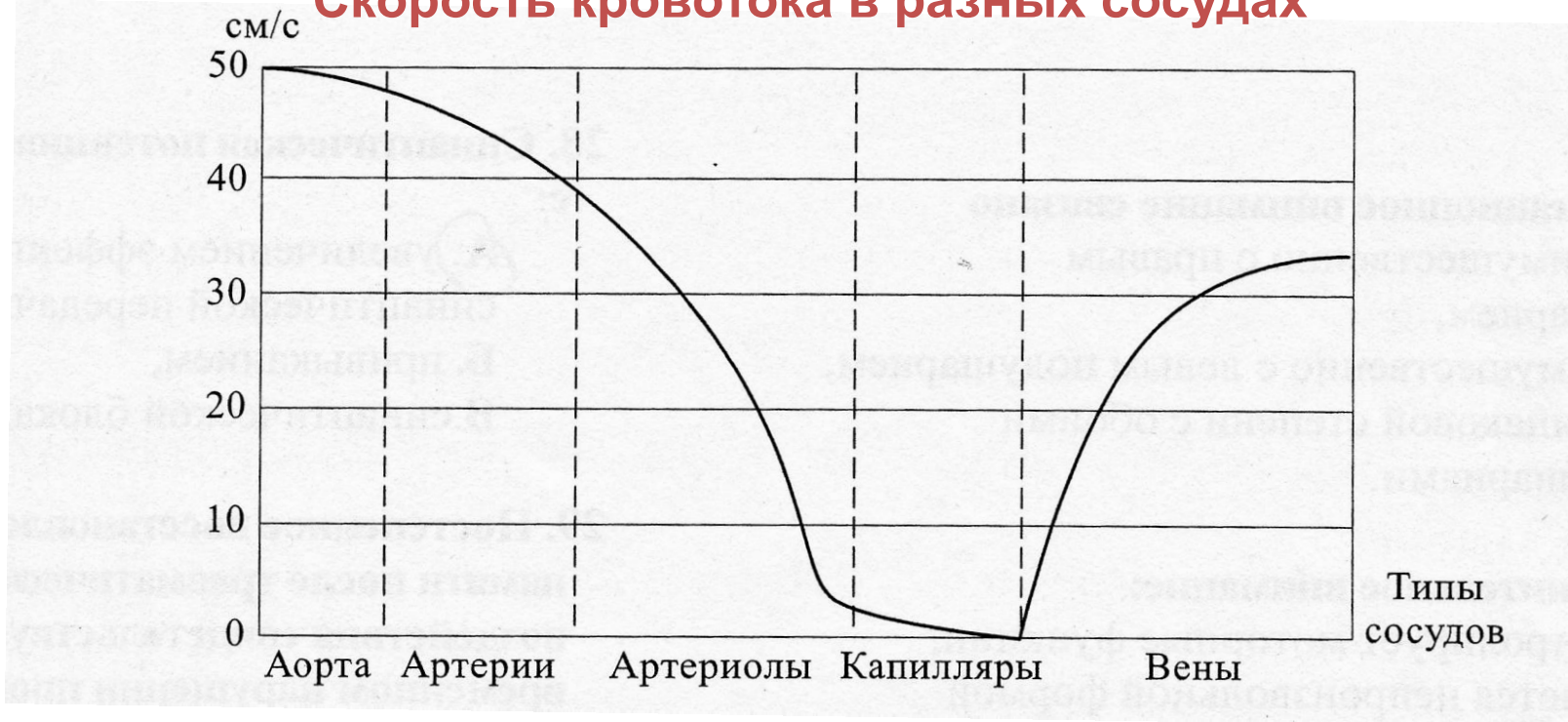


Капилляры

Если сложить все капилляры вместе, то суммарное сечение будет больше сечения аорты в 500-600 раз!

Чтобы успеть вернуться к сердцу, кровь в аорте должна течь быстрее, чем в мелких сосудах, которых больше.

Скорость кровотока в разных сосудах



Давление крови

зависит от

Обмен веществ в
сосудах



Давление движущейся крови на
стенки сосудов

Состояние покоя



Давление в крупных артериях
постоянно



Показатель
внутренней среды.
Поддерживается на
постоянном уровне.

От чего зависит величина давления крови?

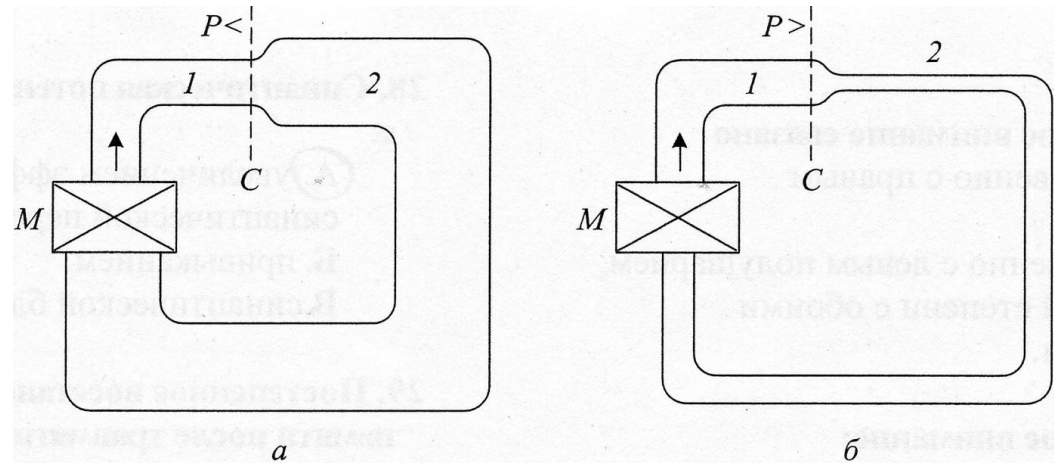
1. Работа сердца

От силы и частоты сокращений – от того, сколько крови выбрасывает сердце в кровеносное русло в единицу времени

Чем больше крови поступает в сосуды, тем больше давление в них.

От чего зависит величина давления крови?

2. Сопротивление сосудов



C – сечение сосуда, P – давление крови, M – мотор, обеспечивающий циркуляцию жидкости в замкнутой системе

Более узкий участок является более значительным препятствием, так как имеет большее **сопротивление**

Давление на участке 1 рисунка **б** будет больше, чем на рисунке **а**

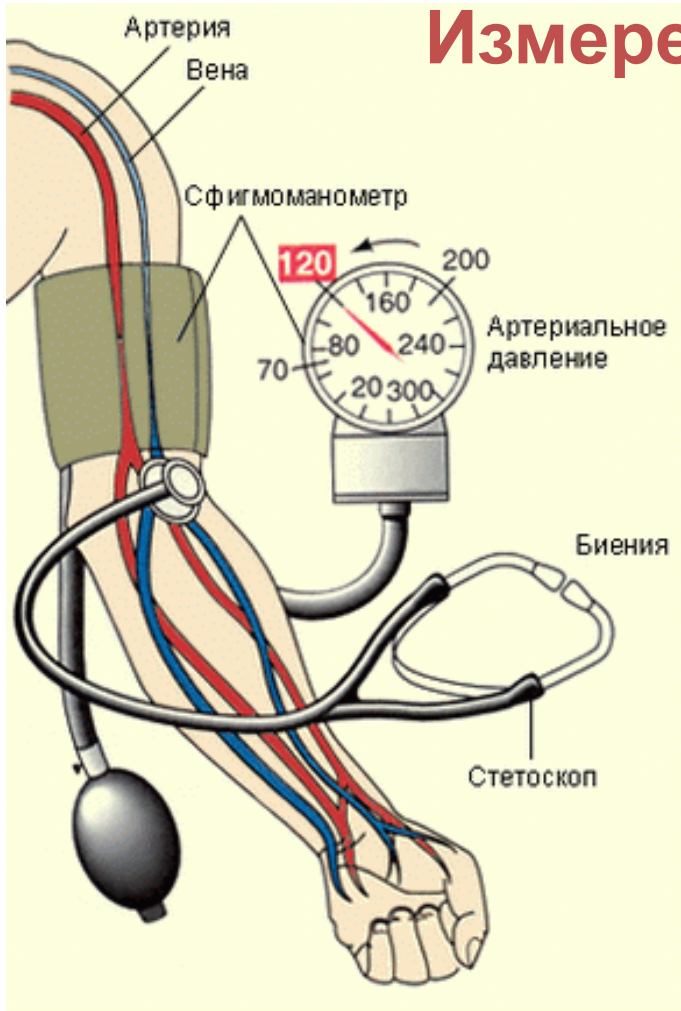
Давление крови

$$P = Q \times R$$

Q – объем крови, выбрасываемый сердцем в сосуды за 1 минуту,
R – сопротивление сосудов.

Измерение давления крови

Проводится в крупных артериях, то есть в начальной части сосудистого русла.



Систолическое давление – максимальное давление, которое наблюдается при выбросе крови из сердца в аорту (систола).

Диастолическое давление – минимальное давление, наблюдается в фазу диастолы (расслабления) сердца.

Для взрослого человека нормальное давление – 120/80 мм рт.ст.

Гипотония – давление ниже нормы.

Гипертония – давление выше нормы.

Регуляция давления крови

$$P = Q \times R$$

Q – объем крови, выбрасываемый сердцем в сосуды за 1 минуту,
R – сопротивление сосудов.

Если **P** возросло

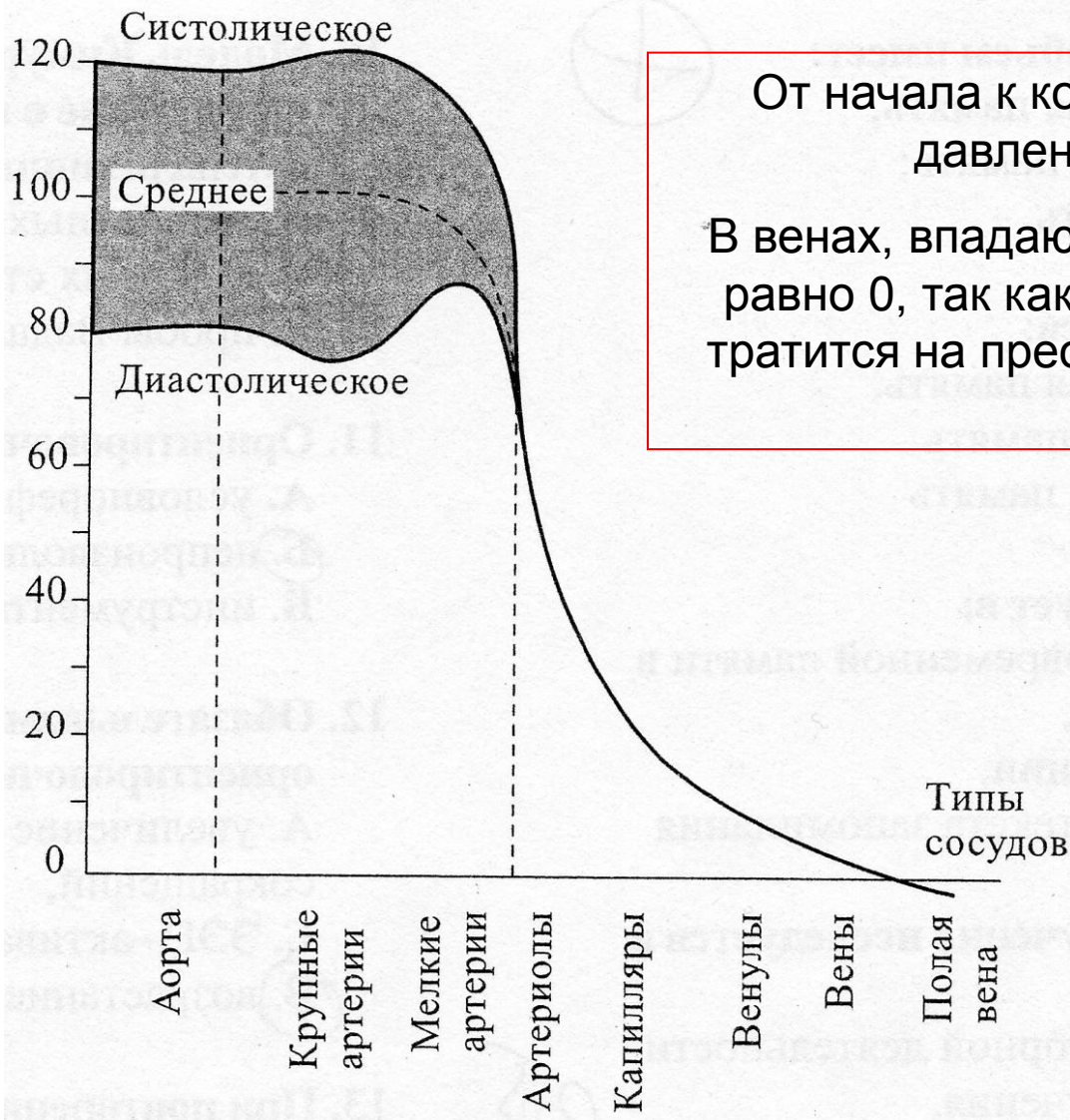
Надо уменьшить **Q** или уменьшить **R**

Затормозить
работу сердца

P = норма

Расширить
просвет сосудов

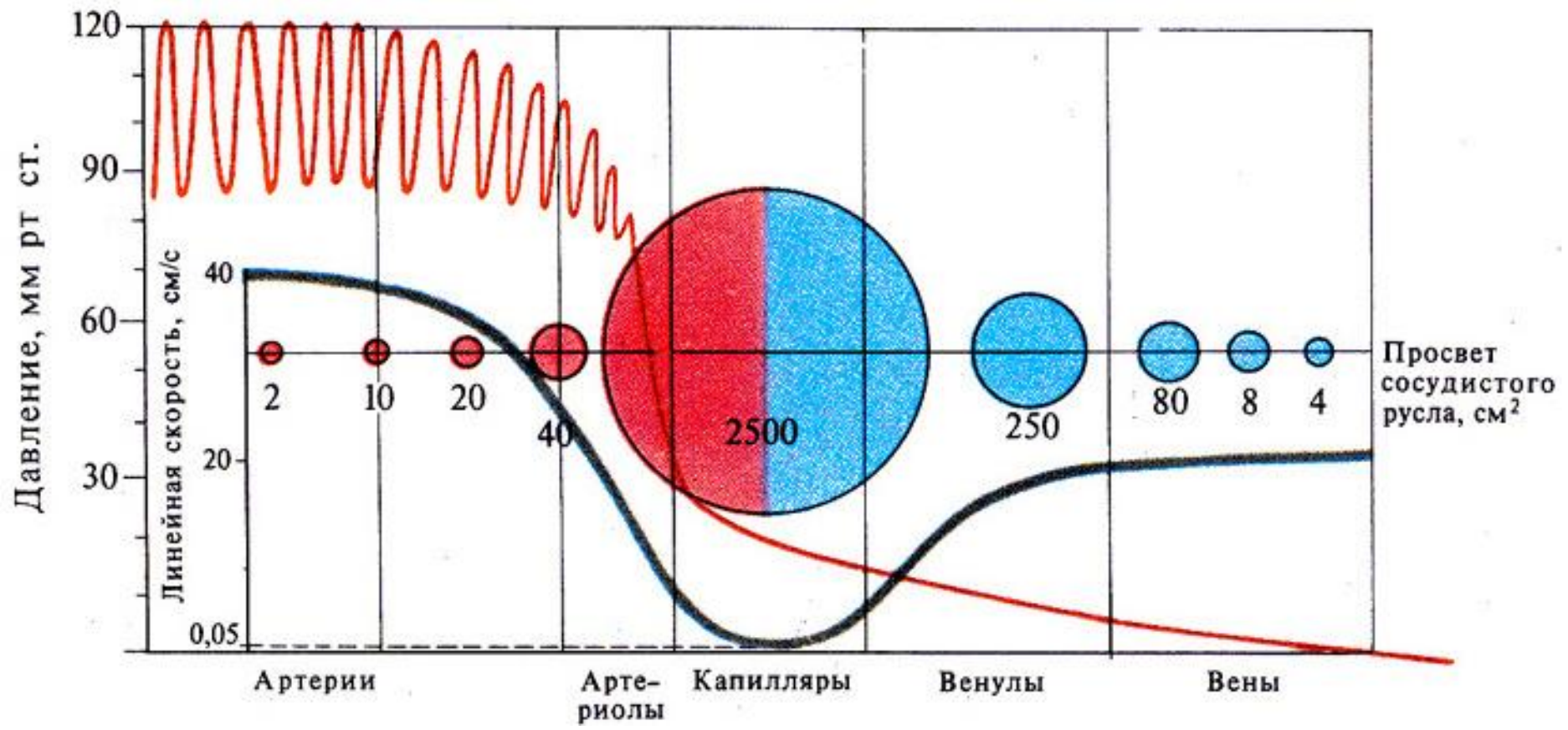
Изменение давления крови по ходу кровеносного русла



От начала к концу сосудистого русла давление понижается.

В венах, впадающих в сердце, оно почти равно 0, так как движущая сила сердца тратится на преодоление сопротивления сосудов.

Показатели гемодинамики в различных отделах сосудистого русла



ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

Дыхание - процессы,
обеспечивающие потребление
организмом кислорода и выделение
углекислого газа.

Состоит из следующих стадий:

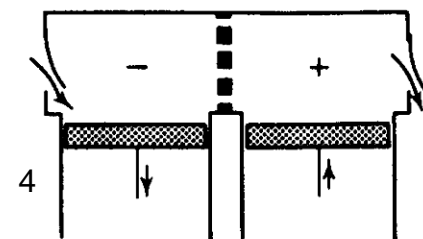
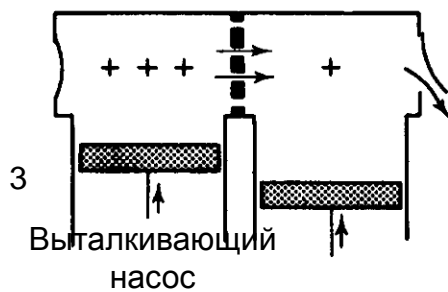
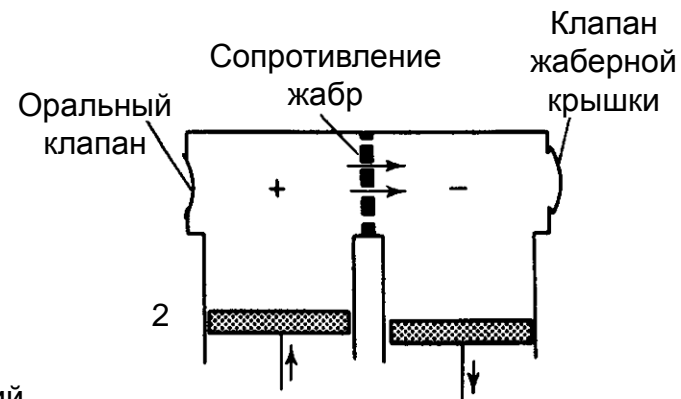
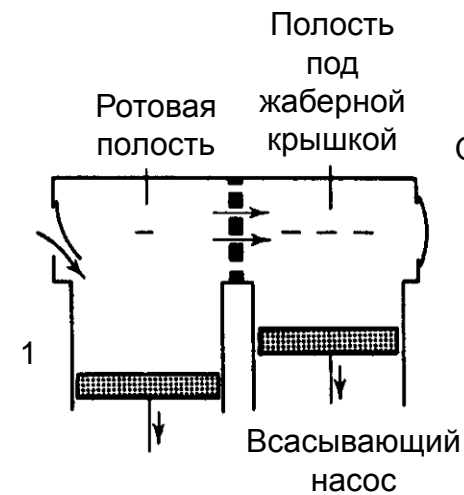
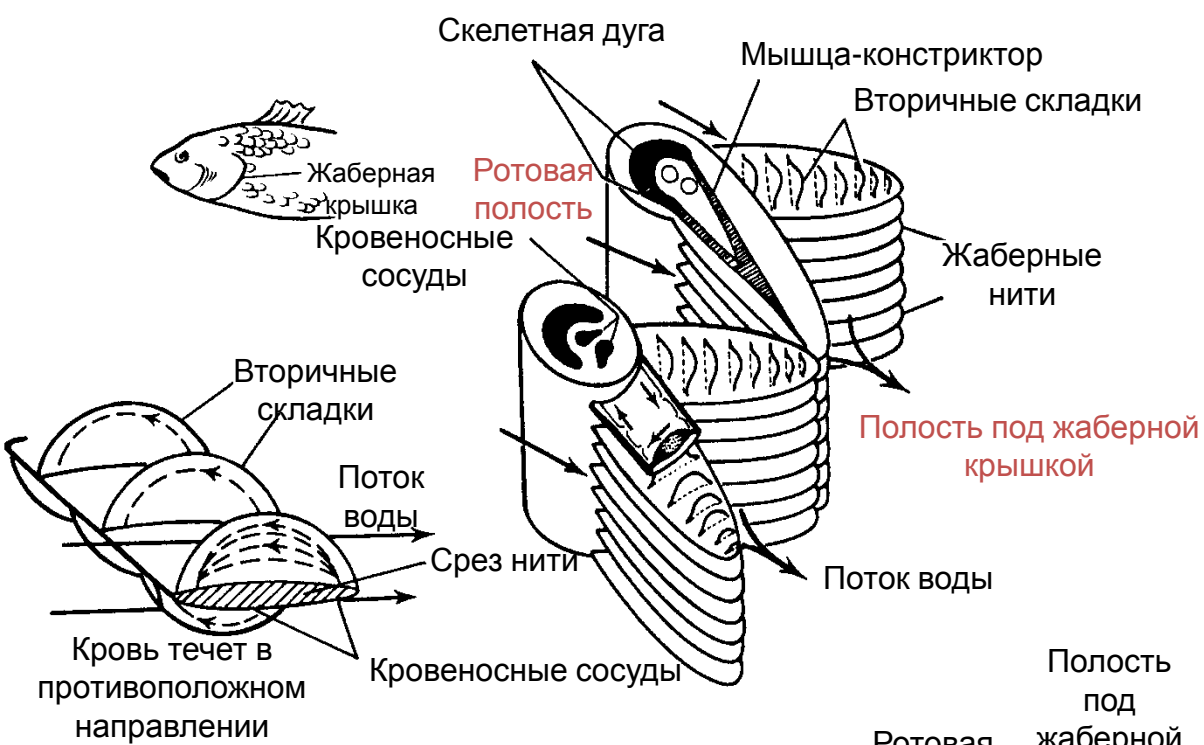
1. Обмен газов между воздухом внешней среды и легких.
2. Обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью.
3. Транспорт газов кровью ко всем тканям организма.
4. Обмен газов между кровью в капиллярах и клетками тканей.
5. Биологическое окисление в митохондриях.

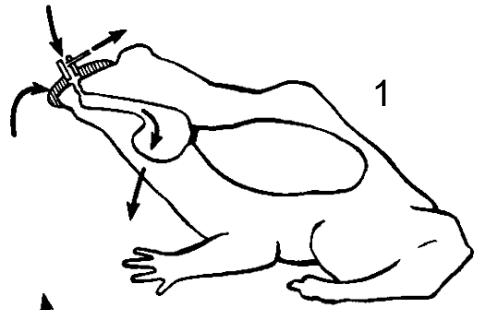
	Вес	Потребление кислорода мл/кг·час
Инфузория	0,001 мг	500
Мидия	25 г	22
Речной рак	32 г	47
Бабочка	0,3 г	600 (покой)
		100 000 (полет)
Карп	200 г	100
Щука	200 г	350
Мышь	20 г	2 500 (покой)
		20 000 (бег)
Человек	70 кг	200 (покой)
		4 000 (максимальная нагрузка)

Потребление кислорода различными животными в состоянии покоя и в активном состоянии

	Дыхание в воде (рыбы)	Дыхание на воздухе (млекопитающие)
Вязкость среды	Вода в 100 раз более вязкая, чем воздух	
Плотность среды	Вода в 1000 раз более плотная, чем воздух	
Относительное содержание O₂	Низкое	Высокое
Содержание O₂ во вдыхаемой среде	0-10 мл/л	100-130 мл/л; ниже, чем в атмосферном воздухе из-за мертвого пространства
Содержание CO₂ в выдыхаемой среде	Низкое (0-13 мл/л)	Более 100 мл/л
Дыхание через:	Жабры: обмен через вторичные пластинки	Легкие: обмен через альвеолы
Вентиляция	Непрерывная	Во время вдоха
Утилизация O₂, %	До 80	25
Потребление кислорода дыхательным насосом, %	20	1-2

Сравнение дыхания в водной и воздушной среде

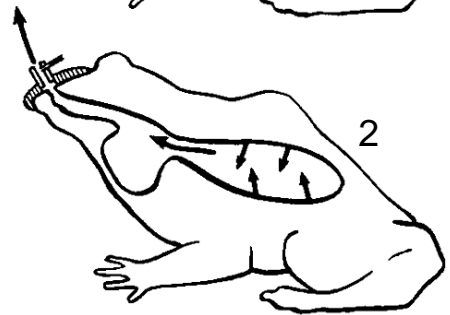




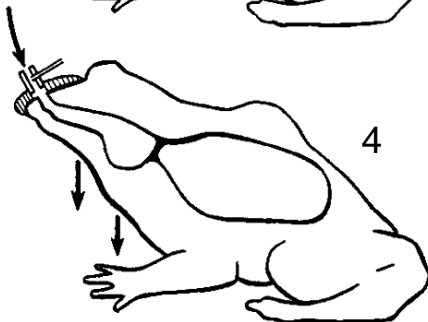
1



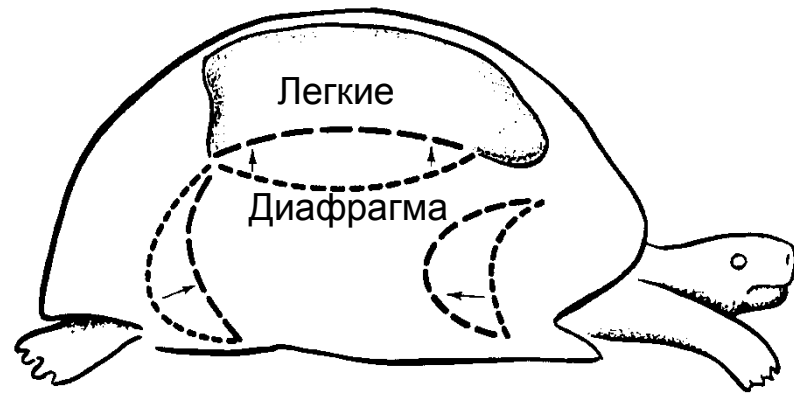
3



2

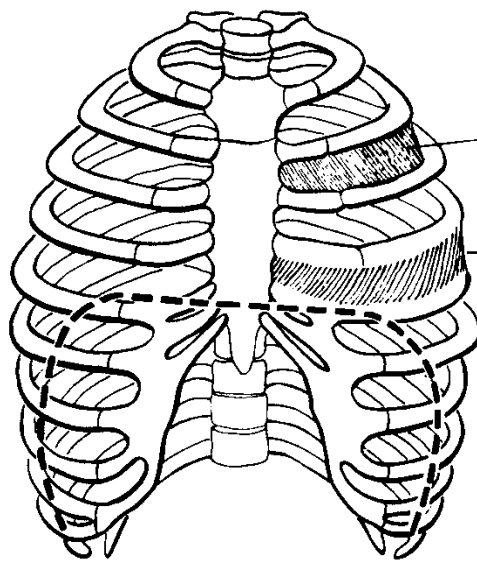


4



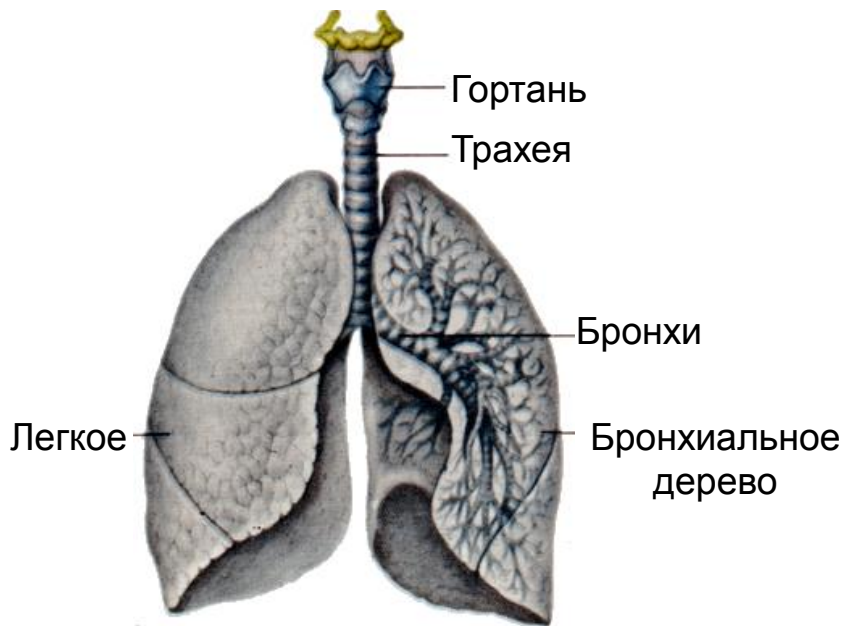
Легкие

Диафрагма



Внутренние межреберные мышцы

Внешние межреберные мышцы

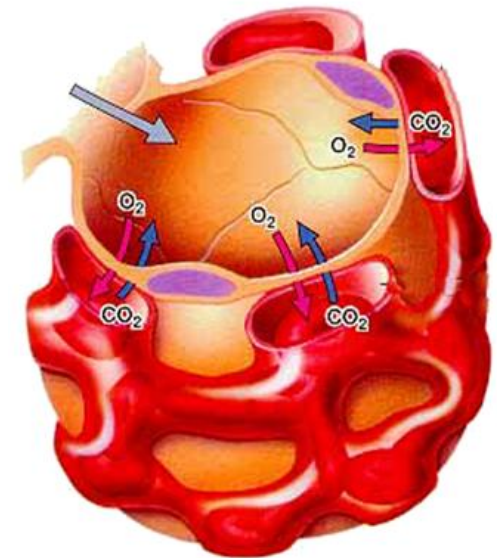
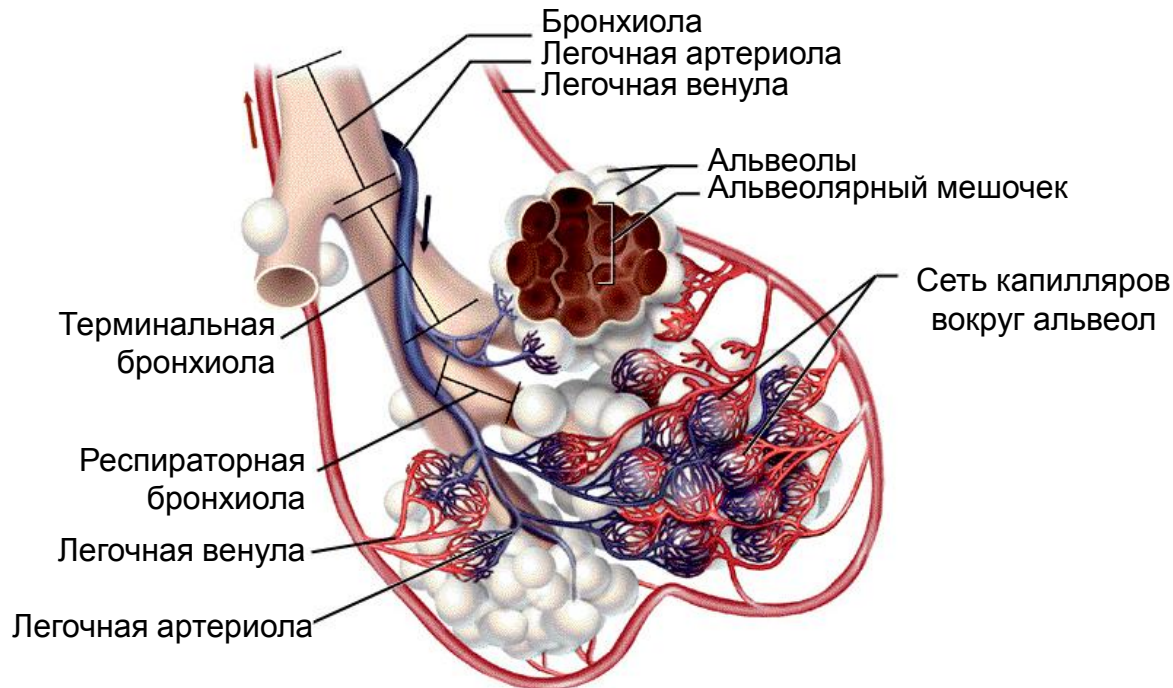


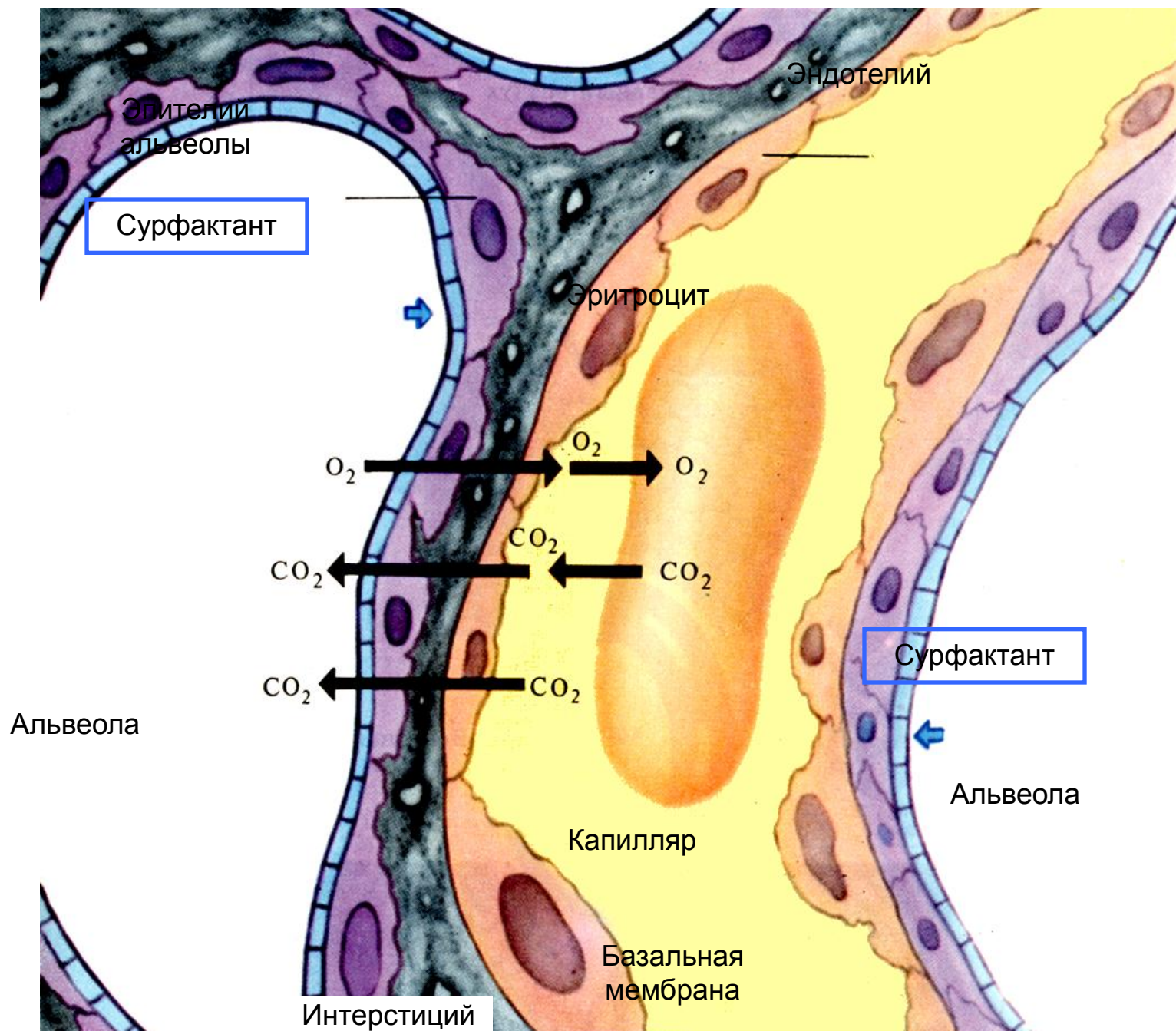
Воздухоносные пути и респираторные отделы

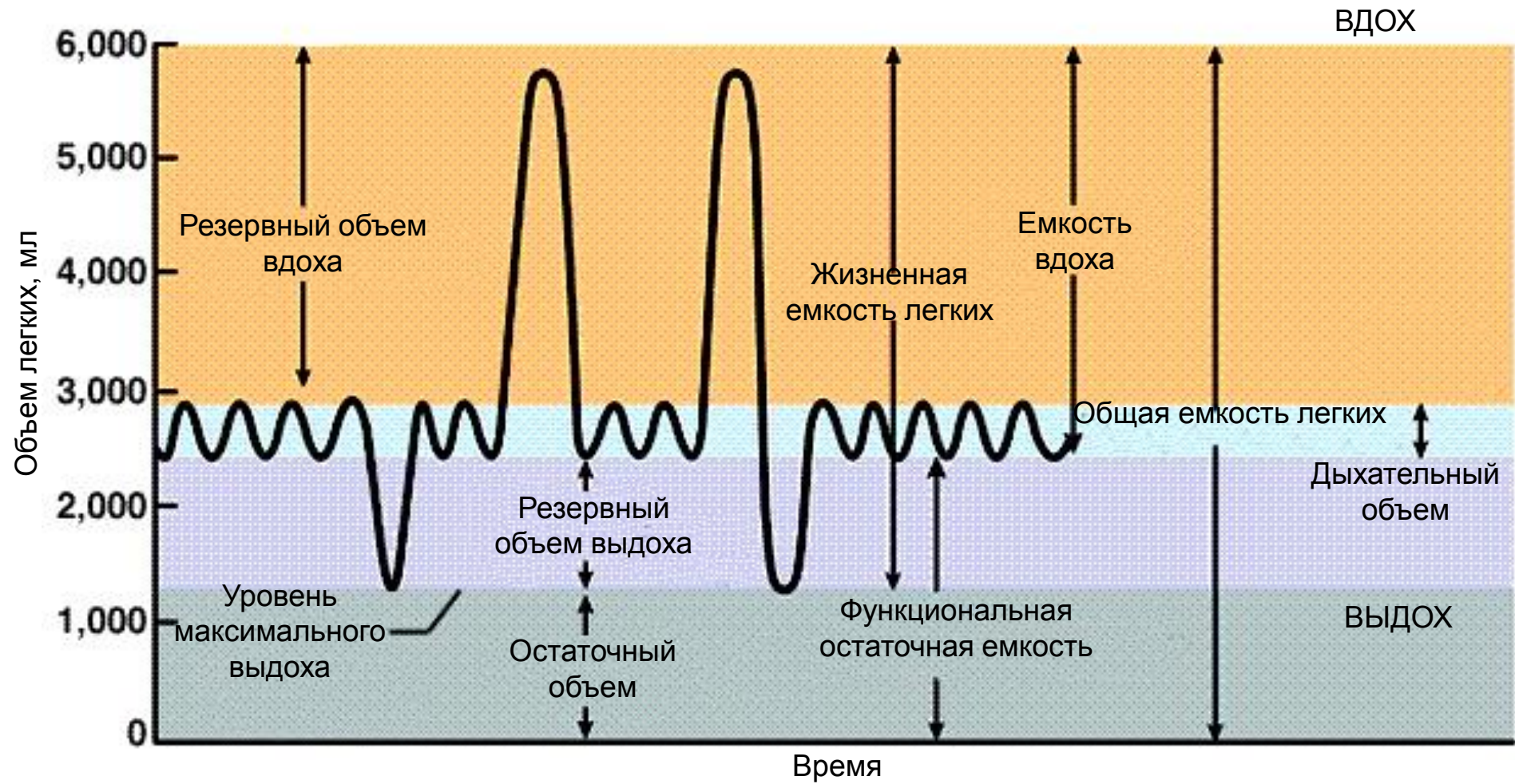


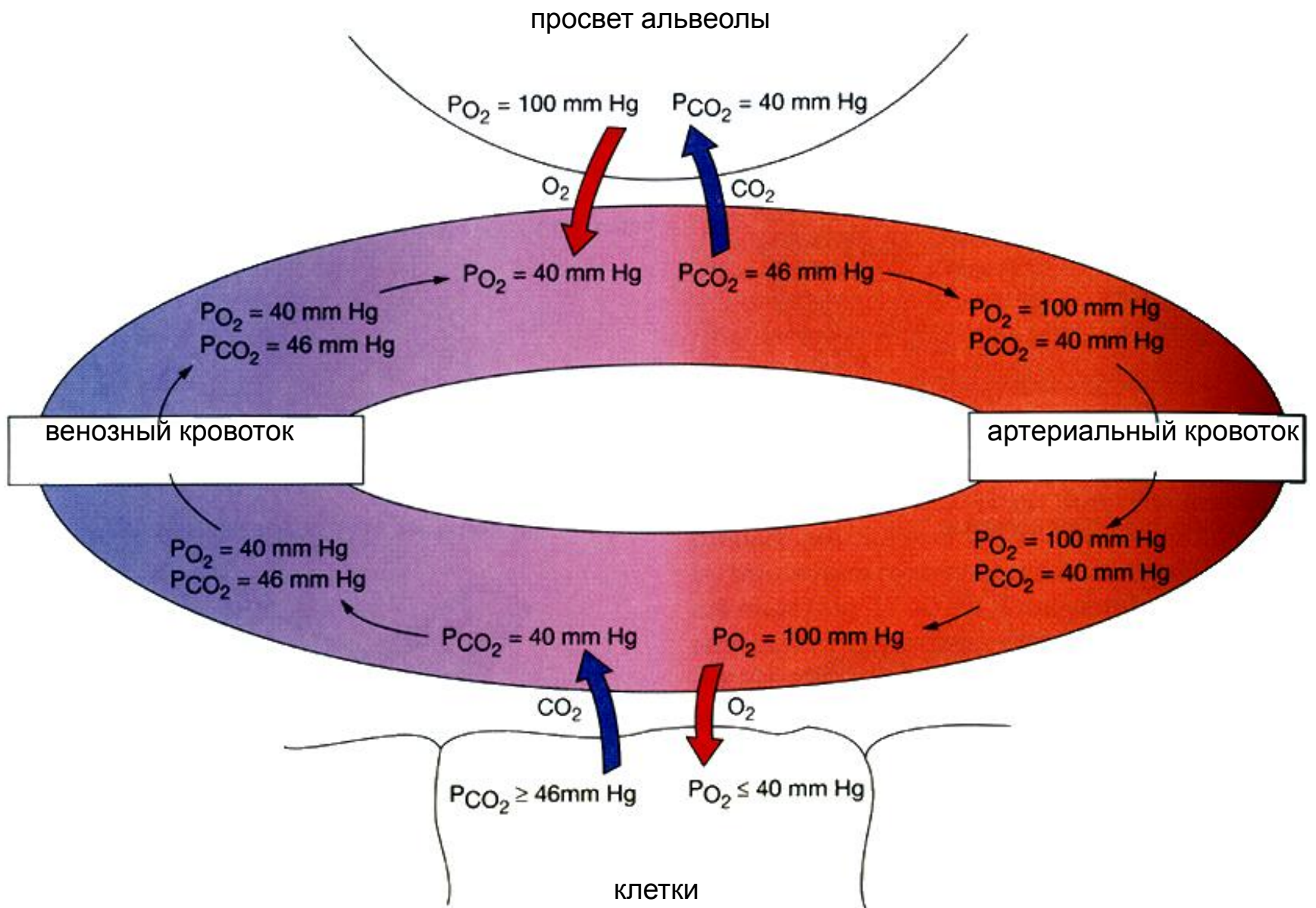
Долька легкого

Альвеолы









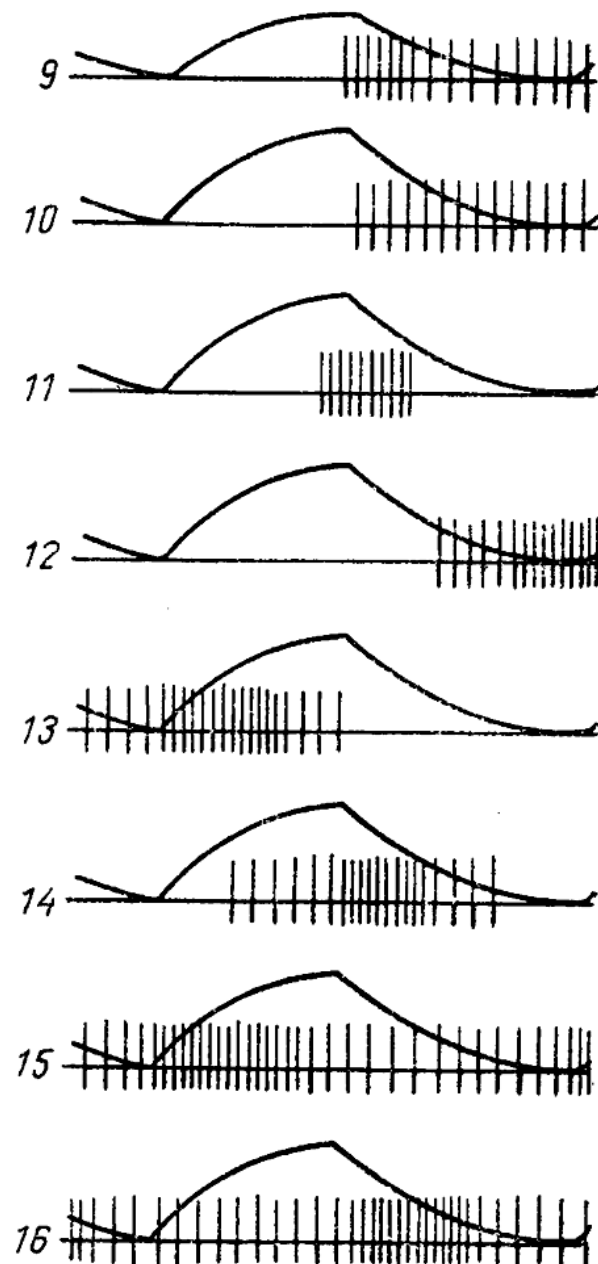
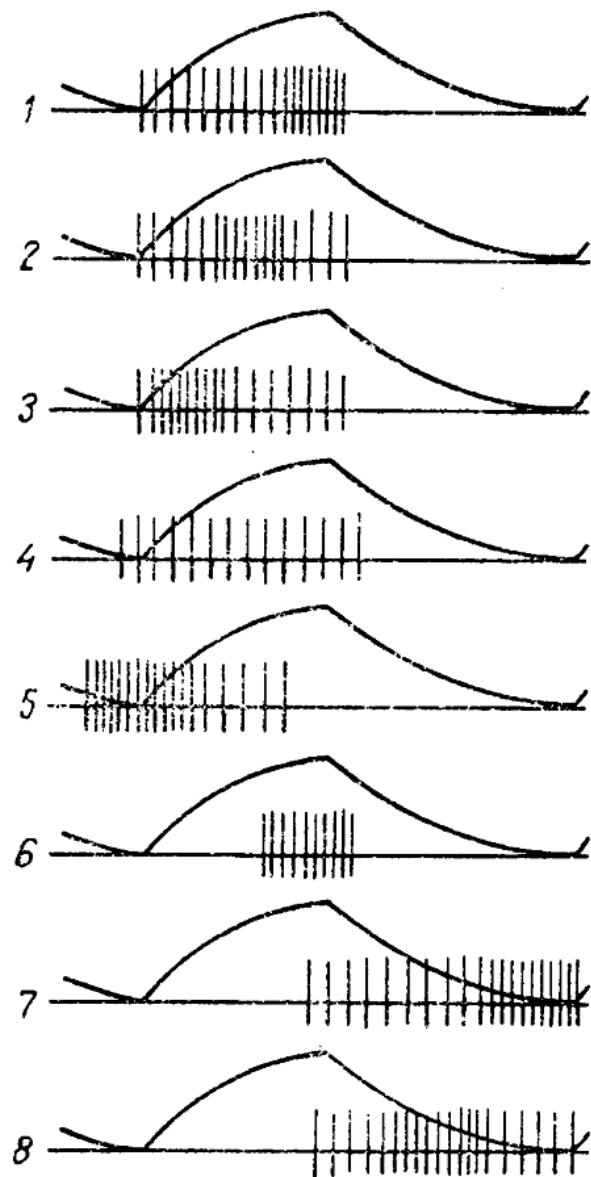
Что такое регуляция дыхания?

Регуляция дыхания – это поддержание объема легочной вентиляции на уровне, соответствующем уровню потребления кислорода в организме

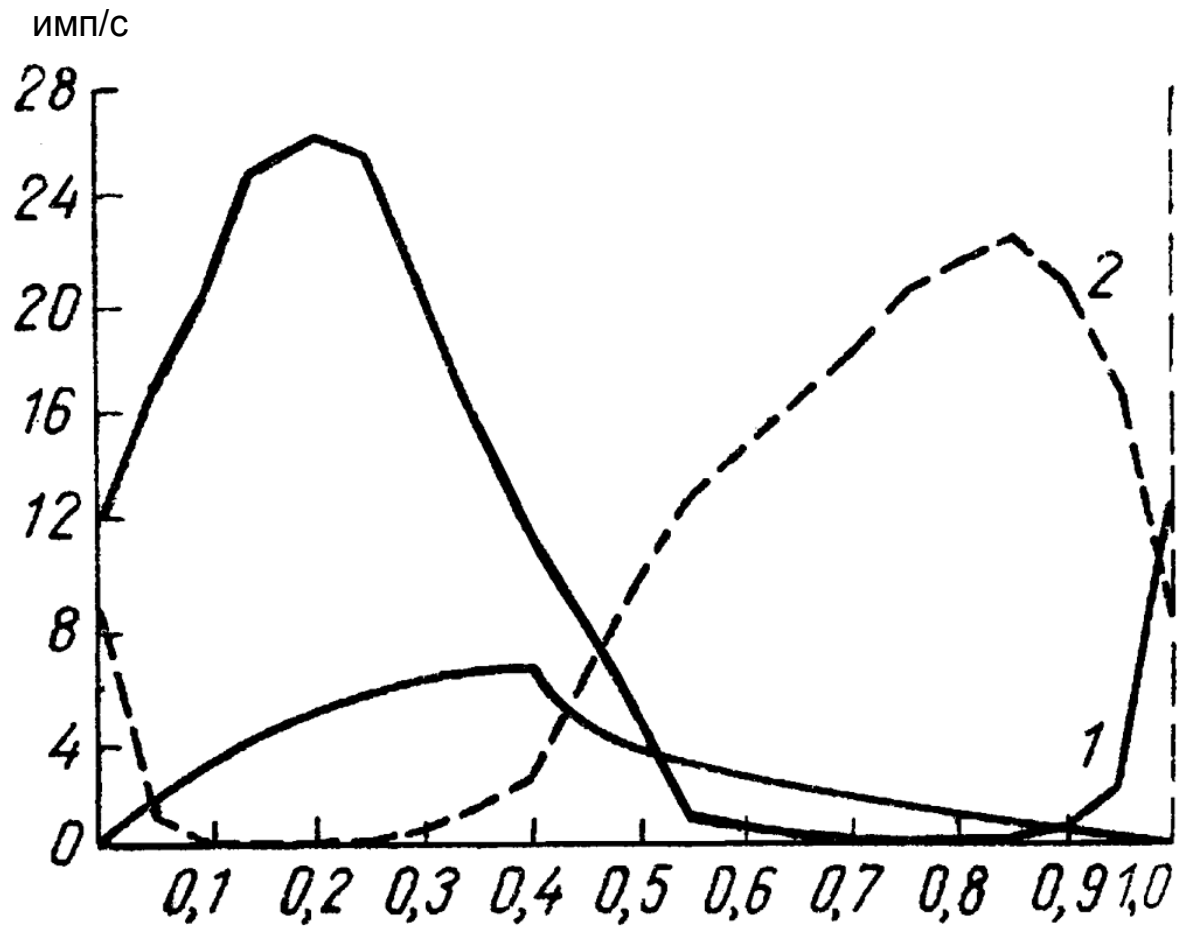
- Обеспечивается за счет регуляции активности дыхательных мышц
- Существуют **два пути** регуляции активности дыхательных мышц:
 - Произвольная регуляция (кортико-спинальные проекции к мотонейронам дыхательных мышц)
 - Непроизвольная регуляция (проекции к мотонейронам дыхательных мышц из **дыхательного центра**)

Дыхательный центр

- Конец XIX века: Н.А. Миславский: **Дыхательный центр** - это область продолговатого мозга, разрушение которой неизбежно ведет к необратимому прекращению деятельности дыхательной функциональной системы
- **Дыхательный центр** - ограниченный участок продолговатого мозга, в котором происходит генерация дыхательного ритма, обеспечивающего координированную работу дыхательных мышц



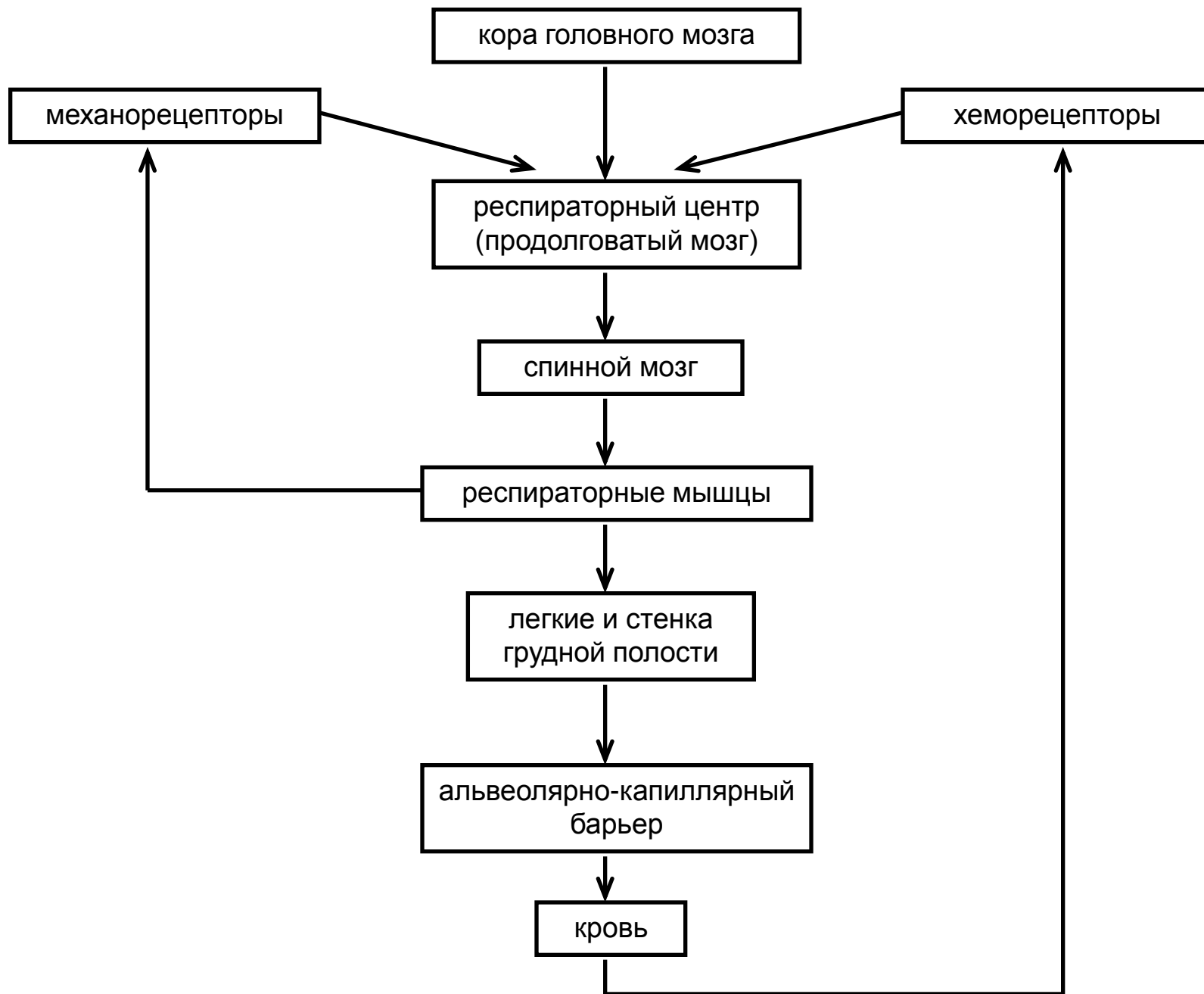
Группы дыхательных нейронов

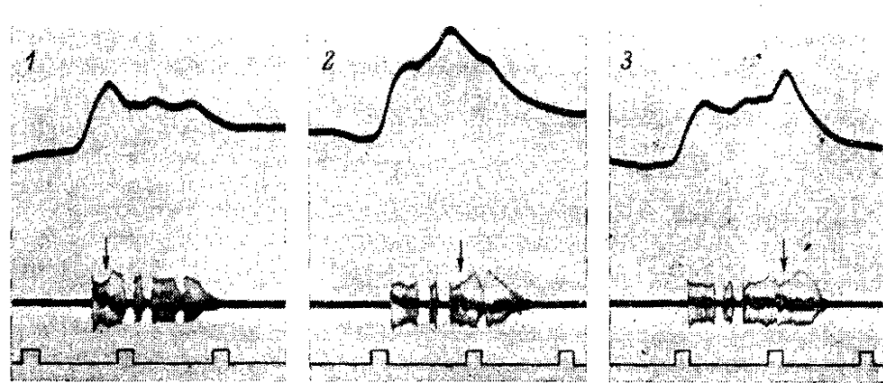


Распределение активности нейронов в
дыхательном цикле

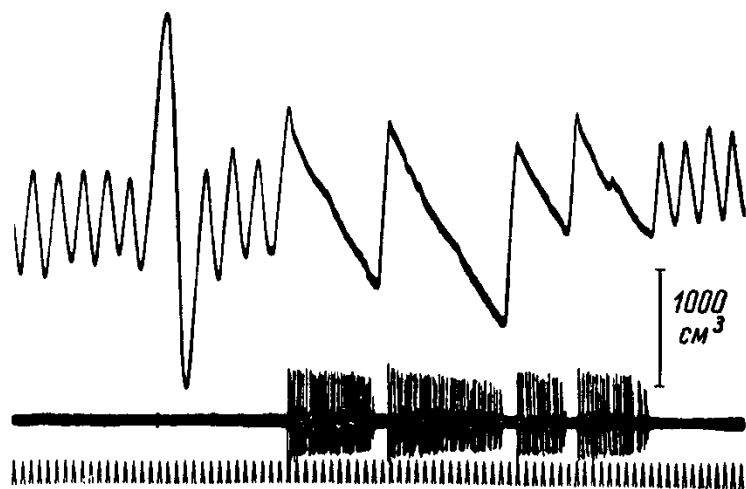
1 – «среднего» инспираторного;

2 – экспираторного





Изменения внутрилегочного давления при произнесении фразы «Тоня топила баню» с логическим ударением на разных словах (стрелки), зарегистрированные с помощью воздушного плетизмографа



Запись речевого дыхания

Зарегистрировано: спокойное дыхание, глубокий вдох и выдох, чтение текста

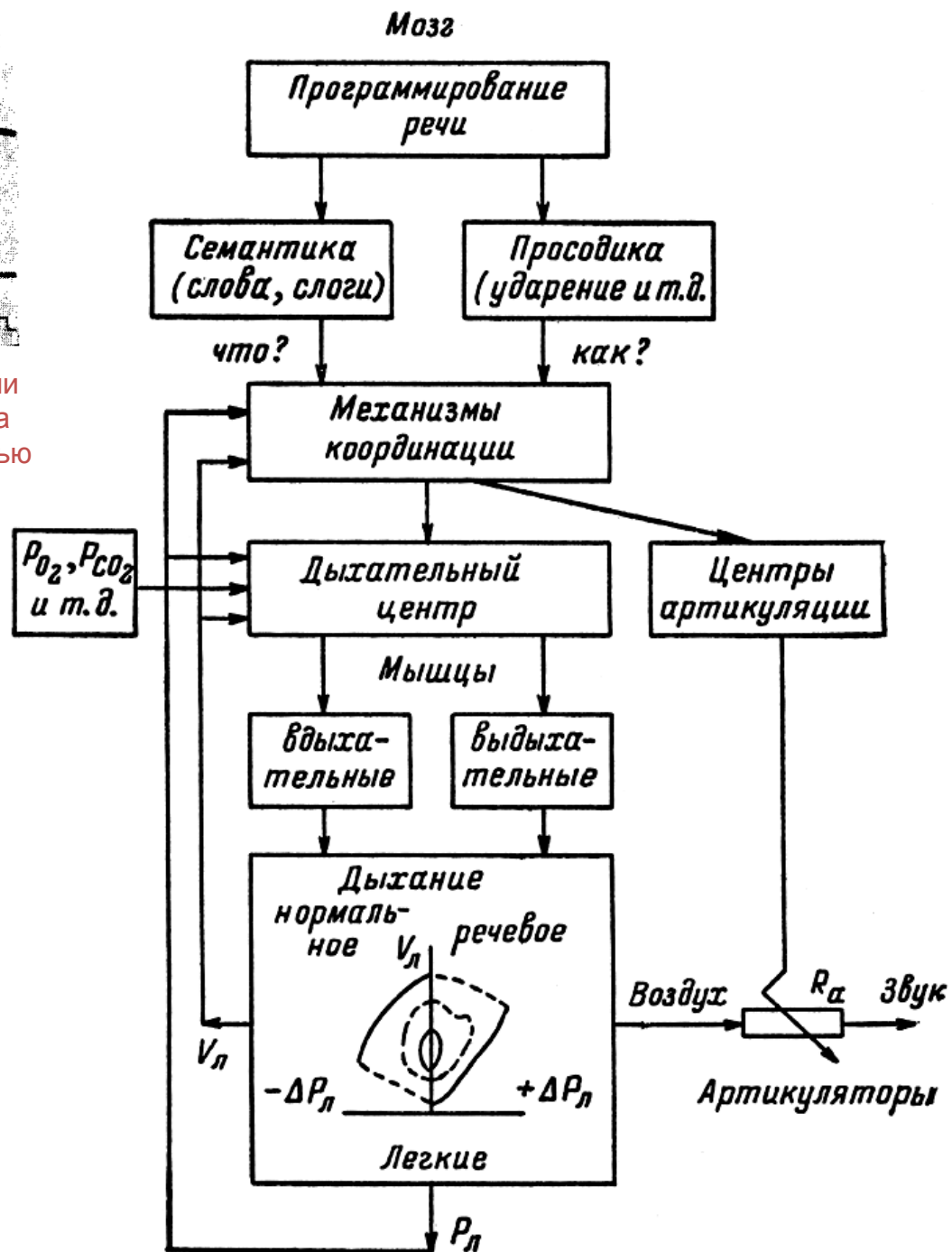
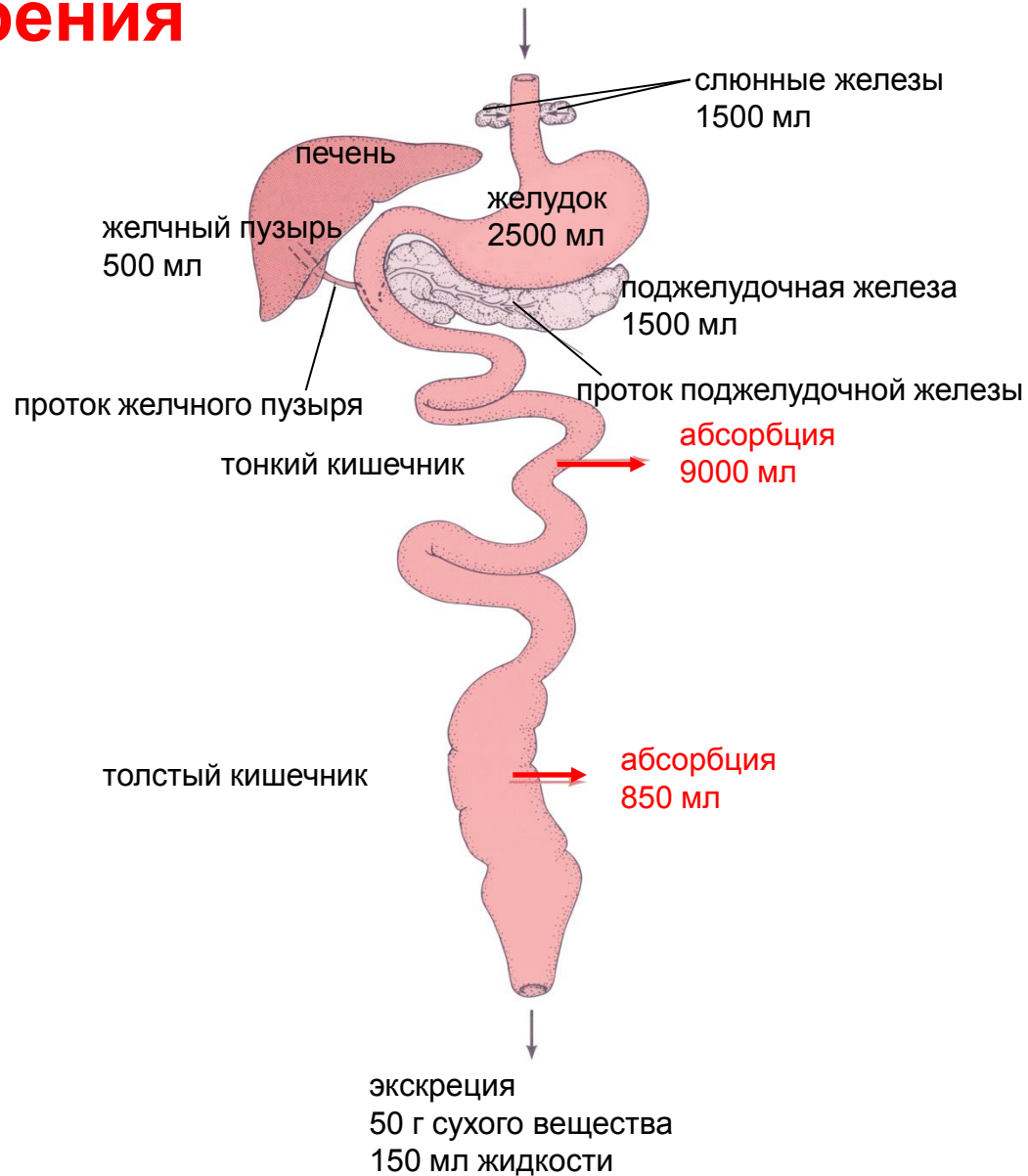


Схема основных механизмов управления речевым дыханием

Физиология пищеварения

Ежедневное употребление
1000 г сухого вещества
1500 мл жидкости



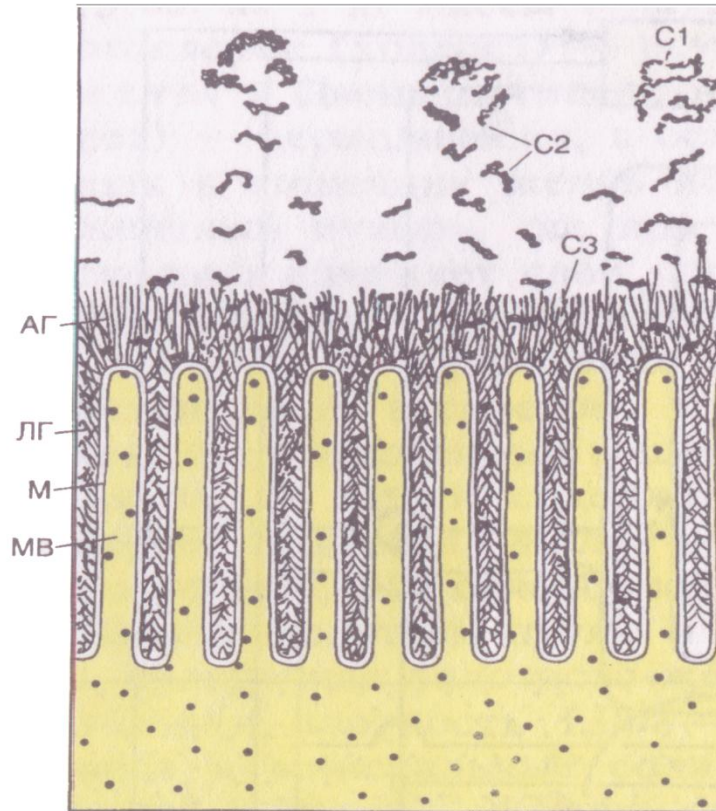
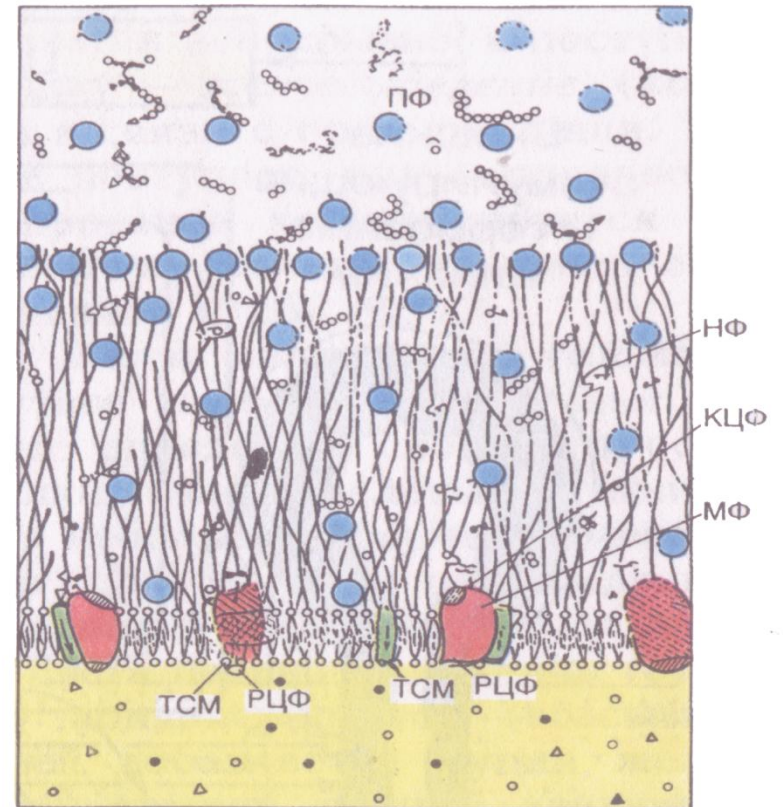
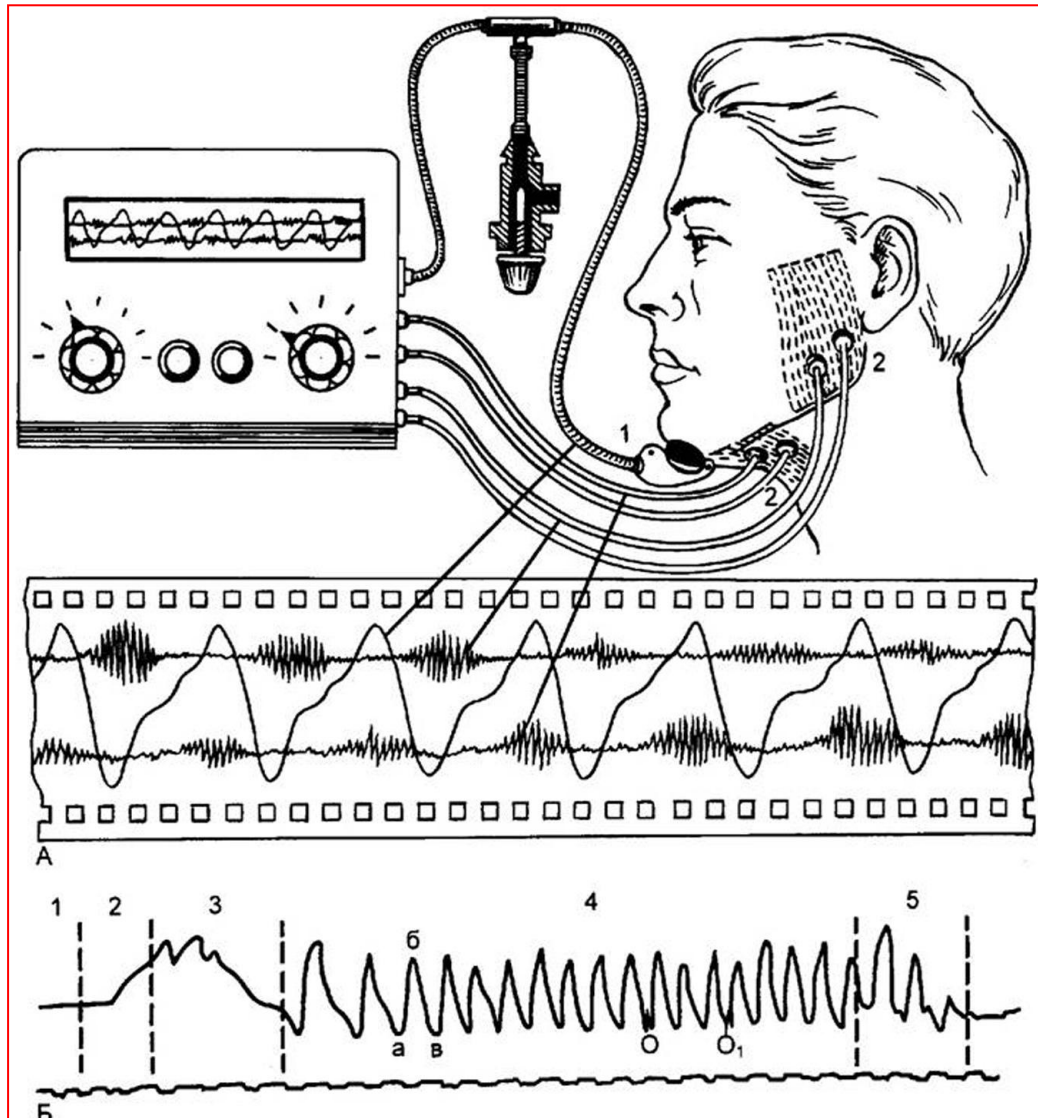


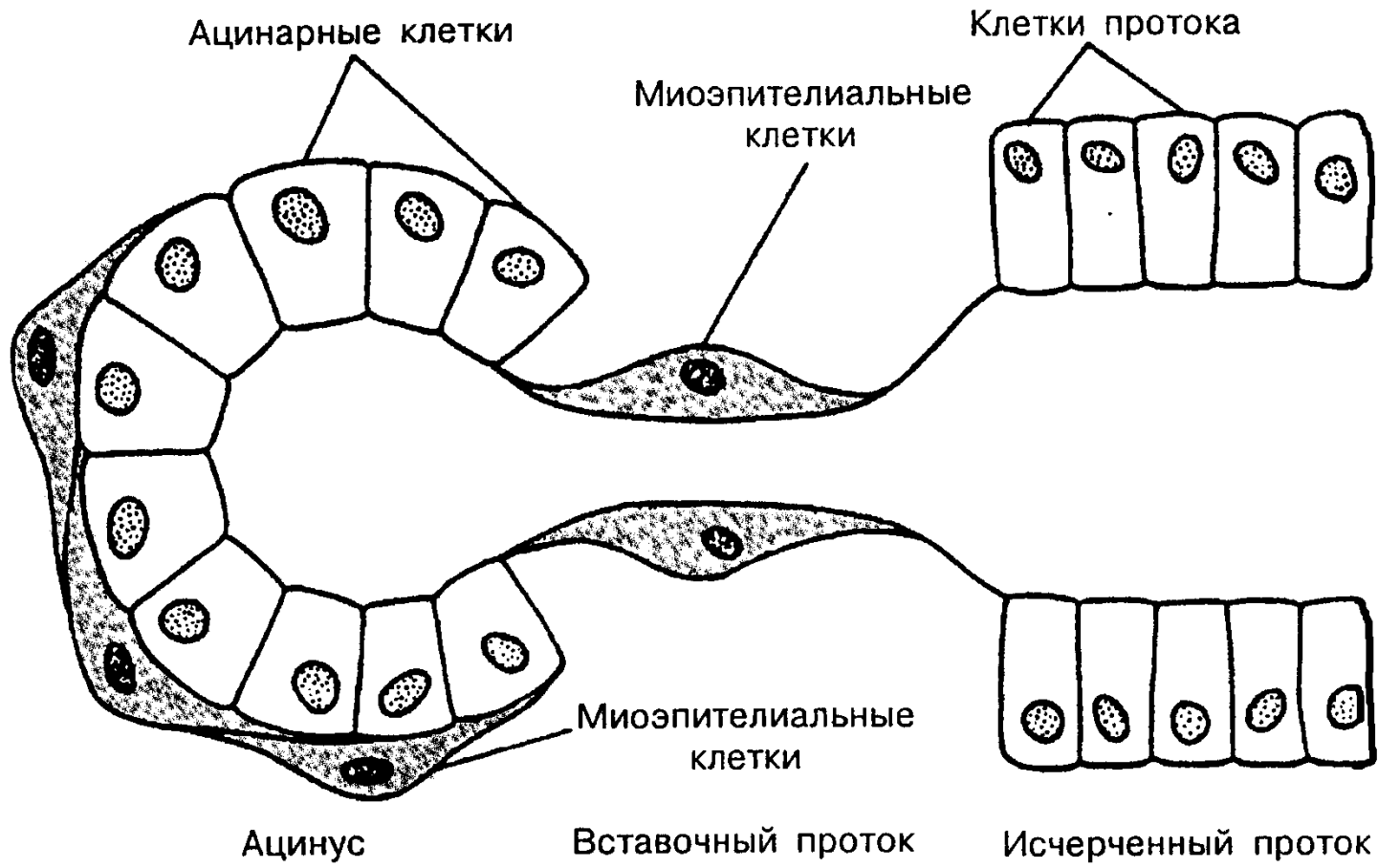
схема последовательной деполимеризации пищевых субстратов в полости и на поверхности тонкой кишки



фрагмент липопротеидной мембраны с абсорбированными и собственно кишечными ферментами

Регистрация сокращений жевательной мускулатуры





Структурно-функциональная единица слюнной железы

Этапы образования слюны

капилляры вокруг ацинарных клеток

ацинус

H_2O Na^+ Cl^-

амилаза

HCO_3^-

проток слюнной железы

амино-кислоты

венозная кровь

капилляры вокруг протока

Na^+

K^+

Cl^-

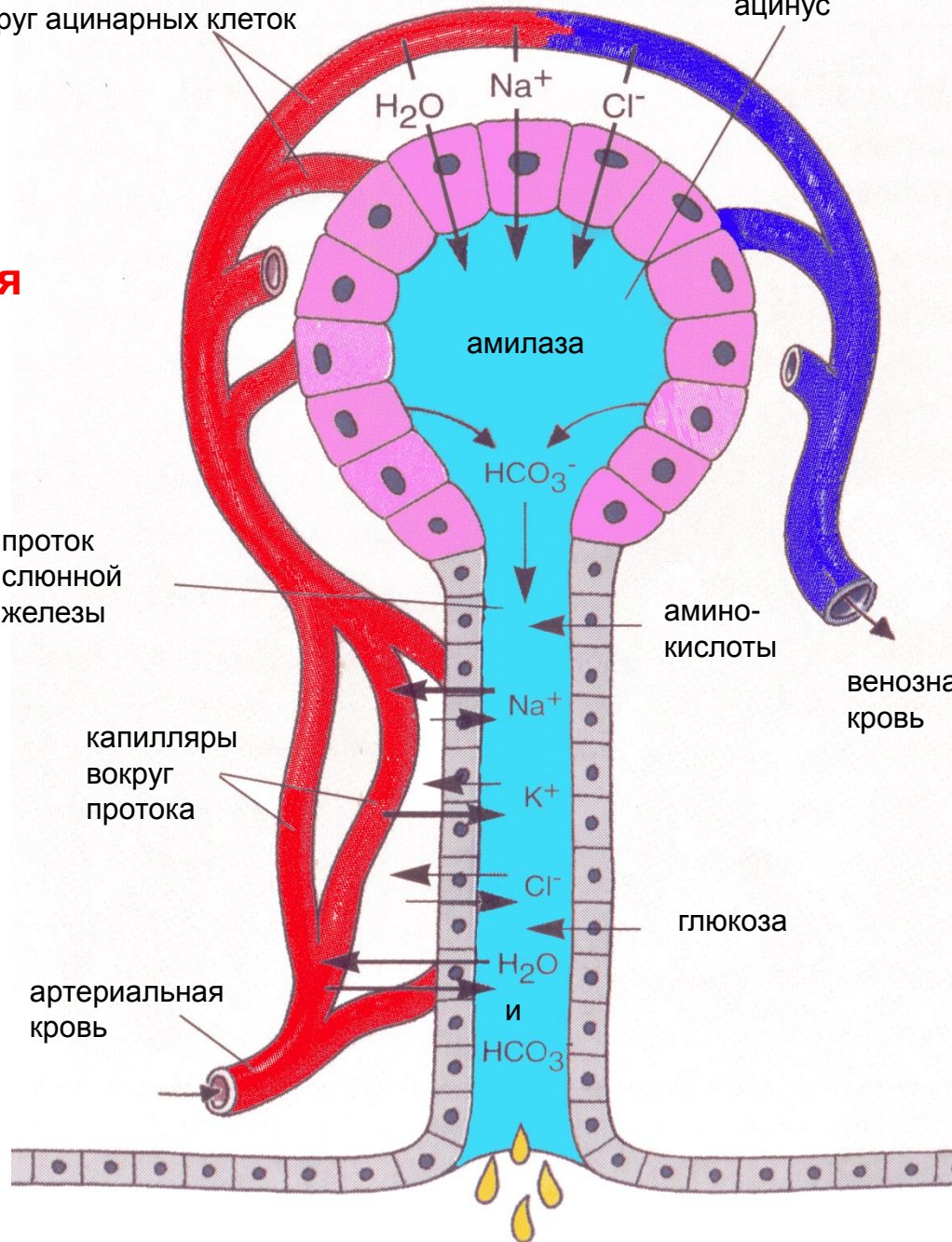
глюкоза

артериальная кровь

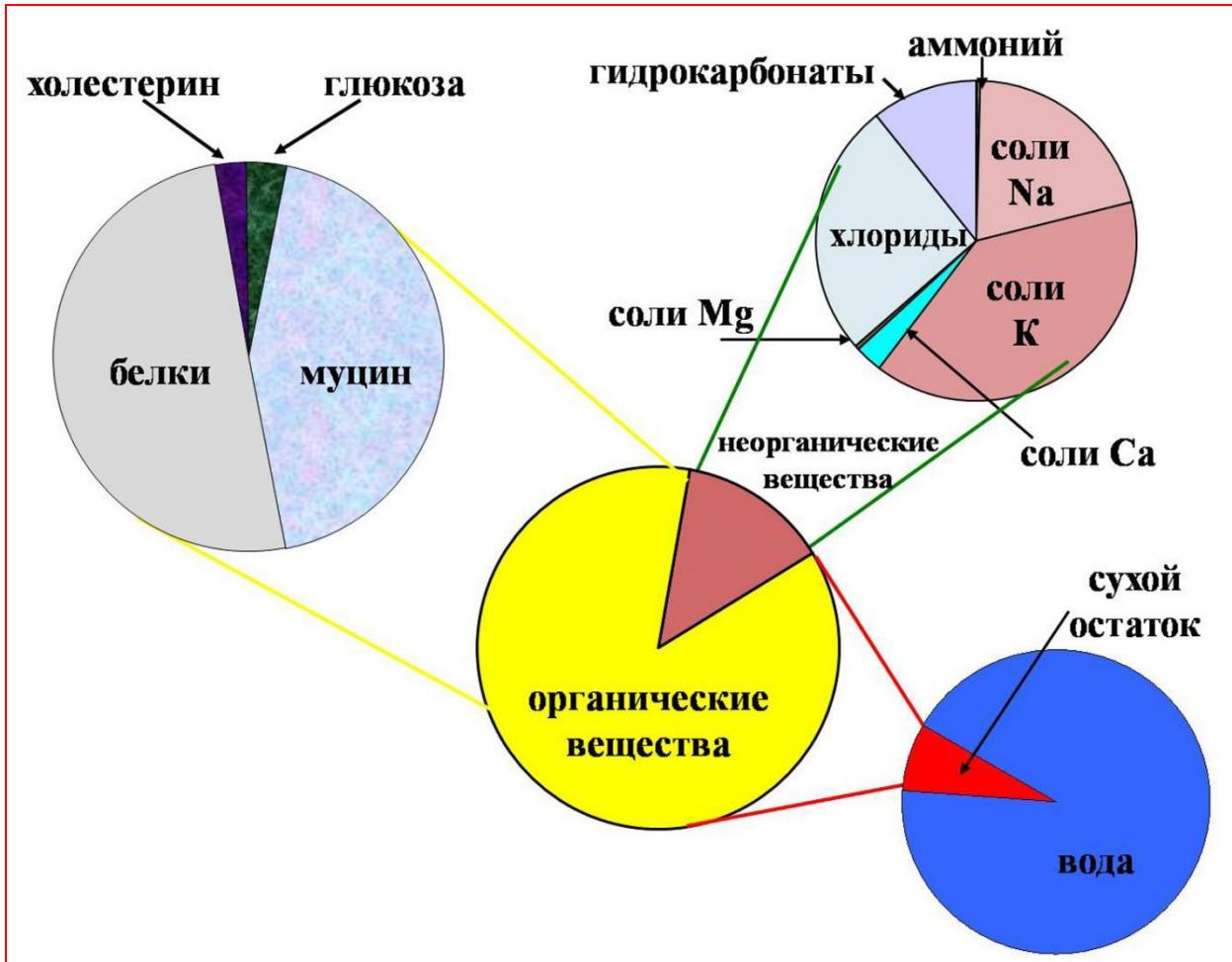
H_2O

и HCO_3^-

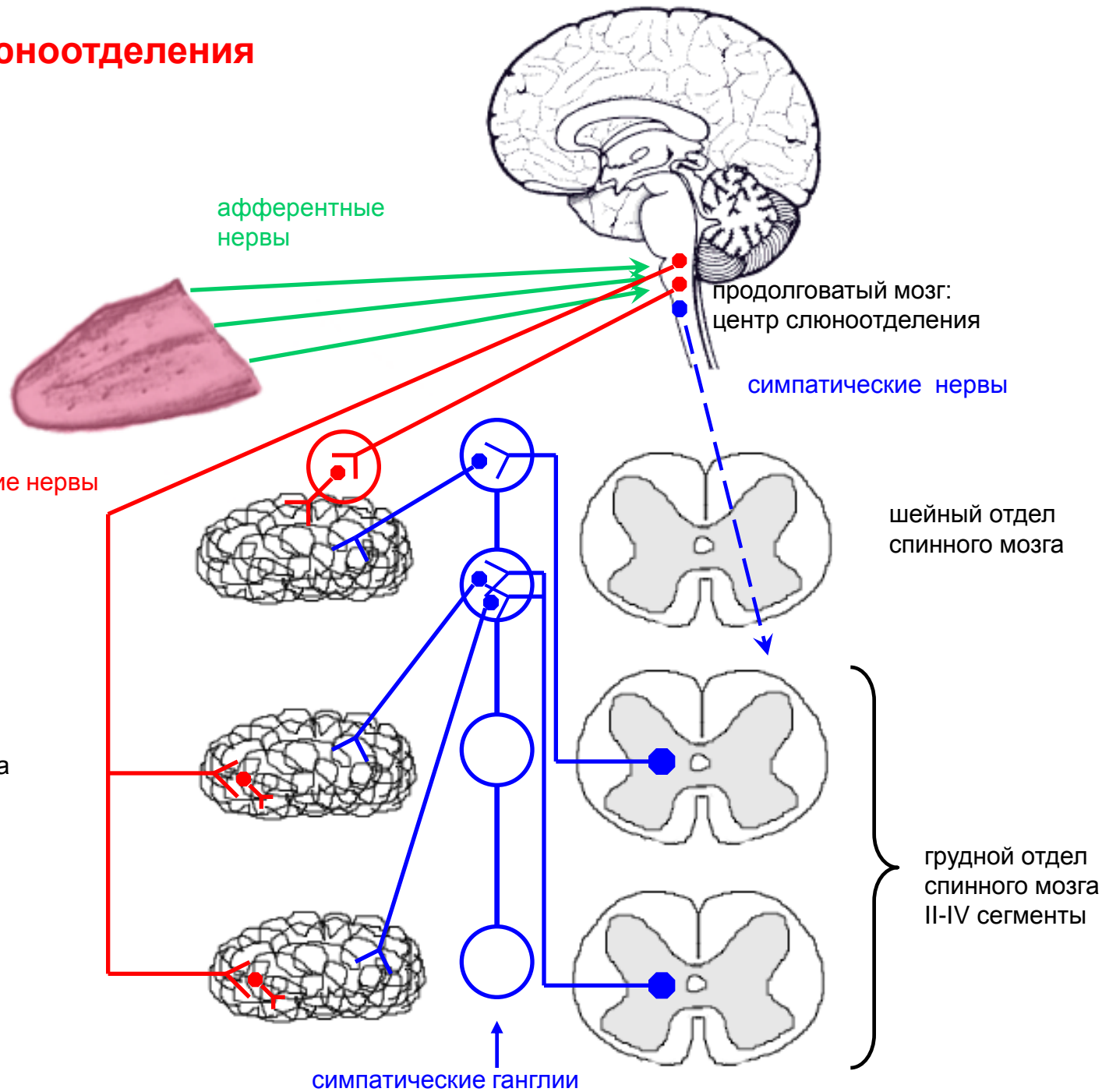
слюна



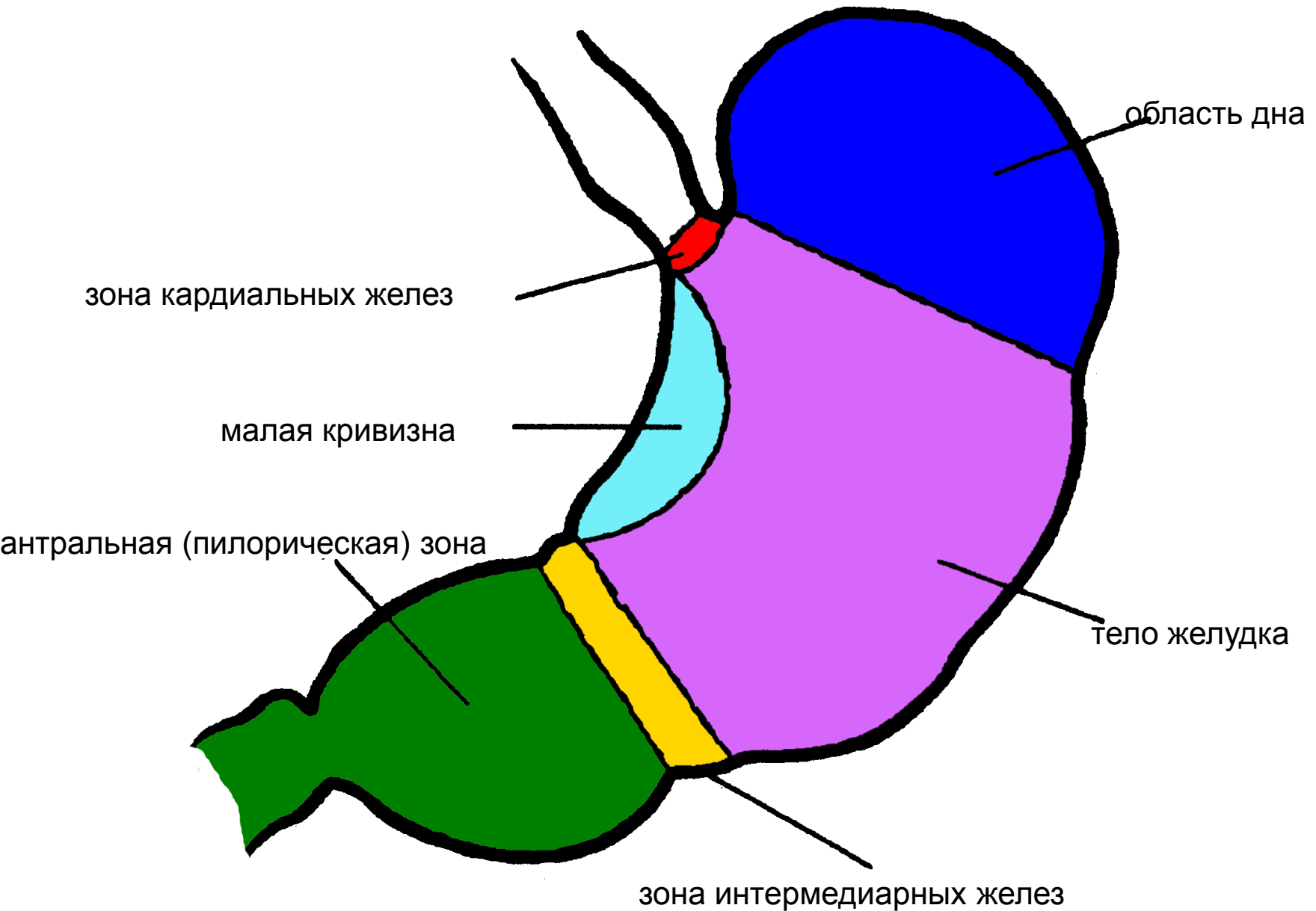
Состав слюны



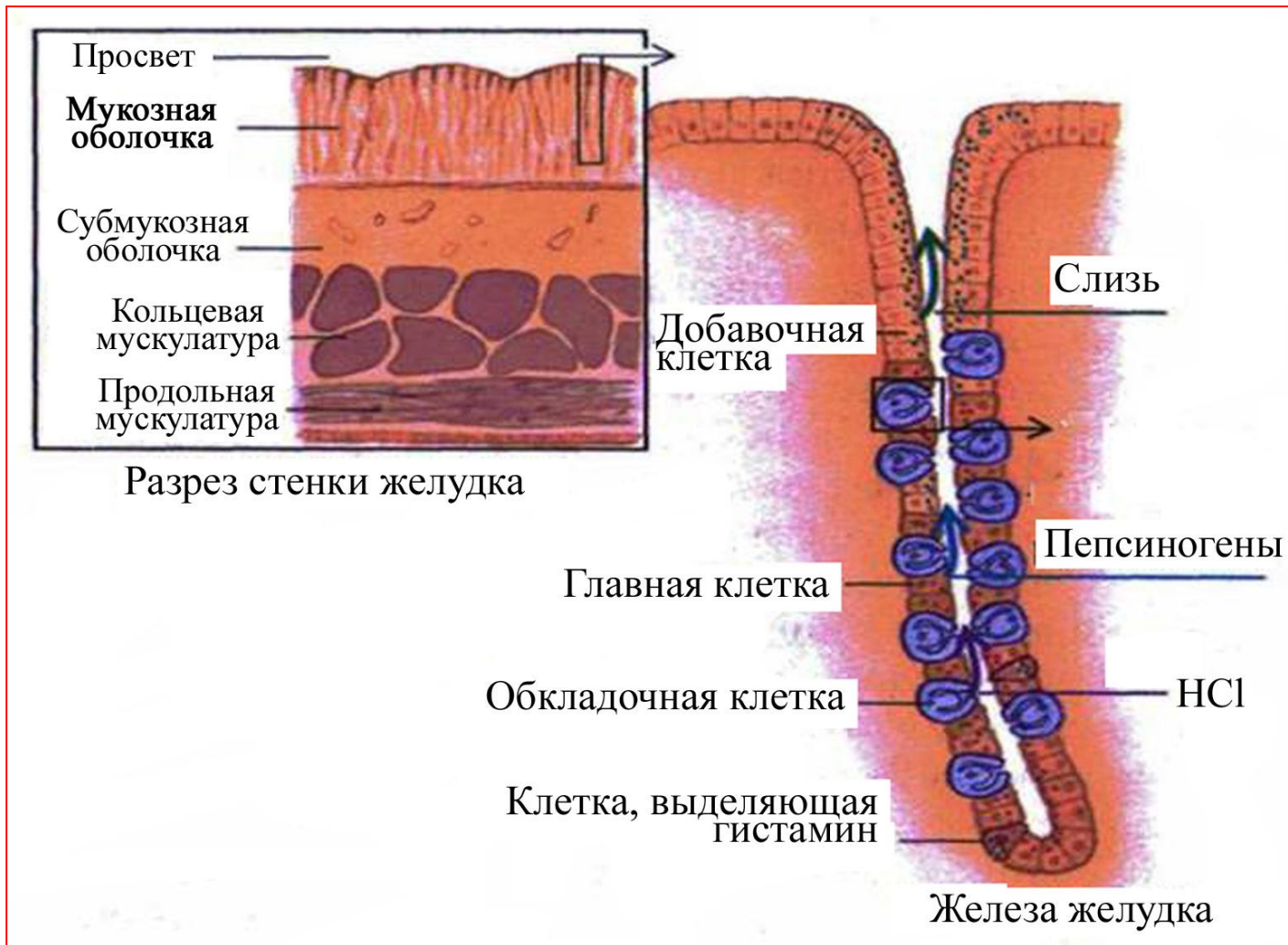
Регуляция слюноотделения



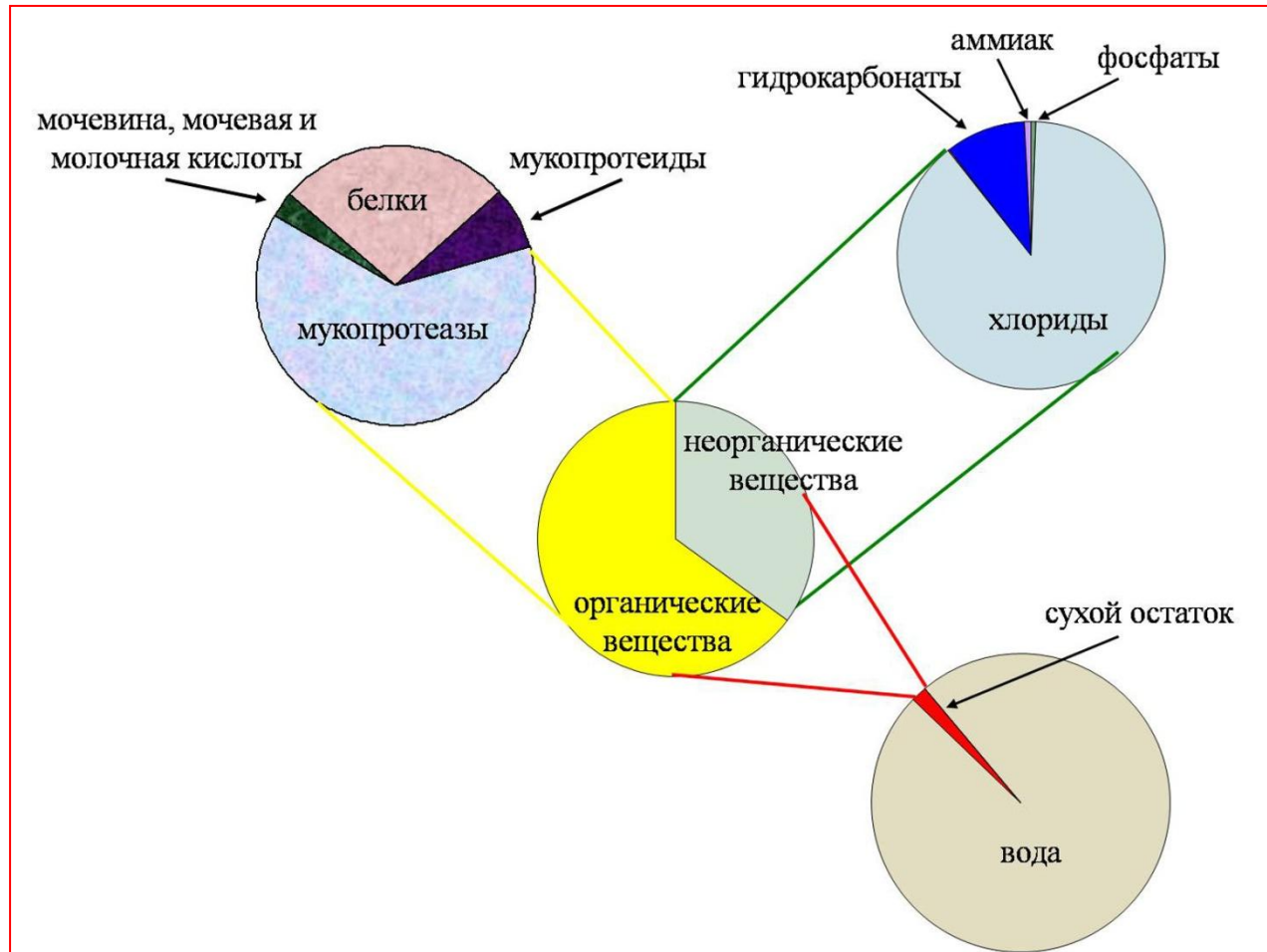
Функциональные зоны желудка



Строение стенки желудка



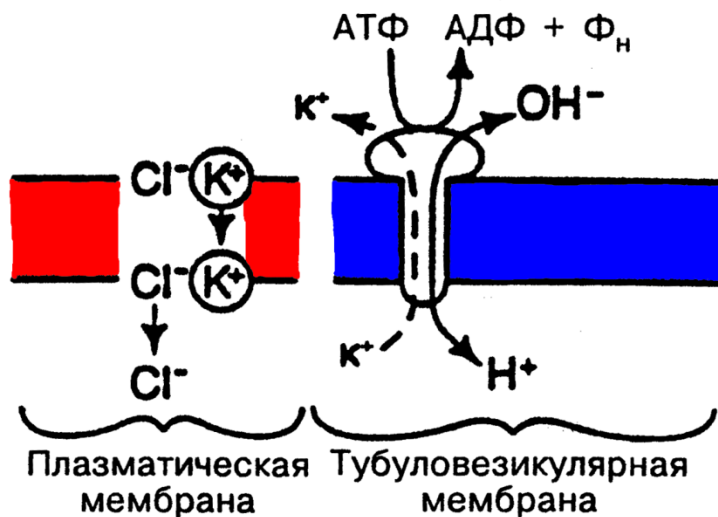
Состав желудочного сока



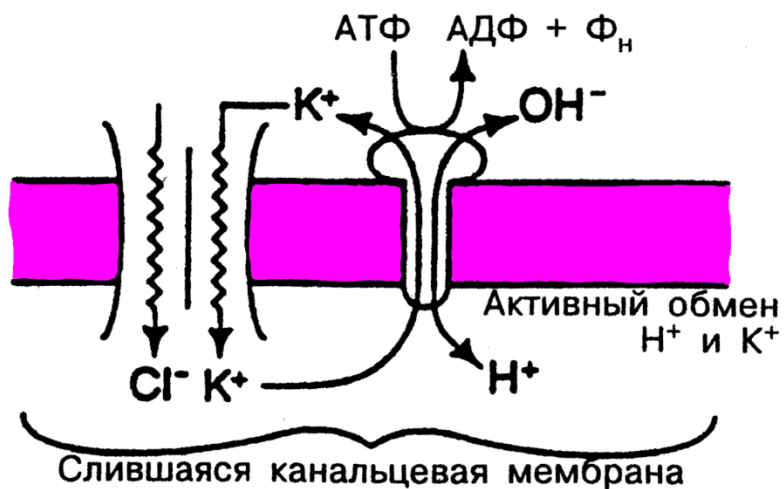
Механизм образования соляной кислоты

Желудочный протонный насос

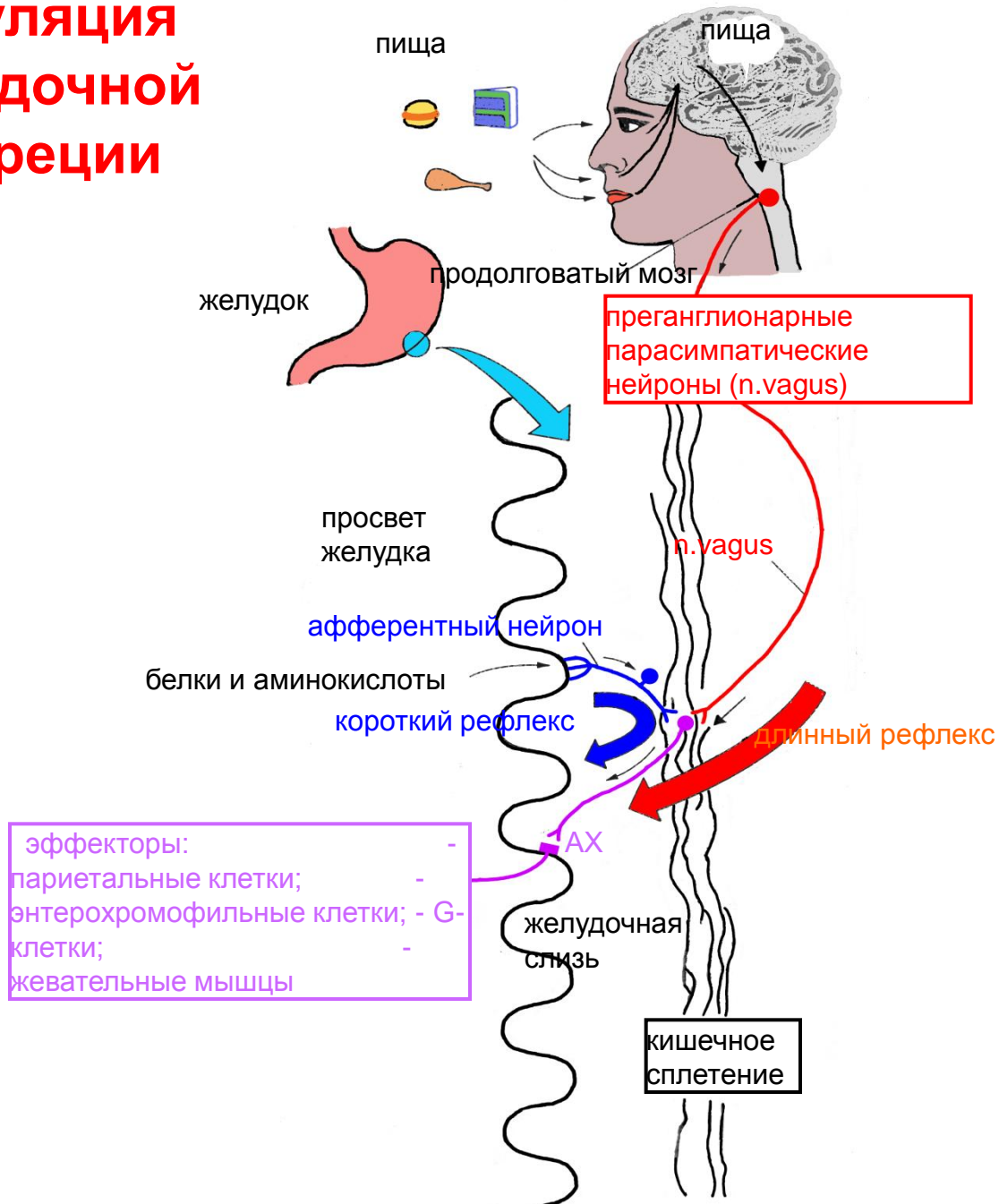
Состояние покоя



Активированное состояние



Регуляция желудочной секреции

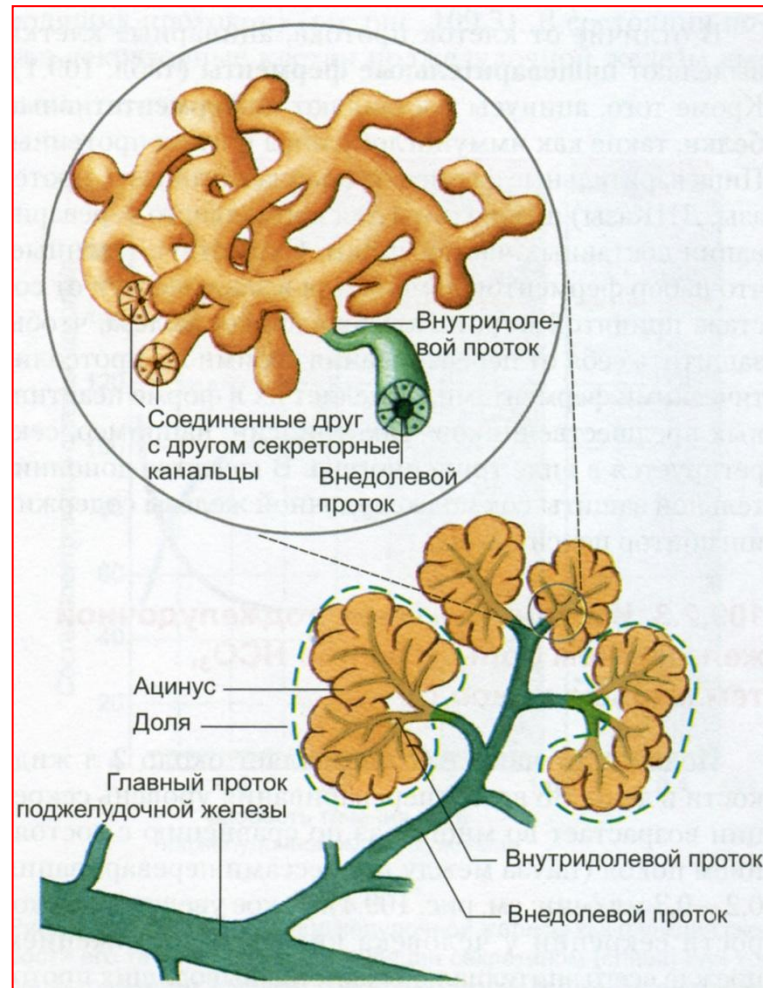


Моторная функция желудка

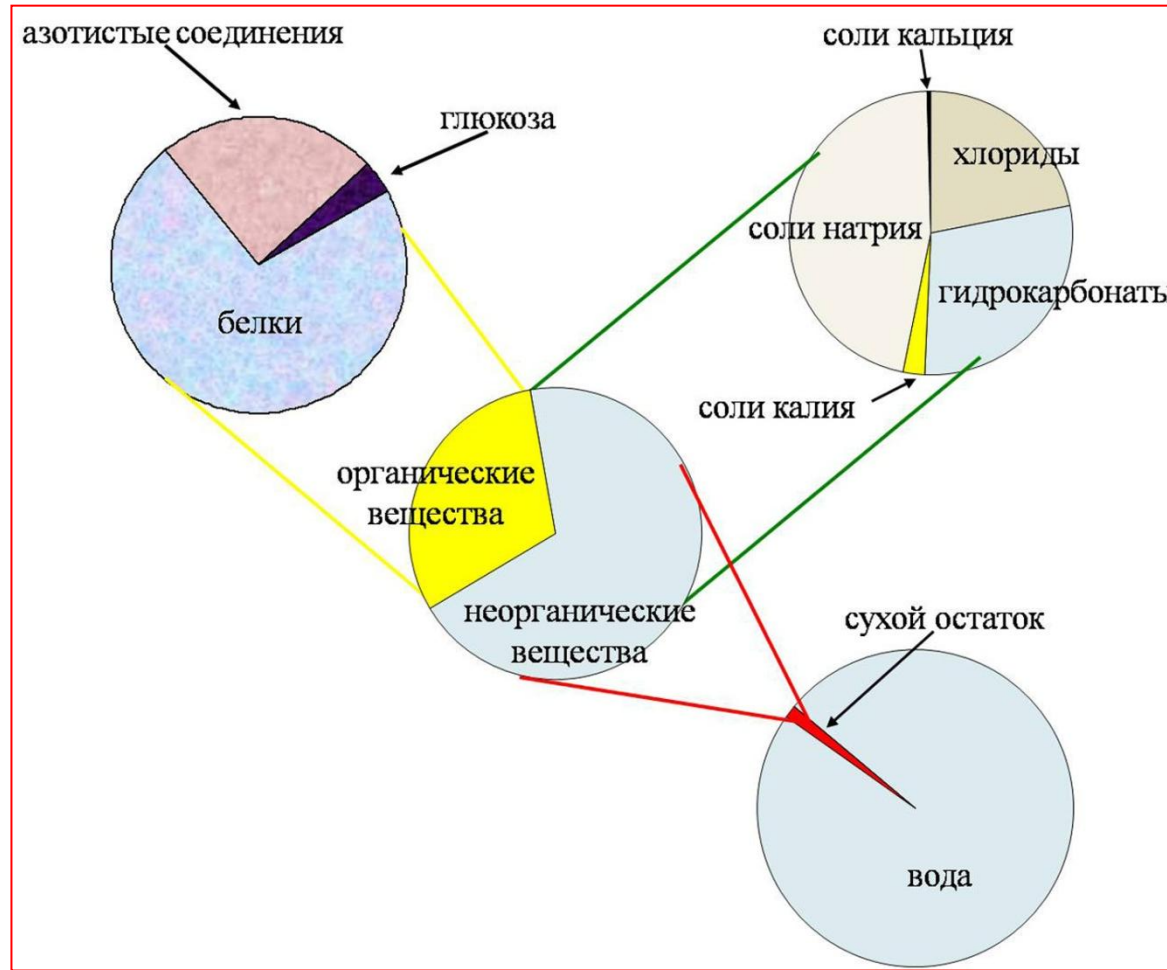


1 – натощак, 2 – прием пищи, 3 – перемещение пищи в антральный отдел, 4 – перемешивание, перетирание и эвакуация пищи

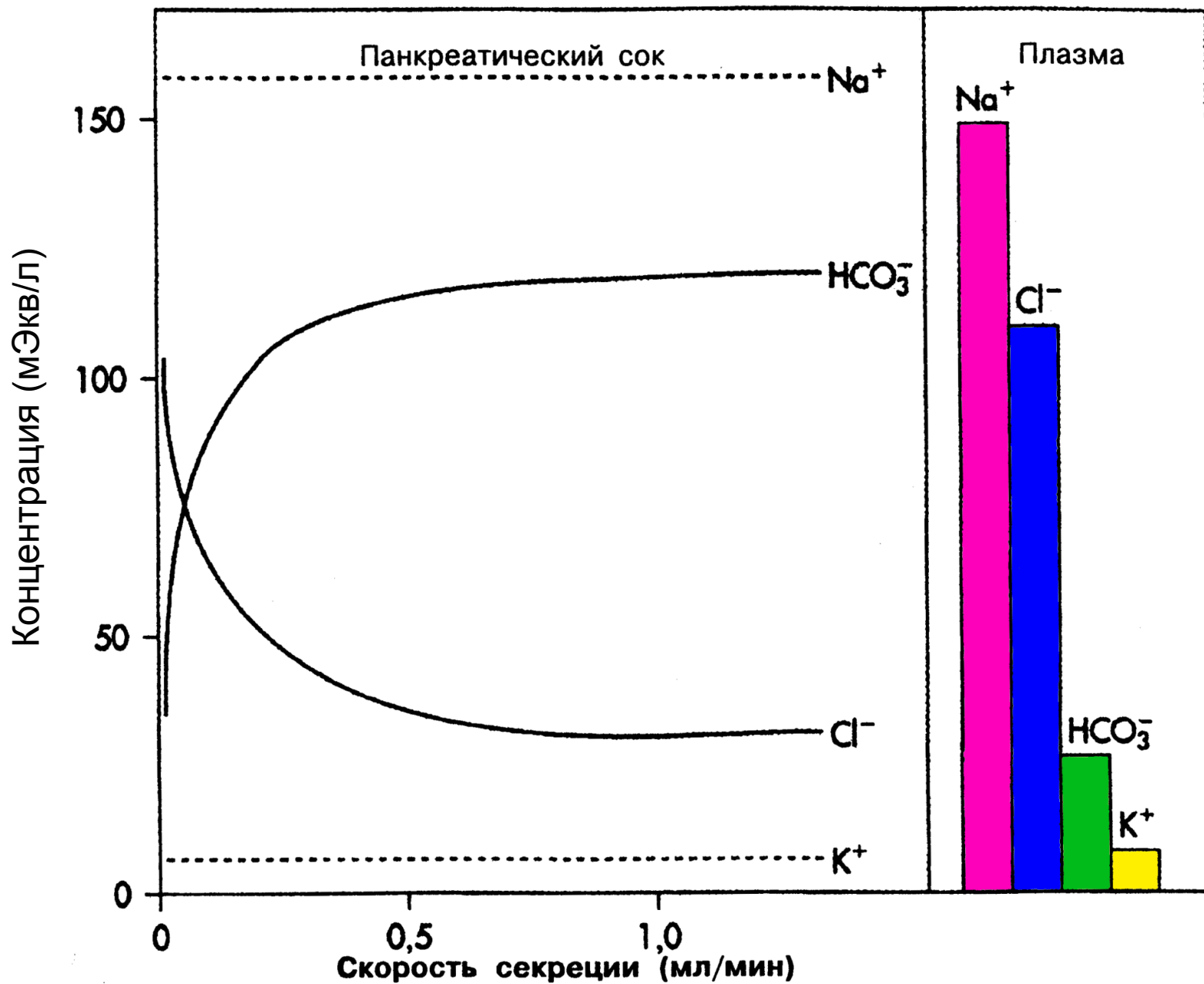
Структура поджелудочной железы



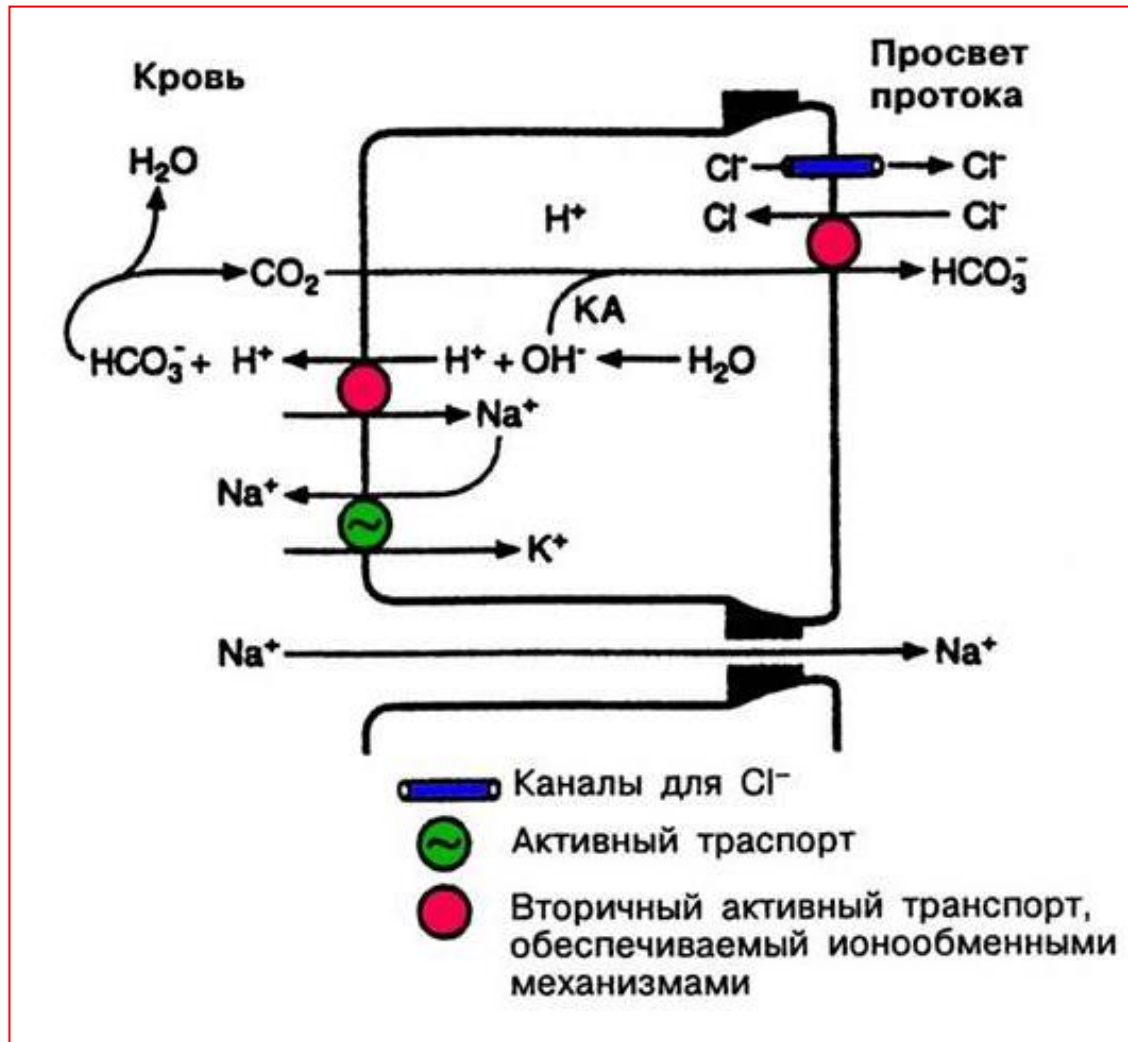
Состав панкреатического сока



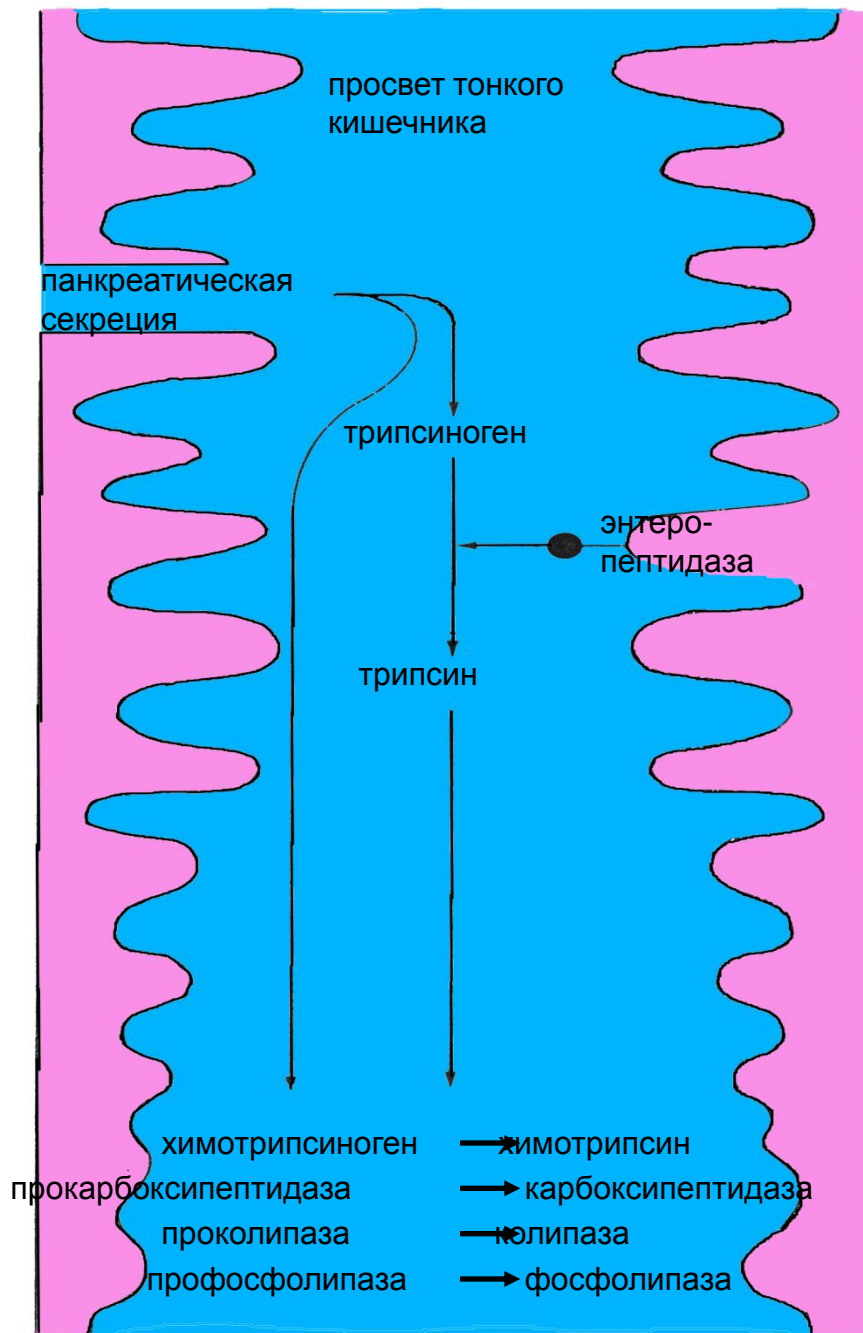
Зависимость состава панкреатического сока от скорости его секреции



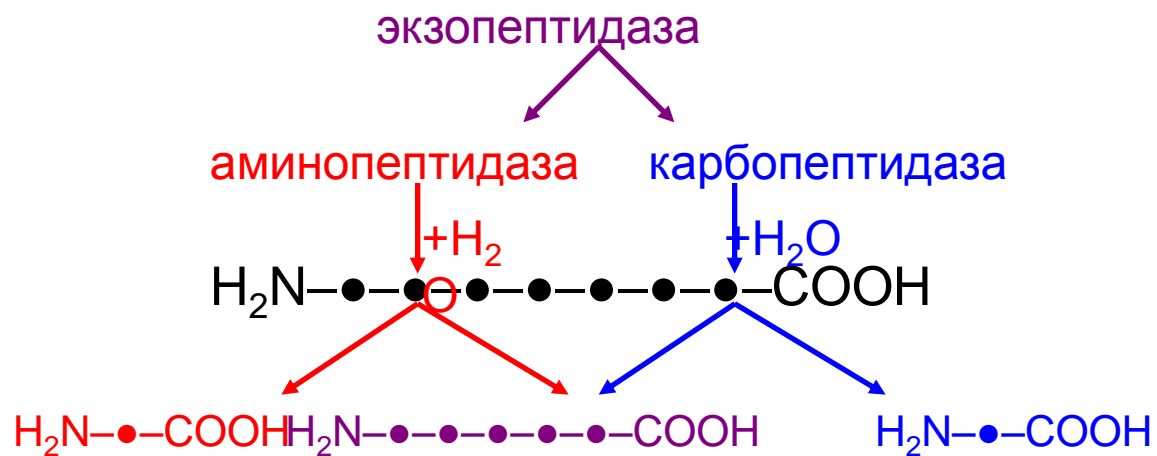
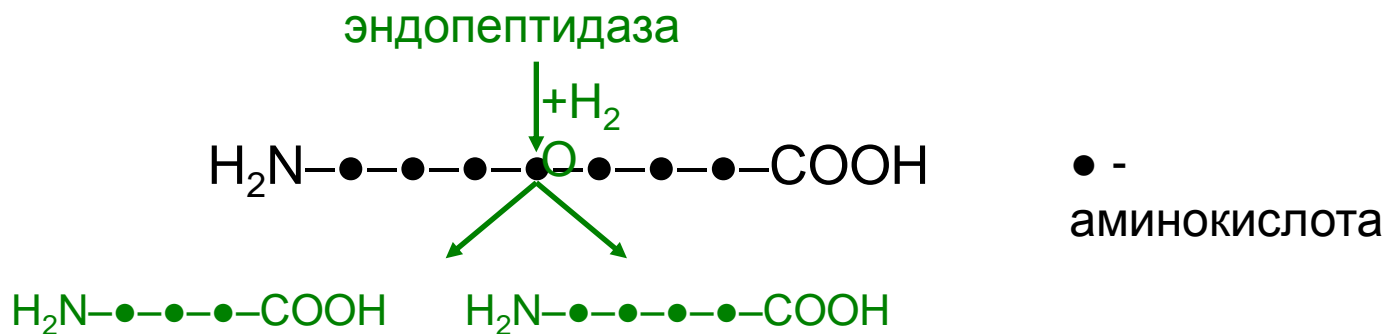
Секреция гидрокарбонатов клетками протоков поджелудочной железы



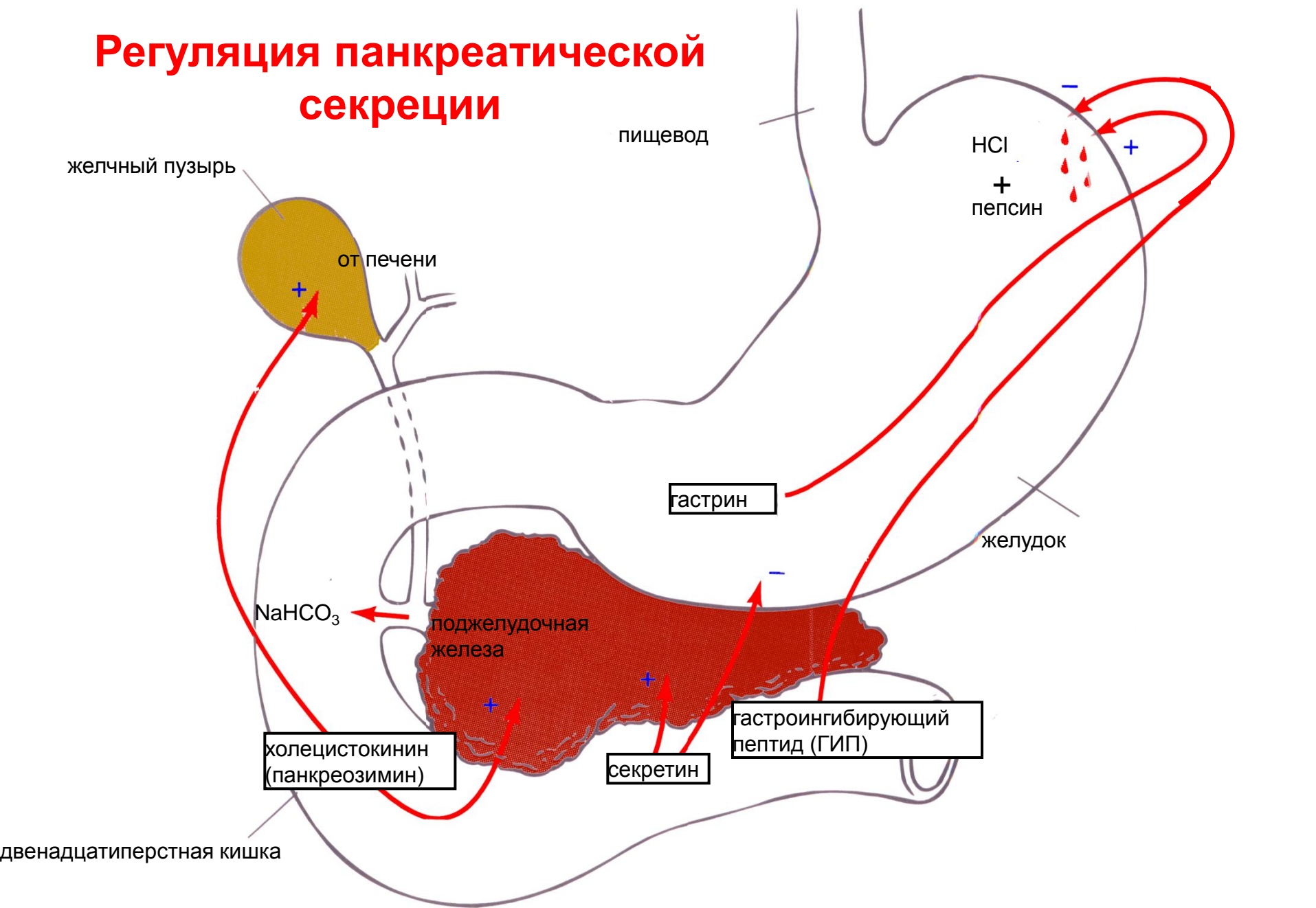
Ферменты панкреатического сока



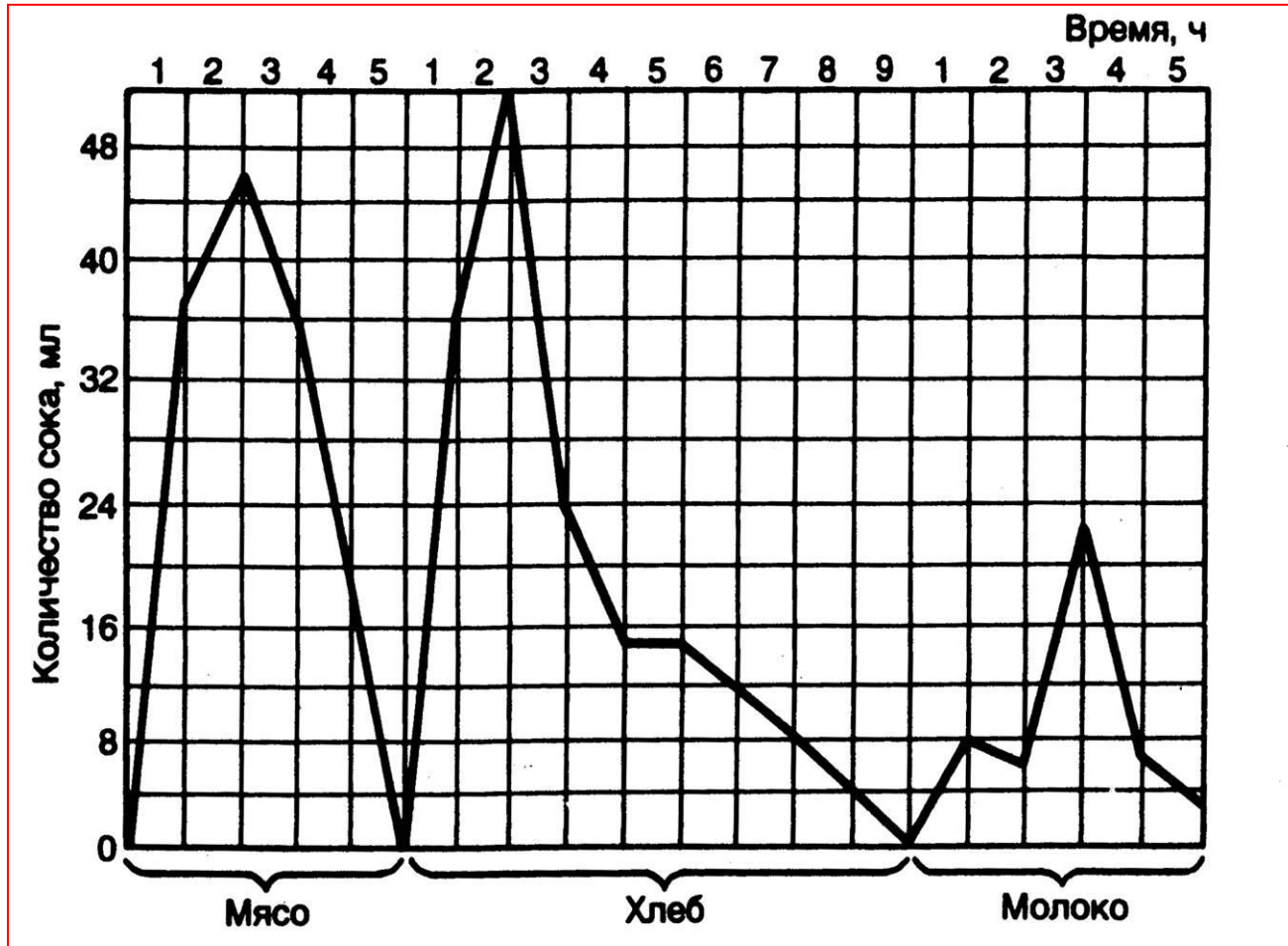
белок



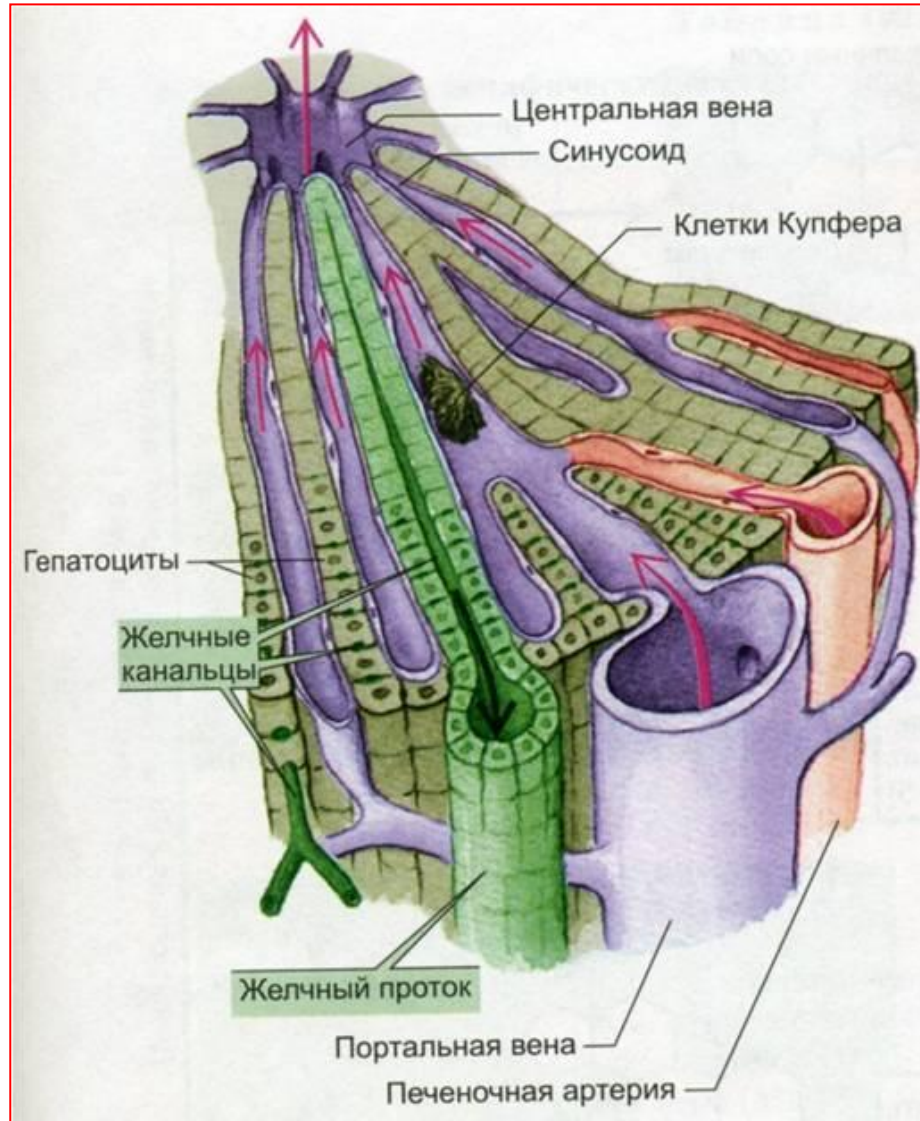
Регуляция панкреатической секреции

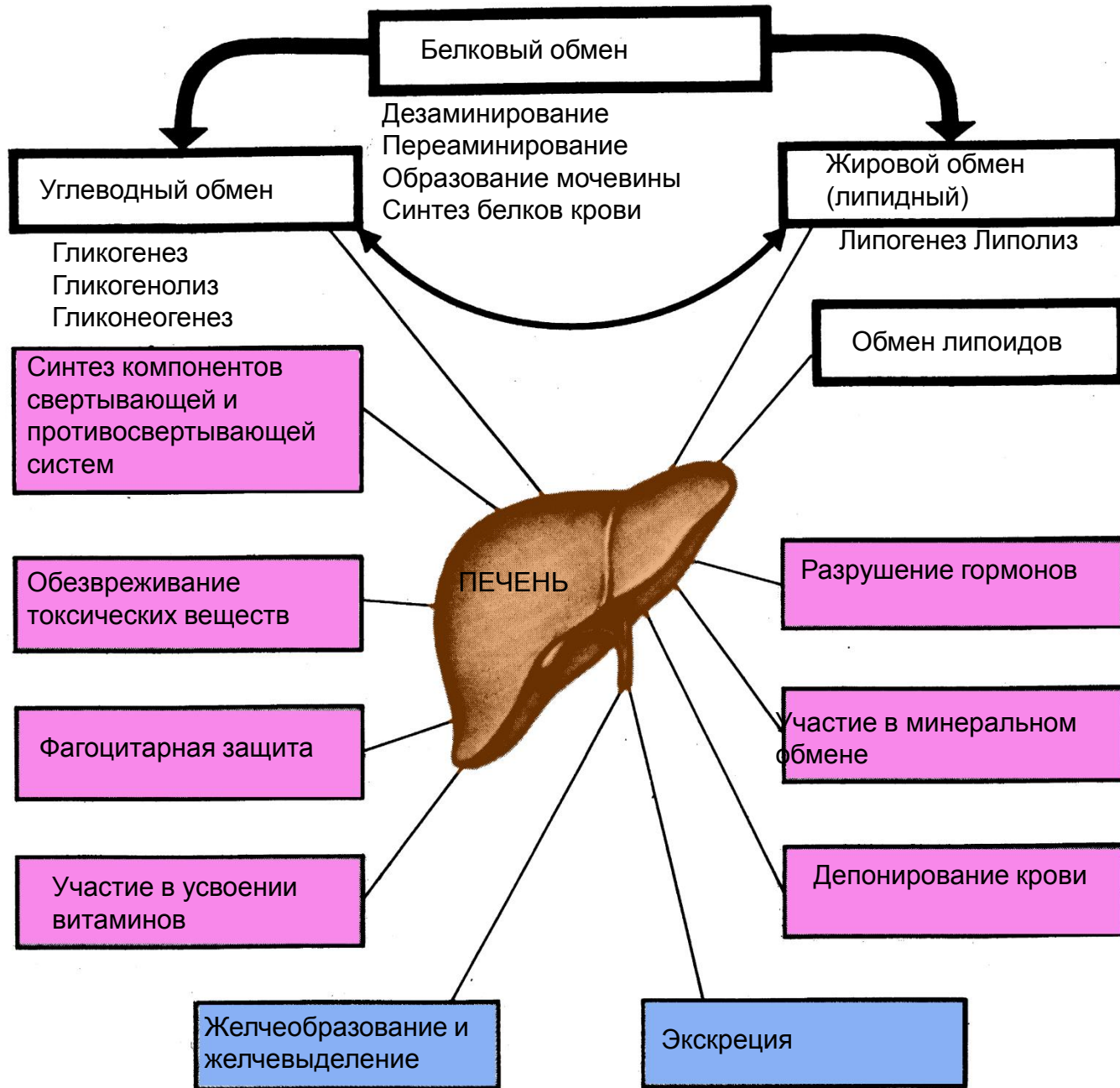


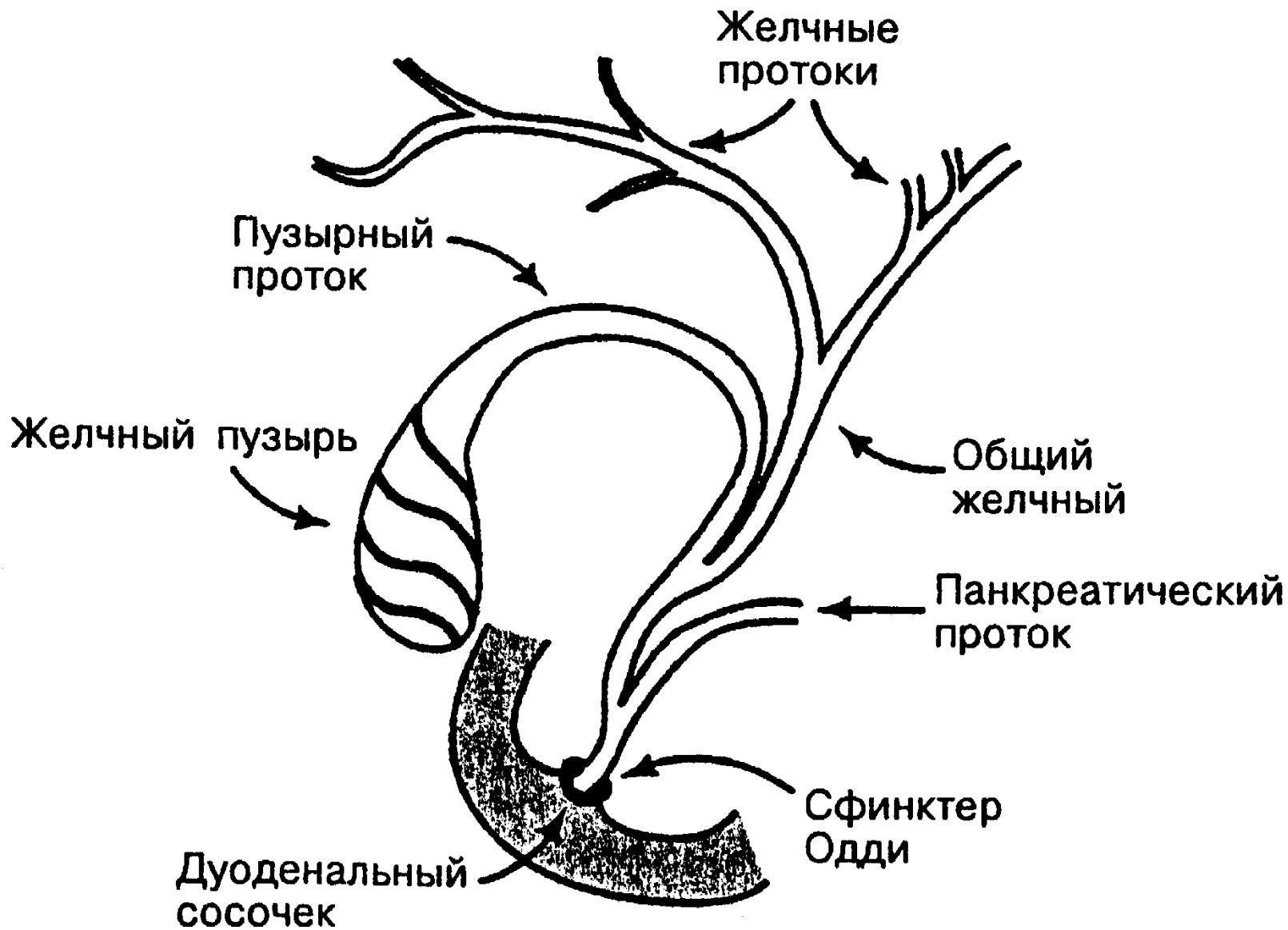
Влияние состава пищи на панкреатическую секрецию



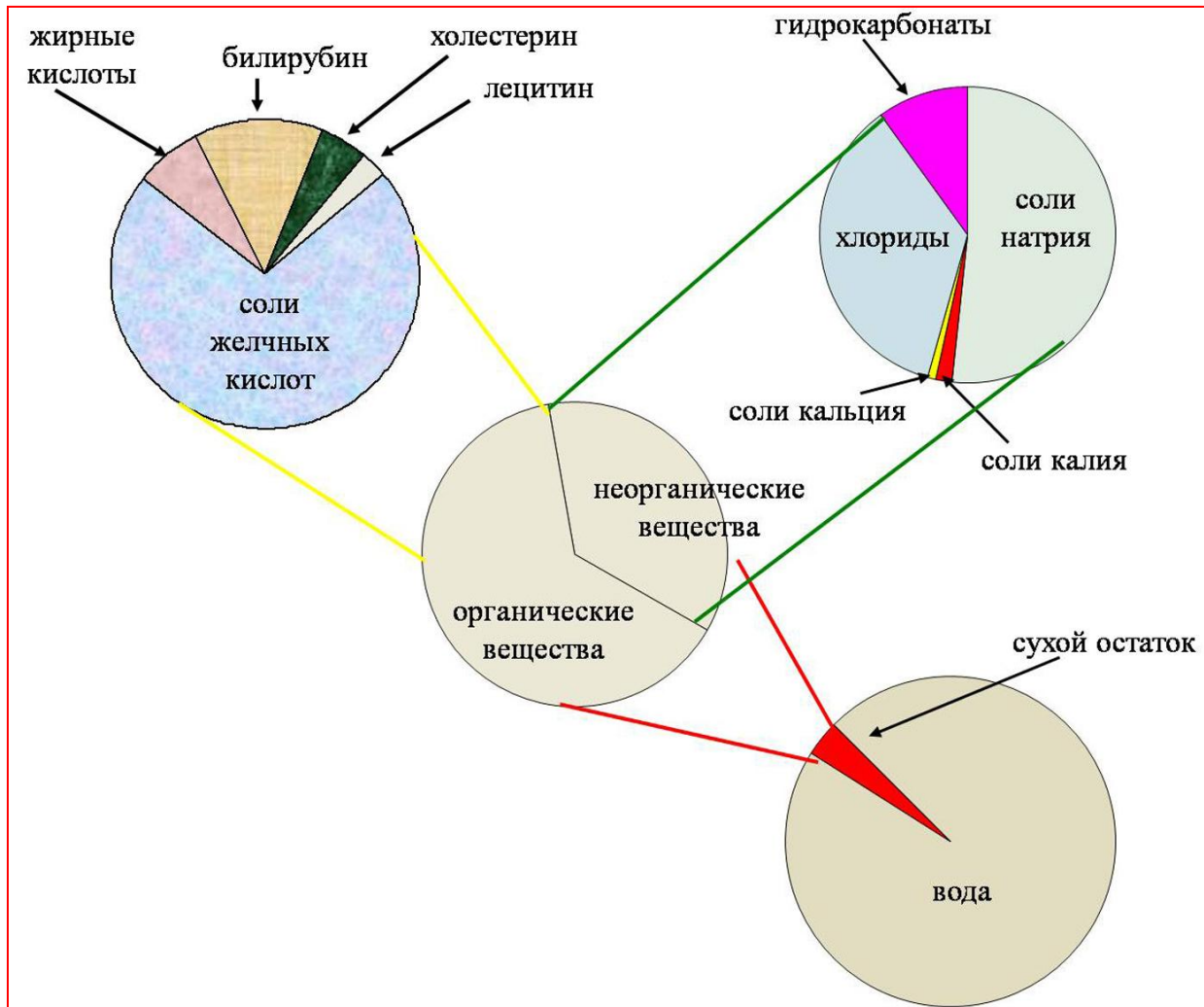
Структура печени



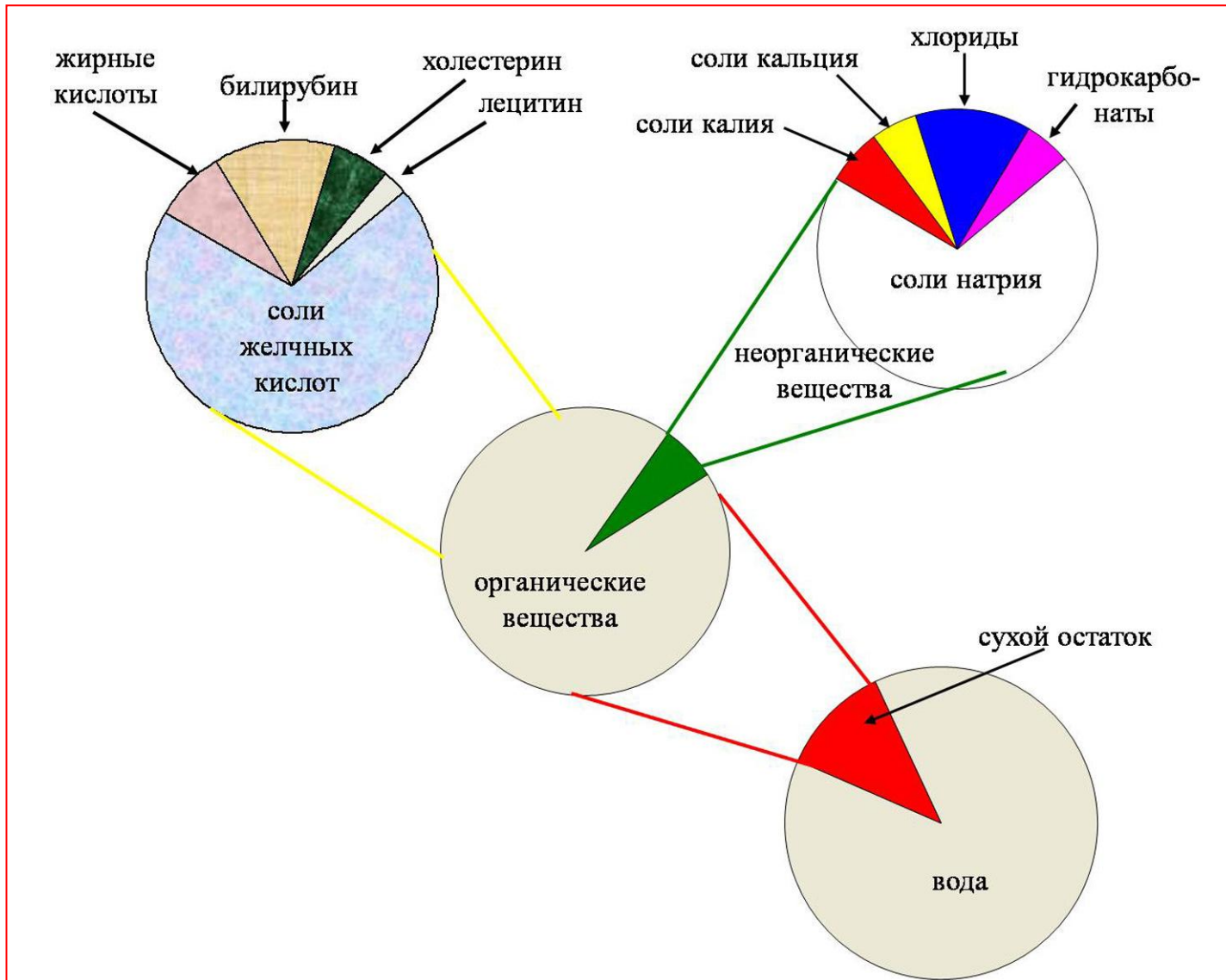




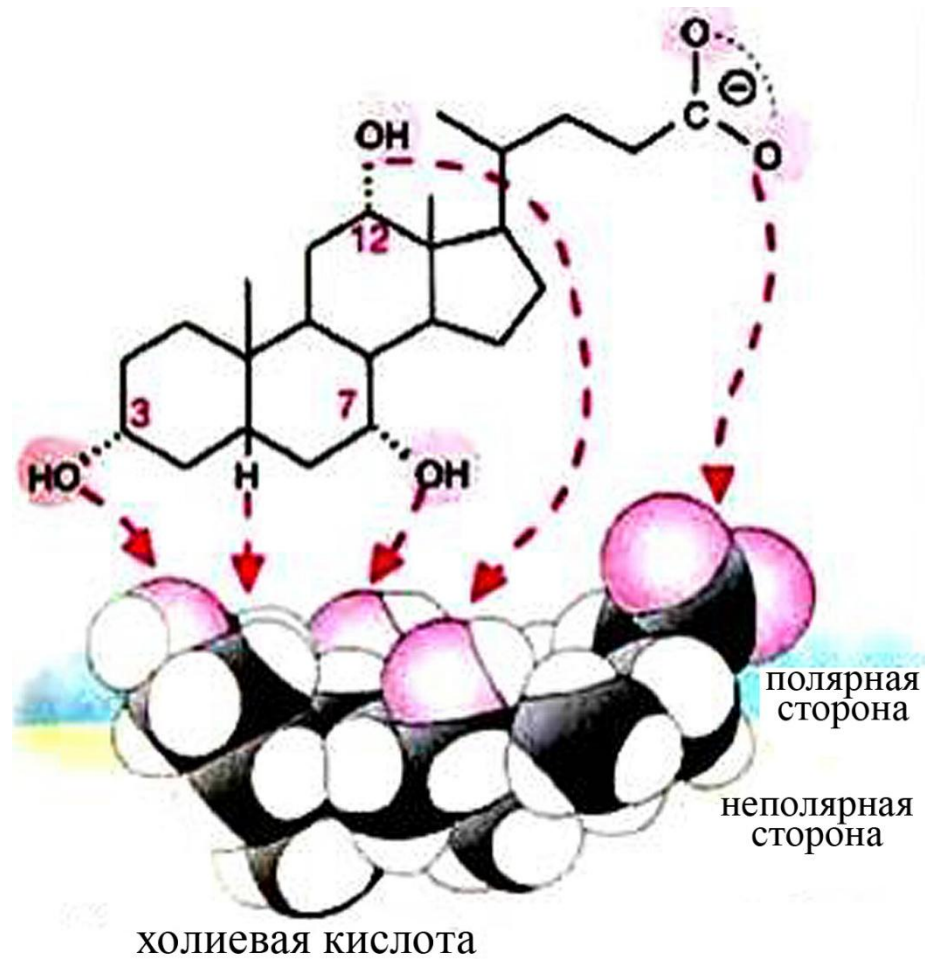
Состав печеночной желчи



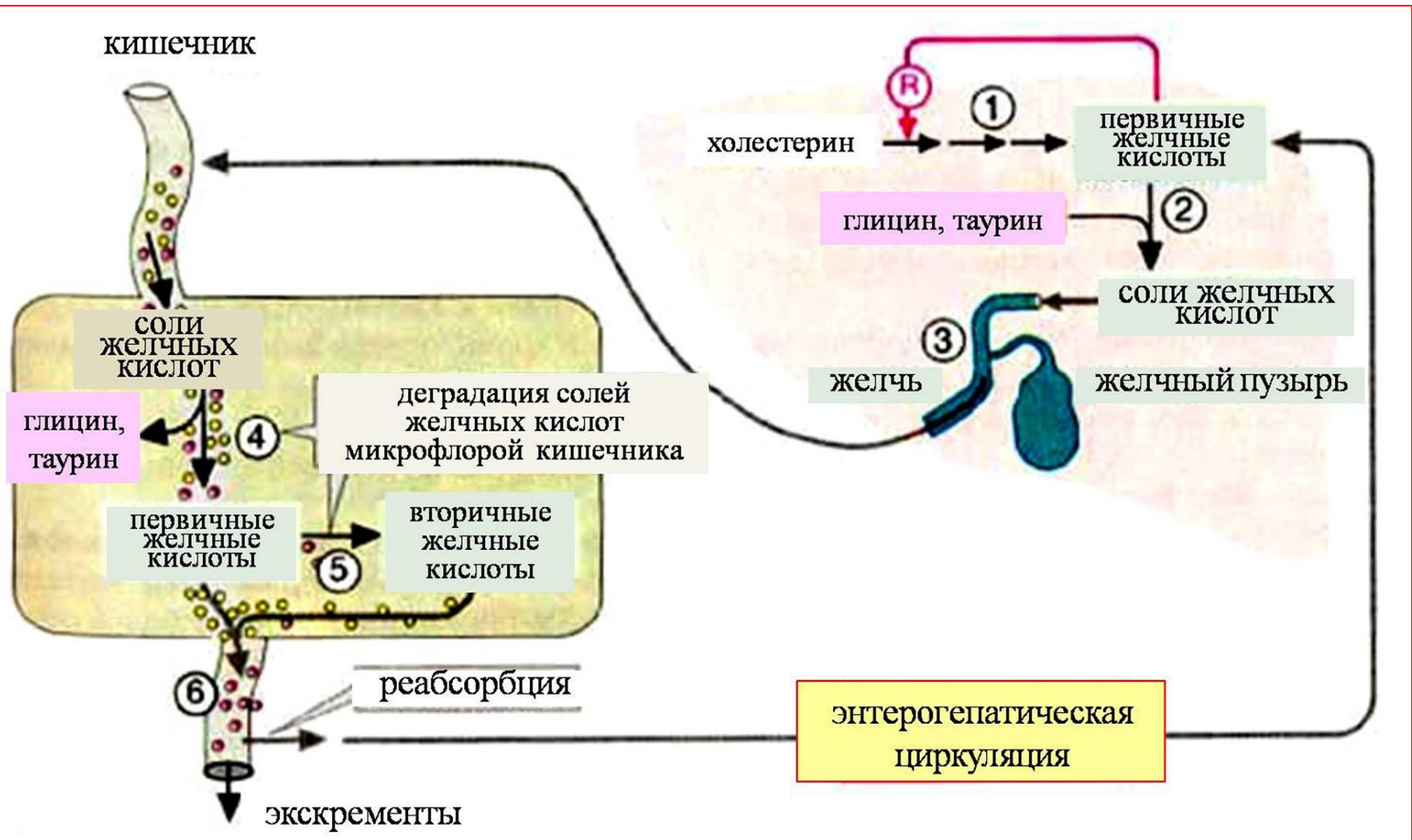
Состав пузырной желчи



Первичная желчная кислота

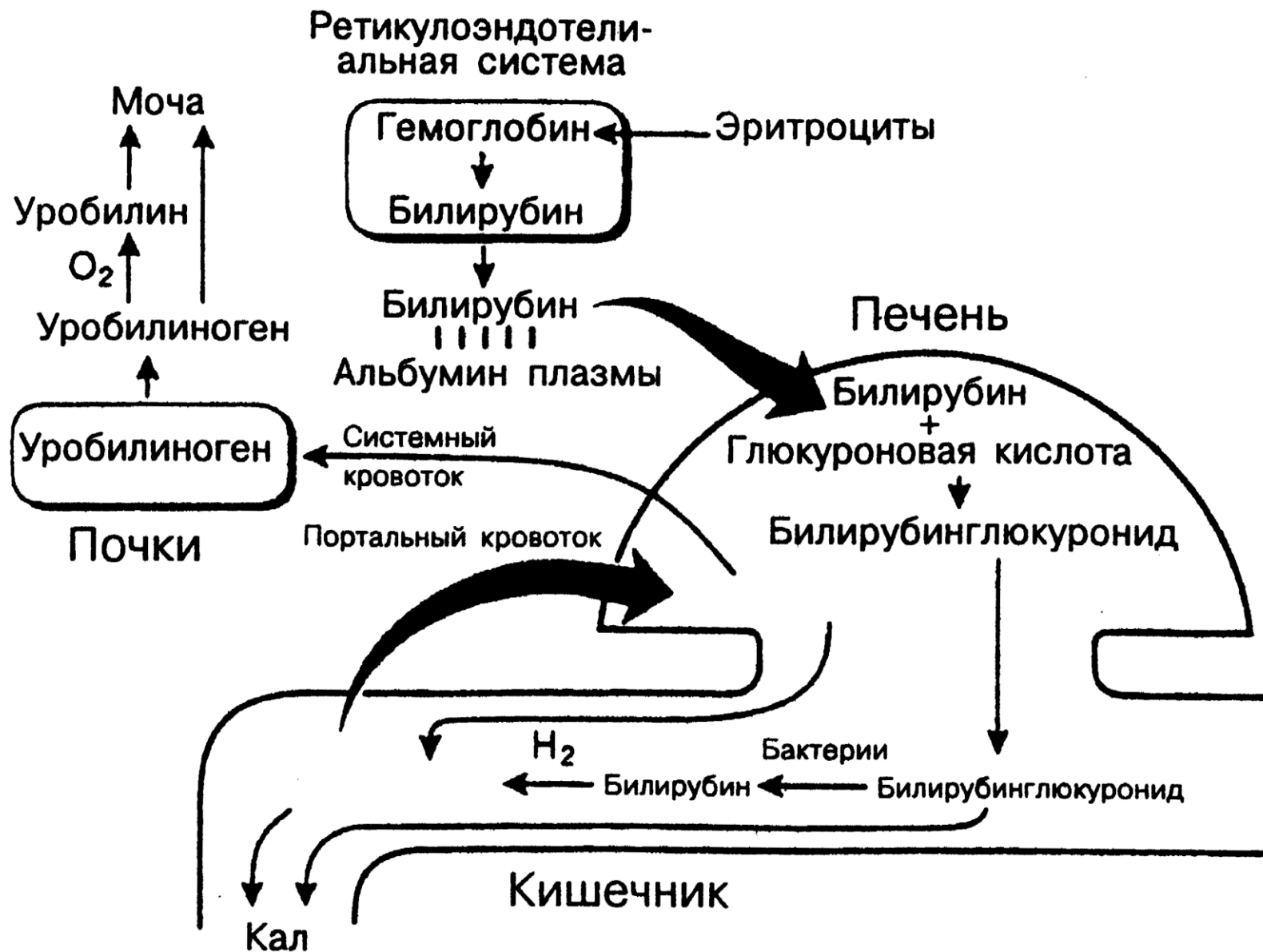


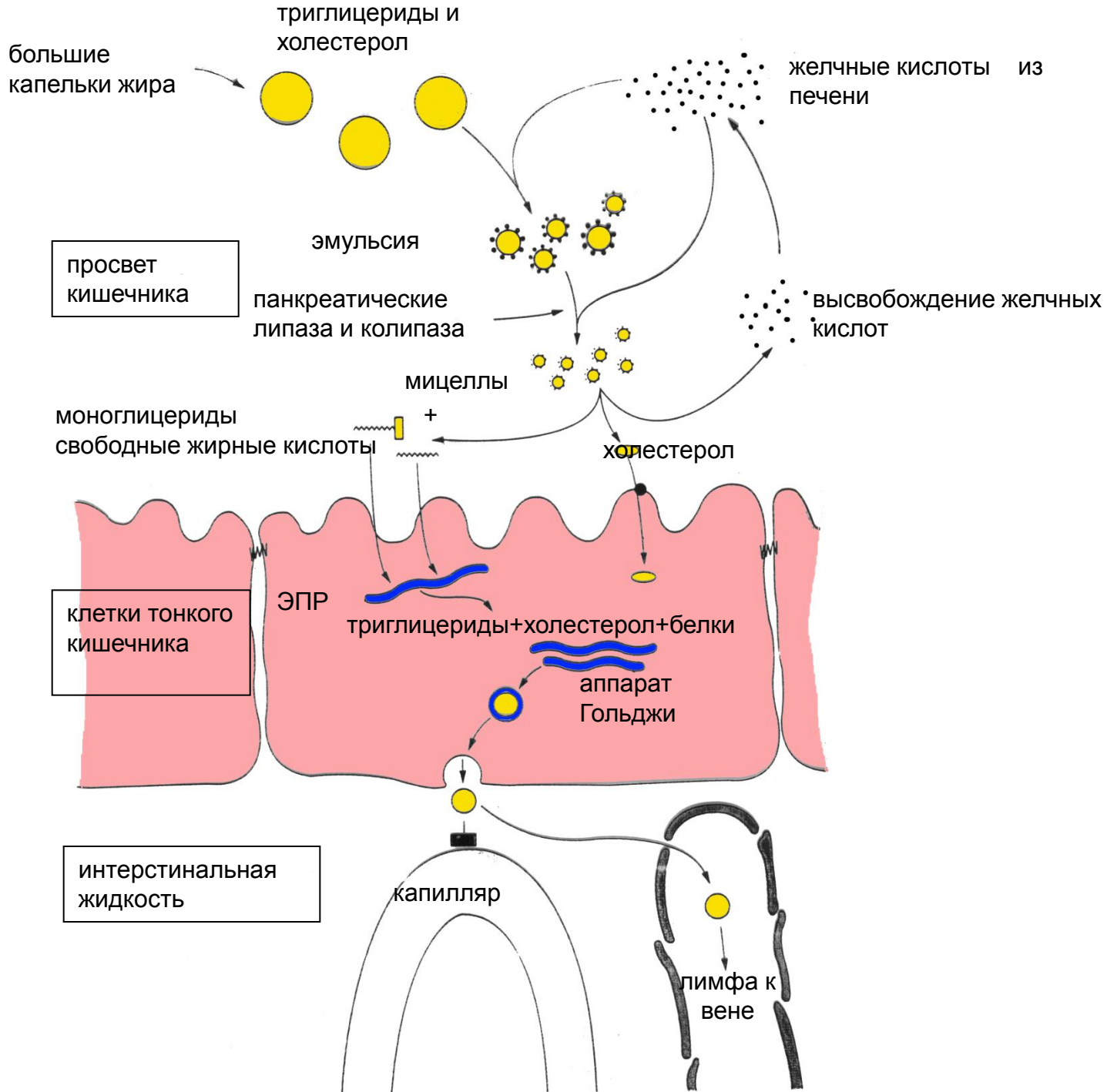
Метаболические превращения желчных кислот



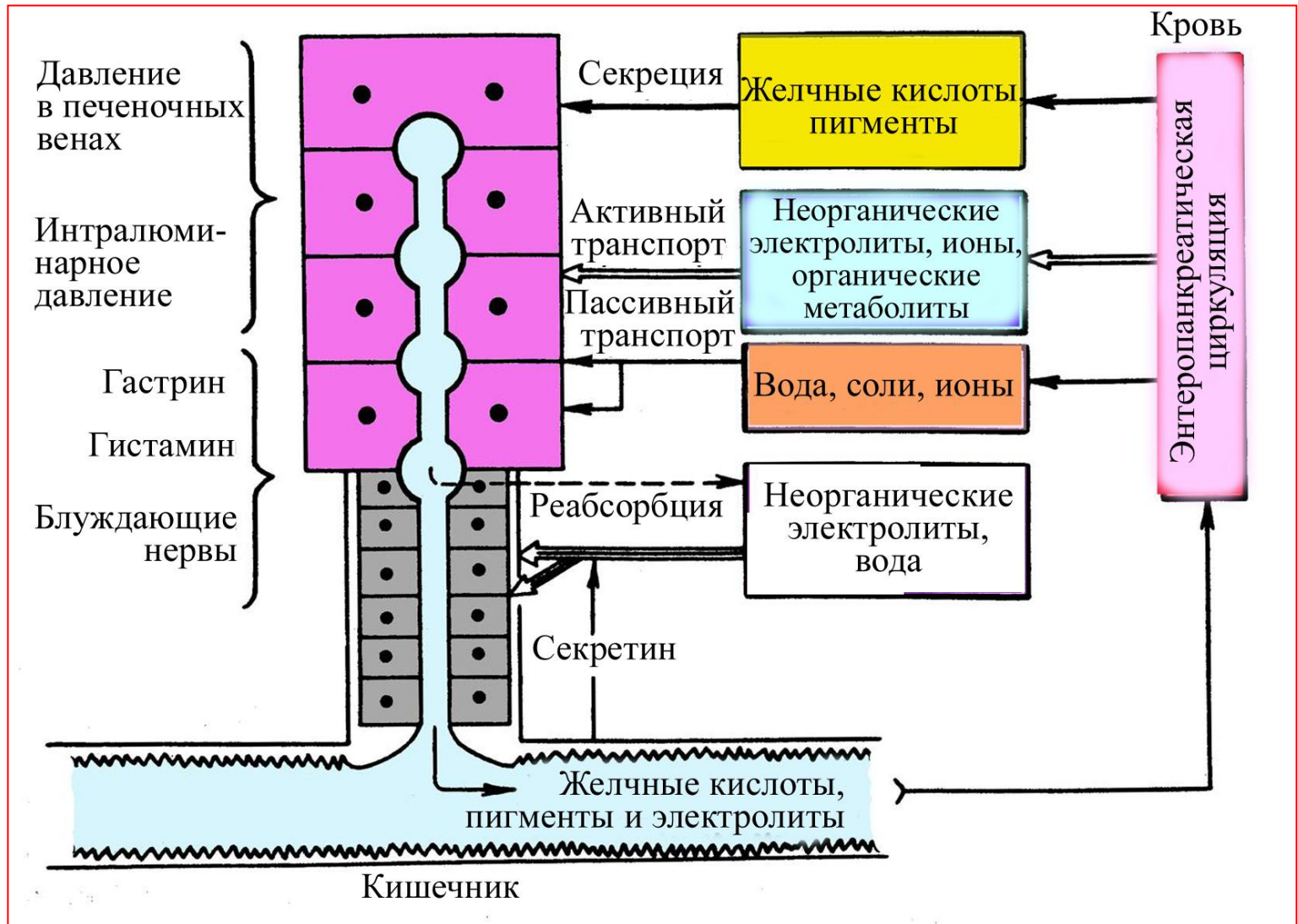
Печеночно-кишечная циркуляция желчных кислот



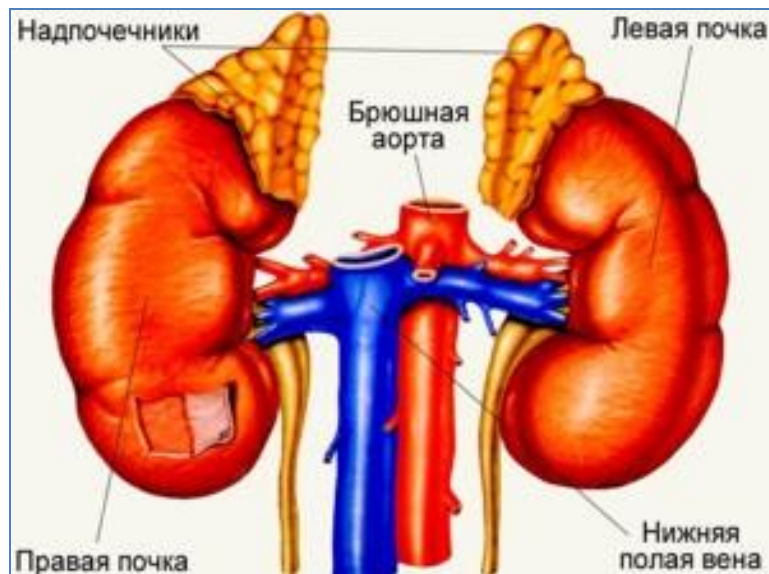




Регуляция желчеобразования

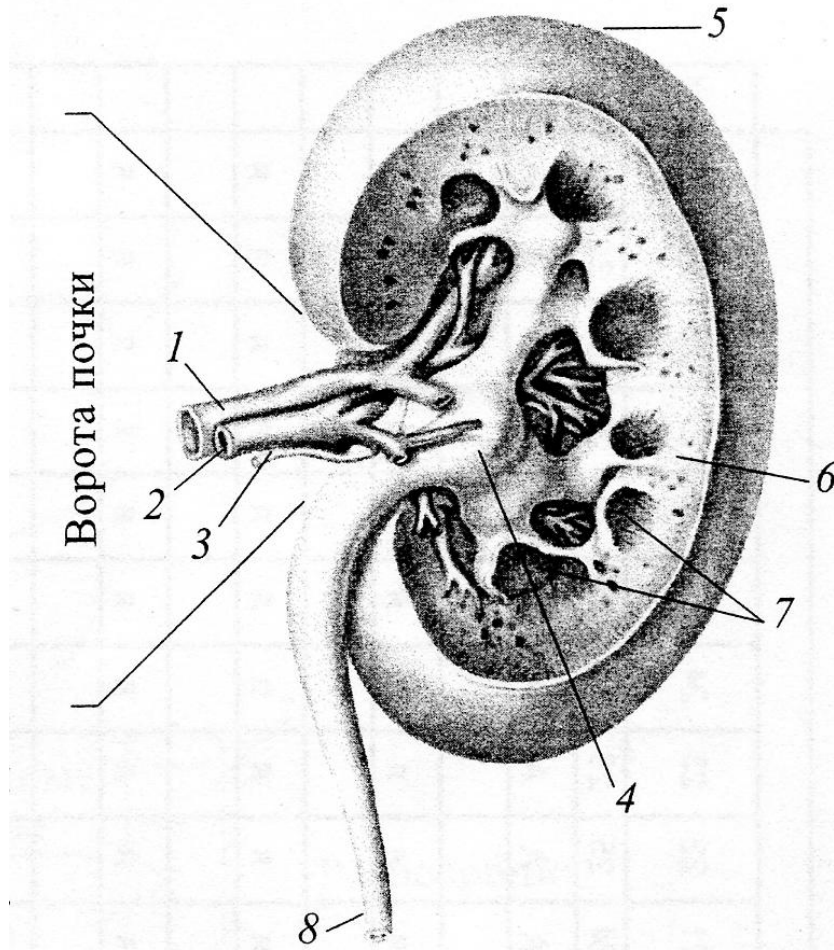


Физиология водно-солевого обмена



Почки и их функции

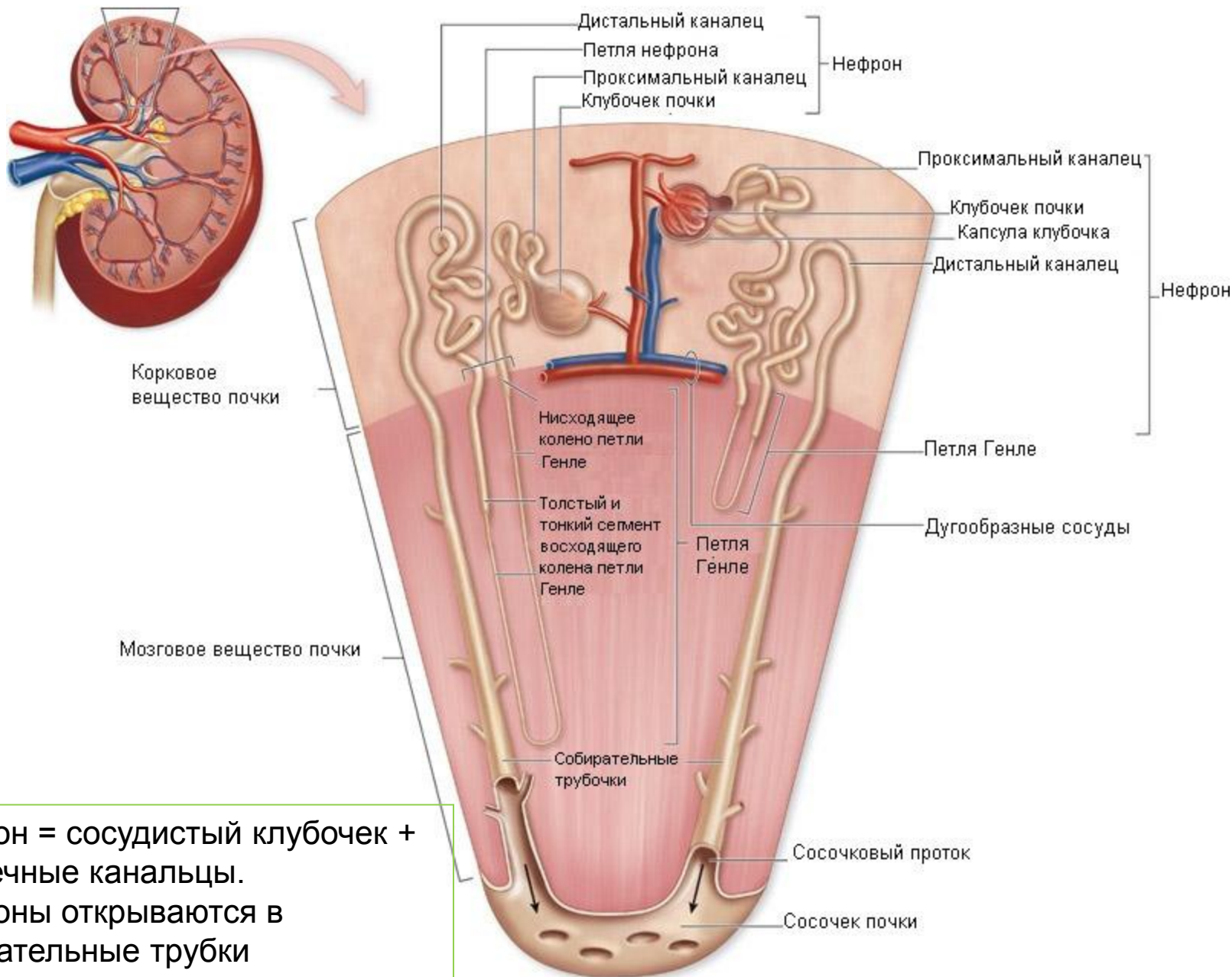
1. Обеспечивают осмотическое постоянство внутренней среды.
2. Поддерживают кислотно-щелочное равновесие.
3. Основной орган выделения (чужеродные соединения, конечные продукты обмена, избыток воды и минеральных солей, глюкоза (если ее больше нормы)).
4. Вырабатывают биологически активные вещества.



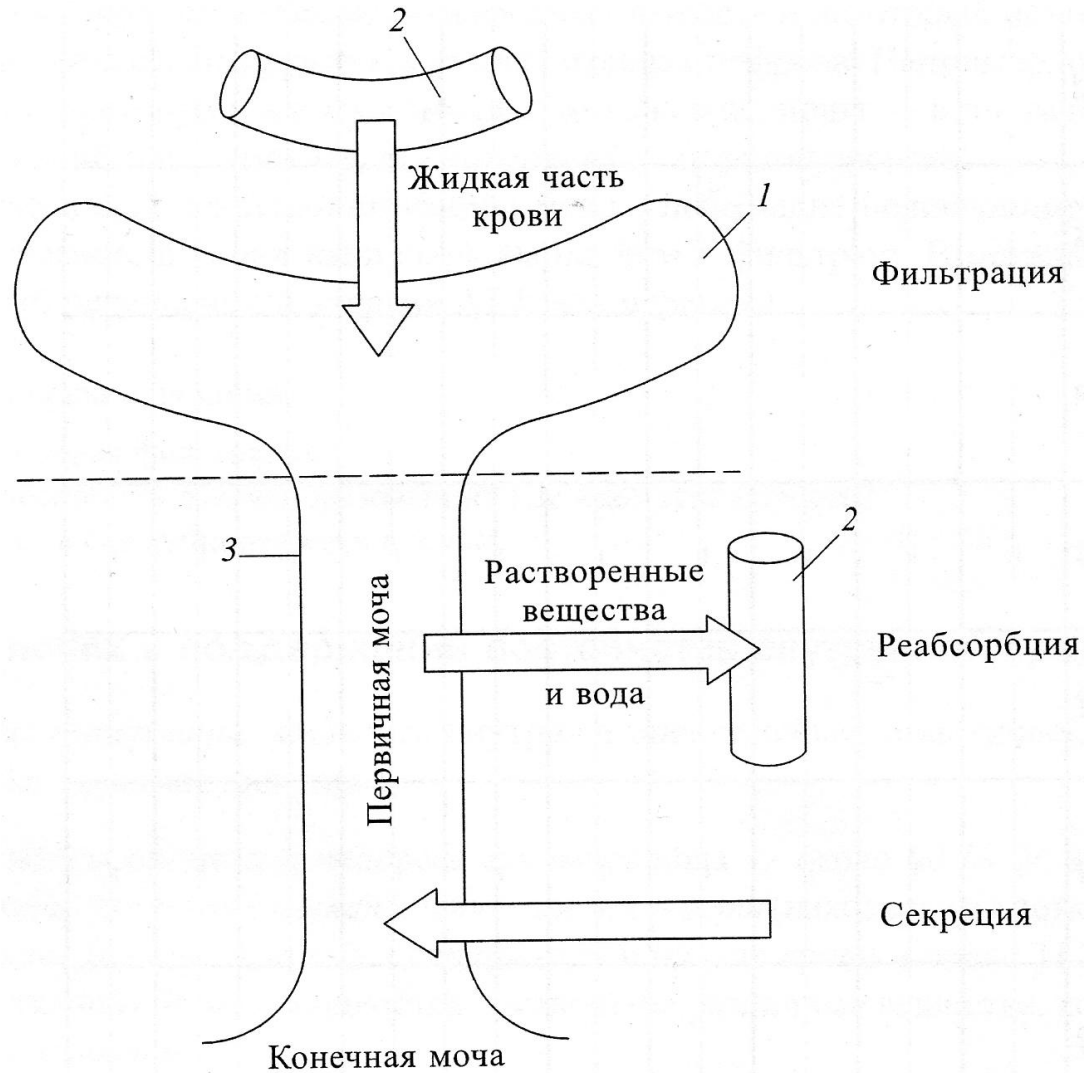
Кровообращение в почках в **20 раз больше**, чем в других органах. Почки обрабатывают около **1500 л крови в сутки**.

Поперечный разрез почки человека.
1 – вена, 2 – артерия, 3 – нервное сплетение, 4 – почечная лоханка, 5 – капсула почки, 6 – корковый слой, 7 – мозговой слой, 8 – мочеточник

Нефрон – структурно-функциональная единица почки



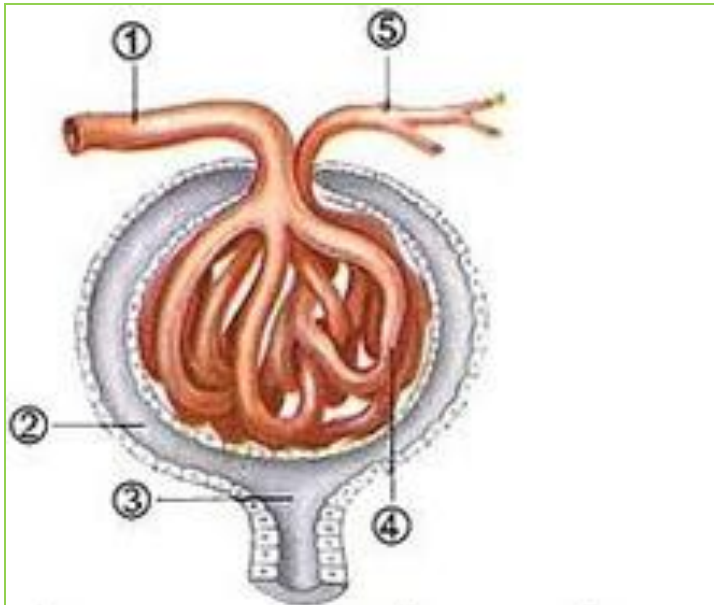
Процесс мочеобразования



1 – капсула клубочка, 2 – кровеносный капилляр, 3 – почечный каналец

Процесс мочеобразования:

1. Клубочковая фильтрация



Строение и кровоснабжение нефрона.

- 1 - Приносящая артерия. 2 - Капсула.
- 3 - Полость капсулы. 4 - Капилляры.
- 5 - Выносящая артерия нефрона.

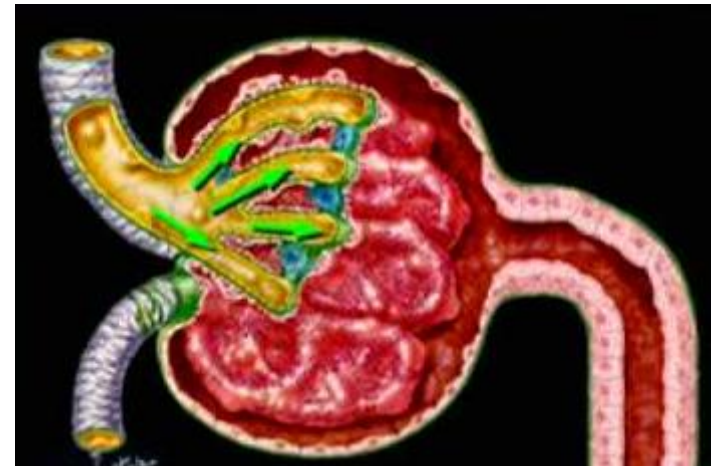
Чем выше давление крови в капиллярах, тем интенсивнее клубочковая фильтрация.

Чем выше давление белков плазмы крови, тем меньше фильтрация.

Крупные белки и форменные элементы крови не могут пройти сквозь фильтр!

Ультрафильтрат = первичная моча.

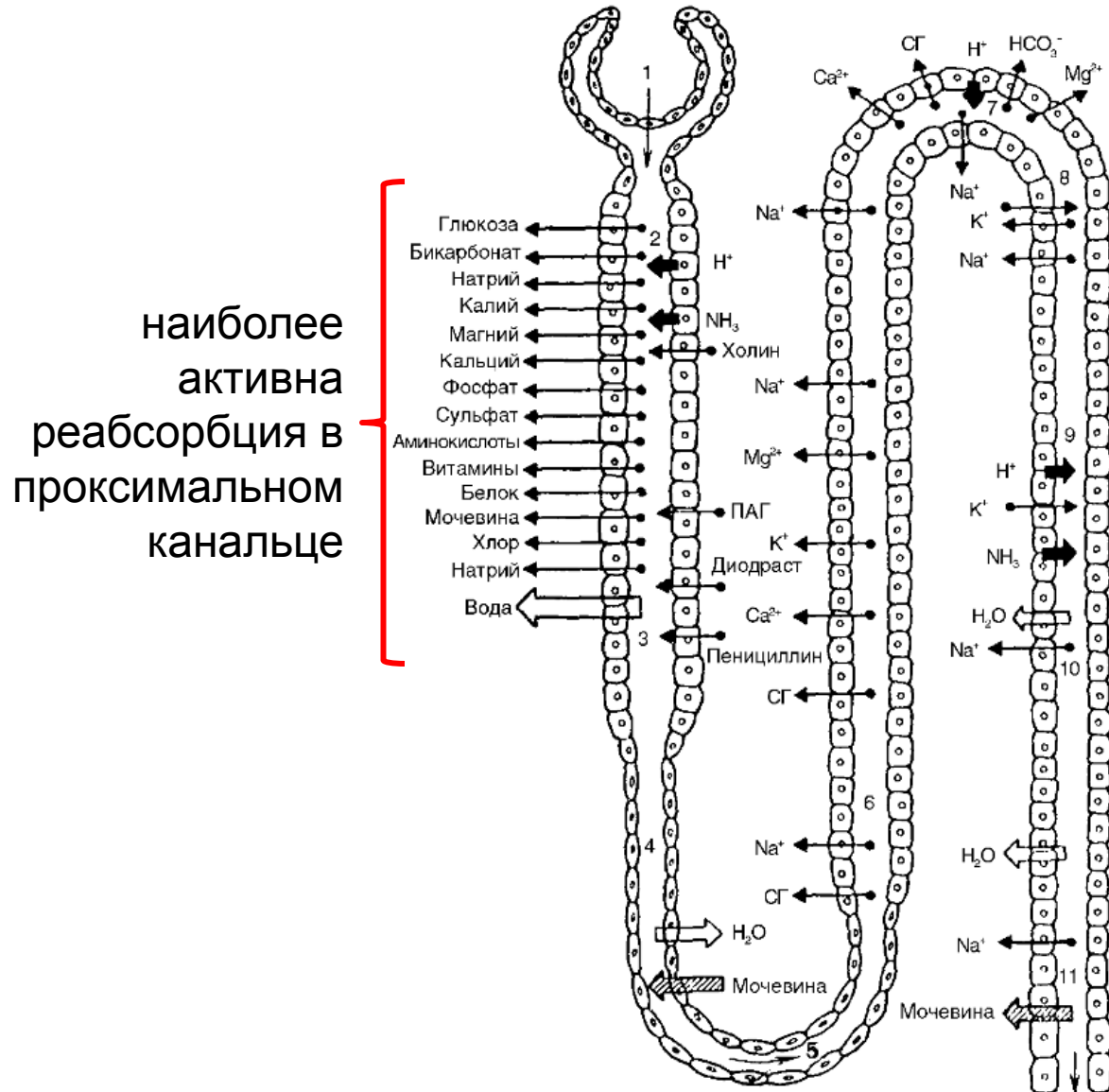
Состав близок к безбелковой плазме крови.
За сутки образуется 180 л ультрафильтрата.
Но выделяется всего 1- 1.5 л мочи.



Процесс мочеобразования:

2. Канальцевая реабсорбция

Возвращает в кровь примерно 99% воды, большую часть минеральных солей.



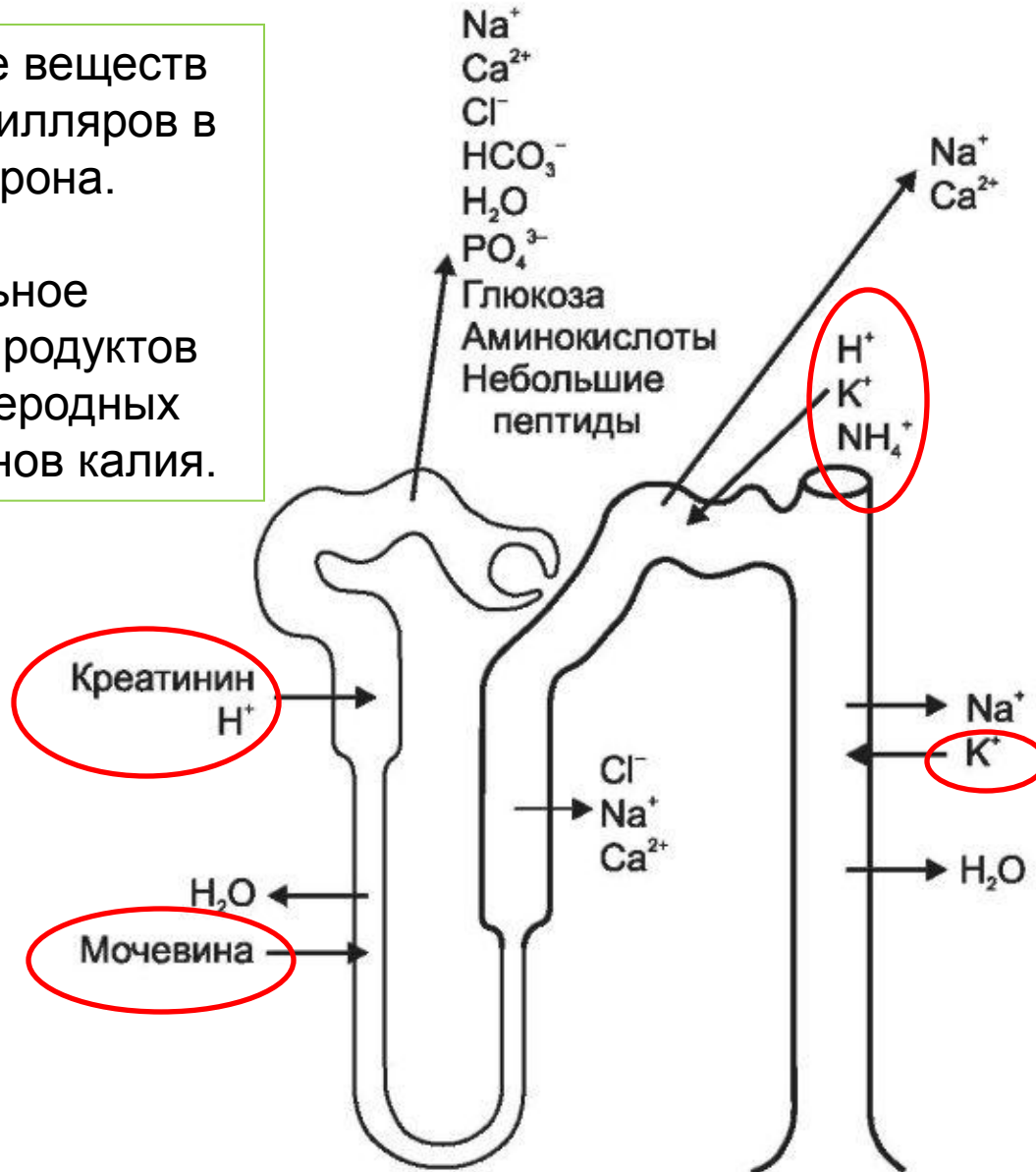
Процесс обратного всасывания, возвращение нужных веществ из первичной мочи в кровь.

Процесс мочеобразования:

3. Канальцевая секреция

Поступление веществ из крови капилляров в просвет нефрона.

Дополнительное выведение продуктов обмена, чужеродных веществ, ионов калия.



Жидкость в организме

Организм человека (70 кг)



около 60 % - вода



28 л воды –
внутриклеточная
жидкость



14 л воды –
внеклеточная
жидкость



3 л воды – плазма
крови



11 л воды – жидкость
различных тканей

В жидкостях
растворены
вещества
(Na⁺, K⁺ и др.)



**Осмотическое
давление**

Регуляция объема и осмотического давления

Система пищеварения



Поступление воды и солей, секреция пищеварительных соков, всасывание и выведение с каловыми массами

Сердечно-сосудистая система



Кровоснабжение органов. Избыток или недостаток жидкости вызывает изменение артериального давления

Почка – главный орган обеспечения водно-солевого гомеостаза.



Поступление воды в организм



Недостаток воды в организме

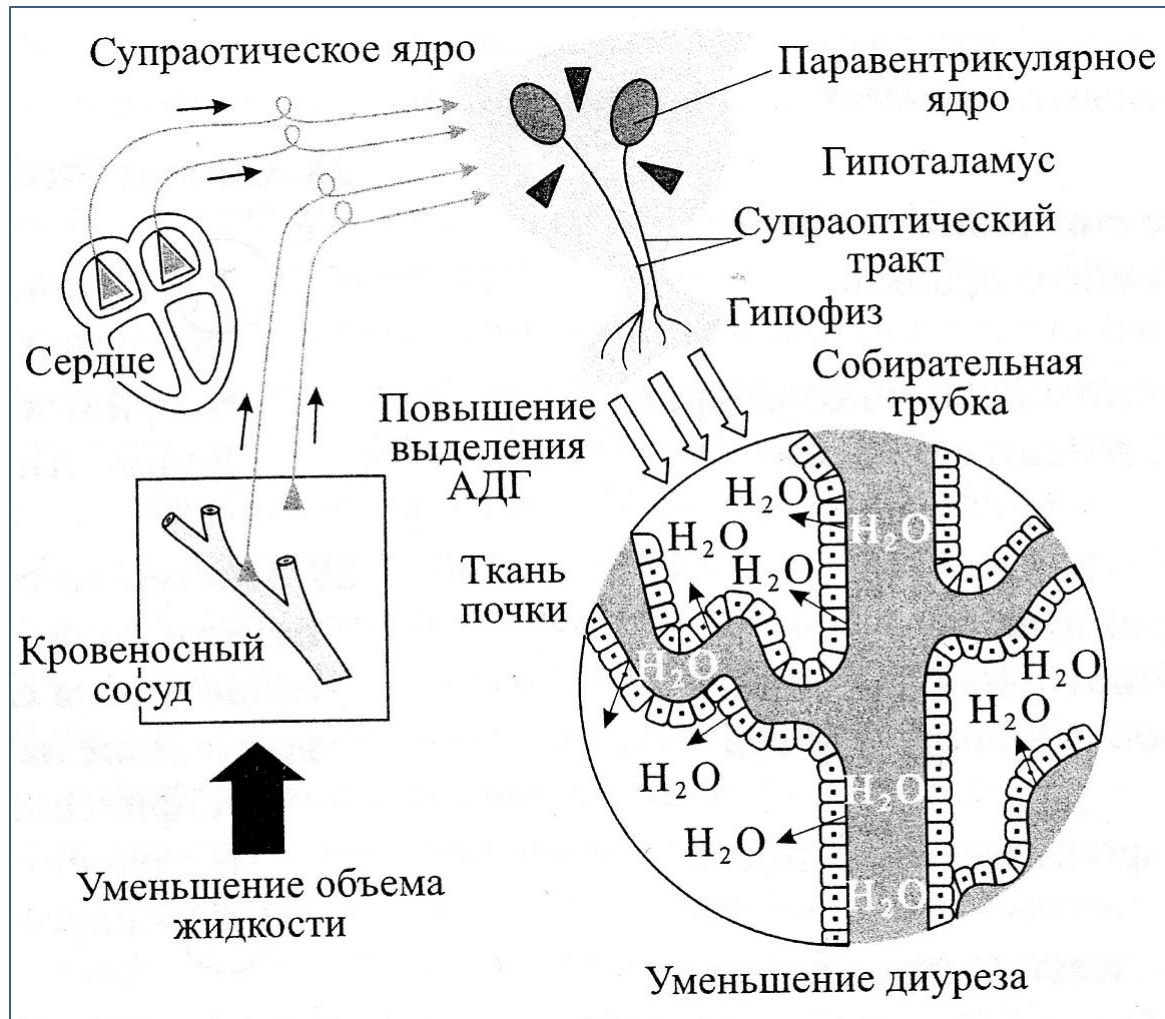


Выведение избытка воды



Экономия воды

Регуляция объема жидкости: обезвоживание организма



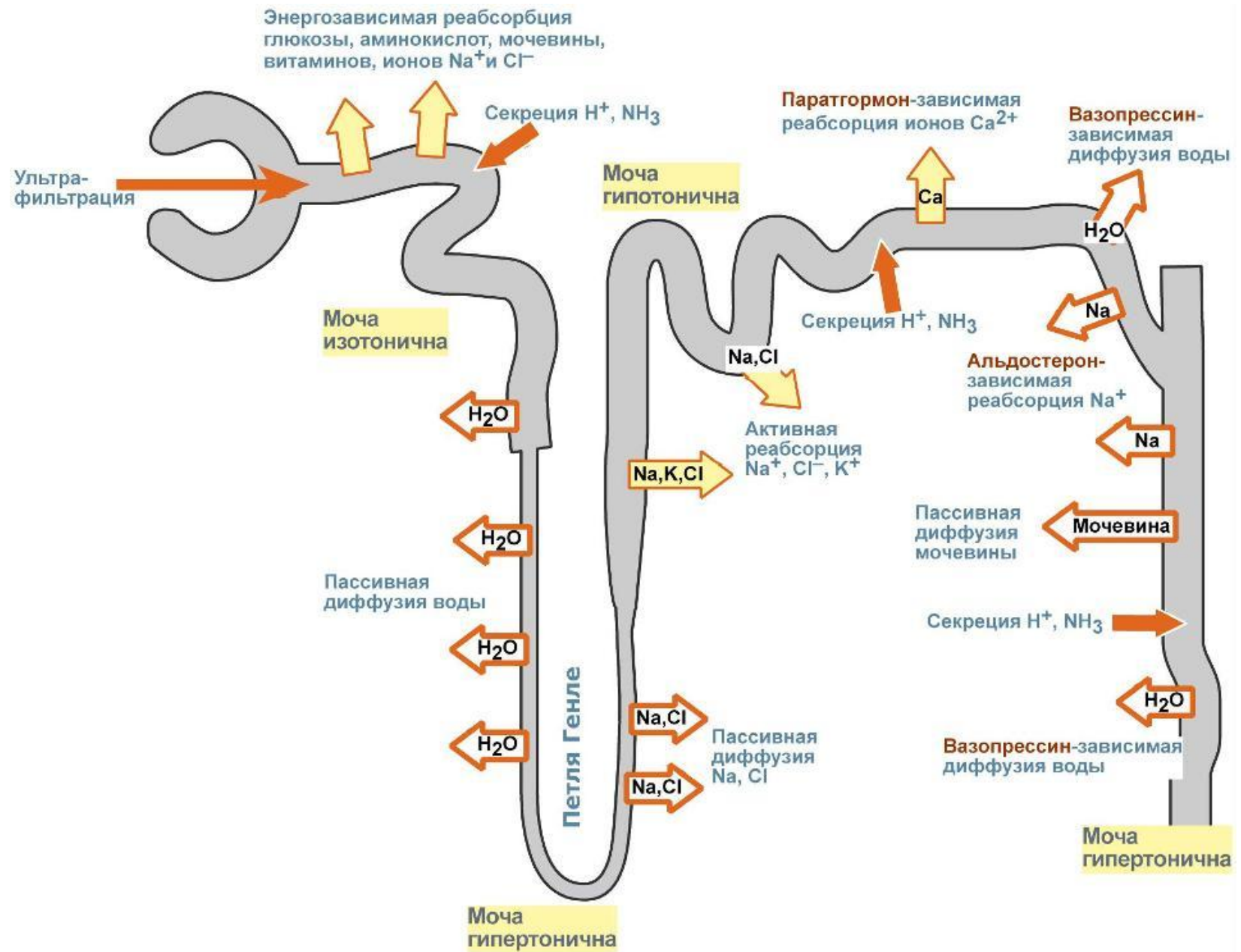
АДГ – антидиуретический гормон, или вазопрессин

Регуляция объема жидкости: увеличение объема жидкости

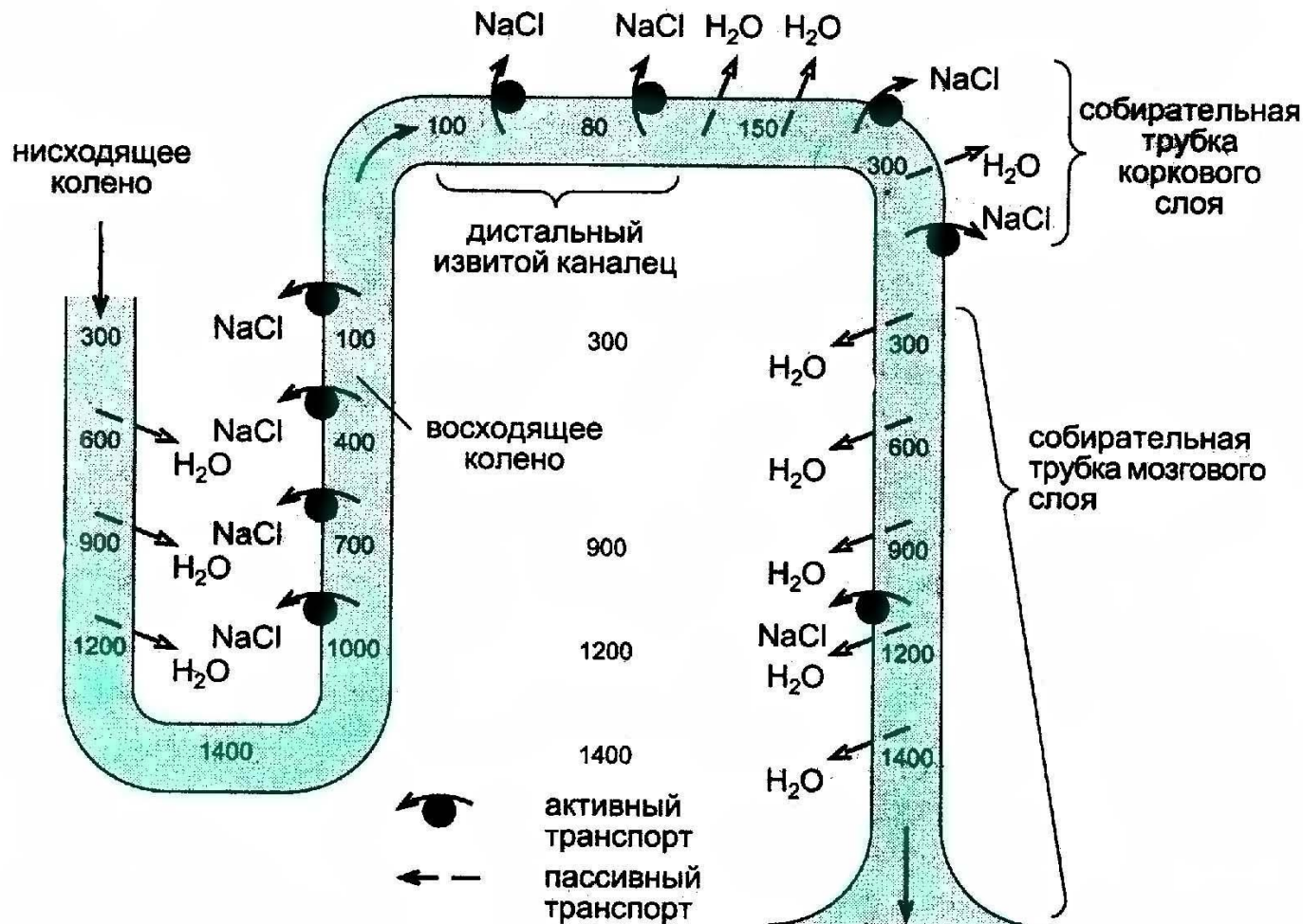


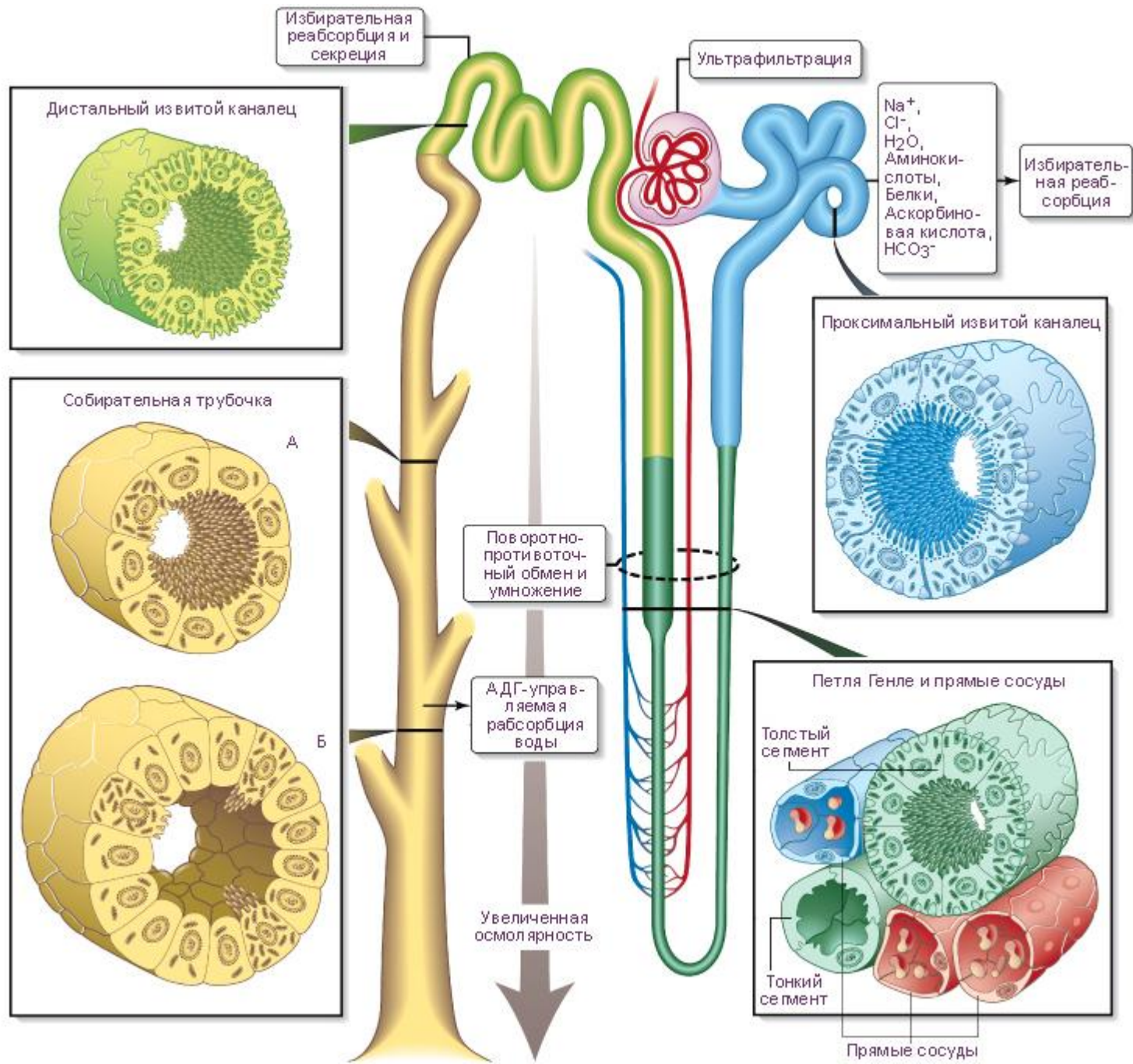
Осморецепторы – реагируют на концентрацию солей,
Волюморцепторы – реагируют на изменение объема жидкости.

Процесс мочеобразования в нефроне и собирательной трубке



Взаимодействие петли Генле и собирательной трубки при образовании концентрированной мочи





Избирательная реабсорбция и секреция

Ультрафильтрация

Na⁺, Cl⁻, H₂O, Аминокислоты, Белки, Аскорбиновая кислота, HCO₃⁻

Избирательная реабсорбция

Дистальный извитой каналец

Проксимальный извитой каналец

Собирательная трубочка

А

Б

Поворотный обмен и увеличение

АДГ-управляемая реабсорбция воды

Увеличенная осмоларность

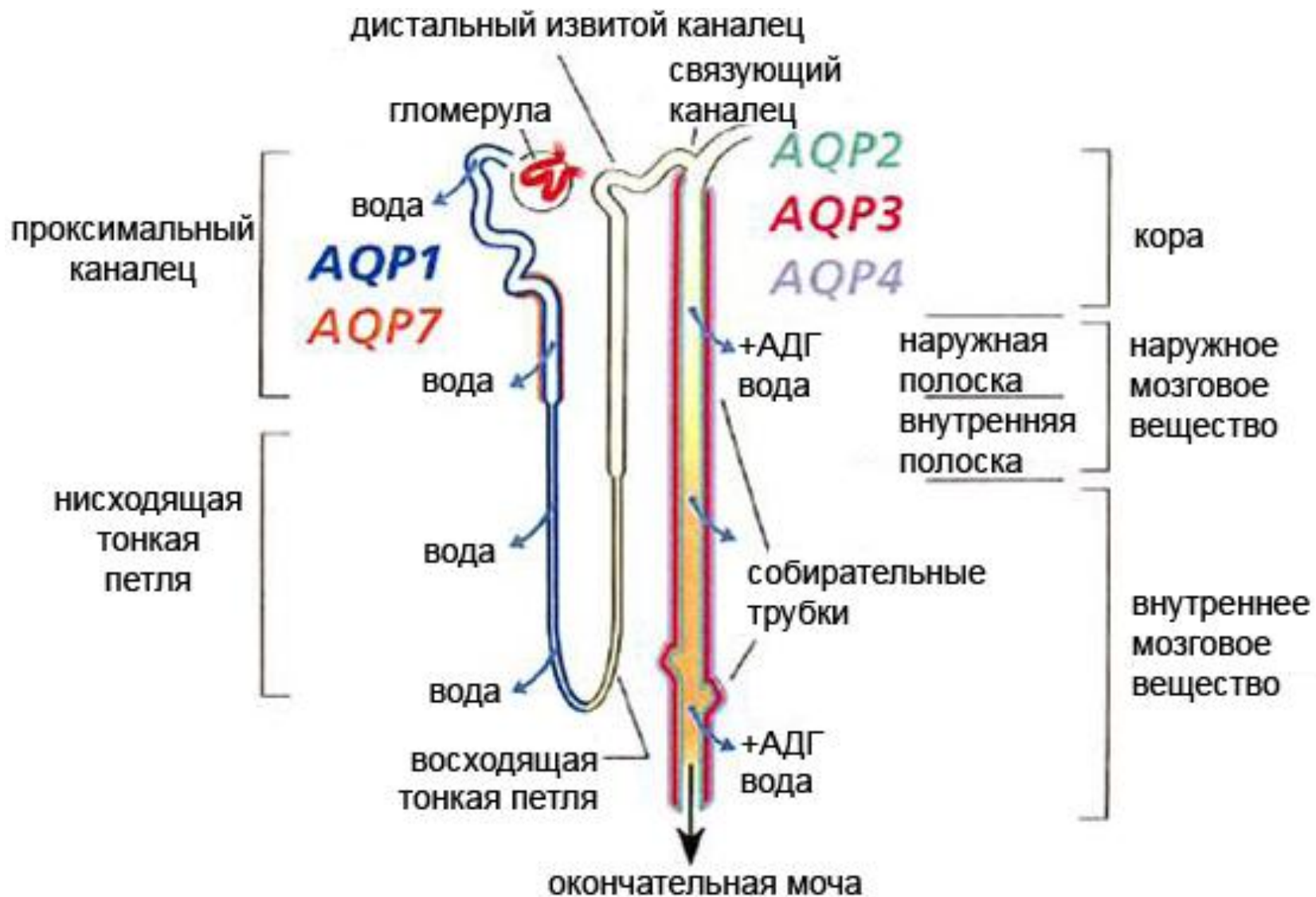
Петля Генле и прямые сосуды

Толстый сегмент

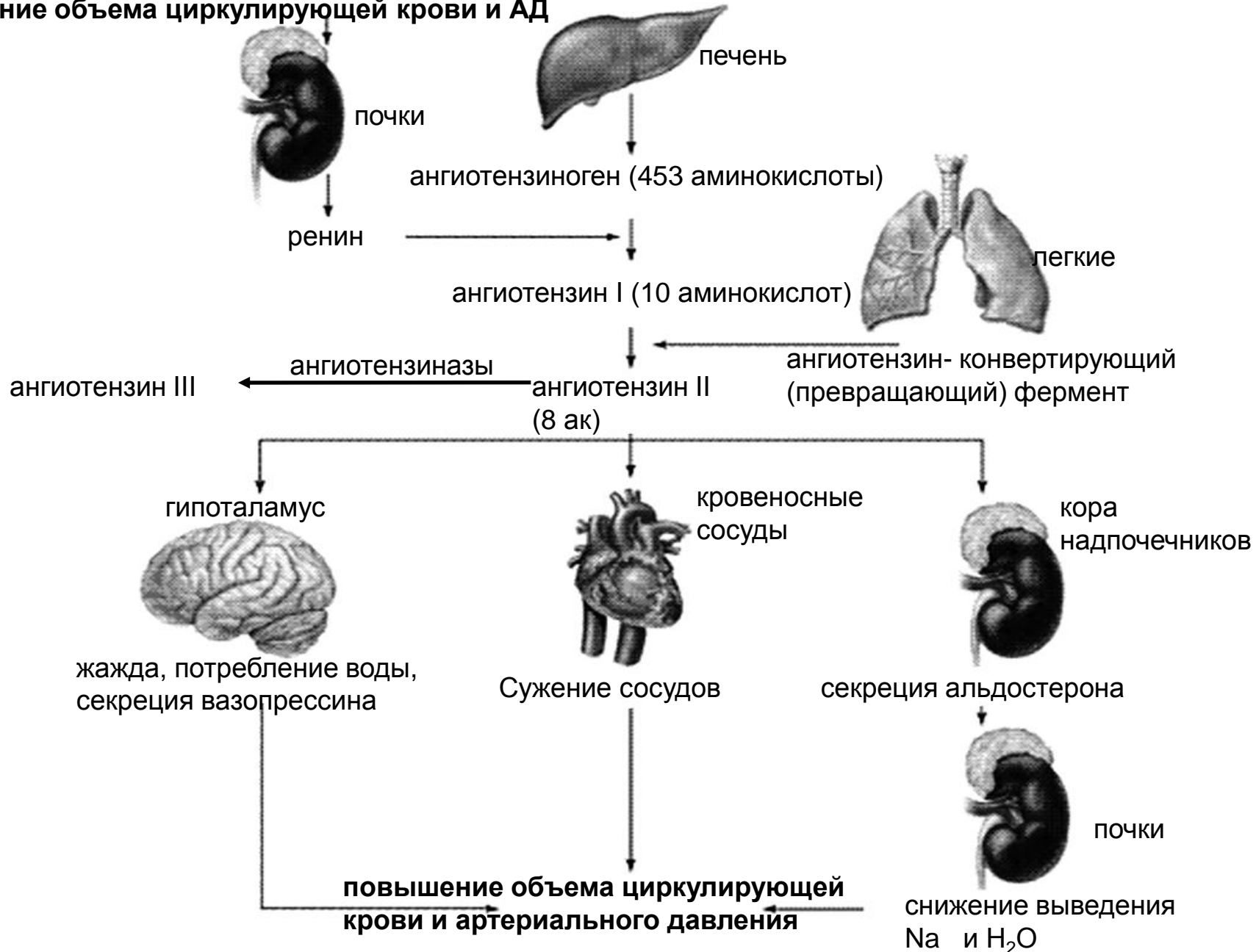
Тонкий сегмент

Прямые сосуды

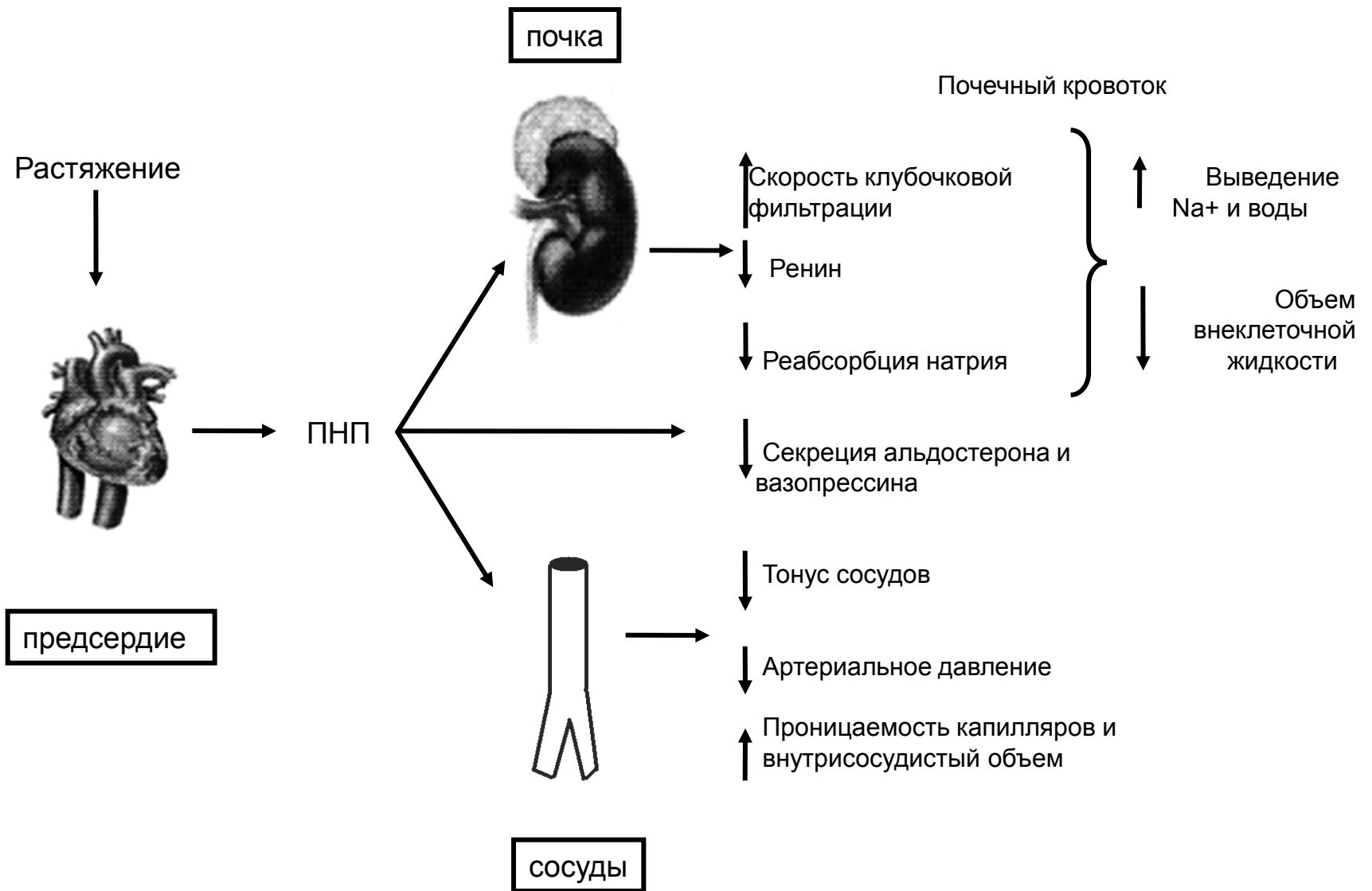
Аквапорины (AQP) – водные каналы



снижение объема циркулирующей крови и АД

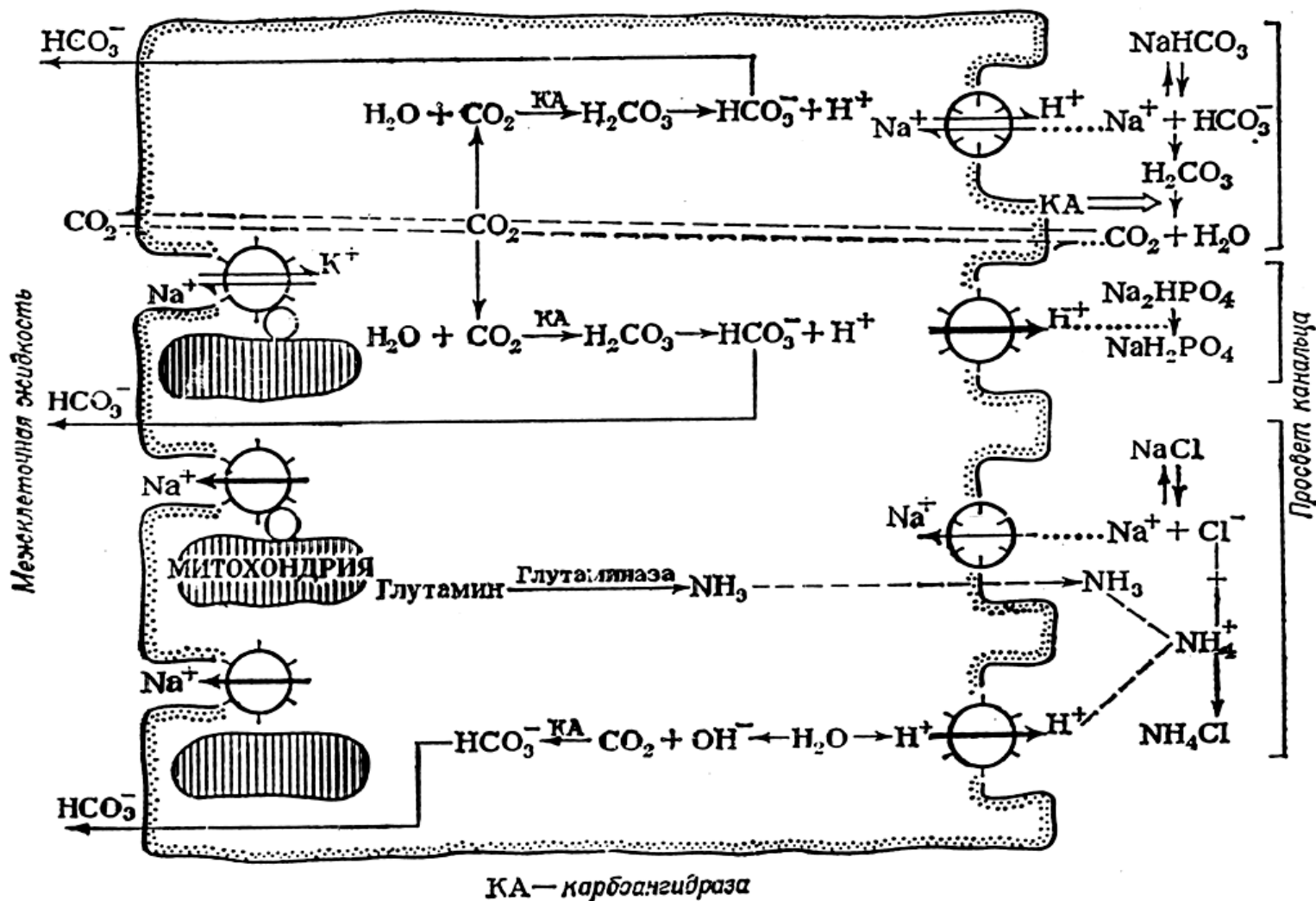


Работа ренин-ангиотензин-альдостероновой системы



Действие предсердного натрийуретического пептида (ПНП) на почку и сосуды

Роль почки в поддержании кислотно-щелочного равновесия



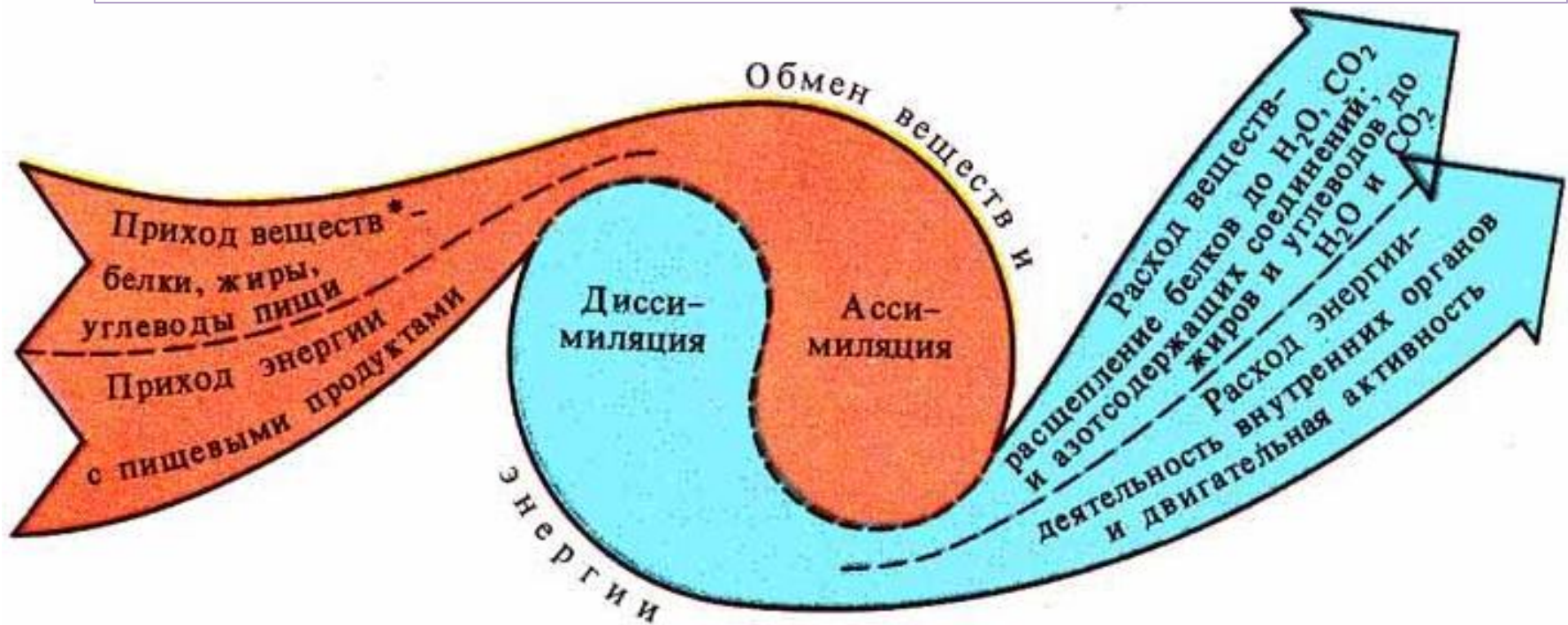
- Почки выводят кислые продукты обмена.
- pH мочи изменяется в широких пределах в зависимости от пищи и образа жизни: при физической работе или при питании мясной пищей моча – кислая; если много растительной пищи, то моча - щелочная

Обмен веществ и энергии. Терморегуляция



Общее представление об обмене веществ и энергии

Обмен веществ – совокупность изменений веществ от момента поступления в пищеварительный тракт до образования внутри клеток конечных продуктов распада, выделяемых из организма.



Ассимиляция - процессы **анаболизма** (биосинтеза). Синтез высокомолекулярных соединений (белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов, липидов). Невозможна без энергии.

Диссимиляция (**катаболизм**) - метаболический распад, разложение на более простые вещества. Обычно протекает с высвобождением энергии в виде тепла и в виде АТФ.

Методы исследования обмена энергии

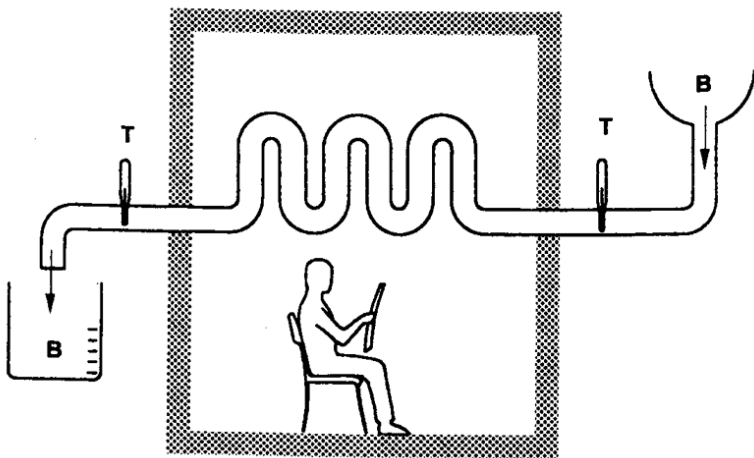
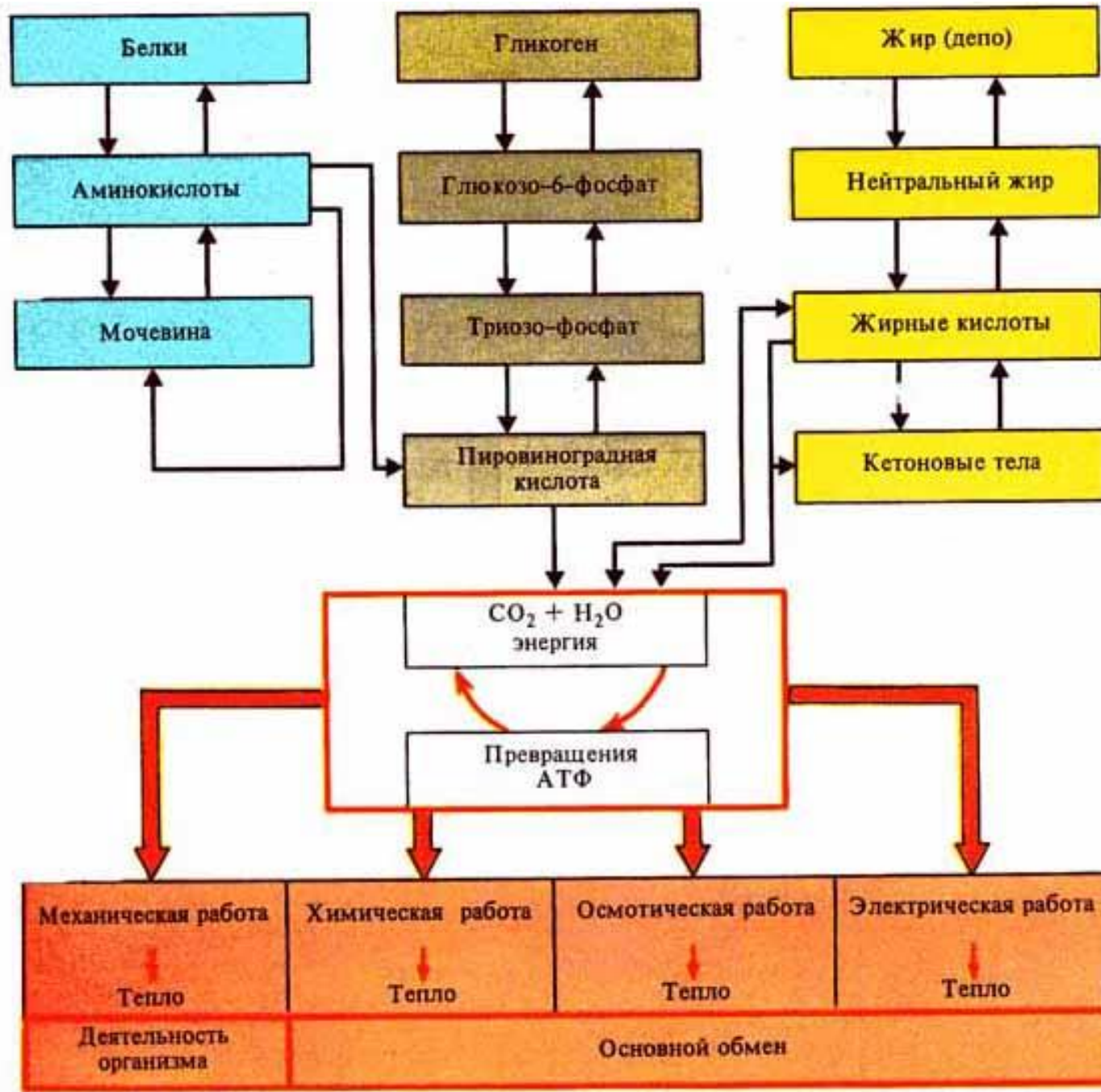


Схема превращения веществ и энергии в организме



Теплопродукция различных животных и человека

Объект	Масса, кг	Теплопродукция, кДж/сутки		
		организма в целом	на 1 кг массы тела	на 1 м ² поверхност и тела
Белая мышь	0,02	15,2	718,2	2209
Воробей	0,02	21,8	970,2	2625
Голубь	0,27	119,3	428,4	2801
Крыса	0,40	139,4	348,6	2801
Морская свинка	0,41	147,4	361,2	2822
Кролик	2,60	491,4	189,0	2944
Кошка	3,00	638,4	214,2	3070
Собака	14,00	2037,0	147,0	3129
Шимпанзе	38,00	4578,0	121,8	4049
Человек:				
мужчина	65,00	6888	105,0	3851
женщина	56,00	5250	92,4	3318
Бык	500,00	26040	50,4	4595
Лошадь	730,00	49959	71,4	6317
Слон	3672,00	33999	54,6	8652

Потребление O₂ и выделение CO₂ при окислении 1 г питательных веществ

Окисляемые вещества	Потребление O ₂ , л	Выделение CO ₂ , л	Дыхательный коэффициент
Белки	0,97	0,82	0,8
Жиры	2,0	1,43	0,7
Углеводы	0,83	0,83	1,0

Дыхательный коэффициент - отношение объема выделенного CO₂ к объему поглощенного O₂.

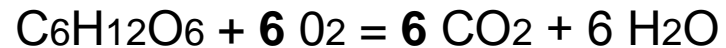
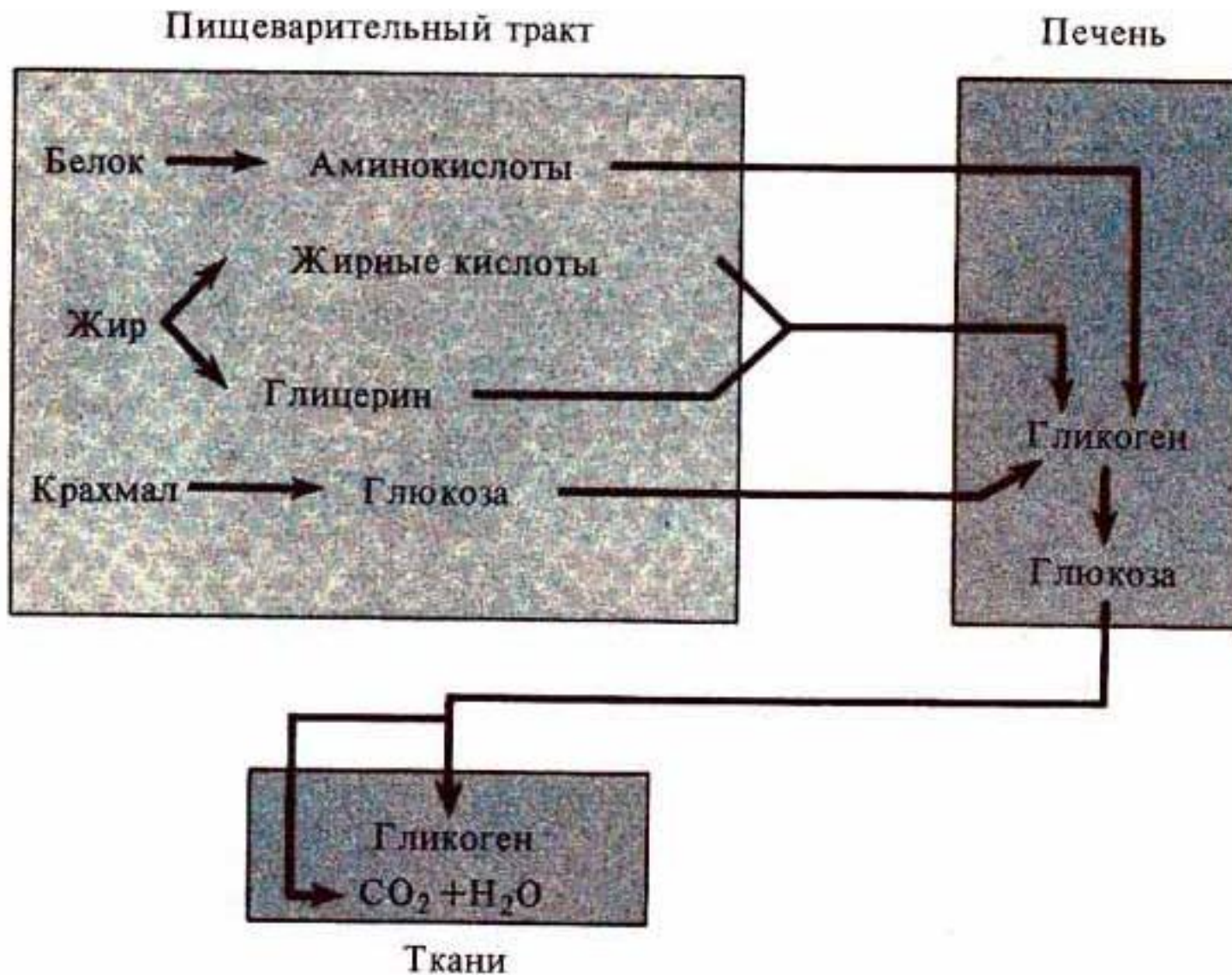


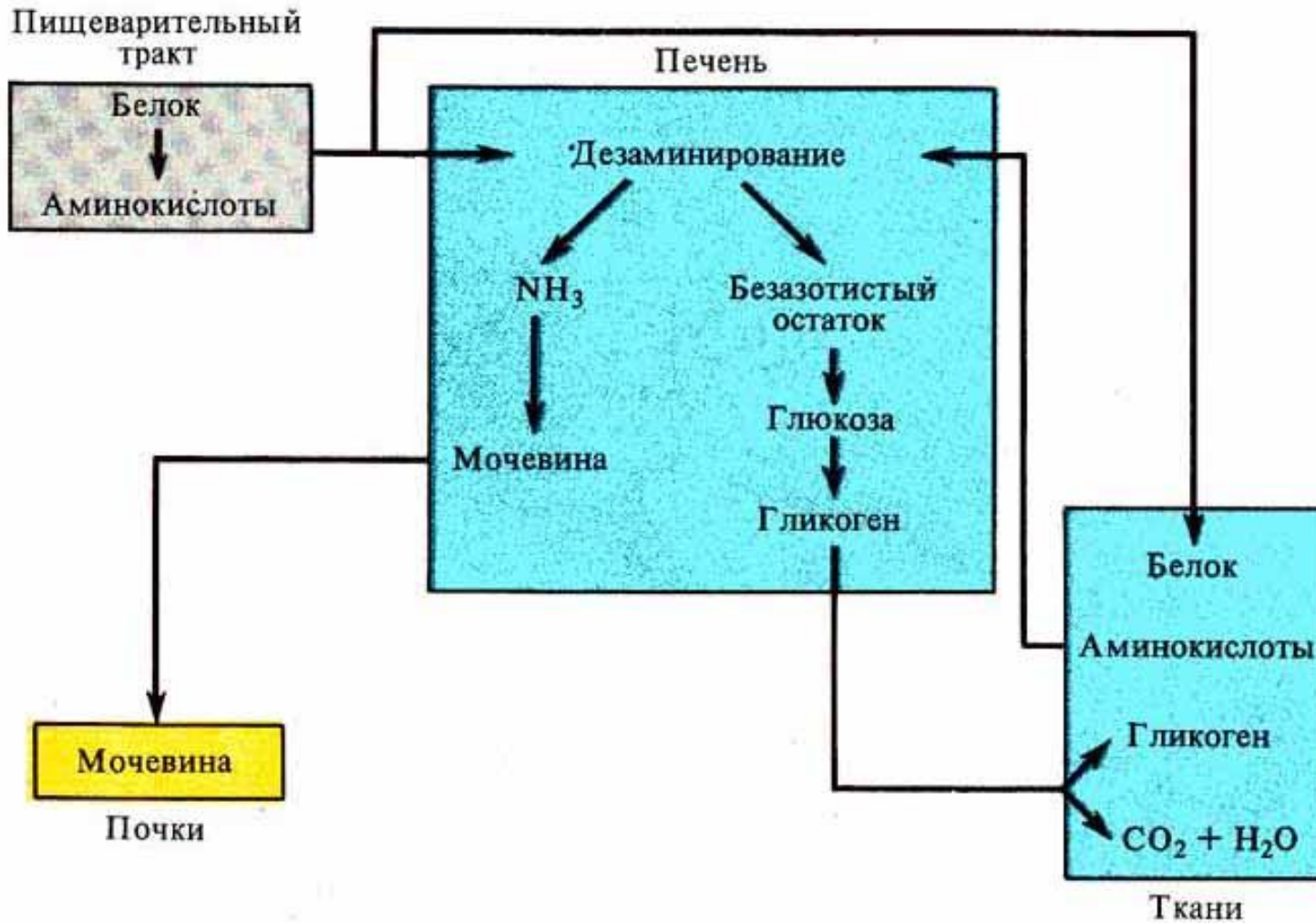
Схема углеводного обмена



Расщепление глюкозы и образование АТФ



Схема белкового обмена



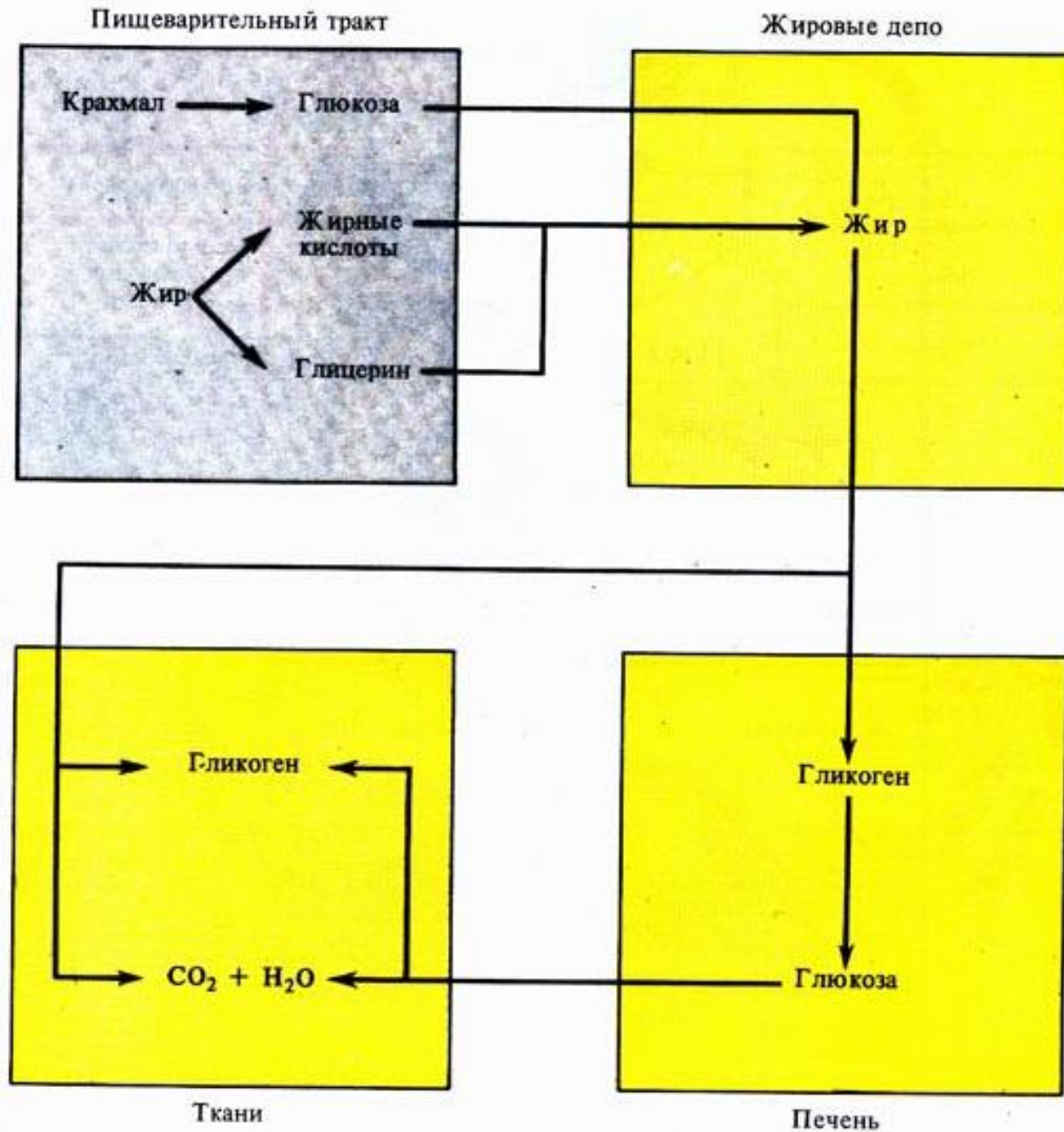
Азотистый баланс



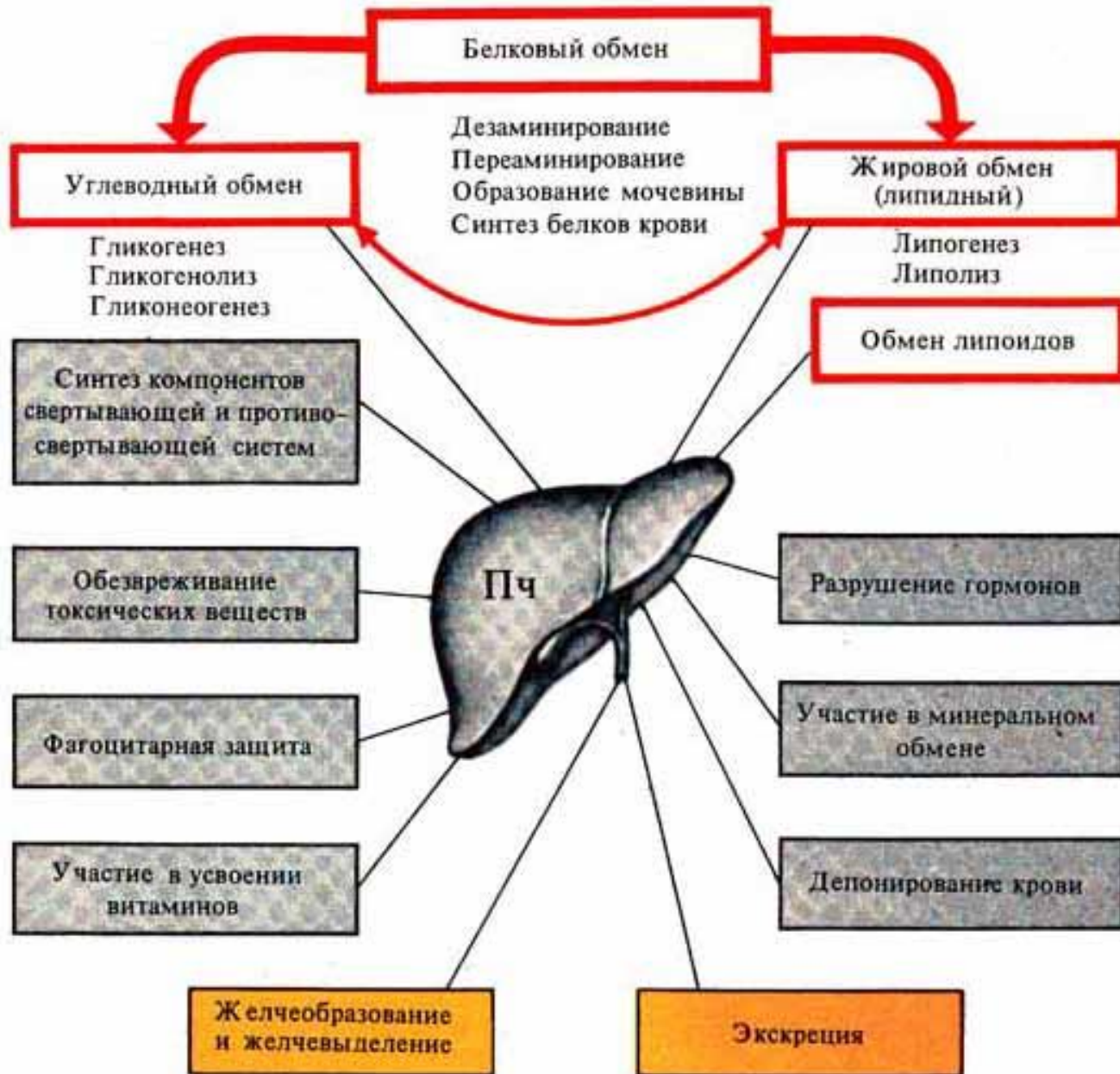
Азотистый баланс —соотношение количества азота, **поступившего** в организм с пищей и **выделенного**.

Так как основным источником азота в организме является белок, то по азотистому балансу можно судить о соотношении количества поступившего и разрушенного в организме белка. А значит, и о наличии или отсутствии мышечного роста.

Схема жирового обмена



Роль печени в процессах метаболизма



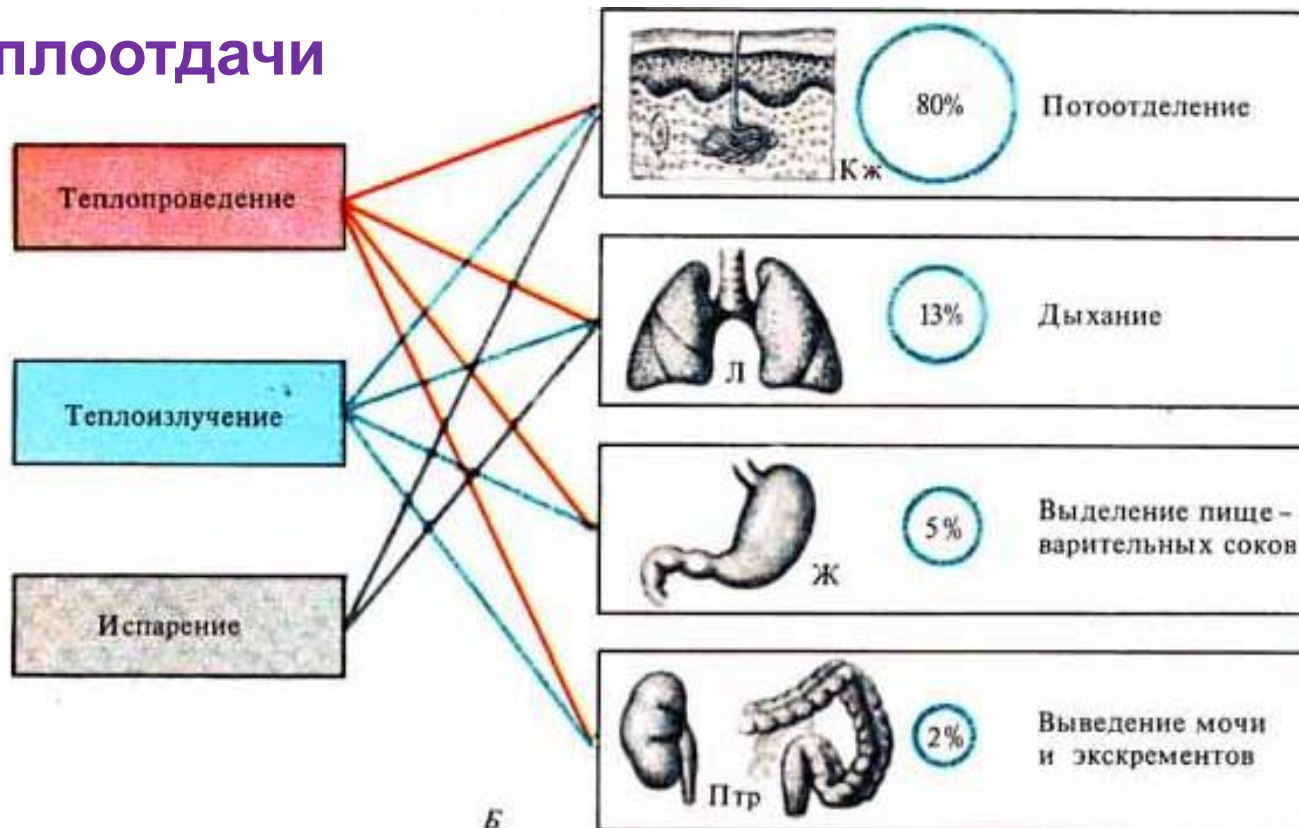
Примечание. На рисунке помимо метаболических представлены некоторые другие существенные функции печени.

Терморегуляция

Пути теплопродукции

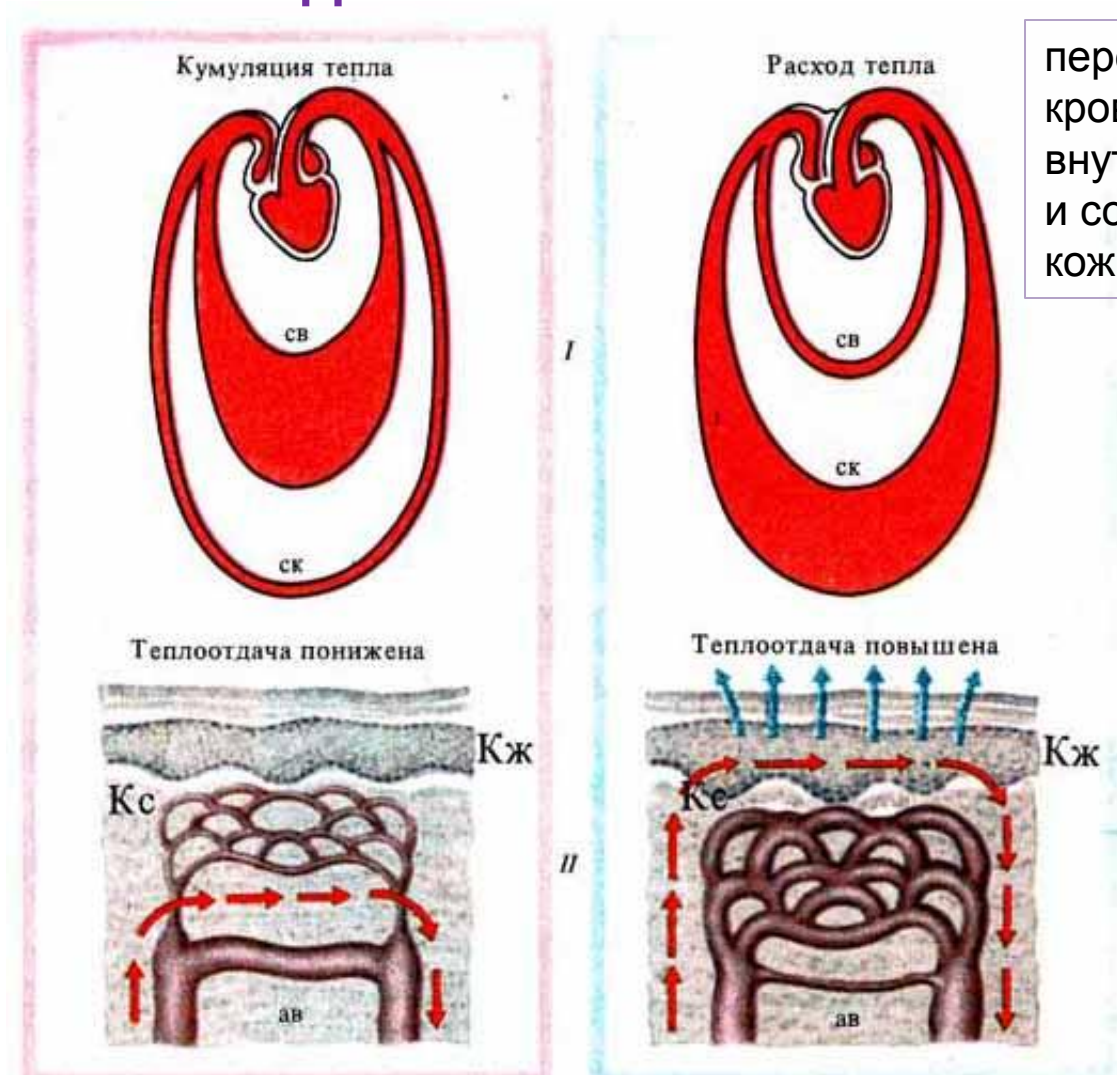


Пути теплоотдачи



Примечание. Теплопродукция – результат биохимических процессов, теплоотдача – результат физических процессов.

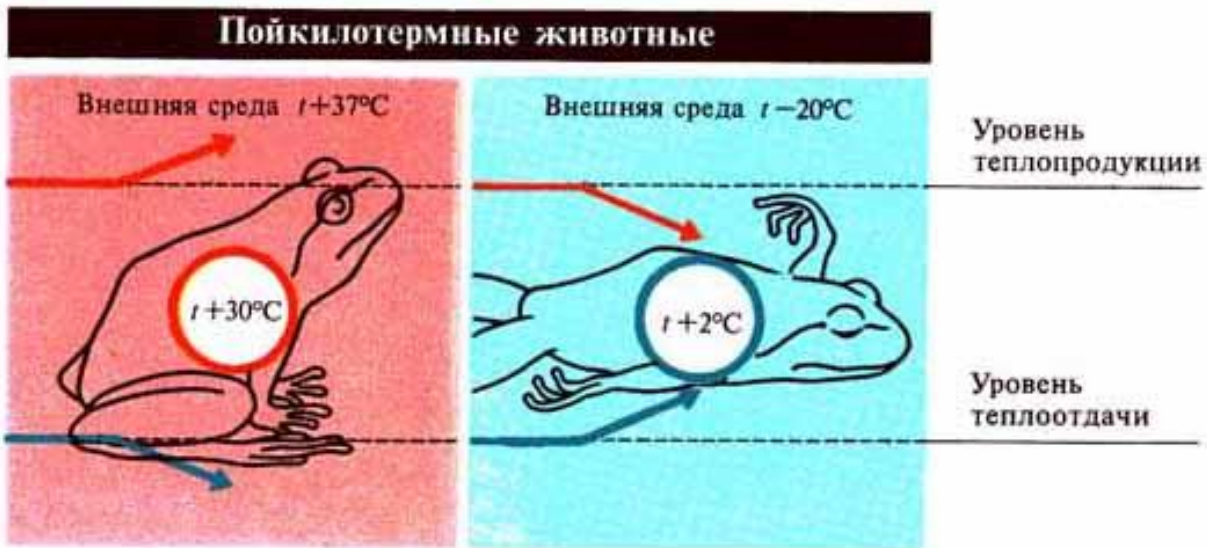
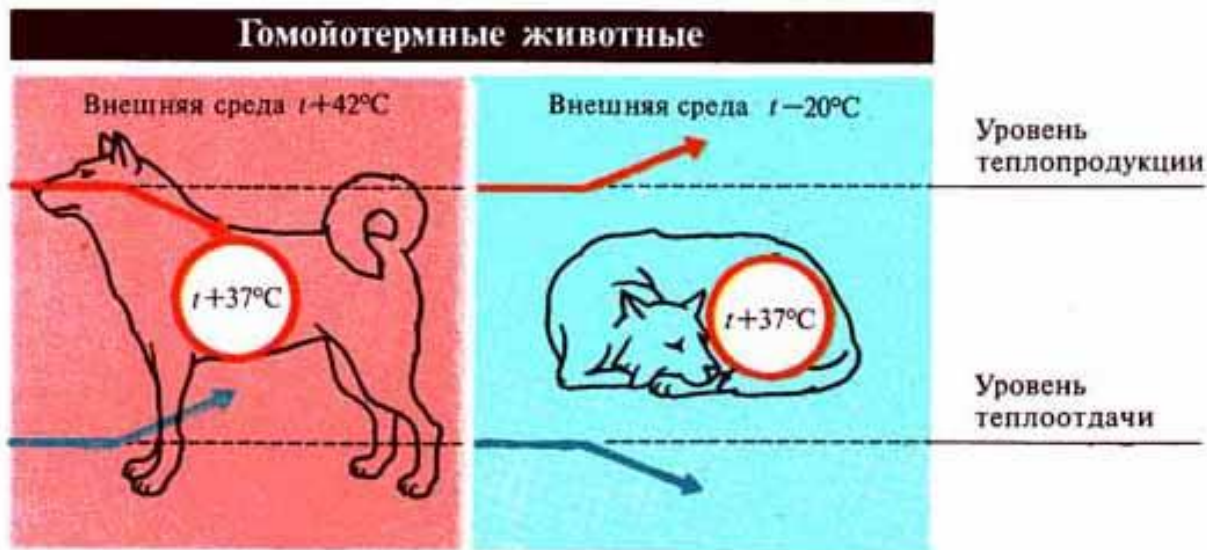
Механизмы теплоотдачи организма в условиях холода и тепла



перераспределение крови между сосудами внутренних органов (св) и сосудами поверхности кожи (ск)

перераспределение крови в сосудах кожи;
ав — артерио-венозные анастомозы;
красные стрелки - движение крови, синие - пути теплоотдачи

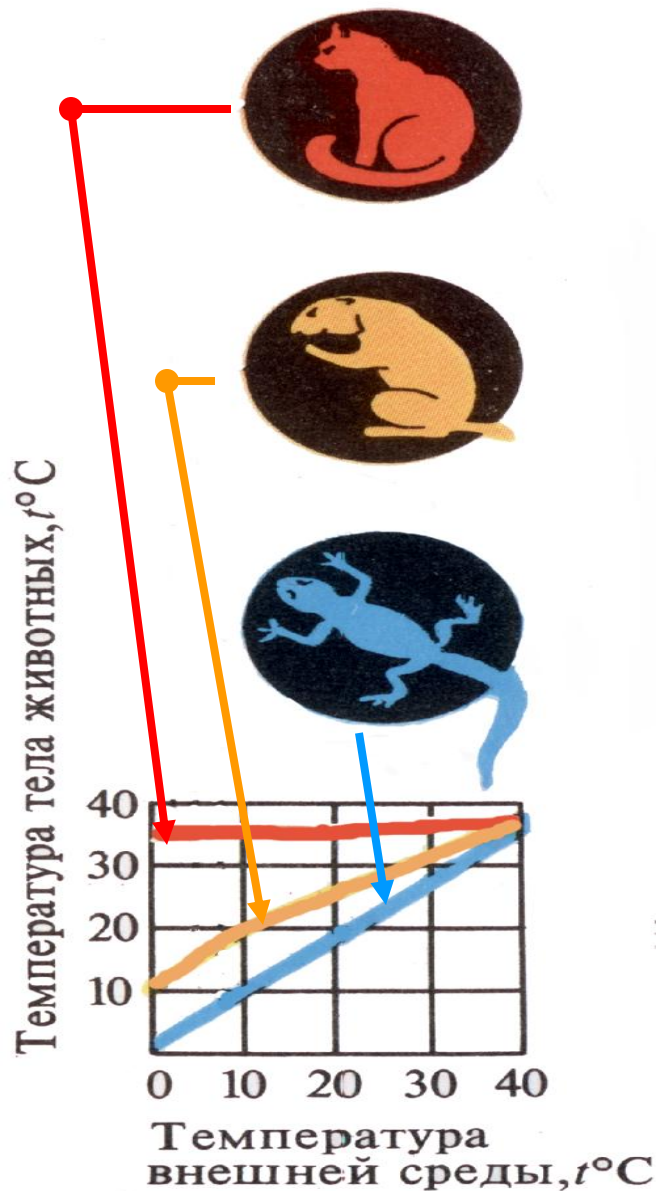
Зависимость уровня теплопродукции и теплоотдачи от температуры внешней среды



В условиях высокой температуры

В условиях низкой температуры

(красные стрелки - динамика теплопродукции, синие - динамика теплоотдачи)



Гомойотермные животные

Гетеротермные животные

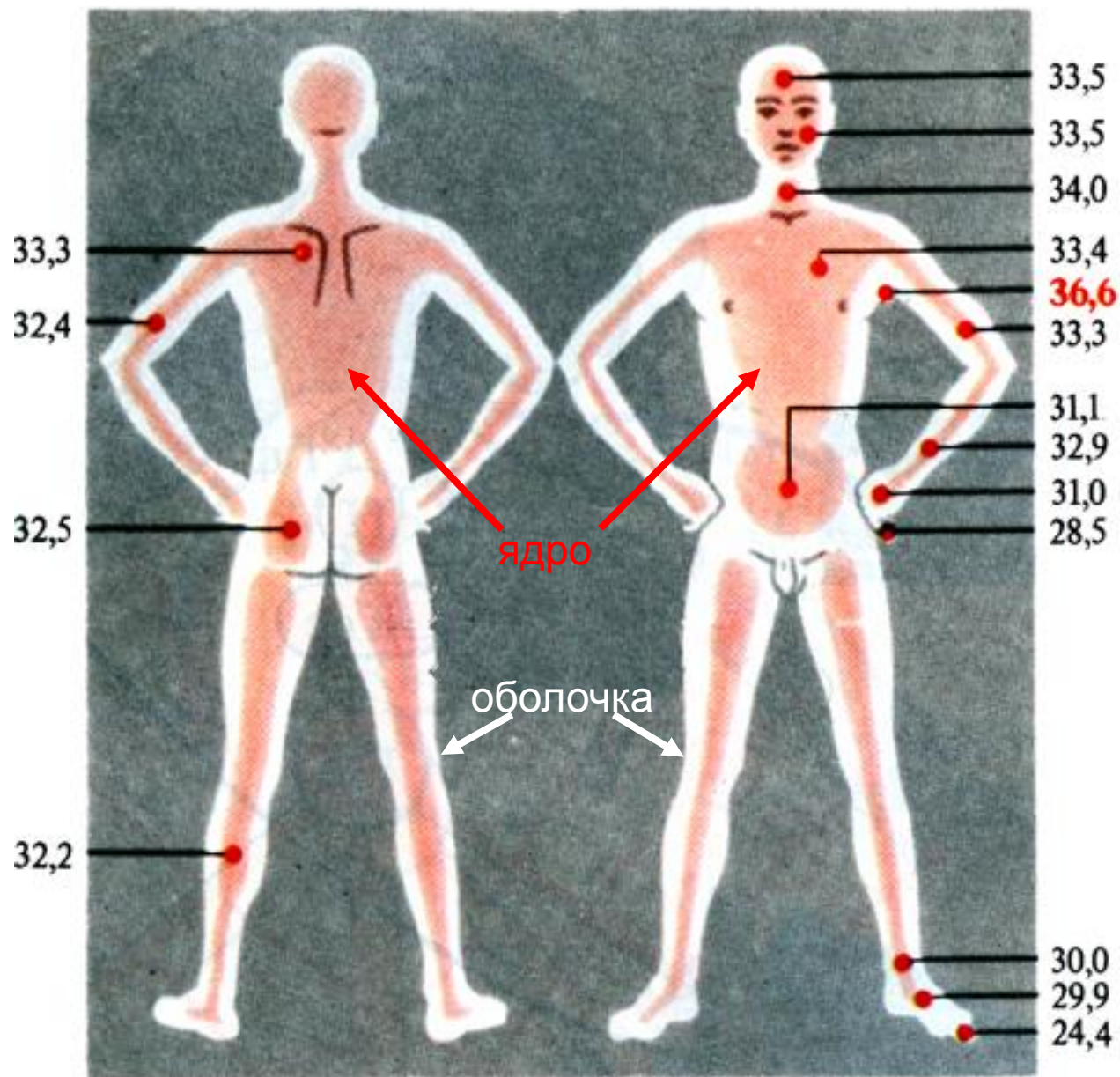
Пойкилотермные животные

Гомойотермия - способность живого существа сохранять постоянную температуру тела, независимо от температуры окружающей среды. Птицы и млекопитающие.

Пойкилотермия - состояние организма, при котором температура тела меняется в широких пределах в зависимости от температуры внешней среды. Беспозвоночные, рыбы, земноводные и пресмыкающиеся.

Гетеротермные животные — гомойотермные животные, температура тела которых может понижаться при впадении в спячку или оцепенение. Летучие мыши, медведи, грызуны.

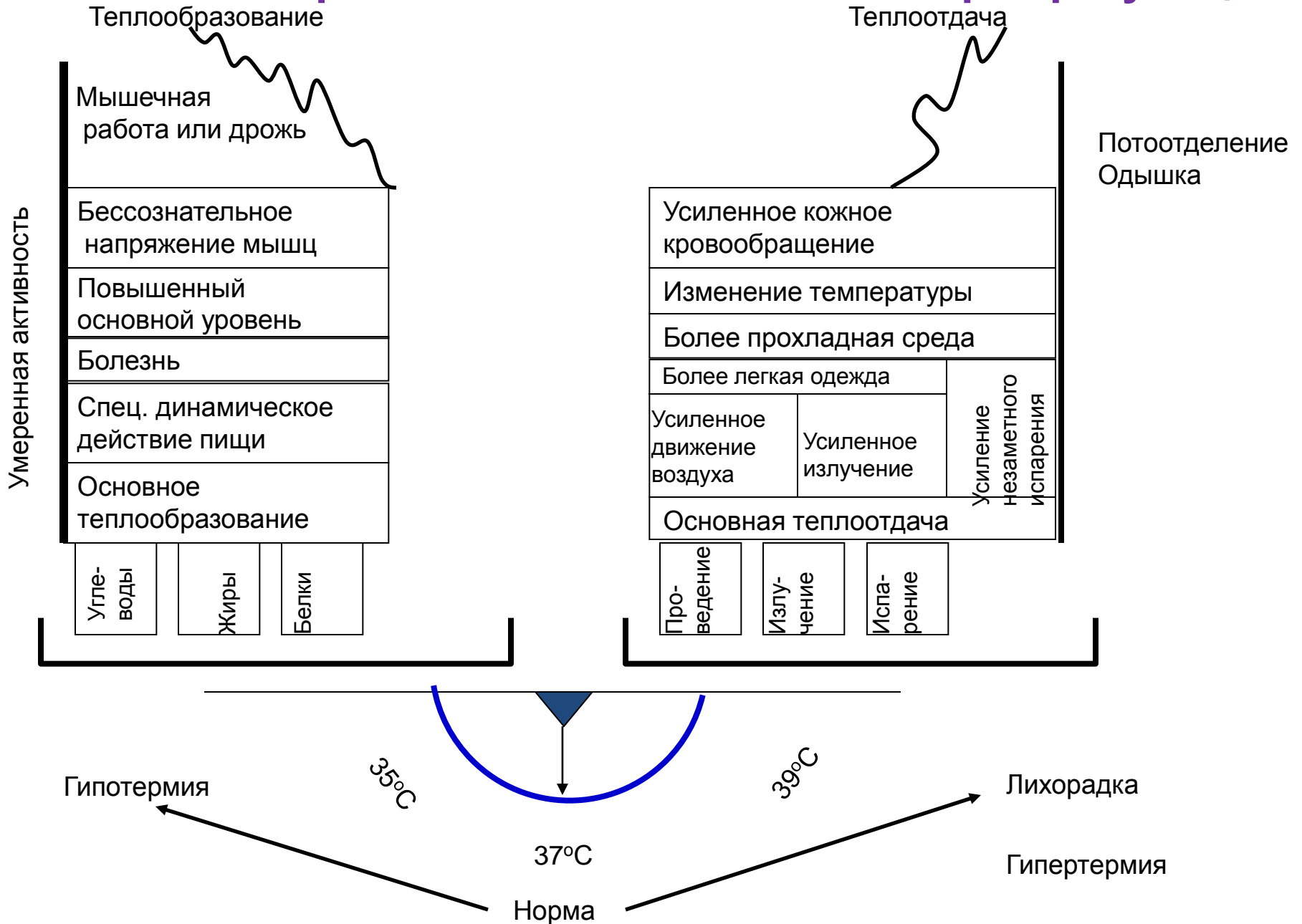
Топография температуры поверхности тела человека



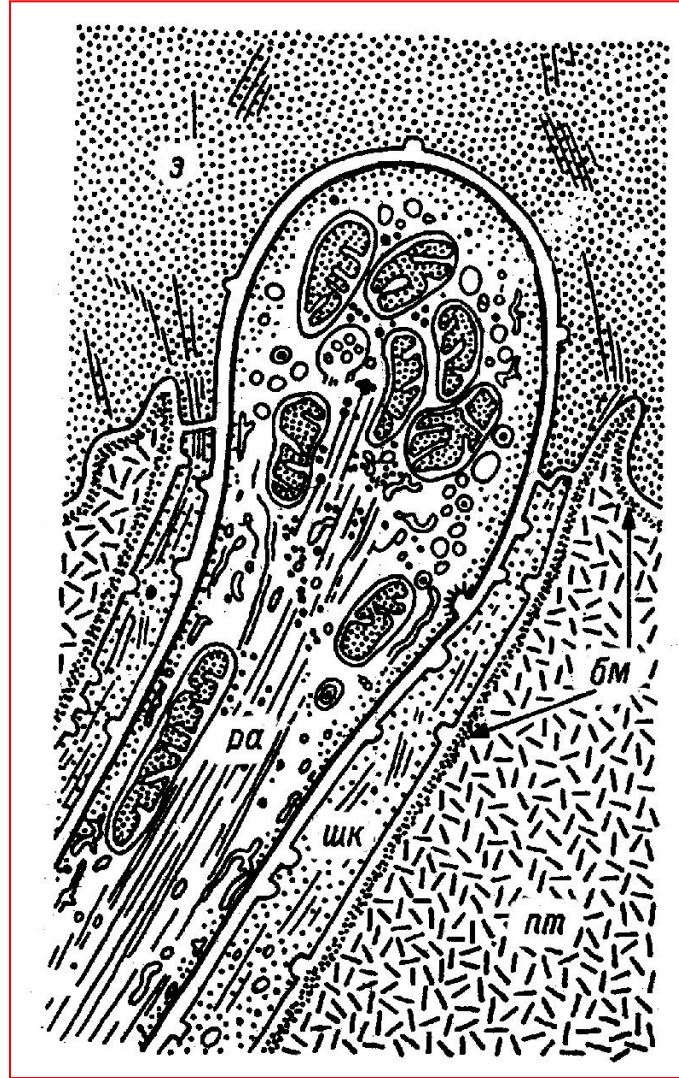
Суточные колебания температуры в прямой кишке человека



Механизмы физической и химической терморегуляции



Холодовой рецептор в коже носа кошки

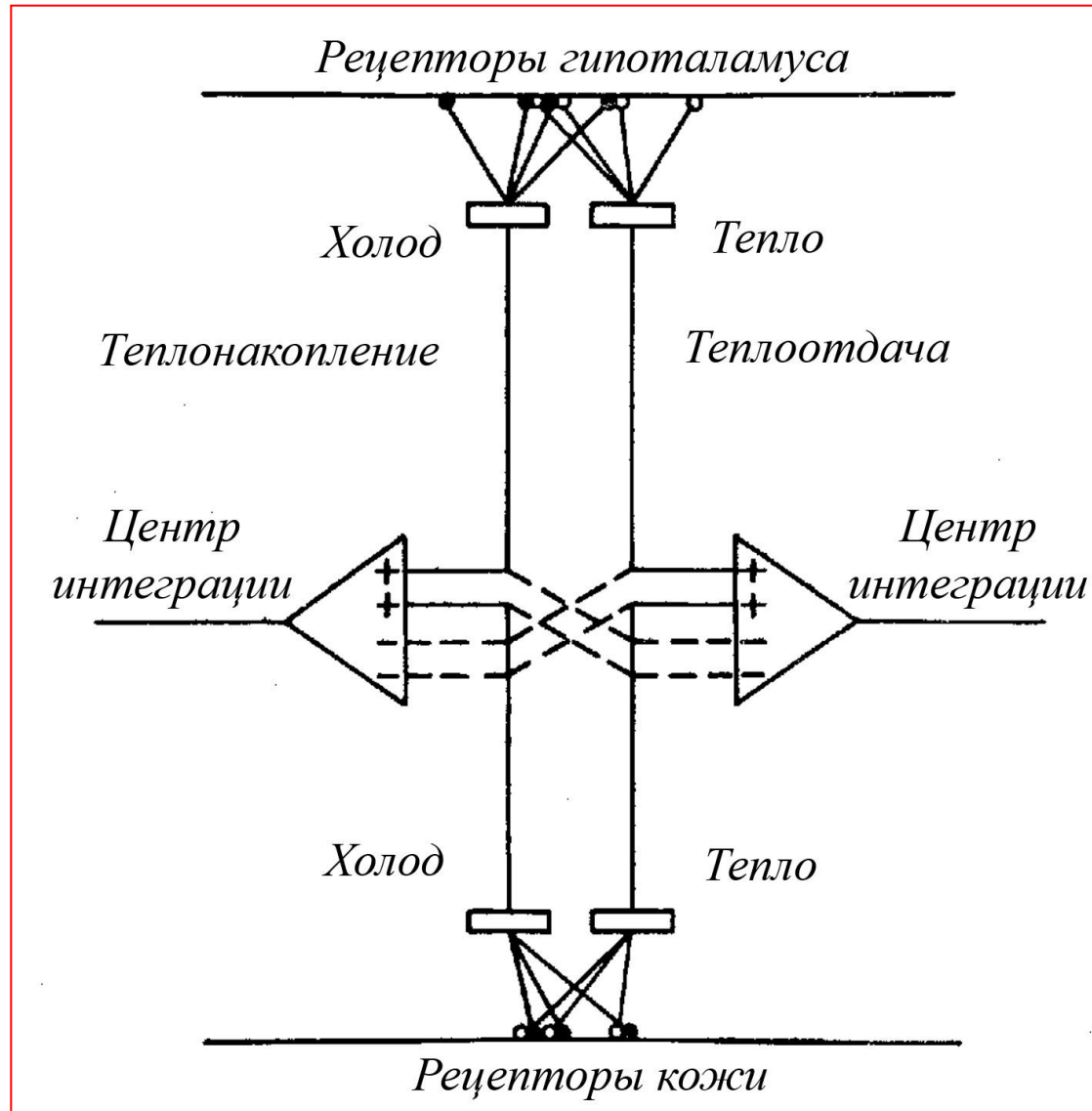


э – эпидермис, бм – базальная мембрана, шк – шванновская клетка, пм – папиллярная соединительная ткань, ра – рецепторный аксон

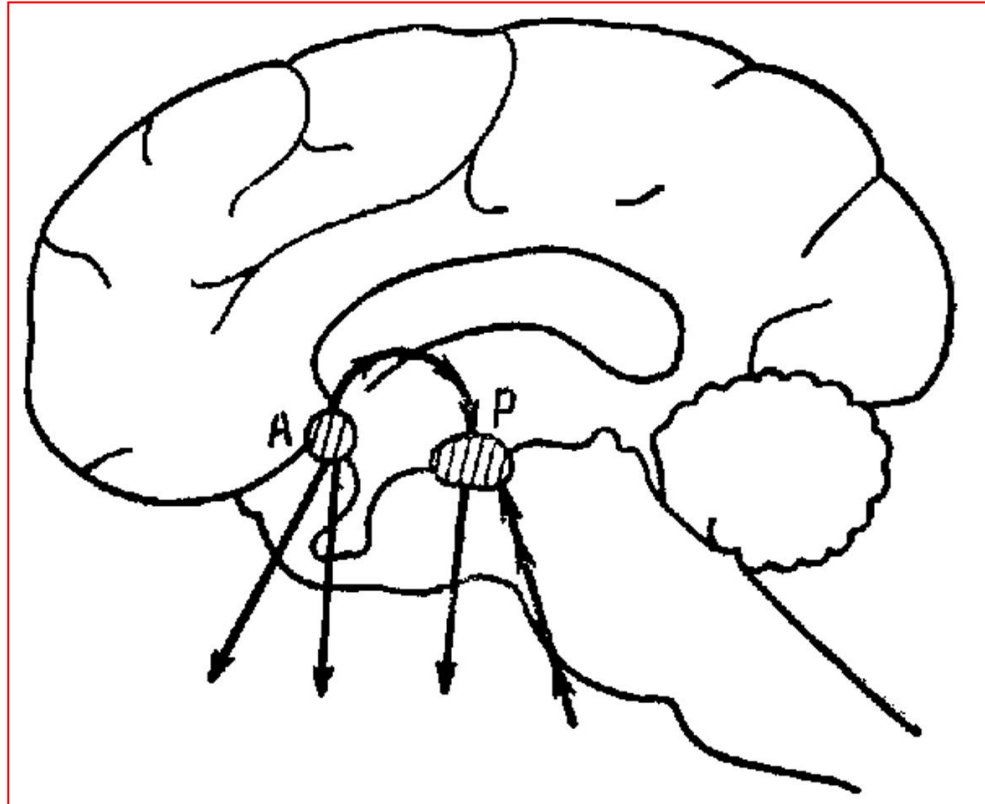
Сравнительная характеристика кожных терморцепторов

Функциональные свойства	Рецепторы спинки носа кошки	
	тепловые	холодовые
Пределы тонической активности	30...48 °С	5...43 °С
Максимальная частота импульсов	36 имп/сек	9 имп/сек
Оптимальная температура	46 °С	27 °С
Наибольшая динамическая реакция	70 имп/сек на 1 °С	50 имп/сек на 1 °С
Наибольшая частота фазовой активности	200 имп/сек	240 имп/сек

Взаимосвязь центральных и периферических термосенсоров

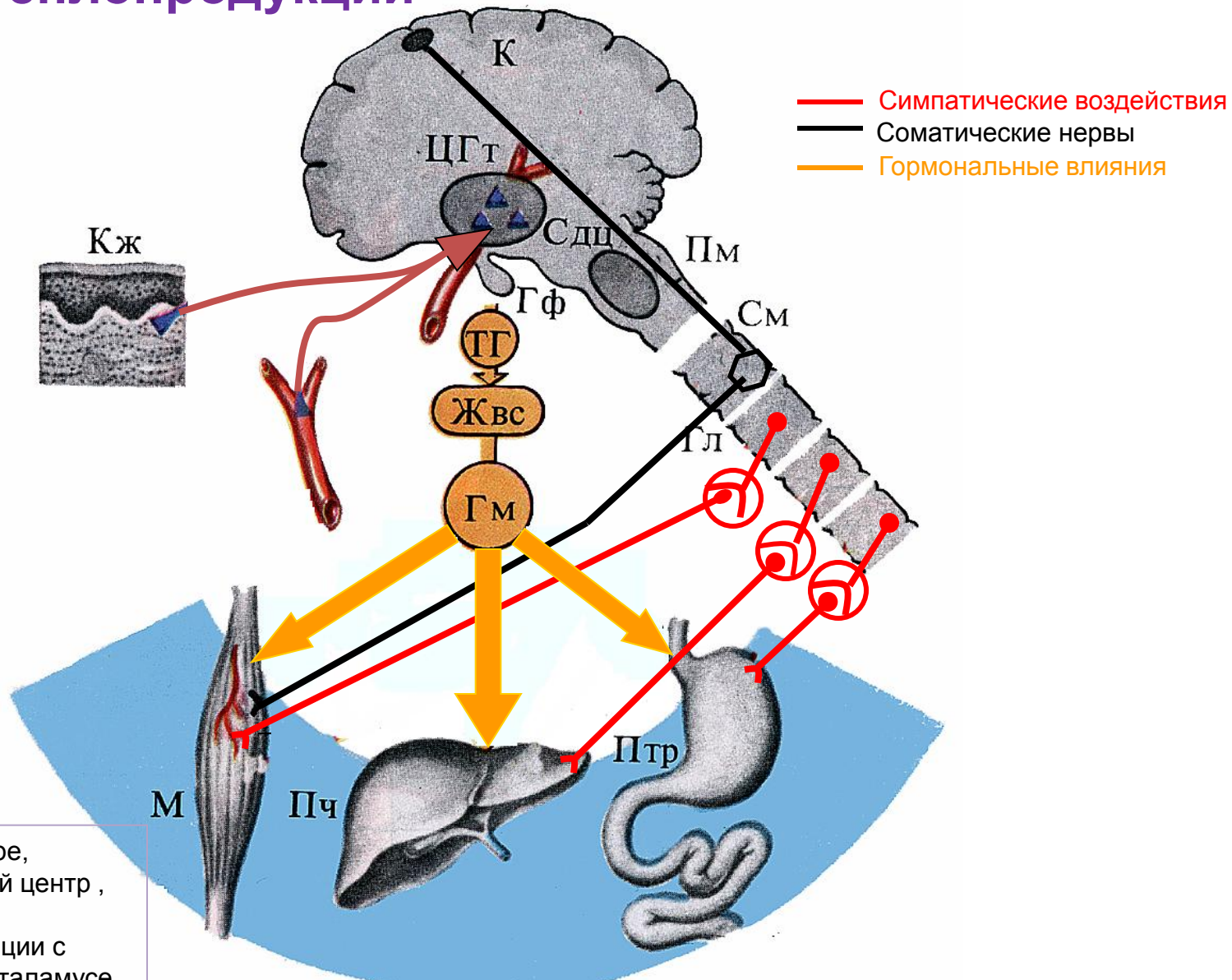


Связи центра теплоотдачи (А) в переднем отделе гипоталамуса и центра теплопродукции (Р) в заднем отделе гипоталамуса



стрелками обозначены афферентные связи центра теплопродукции с периферическими холодowymi и центральными тепловыми рецепторами, эфферентные связи центра теплоотдачи с органами теплоотдачи (сосудами и потовыми железами), эфферентные связи центра теплопродукции с органами термогенеза

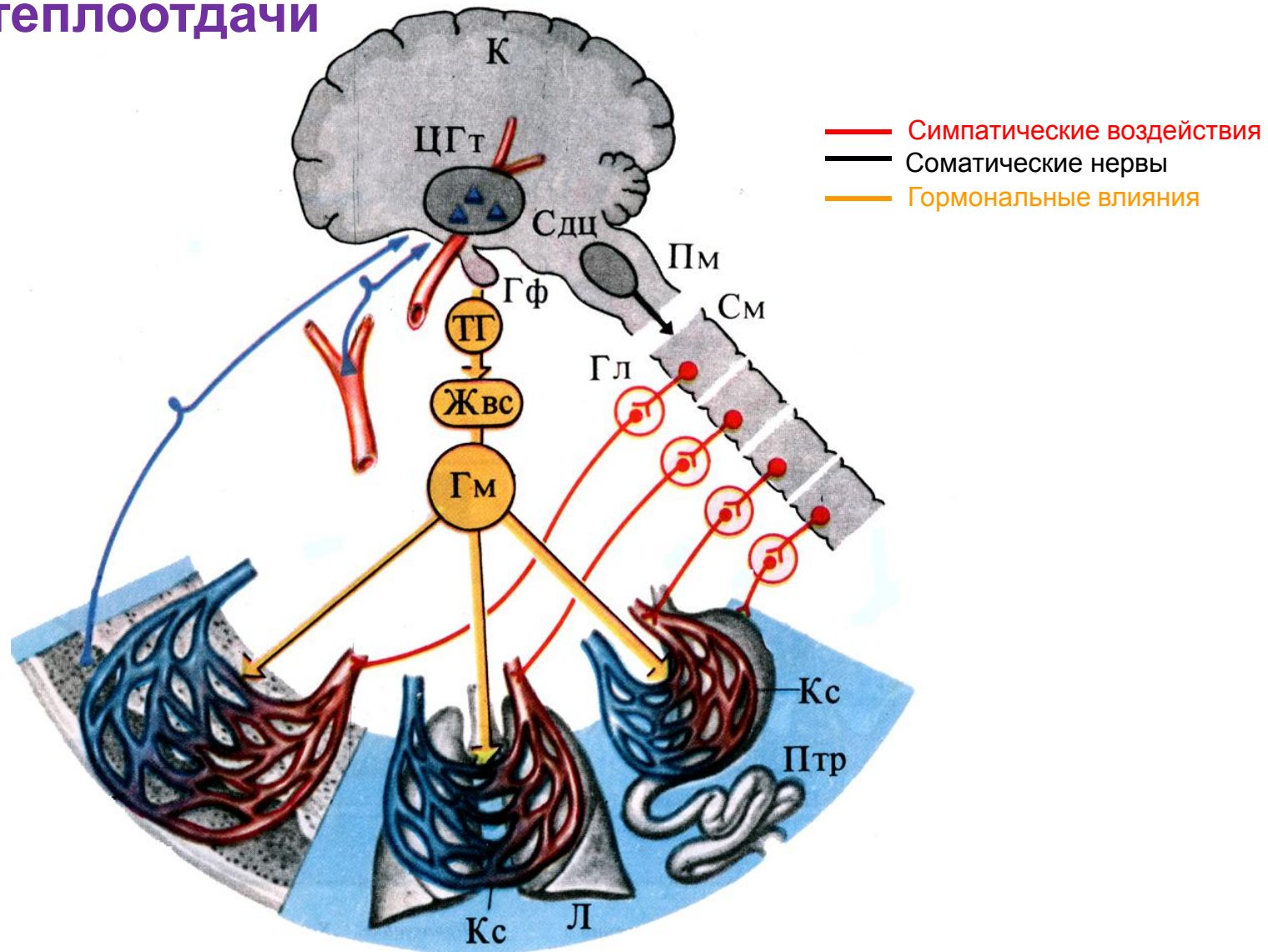
Регуляция теплопродукции



- Симпатические воздействия
- Соматические нервы
- Гормональные влияния

Органы интенсивной теплопродукции

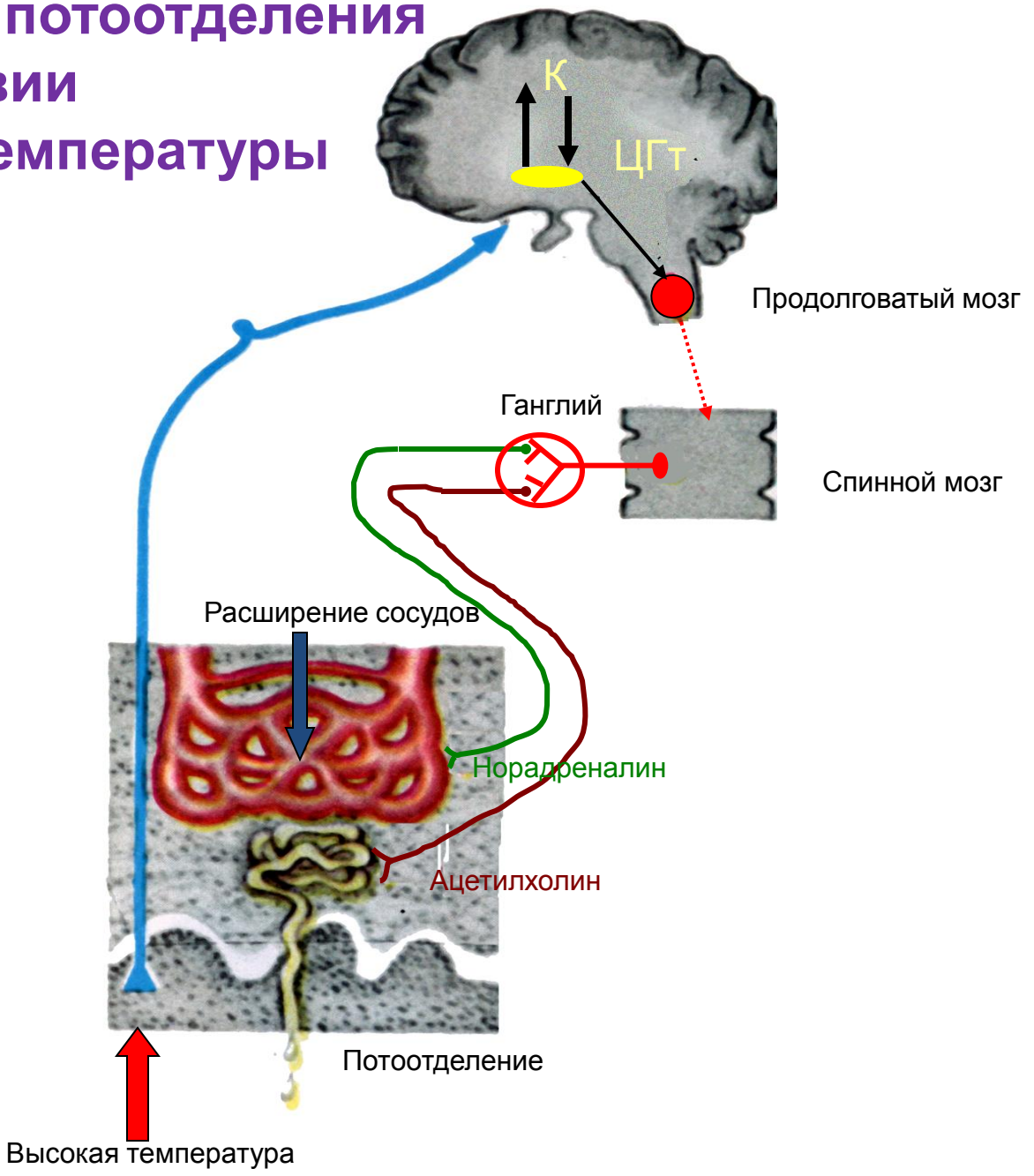
Регуляция теплоотдачи



Органы интенсивной теплоотдачи

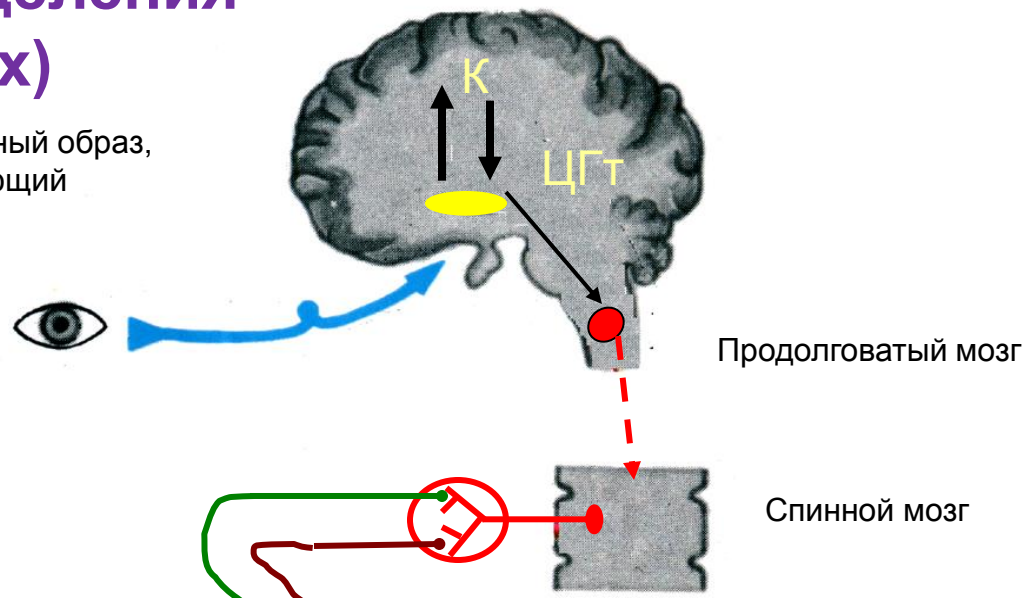
К — моторный центр в коре,
ЦГТ — центр терморегуляции с терморепторами в гипоталамусе,
Гм — гормоны;

Регуляция потоотделения при действии высокой температуры



Регуляция потоотделения при эмоциях (страх)

Зрительный образ, вызывающий страх



Сужение сосудов

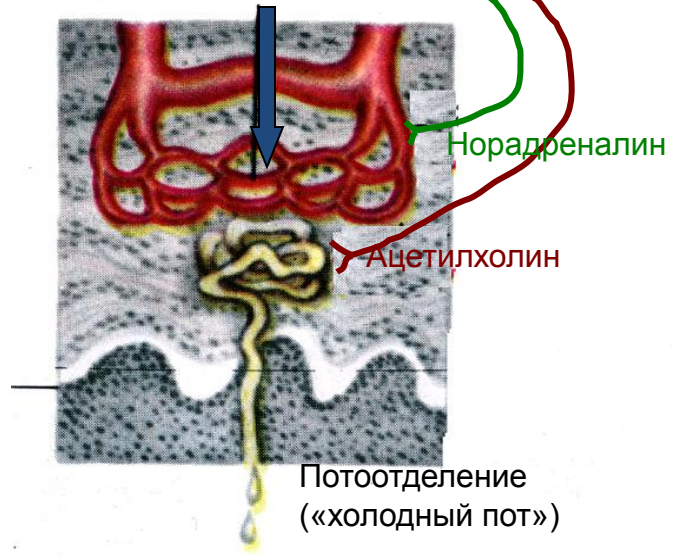


Схема регуляции температуры тела

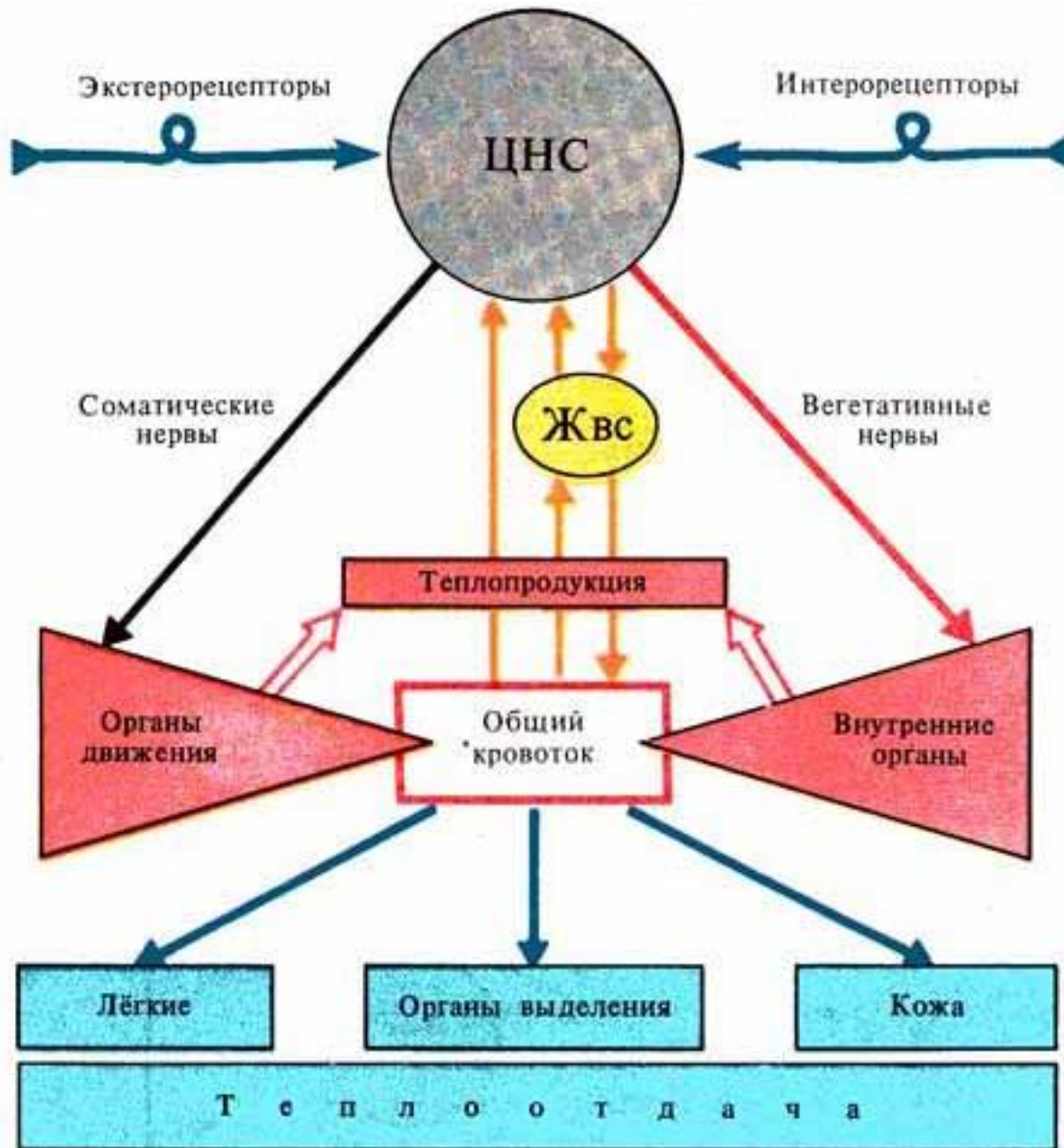
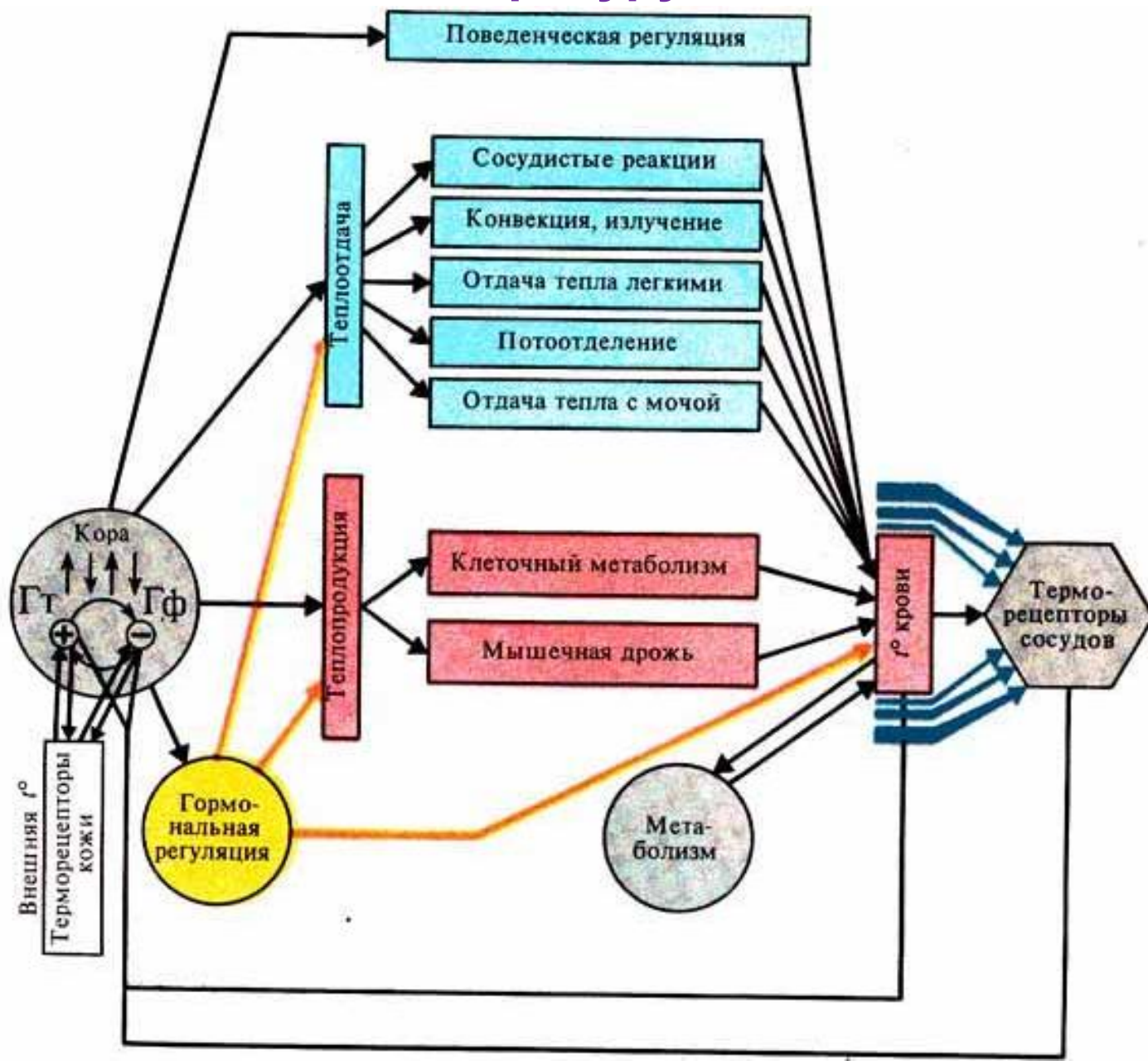


Схема функциональной системы, поддерживающей температуру тела



Некоторые параметры теплового состояния человека при работе (А – средняя величина, В – предельная величина)

Работа	Пulsь, уд./мин		Температура, °С			
			ректальная		в наружном слуховом проходе	
	А	В	А	В	А	В
Легкая (173 ккал/ч)	78	97	37.1	37.7	36.8	37.42
Средняя (242 ккал/ч)	88	104	37.4	37.9	37.0	37.45
Тяжелая (324 ккал/ч)	100	113	37.7	38.0	37.1	37.43

Уровень потоотделения у человека в покое и при работе

Функциональное состояние	Температура внутренних слоев кожи, °С	Выделение пота, г/ч
Покой	35	200
	36	400
Работа	32	200
	34	400

Верхние и нижние летальные температуры тела человека и некоторых животных

Животное	Верхняя летальная T, °C	Нижняя летальная T, °C	Примечания
Человек	43.0	9	Искусственная гипотермия – 45 мин
Собака	41.7	15–18	
Кошка	43.4	14–16	
Кролик	43.8	14–15	
Крыса	42.5	13.0	Остановка сердца
Летучая мышь	42.0	–5	

Роль обогреваемого участка в терморегуляторной реакции на локальный обогрев

Области тела	Доля от общей поверхности тела, %	Доля в потоотделении при нагреве, %
Лицо	7 – 9	21
Грудь, спина, живот	35, 36	21, 17 (38)
Бедро, голень	32 (36)	15 (23)
Стопа	7	8
Плечо, предплечье	14 (18)	12 (18)
Кисть	5	6

Вегетативная нервная система

Нервная система



Регуляция функций организма

Нервный импульс
проводится быстро



Быстрое
взаимодействие
частей организма

Нервный импульс
приходит к
определенному органу



Точная ответная
реакция

Функции организма

соматические



1. Двигательные реакции (скелетная мускулатура).
2. Восприятие внешних раздражений нервной системой.

вегетативные



- Функции, от которых зависит обмен веществ:
1. Дыхание,
 2. Кровообращение,
 3. Пищеварение,
 4. Выделение.
- Рост, размножение.

Нервная система



```
graph TD; A[Нервная система] --> B[соматическая]; A --> C[автономная (вегетативная)];
```

соматическая

автономная
(вегетативная)

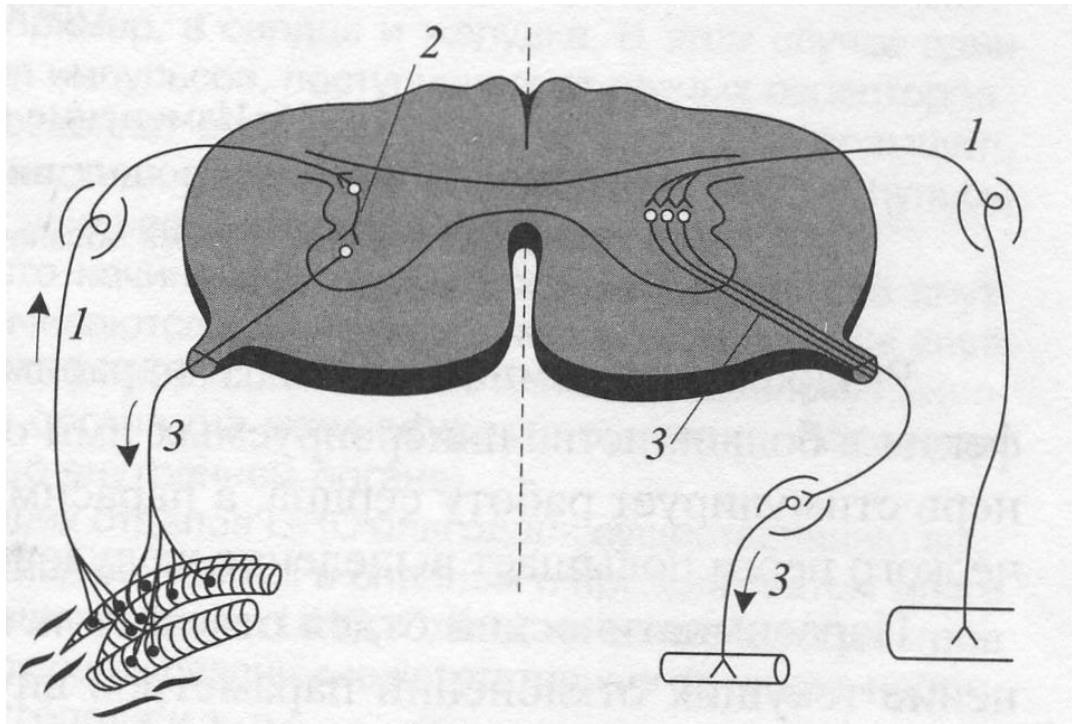
Функция вегетативной нервной системы:

Поддержание постоянства внутренней среды
(гомеостаза) при любых воздействиях на организм

Рефлекторная дуга

соматическая

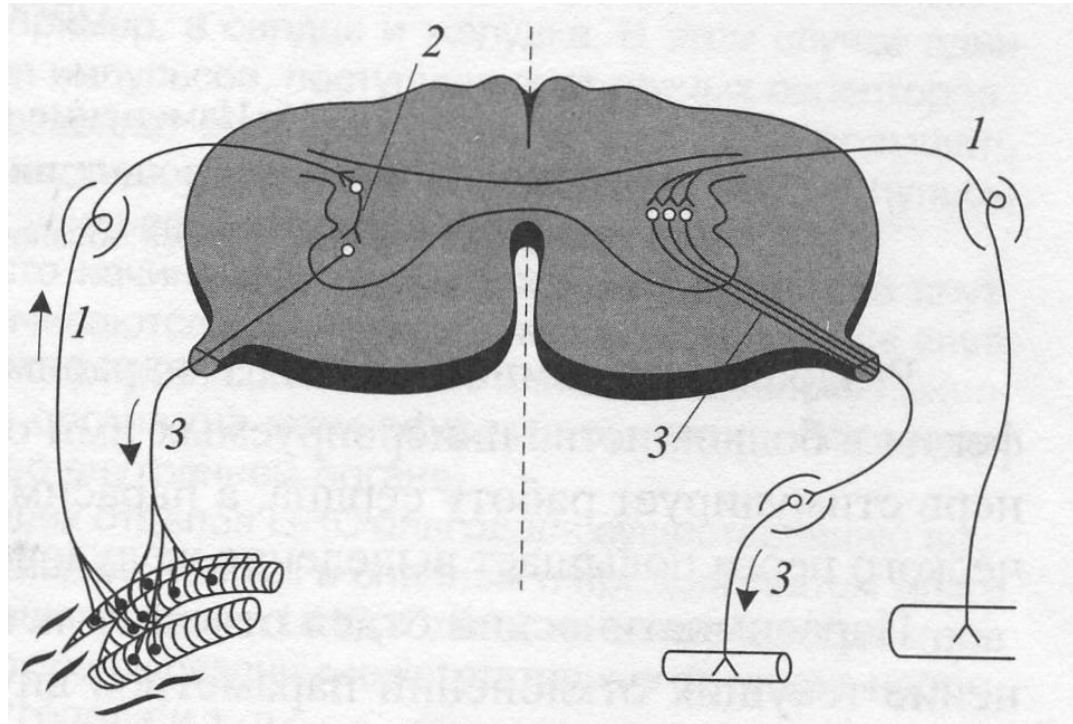
вегетативная



- 1 – афферентный (чувствительный) путь,
- 2 – вставочный нейрон,
- 3 – эфферентный (двигательный) путь

СОМАТИЧЕСКАЯ

ВЕГЕТАТИВНАЯ



Тела двигательных нейронов
в спинном мозге ----
скелетные мышцы

Нейроны в центральной нервной
системе ----
ганглии (нервные узлы) ----
внутренние органы, кровеносные
сосуды, потовые железы

Отделы вегетативной нервной системы

симпатический



1. **Ганглии** расположены цепочкой вдоль позвоночника или находятся далеко и от позвоночника, и от иннервируемого органа (солнечное сплетение)

парасимпатический



1. **Ганглии** находятся в органах или очень близко от них (стенка сердца или желудка)

Эффекты вегетативной нервной системы

Симпатические нервы



Противоположные эффекты!



1. Стимуляция работы сердца
2. Уменьшение выделения желудочного сока

Парасимпатические нервы

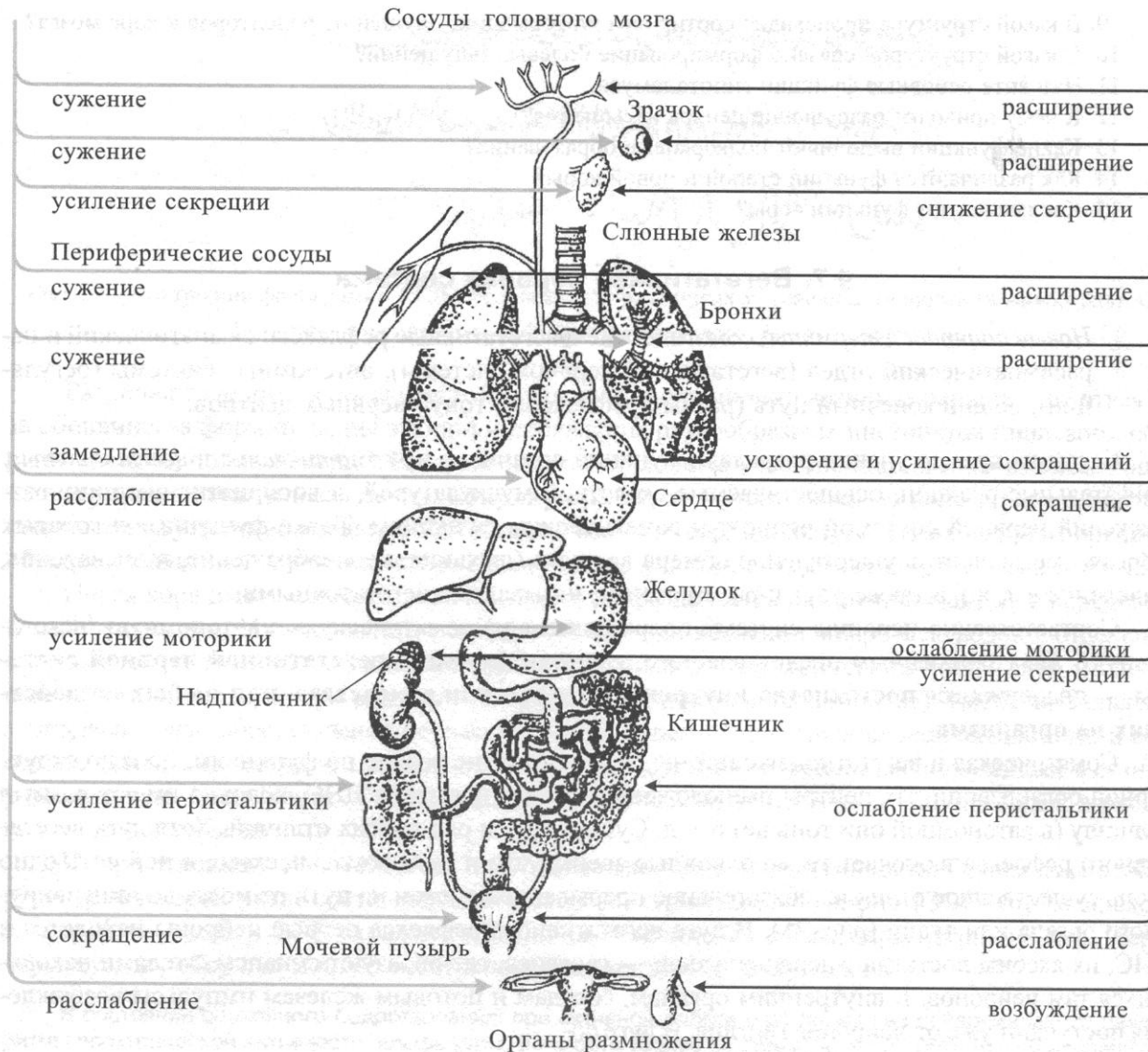


1. Торможение работы сердца
2. Увеличение выделения желудочного сока

Изменение функций внутренних органов

Парасимпатические нервы

Симпатические нервы



Функции отделов вегетативной нервной системы

симпатический



- «Отдел чрезвычайных ситуаций»
- Мобилизуется при значительных отклонениях параметров внутренней среды от заданного уровня,



Увеличение расхода энергии

парасимпатический



- Восстановительные процессы в организме,
- Устранение отклонений параметров внутренней среды от постоянного уровня



Экономия энергии организма

Симпатическая активация



- Повышается возбудимость центральной нервной системы,
- Мобилизуются интеллектуальные ресурсы,
- Мобилизуются все ресурсы организма



- Приспособление к любым сложным обстоятельствам (резкое охлаждение или перегрев, кровопотеря, мышечная деятельность (бегство от врага))



Парасимпатическая активация



Восстановительные процессы в организме

Информация о состоянии внутренних органов и об изменении параметров внутренней среды



Нервные центры **симпатического** и **парасимпатического** отделов вегетативной нервной системы
(в разных частях ствола головного и спинного мозга)

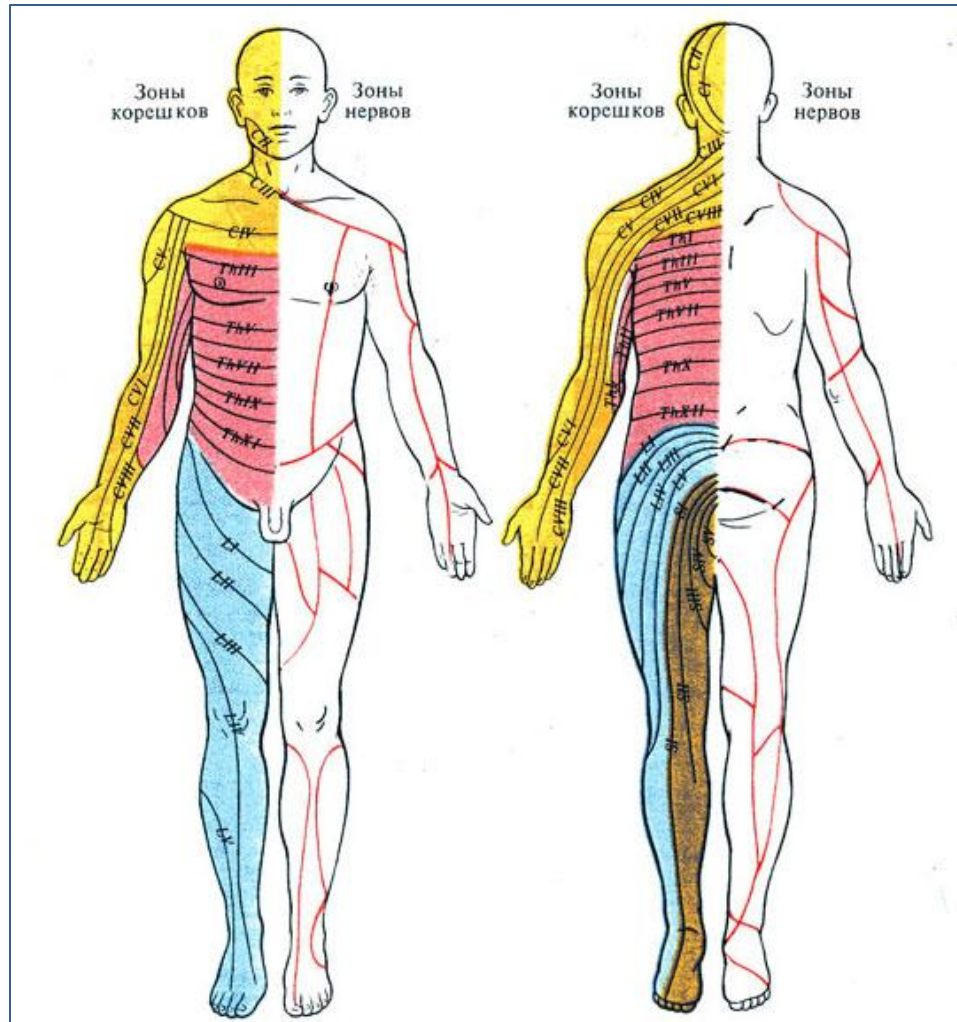


Поток импульсов есть всегда, поэтому вегетативные центры находятся в **тоне** – поддерживают определенный уровень возбуждения
(пример – дыхательный центр, центры работы сердца и кровеносных сосудов)

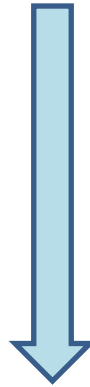
Тонус важен, чтобы увеличить или уменьшить интенсивность процесса.
Это быстрее, чем запускать этот процесс заново, «с нуля»

Физиология анализаторов.

Соматовисцеральная чувствительность

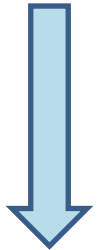


Соматовисцеральная система



Кожный анализатор:

1. тактильная,
2. температурная,
3. болевая чувствительность



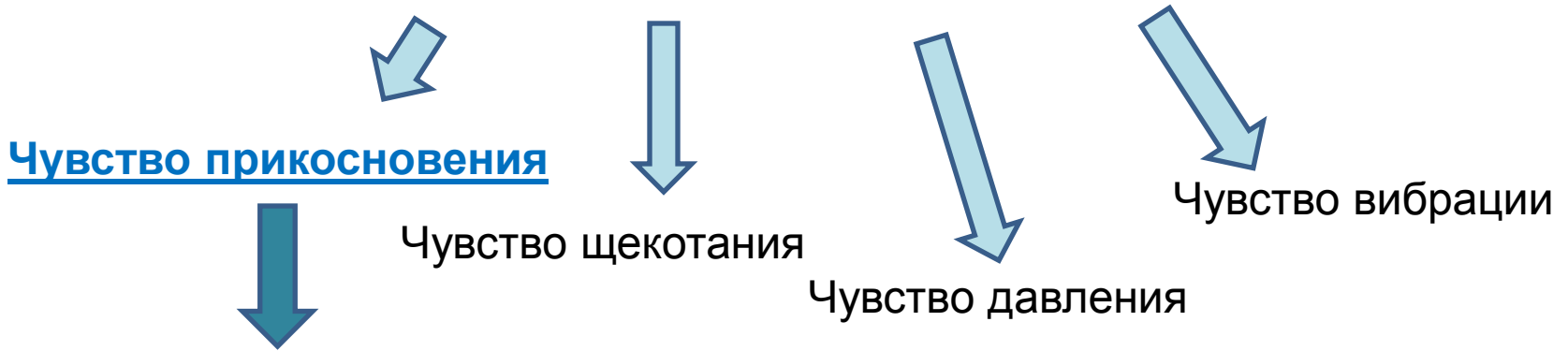
связь организма с
внешним миром

Висцеральный анализатор –
информация о состоянии
внутренних органов

Проприоцептивный анализатор
(мышечное чувство) – следит за
изменением положения и
движения суставов и мышц

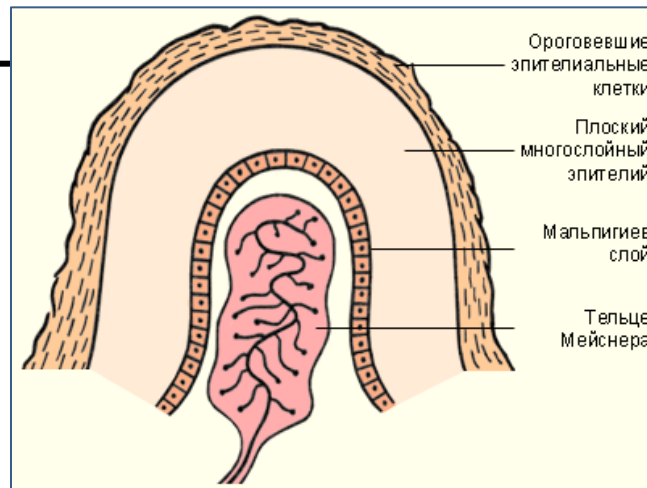
Кожный анализатор:

1. Тактильная чувствительность



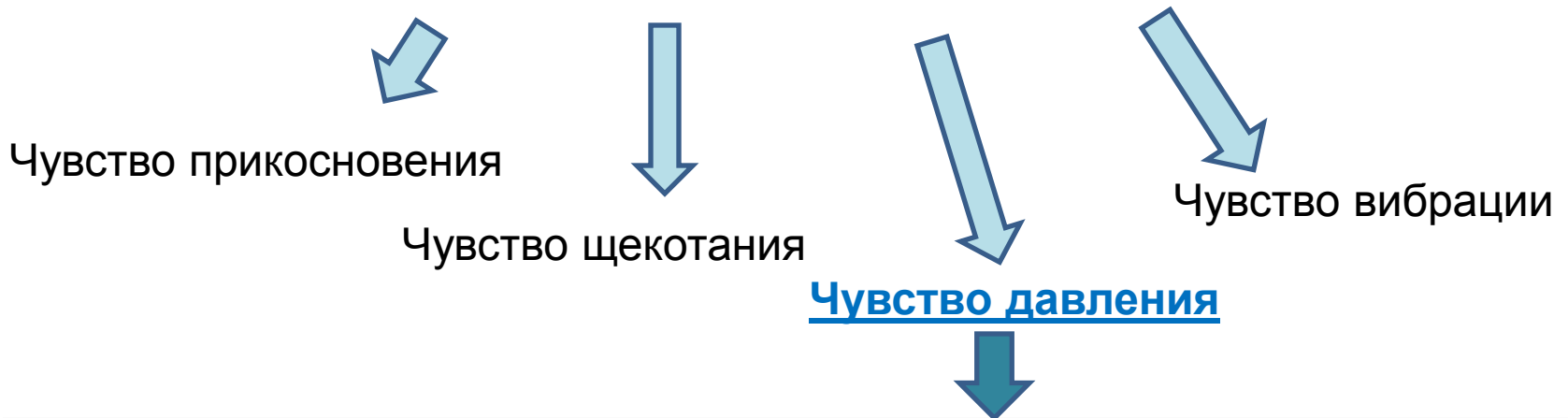
Тельца Мейснера (расположены в глубоком слое кожи) и **свободные окончания нервных волокон** вдоль мелких сосудов и вокруг волосяных сумок (на коже с волосяным покровом).

Тельца Мейснера – быстроадаптирующиеся рецепторы. Их больше всего на пальцах рук, ладонях, кончике языка, подошвах ног, кайме нижней губы



Кожный анализатор:

1. Тактильная чувствительность

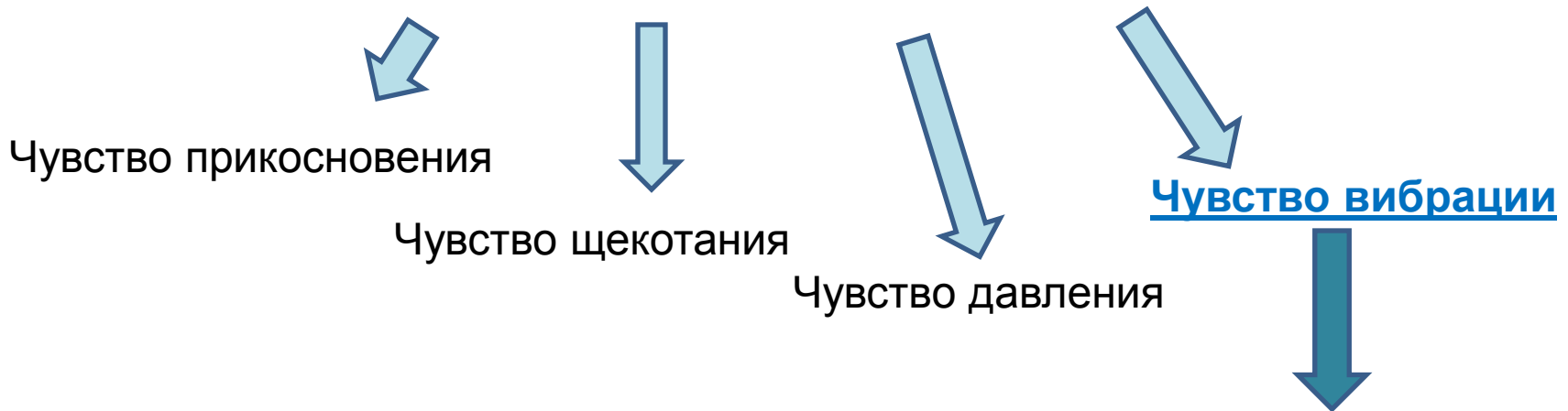


Диски Меркеля расположены группами в глубоких слоях кожи и слизистой.
Реагируют на прогибание эпидермиса под действием механического стимула и медленно адаптируются при длительном раздражителе.



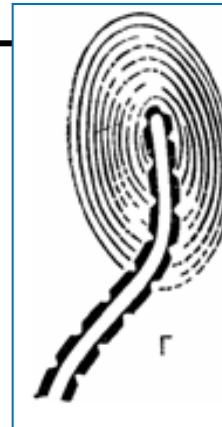
Кожный анализатор:

1. Тактильная чувствительность



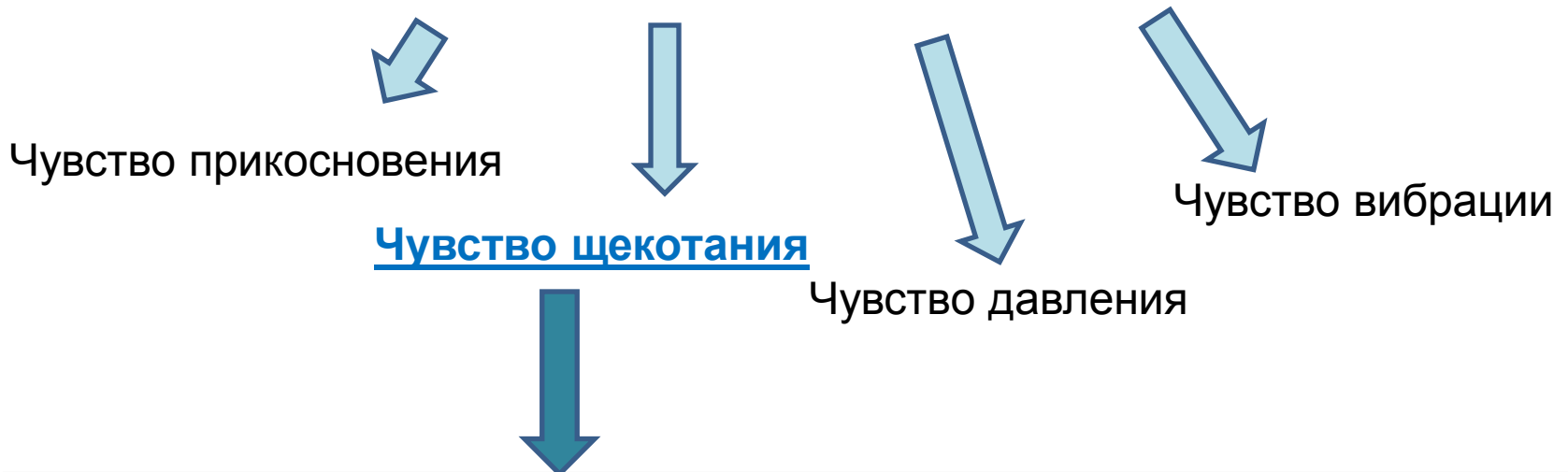
Тельца Фатера-Пачини – на участках кожи, не покрытой волосами: в слизистой оболочке, в жировой ткани подкожных слоев, в суставных сумках и сухожилиях.

Очень быстро адаптируются – определяют короткие механические воздействия. Ощущение вибрации – при многократном раздражении (деформации) капсулы нескольких телец.



Кожный анализатор:

1. Тактильная чувствительность

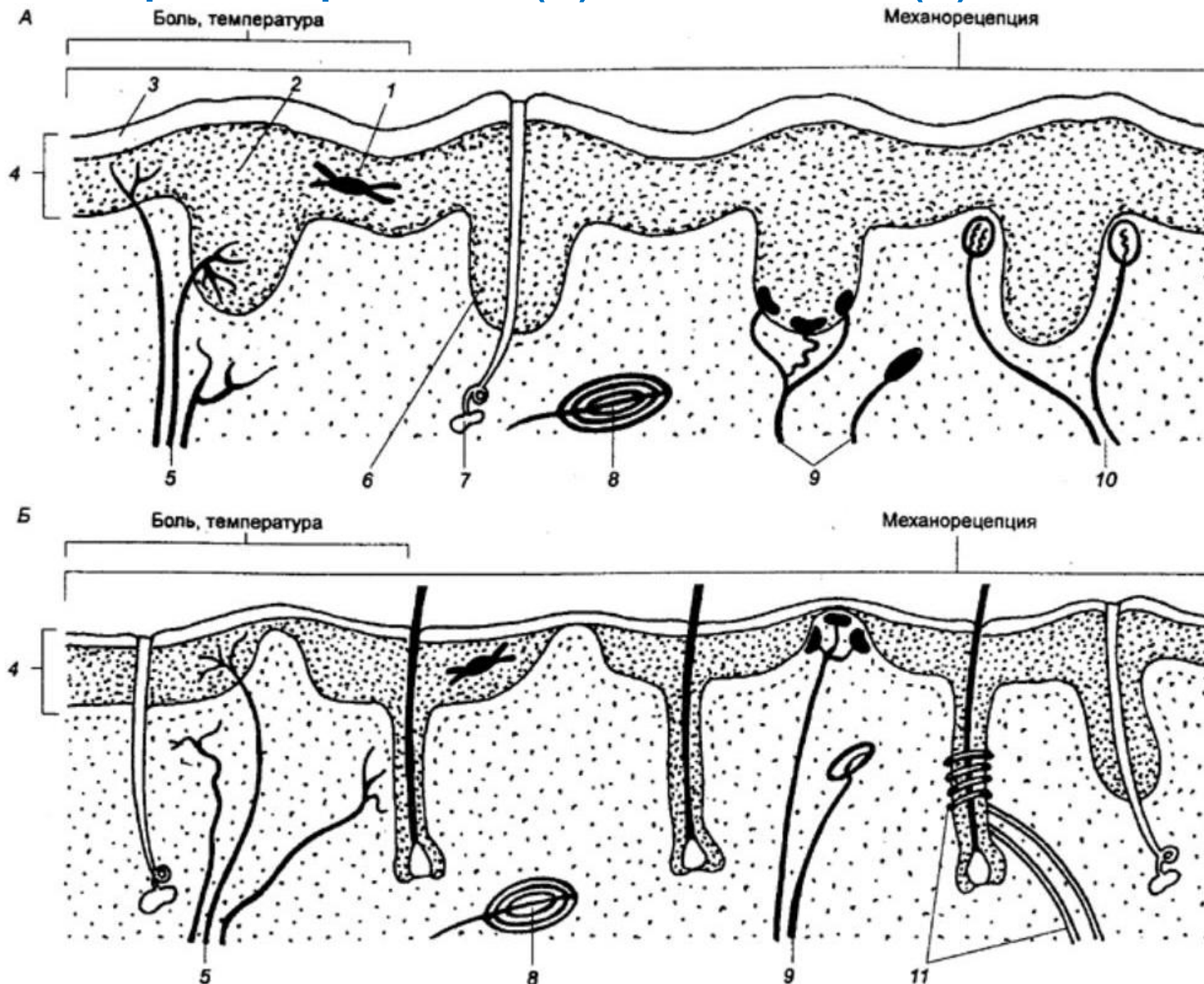


Свободные неинкапсулированные нервные окончания.

Расположены в поверхностных слоях кожи.

Информируют о наличии стимула и о его передвижениях по коже.

Механорецепторы голой (А) и волосистой (В) кожи человека

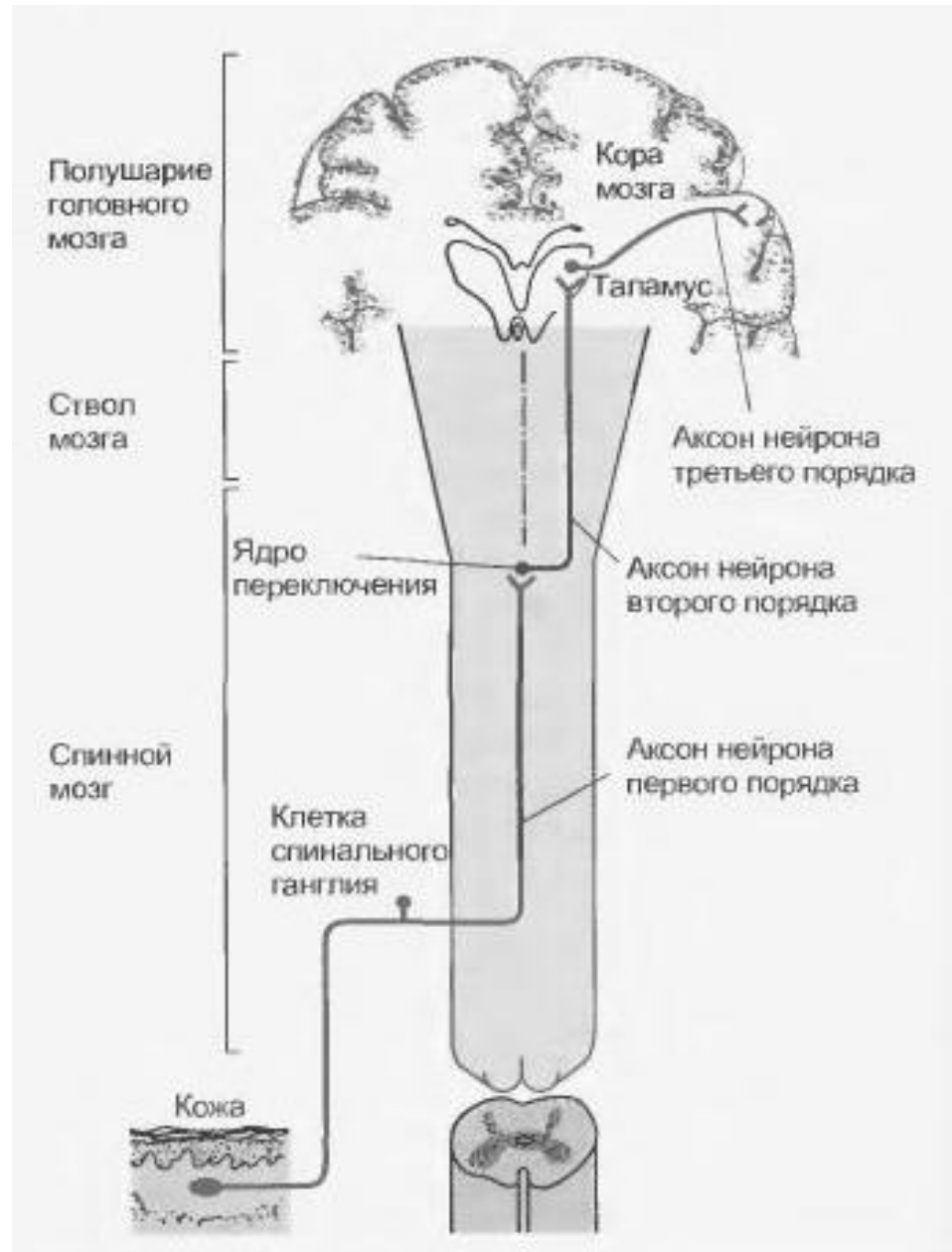


1 — меланоцит, 2 — герминативный слой, 3 — роговой слой, 4 — эпидермис, 5 — свободные нервные окончания, 6 — сосочки дермы, 7 — потовая железа, 8 — тельце Пачини, 9 — диски Меркеля (окончания Руффини), 10 — тельце Мейснера, 11 — окончание волосяного фолликула.

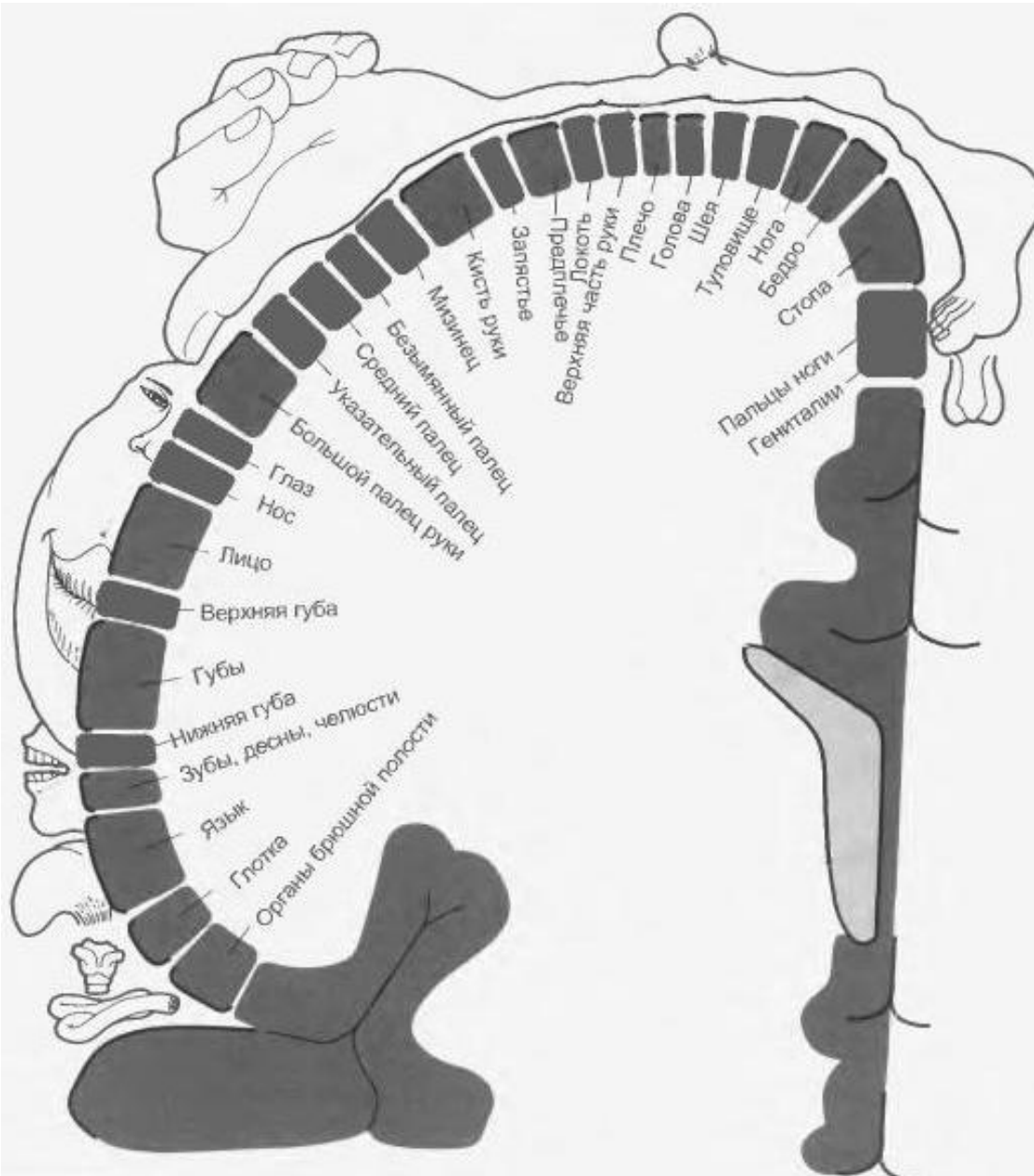
Проводящие пути тактильного анализатора

Механорецепторы кожи –

- спинальный ганглий (тело первого нейрона) -
- задние корешки спинного мозга -
- вставочные нейроны **спинного мозга** (второй нейрон) -
- восходящие пути в составе задних столбов той же стороны -
- ядра Голля и Бурдаха в **продолговатом мозге** (третий нейрон) -
- медиальная петля -
- специфические ядра (вентробазальные) зрительного бугра (четвертый нейрон) -
- первая и вторая соматосенсорные зоны **коры** противоположного полушария (задняя центральная извилина)



Представительство чувствительных функций в задней центральной извилине (сенсорный гомункулус)



Порог тактильного ощущения

– минимальная сила тактильного раздражения, при которой возникает первое тактильное ощущение.

Пространственный порог различения

– минимальное расстояние между двумя точками (рецепторами), на котором два одновременно приложенных раздражителя воспринимаются как отдельные.

(пространственное различение: кончик пальца, язык – 1-3 мм, спина, плечо, бедра – 50-100 мм)

Температурная чувствительность

Терморецепторы

холодовые

колбы Краузе

под эпидермисом на глубине 0,17 мм от поверхности кожи, всего их около 250 тыс.

постоянная импульсация в диапазоне от 41 до 10°C, а оптимальная чувствительность — в пределах от 15 до 30°C

тепловые

тельца Руффини

на расстоянии 0,3 мм от поверхности кожи в верхнем и нижнем слоях собственно кожи и слизистой. около 30 тыс.

реагируют постоянной частотой ПД в диапазоне от 20 до 50°C с оптимальной чувствительностью в пределах 34 — 42°C

Статическая реакция рецепторов

Динамическая реакция рецепторов

изменения на 0,2°C вызывают изменения импульсации рецепторов в сторону ее уменьшения или увеличения.

Температурная чувствительность

от 30 до 36°C - полное исчезновение ощущений холода или тепла — это **зона комфорта, или нейтральная зона**.

Если повысить или понизить температуру выше или ниже этой зоны, то появляется **ощущение тепла или холода**.

Небольшие отклонения температуры и длительное действие температурного фактора определенной величины

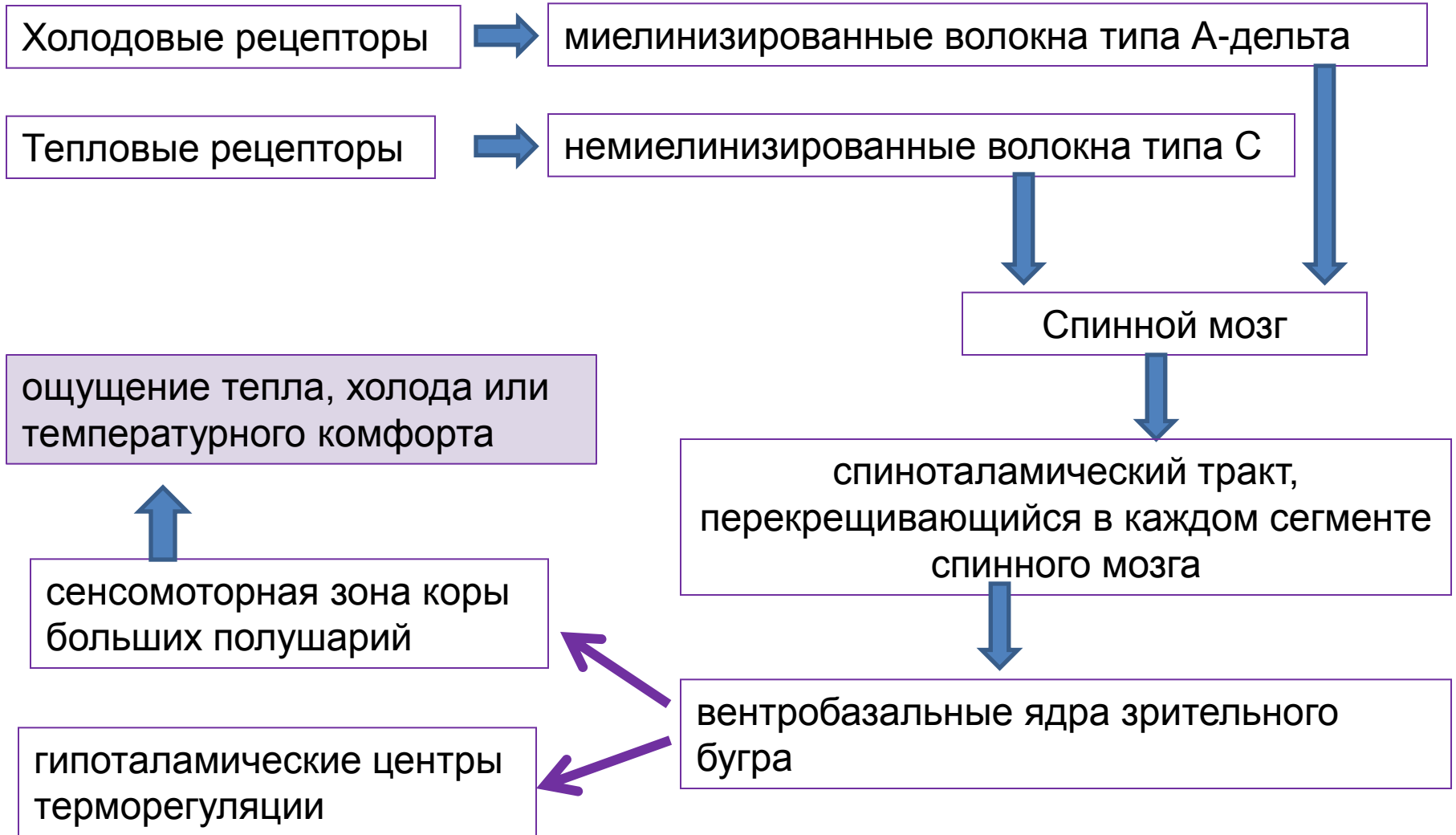


медленная частичная адаптация



на 1 см² тыльной поверхности кисти руки у жителей, живущих в средней полосе России, приходится 11-13 холодových и 1-2 тепловых рецептора

Проводящие пути температурной чувствительности



Ощущение **температурного комфорта** можно получить, если в условиях высокой температуры окружающей среды поместить тело в прохладную воду, например при купании. Можно получить **парадоксальное ощущение холода**, если «молчащие» при температуре 40°C холодные рецепторы быстро нагревать до температуры выше 45°C.

Висцеральный анализатор (интерорецепция)



восприятие раздражений внутренней среды организма.

Обеспечивает рефлекторную регуляцию и координацию работы внутренних органов.

по функциональному назначению:

механорецепторы, хеморецепторы, осморецепторы и терморецепторы.



реагируют на механические раздражения - растяжение и деформацию стенок внутренних органов (мочевого пузыря, желудка, сердца), барорецепторы кровеносных сосудов (участие в регуляции уровня кровяного давления)

изменяются осмотического давления внутренней среды и концентрации осмотически активных веществ в крови и внеклеточной жидкости. Располагаются в соединительной ткани вблизи капилляров. Много в гипоталамусе

воспринимают изменения температуры внутренней среды организма. локализованы в основном в верхних отделах пищеварительного тракта, органах дыхания, гипоталамусе.

воспринимают химические раздражители; рецепторы аортальной и синокаротидной рефлексогенных зон (отвечают за изменения химического состава омывающей их крови), слизистых оболочек пищеварительного тракта и органов дыхания; рецепторы гипоталамуса, продолговатого мозга

Висцеральный анализатор (интерорецепция)

Интерорецепторы – свободные нервные окончания и специализированные инкапсулированные рецепторы (тельца Фатера –Пачини).

Проводящие пути интерорецепторов

висцеральные рецепторы

афференты проходят в общих стволах с волокнами вегетативной нервной системы, в составе языкоглоточного, блуждающего, чревного и тазового нервов

спинной и продолговатый мозг

заднемедиальное ядро зрительного бугра

S1 и S2 соматосенсорная и орбитальная области коры больших полушарий

Проприоцептивный анализатор (мышечное чувство)

формируется при изменении напряжения мышц, их оболочек, суставов, связок, сухожилий

чувство позы или ощущение положения конечностей и ориентация их частей относительно друг друга

чувство движения (направление и скорость движения при изменениях угла сгибания в суставе). При этом человек осознает все виды движений в суставе

чувство силы, оцениваемое самим человеком и необходимое для поднятия груза или его перемещения в пространстве

Проприорецепторы в мышцах, связках, сухожилиях, суставных сумках, фасциях.

Проприорецепторы

мышечные веретена

тельца Фатера -Пачини

тельца Гольджи

свободные нервные окончания

инкапсулированные мышечные волокна, снабженные афферентными и эфферентными нервными волокнами

в сухожилиях. гроздевидные чувствительные окончания. При мышечном сокращении они испытывают действие натяжения и контролируют силу мышечного сокращения или напряжения.

интрафузальное мышечное волокно постоянно следит за состоянием *экстрафузальных мышечных волокон* и всей скелетной мышцы, даже если она сокращена. Это позволяет держать скелетные мышцы в состоянии постоянного **тонуса** и сохранять определенную **позу тела**.

Болевая чувствительность

сообщает о внешних и внутренних повреждениях, хотя и является неприятным, тягостным, мучительным чувством.

Боль - *ноцицепция* (повреждение).

Болевые рефлексy:

1. вызывают двигательную активность, направленную на устранение вредоносного фактора.
2. всегда сопровождаются отрицательными эмоциями.
3. доминируют в деятельности организма над всеми остальными рефлексами.

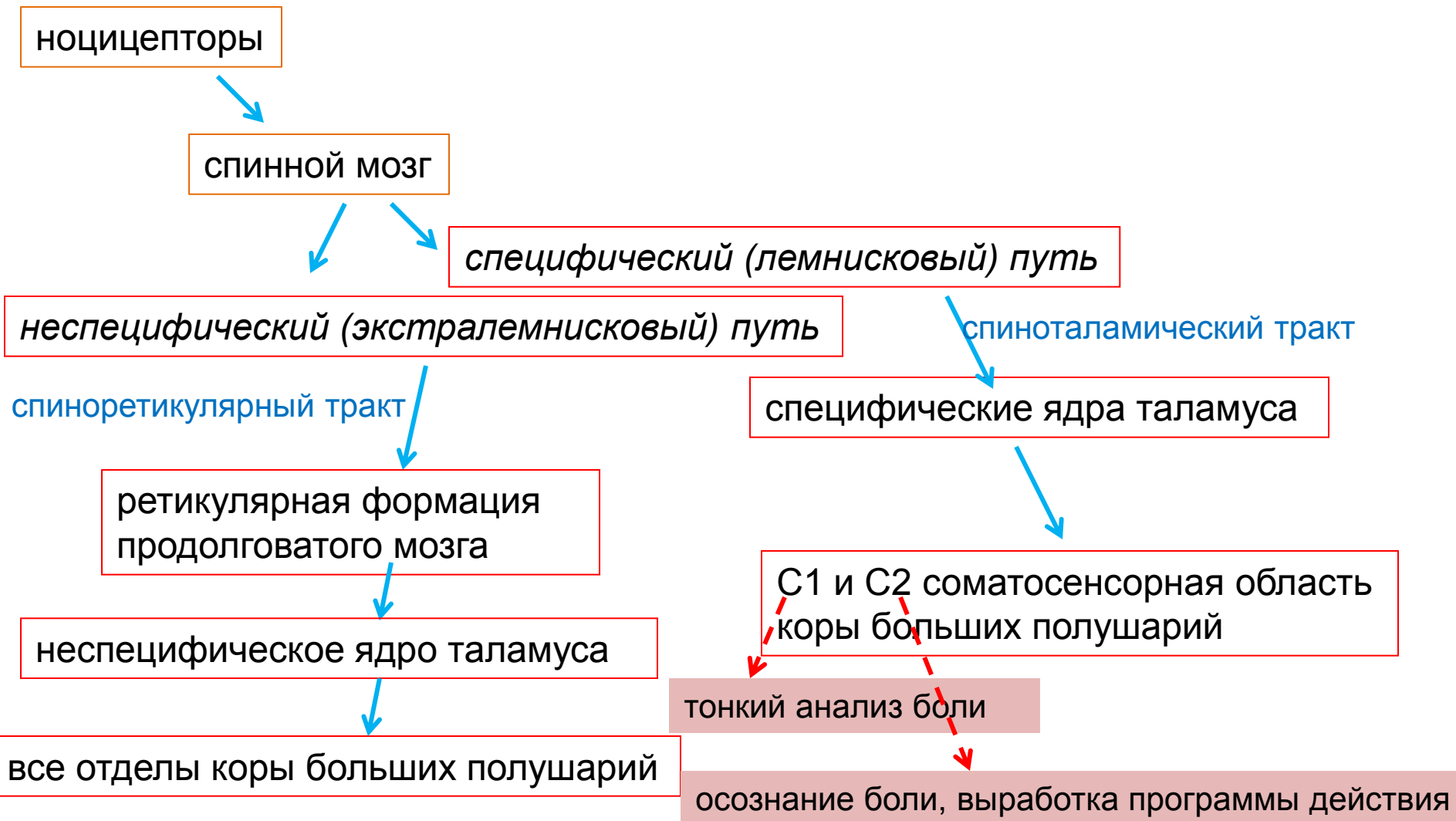
К ноцицепторам относят свободные немиелинизированные нервные окончания, образующие сплетения вокруг органов, в коже и мышцах.

На 1 см² поверхности кожи приходится 100-200 болевых рецепторов.

Механоноцицепторы связаны с тонкими миелинизированными волокнами типа А-дельта со скоростью проведения импульсов от 2,5 до 20 м/с. Боль быстрая, острая предупреждающая.

Хемоноцицепторы реагируют на химические вещества и посылают информацию по тонким немиелинизированным нервным волокнам типа С со скоростью проведения возбуждения до 2 м/с. Боль медленная, тупая, напоминающая.

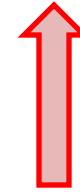
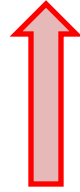
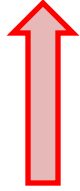
Проводящие пути болевой чувствительности



По коллатералям от проводящих путей болевая информация поступает в лимбическую систему, гипоталамус, обуславливая вегетативный (увеличение частоты дыхания и частоты сердечных сокращений, повышение артериального давления, расширение зрачков) и эмоциональный компоненты боли

Аналгезирующие средства

ноцицепторы → проводящие пути → центры



наркотические анальгетики (морфин, кодеин, промедол, фентанин).
способны связываться с опиатными рецепторами (вызывают обезболивание)

Инактивация ноцицепторов путем локального разбрызгивания или смазывания поверхности слизистых оболочек **местными анестетиками** (новокаин, лидокаин)

ненаркотические анальгетики:
- производные салициловой кислоты (ацетилсалициловая кислота, натрия салицилат);
- производные пиразолона (антипирин, анальгин, амидопирин и др.);
- производные парааминофенола (фенацетин, парацетамол и др.).

Кроме центрального действия, ненаркотические анальгетики ингибируют синтез простагландинов, относящихся к медиаторам боли.

Физиология зрения

Цвет
Диапазон
длин волн,
нм

Фиолетовый

380—440

Синий

440—485

Голубой

485—500

Зеленый

500—565

Желтый

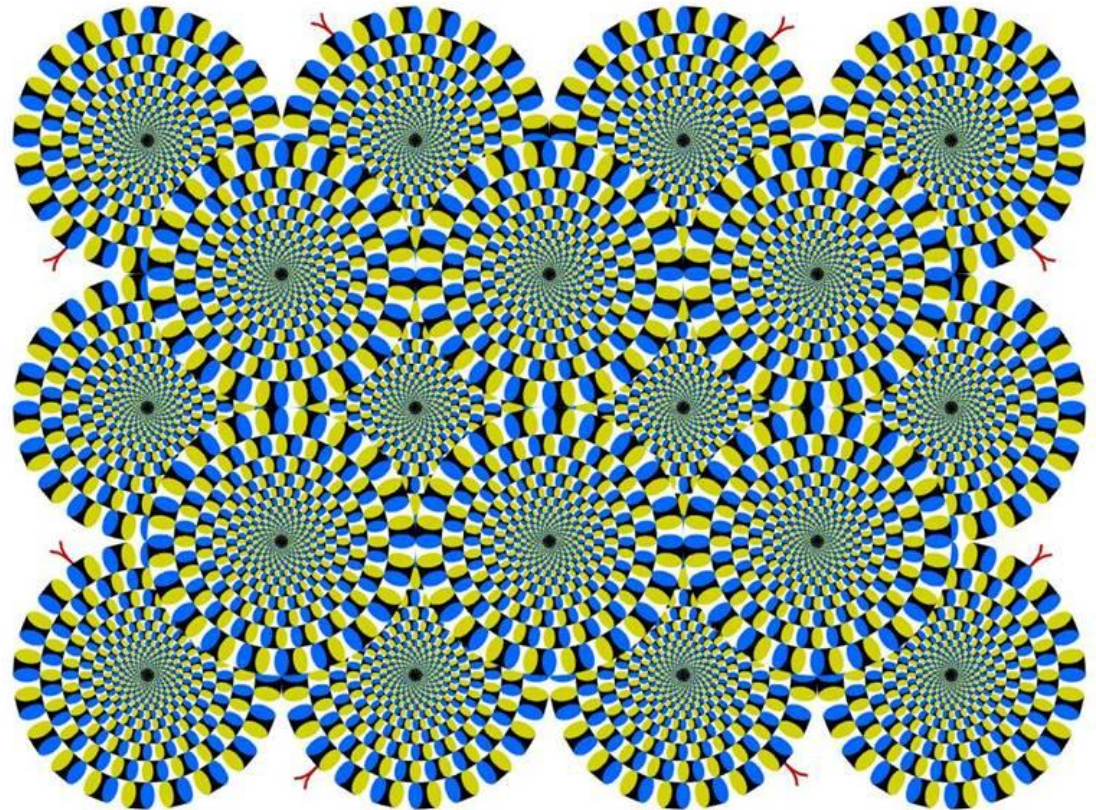
565—590

Оранжевый

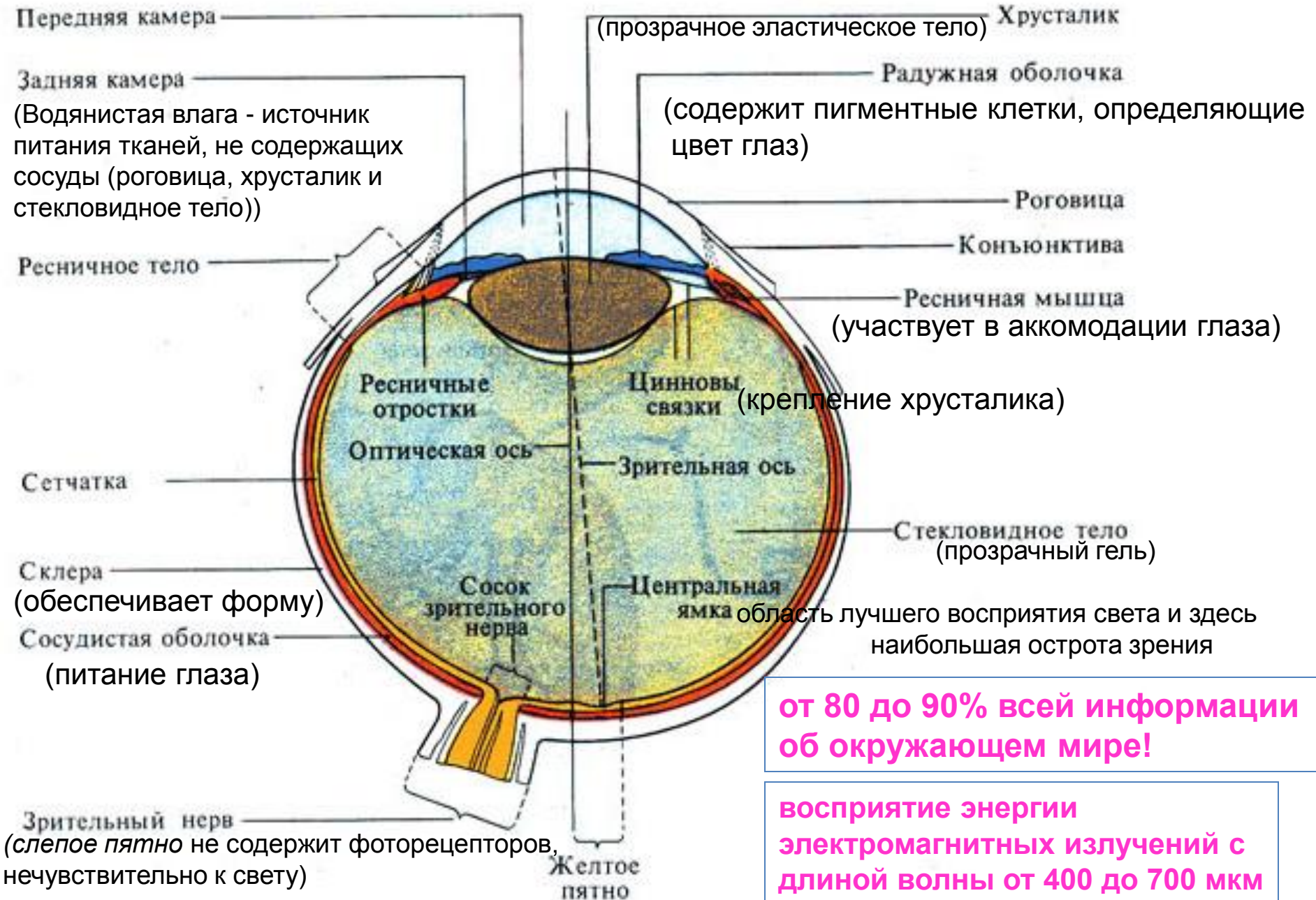
590—625

Красный

625—740



Строение глаза человека



от 80 до 90% всей информации об окружающем мире!

восприятие энергии электромагнитных излучений с длиной волны от 400 до 700 мкм

Оптическая система глаза



система линз. формирует на сетчатке перевернутое и уменьшенное изображение рассматриваемых предметов

состоит из прозрачной роговицы, передней и задней камер, заполненных водянистой влагой, радужной оболочки, окружающей зрачок, хрусталика с прозрачной сумкой и стекловидного тела.

Роговица и хрусталик



фокус лучей на сетчатке

(дают перевернутое и уменьшенное изображение на поверхность сетчатки)



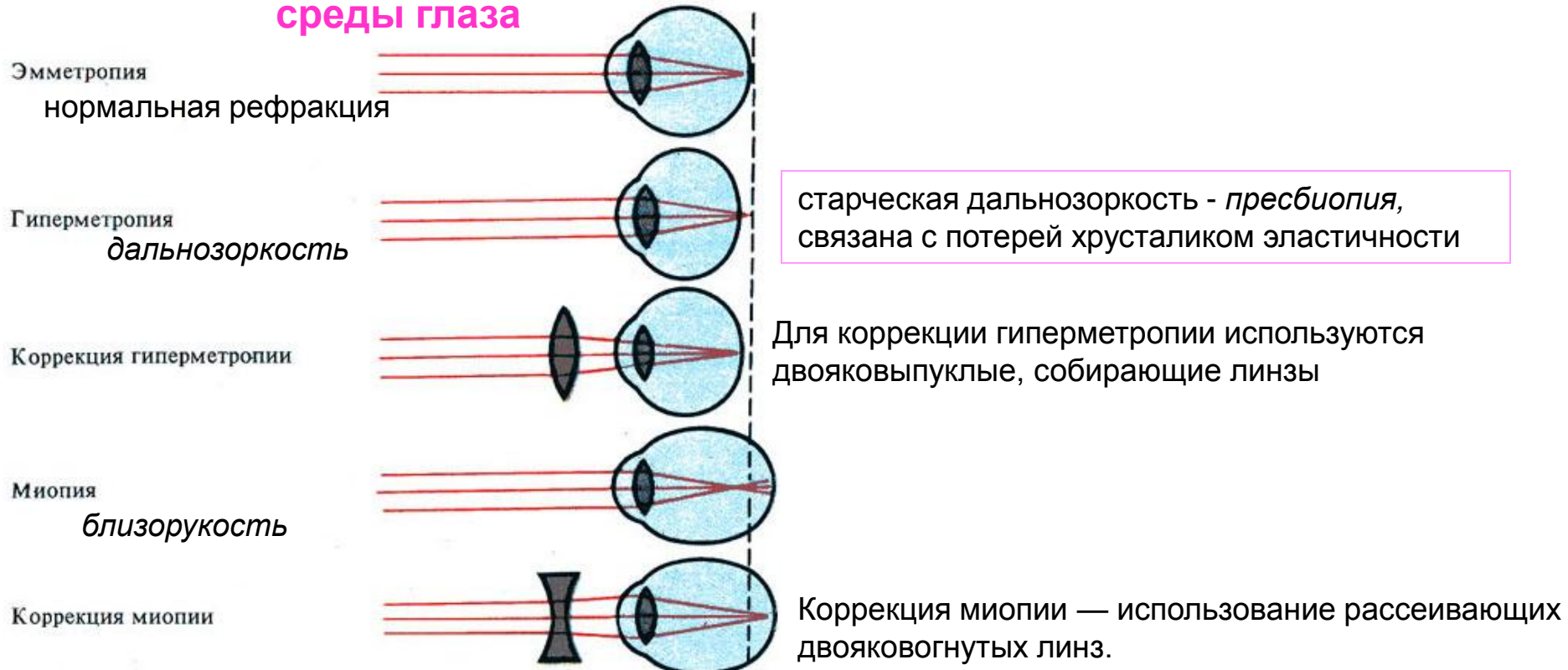
Фоторецепторы переводят зрительный образ в изменения электрических потенциалов

Аккомодация – приспособление глаза к четкому видению удаленных на разное расстояние предметов. (за счет изменения кривизны хрусталика и его преломляющей способности)

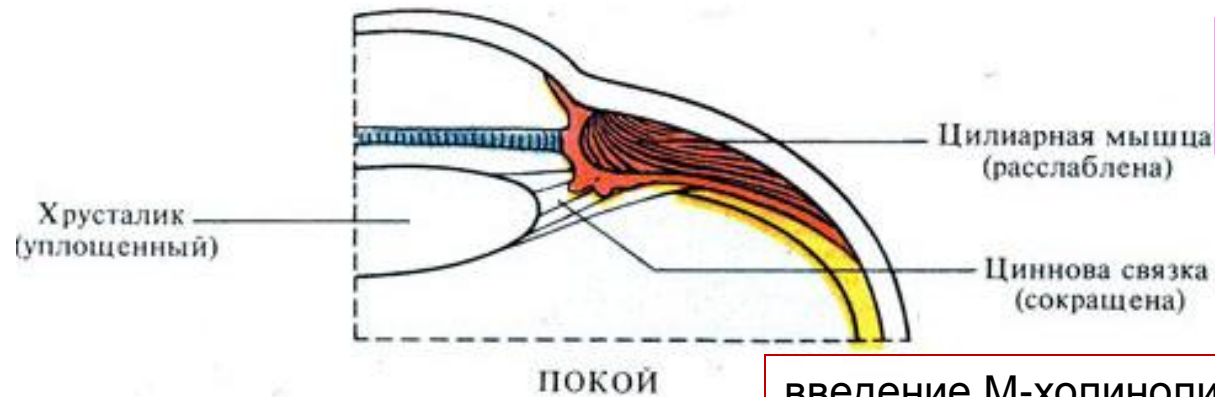
Оптическая система глаза

Диоптрия — преломляющая сила линзы с фокусным расстоянием 100 см. В состоянии покоя аккомодации преломляющая сила равна 58-60 диоптриям и называется **рефракцией**.

Схема хода лучей через преломляющие среды глаза



Механизм аккомодации глаза

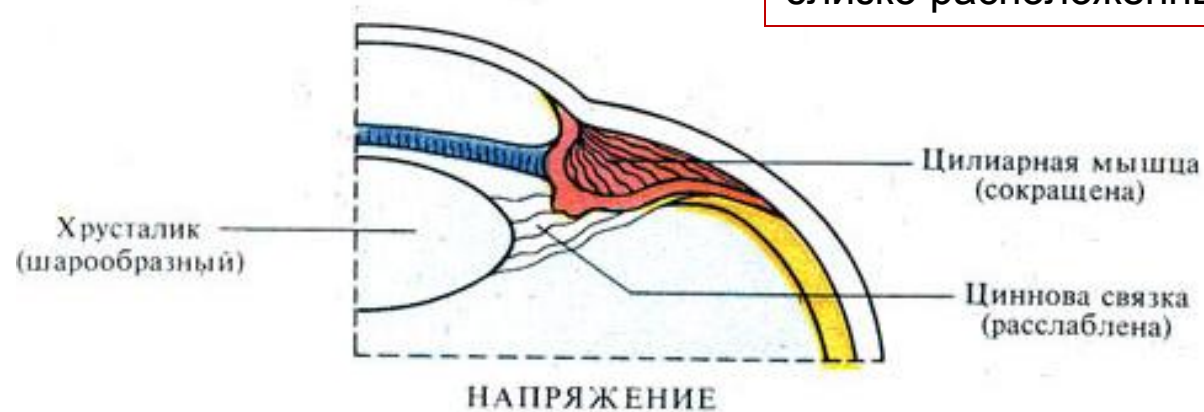


парасимпатические волокна
глазодвигательного нерва



цилиарные мышцы

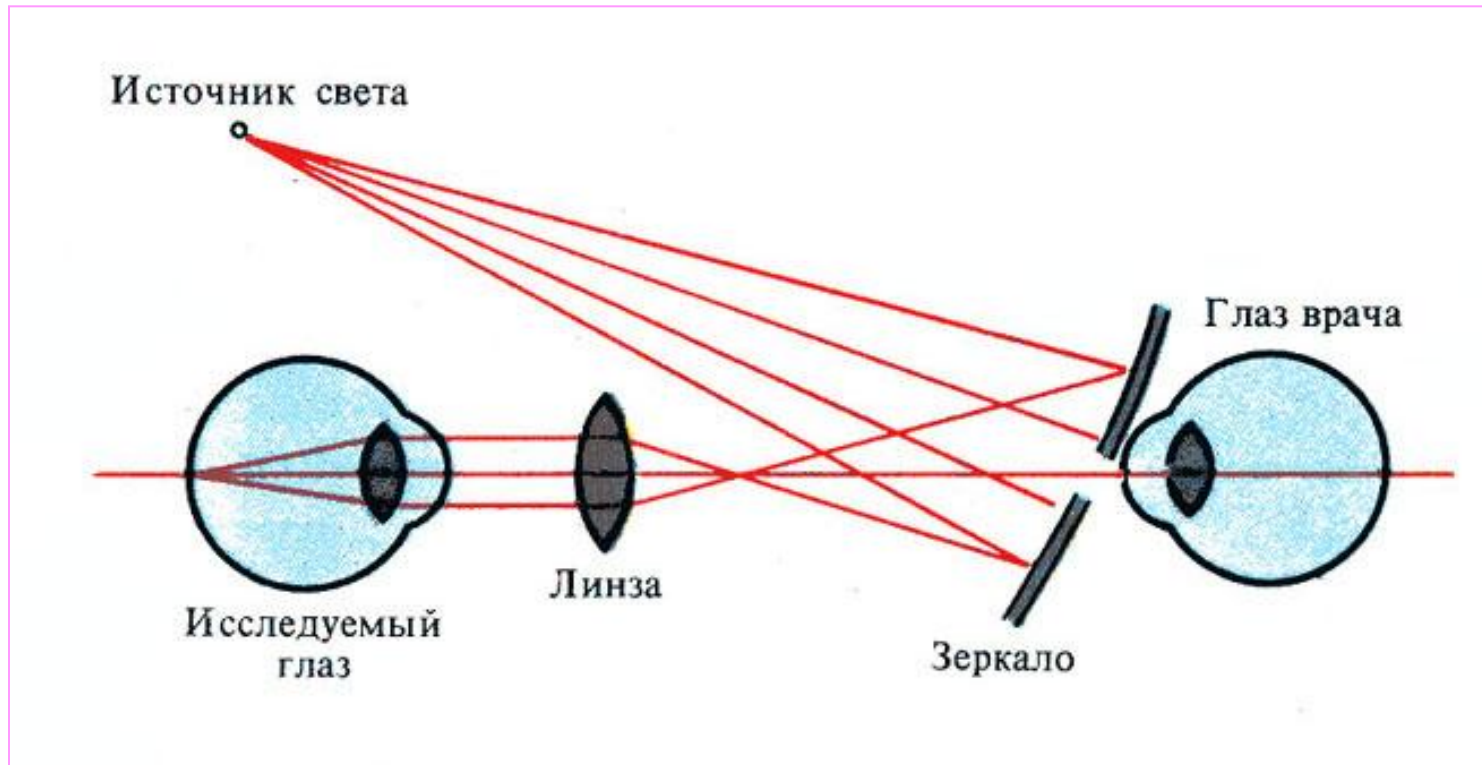
введение М-холинолитика — **атропина**
блокирует передачу возбуждения к
цилиарной мышце и нарушает
аккомодацию при рассматривании
близко расположенных предметов



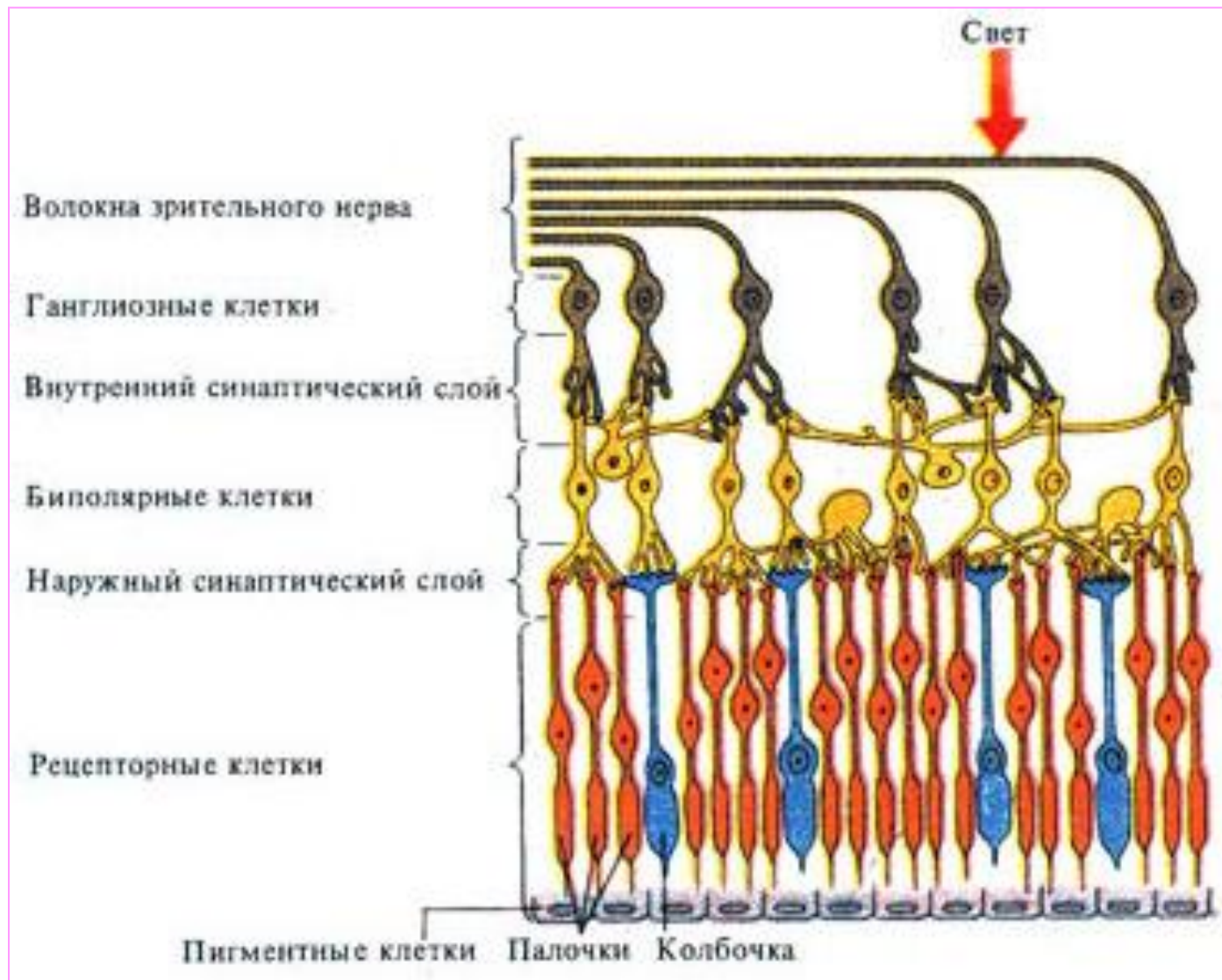
введение **М-холиномиметиков**
— **пилокарпина** и **эзерина**
способствует сокращению
цилиарной мышцы и процессу
аккомодации

Если человек смотрит вдаль, цинновы связки натянуты, а цилиарные мышцы расслаблены, при этом хрусталик уплощен — это **покой аккомодации**.
При рассматривании близко расположенных от глаз предметов цилиарные мышцы сокращены, цинновы связки расслаблены, хрусталик становится более выпуклым — это **напряжение аккомодации**.

Офтальмоскопия (схема глазного зеркала Гельмгольца)

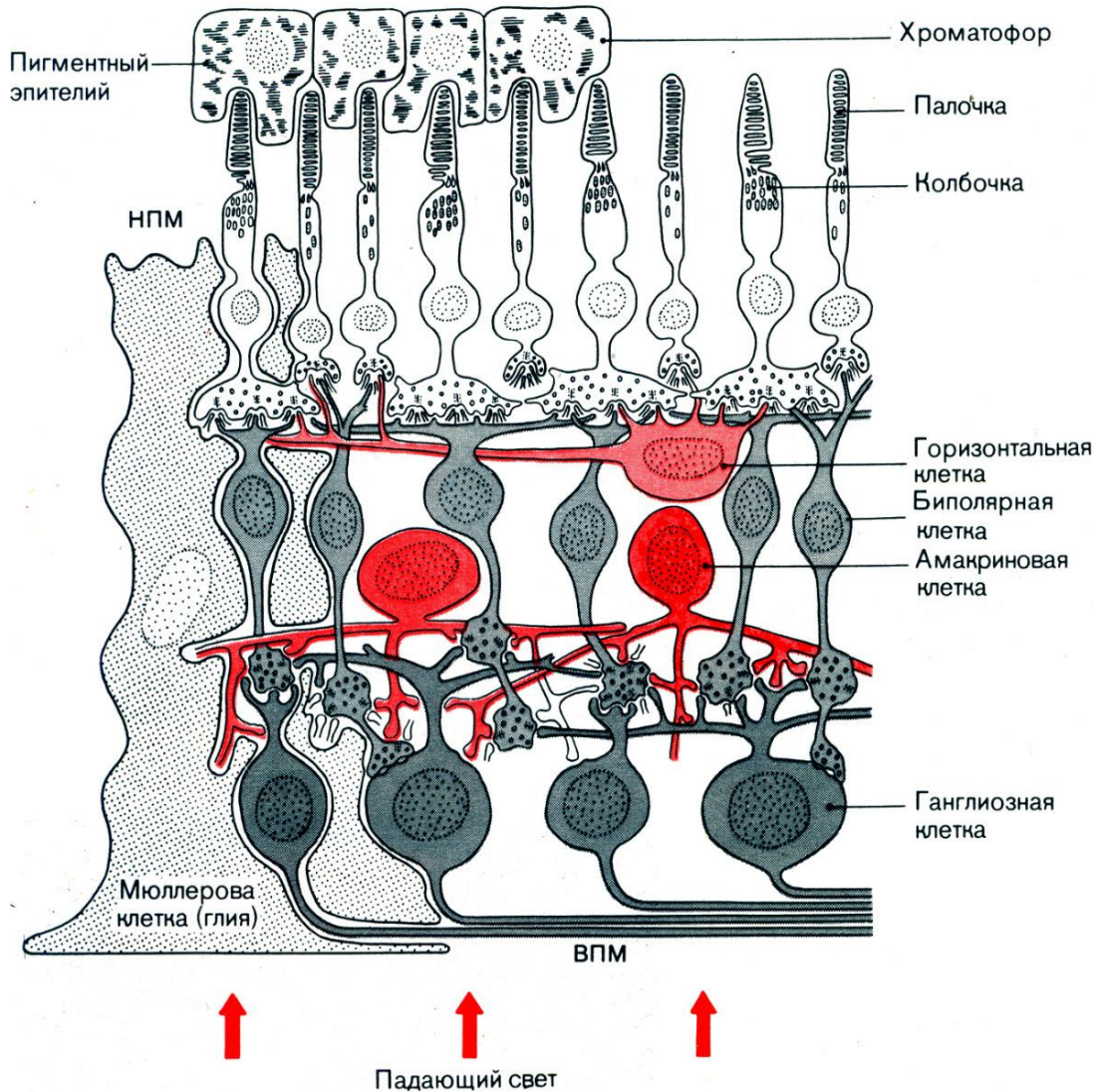


Строение сетчатки глаза



палочку может возбудить всего один квант света, а колбочку — больше сотни квантов.

Строение сетчатки глаза



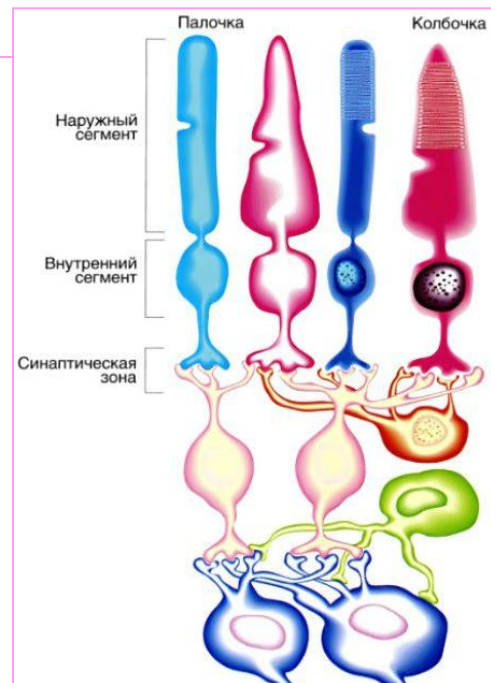
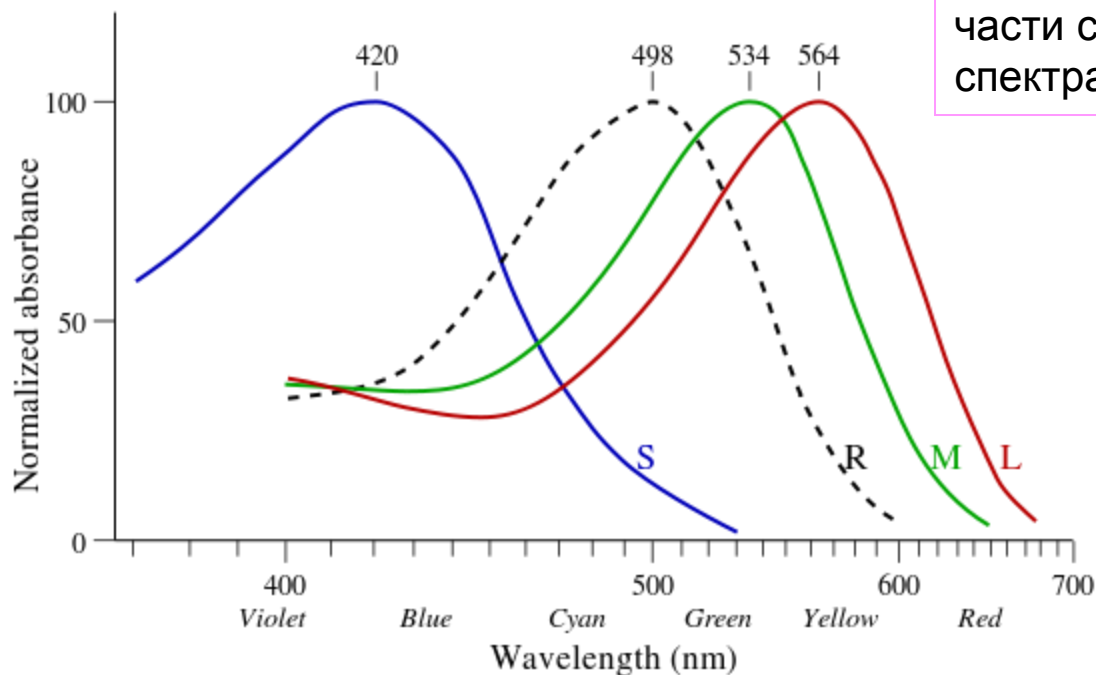
В слое биполярных клеток располагаются два типа тормозных нейронов — **горизонтальные** и **амакриновые** клетки, ограничивающие распространение возбуждения в сетчатке.

Фоторецепторы:

палочки (110-125 млн) и колбочки (6-7 млн)

ответают за сумеречное зрение, содержат зрительный пигмент — **родопсин** (зрительный пурпур), спектр поглощения которого находится в области 500 нм

- воспринимают синий, зеленый и красный цвета,
- содержат три типа зрительных пигментов, максимумы спектров поглощения которых находятся в синей (420 нм), зеленой (531 нм) и красной (558 нм) частях спектра.
- **йодопсин** - отвечает за лучи желтой части спектра, **хлоролаб** - поглощает лучи зеленой части спектра, **эритролаб** - красной части спектра.



квант света → молекула родопсина (опсин+ретиналь, пигмент палочек)

11-цис-ретиналь

транс-ретиналь

метародопсин II

активирует трансдуцин (когда активен,
то связан с ГТФ)

активация фермента фосфодиэстеразы
(ФДЭ)

разрушает молекулы циклического
гуанозинмонофосфата (цГМФ)

гиперполяризация мембраны
биполярной нервной клетки

уменьшение скорости выделения
медиатора глутамата из
пресинаптического окончания
фоторецептора

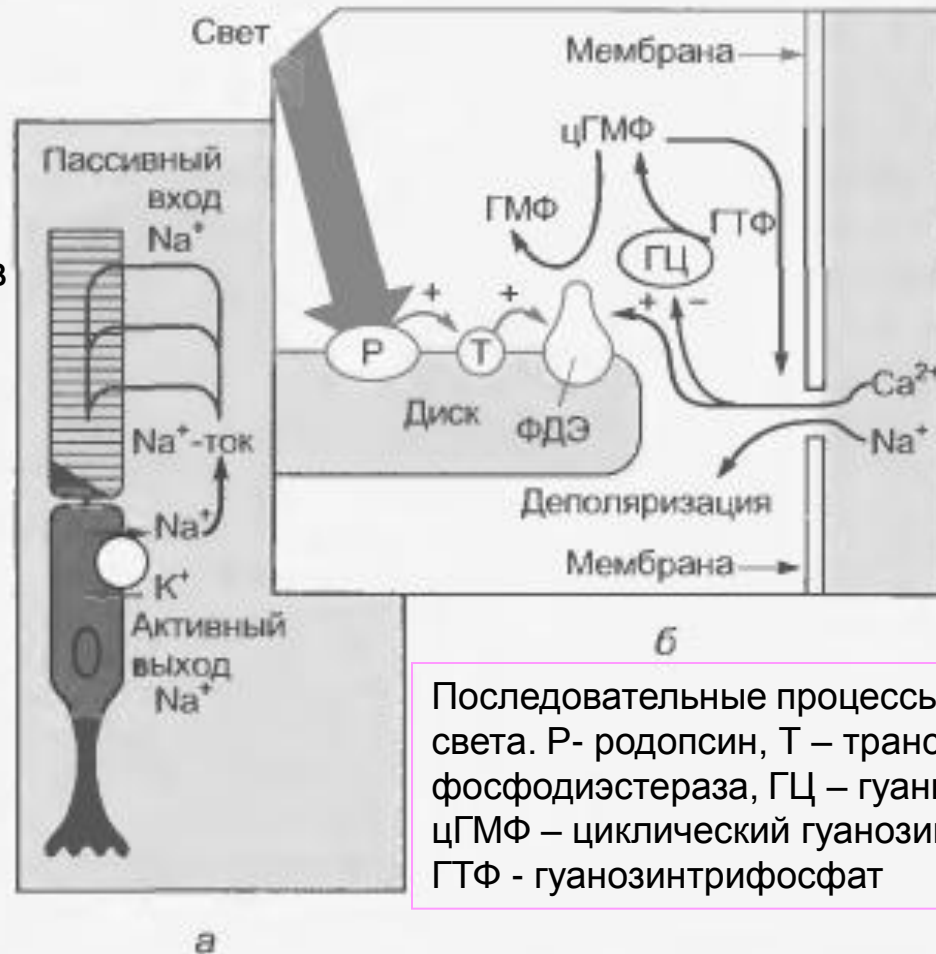
гиперполяризация
мембраны фоторецептора

закрываются каналы для Na^+ и Ca^{2+}

Схема образования и обесцвечивания родопсина

Родопсин — пигмент палочек — высокомолекулярное соединение, состоящее из **ретинала** — альдегида витамина А и белка **опсина**.

Перемещение ионов во время темнового тока и в результате работы натриевого насоса



Последовательные процессы после поглощения света. Р- родопсин, Т – трансдуцин, ФДЭ – фосфодиэстераза, ГЦ – гуанилатциклаза, цГМФ – циклический гуанозинмонофосфат, ГТФ - гуанозинтрифосфат

При недостатке в организме витамина А развивается недостаточность сумеречного зрения («куриная слепота»)



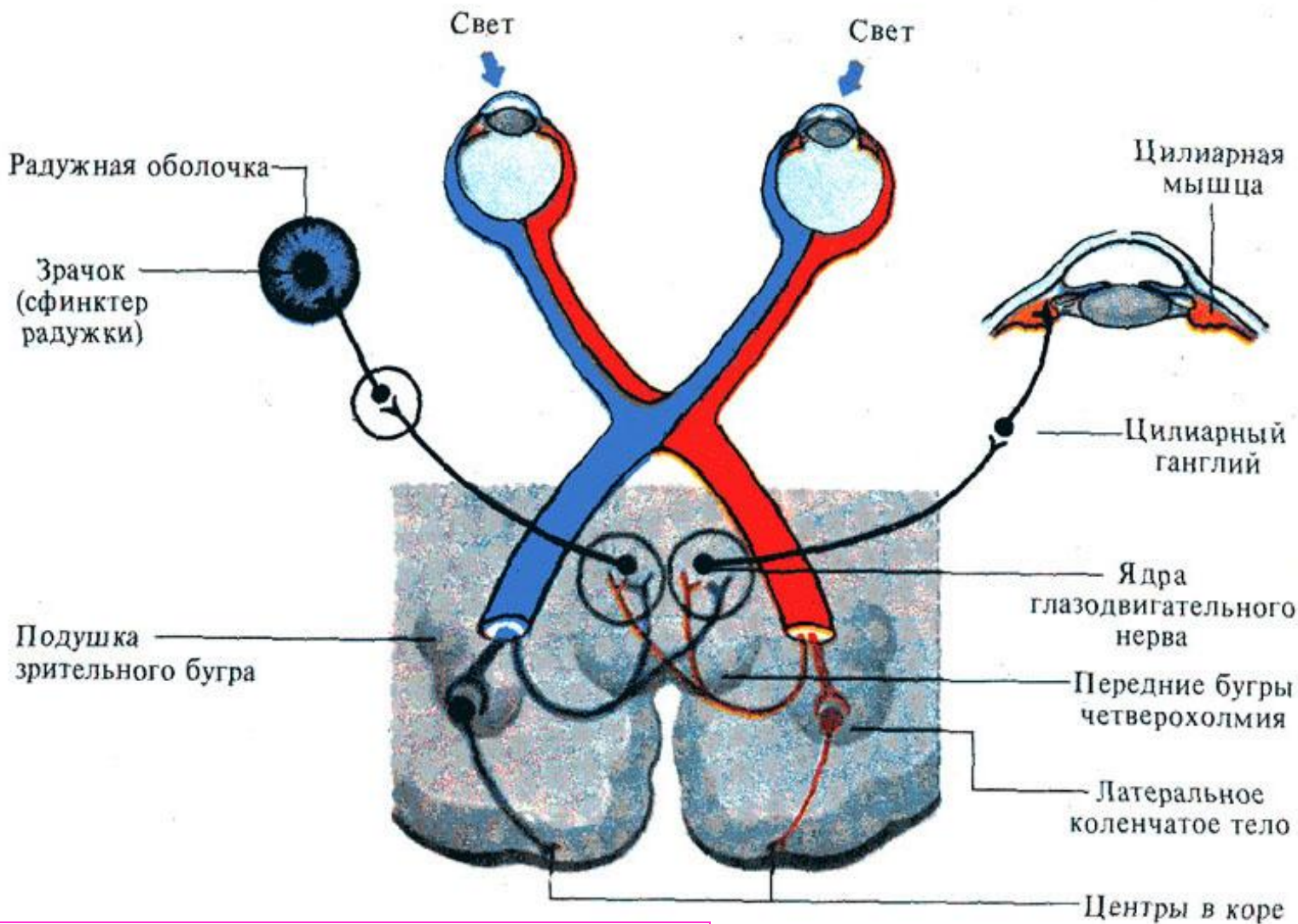
В центральной ямке каждая колбочка связана с 1 биполярной клеткой, которая, в свою очередь - с 1 ганглиозной.

высокое пространственное разрешение, но резко уменьшает световую чувствительность

К периферии от центральной ямки множество палочек и несколько колбочек контактирует с 1 биполярной клеткой, множество биполярных - с 1 ганглиозной. Образуется рецептивное поле ганглиозной клетки.

повышает световую чувствительность, но ухудшает пространственное разрешение

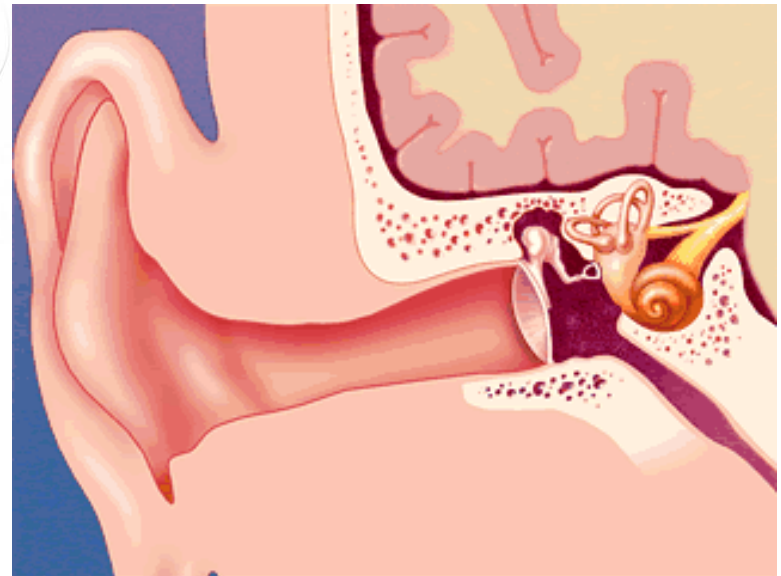
Зрительные пути (связь зрительных путей с управлением шириной зрачка и процессом аккомодации)



В подкорковых структурах анализатора начинается взаимодействие двух глаз

(затылочная доля)

Физиология слуха



Слуховой анализатор

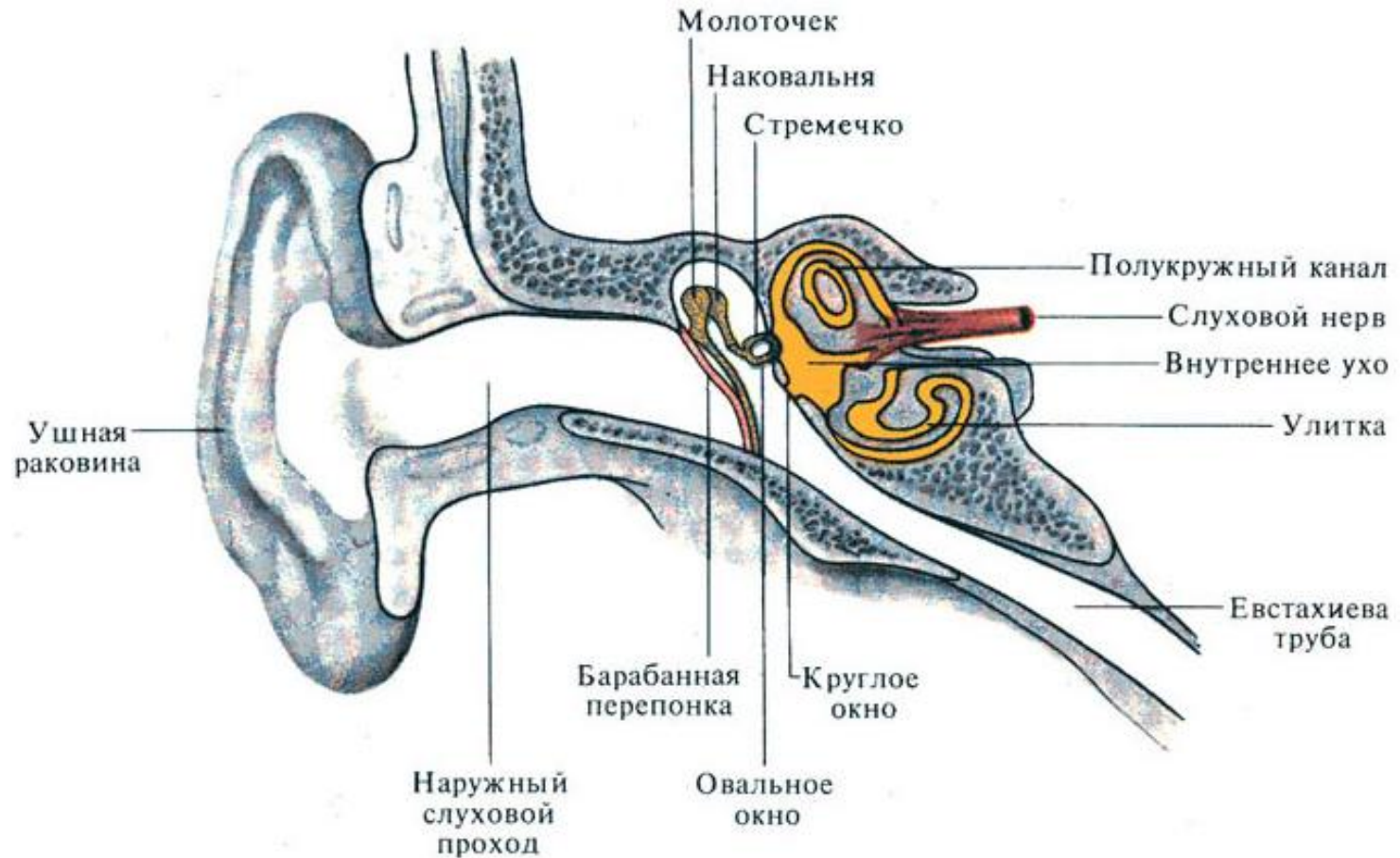


- воспринимает звуковые (акустические) сигналы (колебания воздуха с разной частотой и силой)
- трансформирует механическую энергию колебаний в нервное возбуждение, которое субъективно воспринимается как **звуковое ощущение**.

Отделы органа слуха:

1. Звукоулавливающий аппарат (**наружное ухо**).
2. Звукосовопадающий аппарат (**среднее ухо**).
3. Звукосовопринимающий аппарат (**внутреннее ухо**)

Строение органа слуха



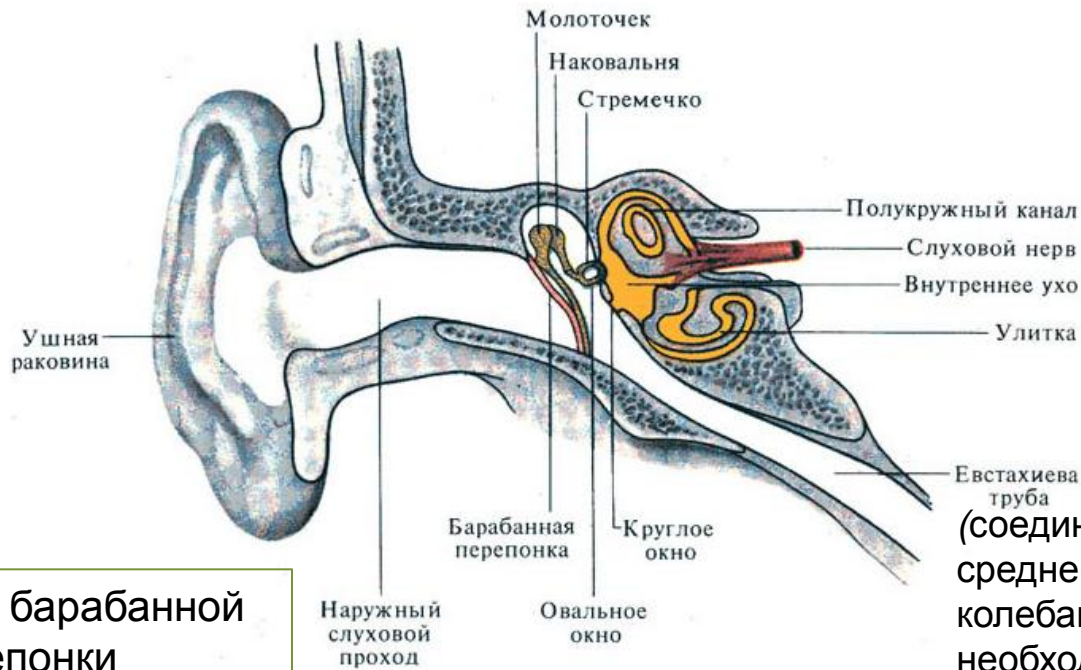
Наружное ухо = ушная раковина + наружный слуховой проход + барабанная перепонка

улавливает
звуковые колебания

проводит звуковые
колебания

малоподвижная и
слаборастяжимая мембрана,
площадью $66-69,5 \text{ мм}^2$ передача
звуковых колебаний в среднее ухо

Строение органа слуха



Колебания барабанной перепонки

Среднее ухо = молоточек +

наковальня

+

стремечко

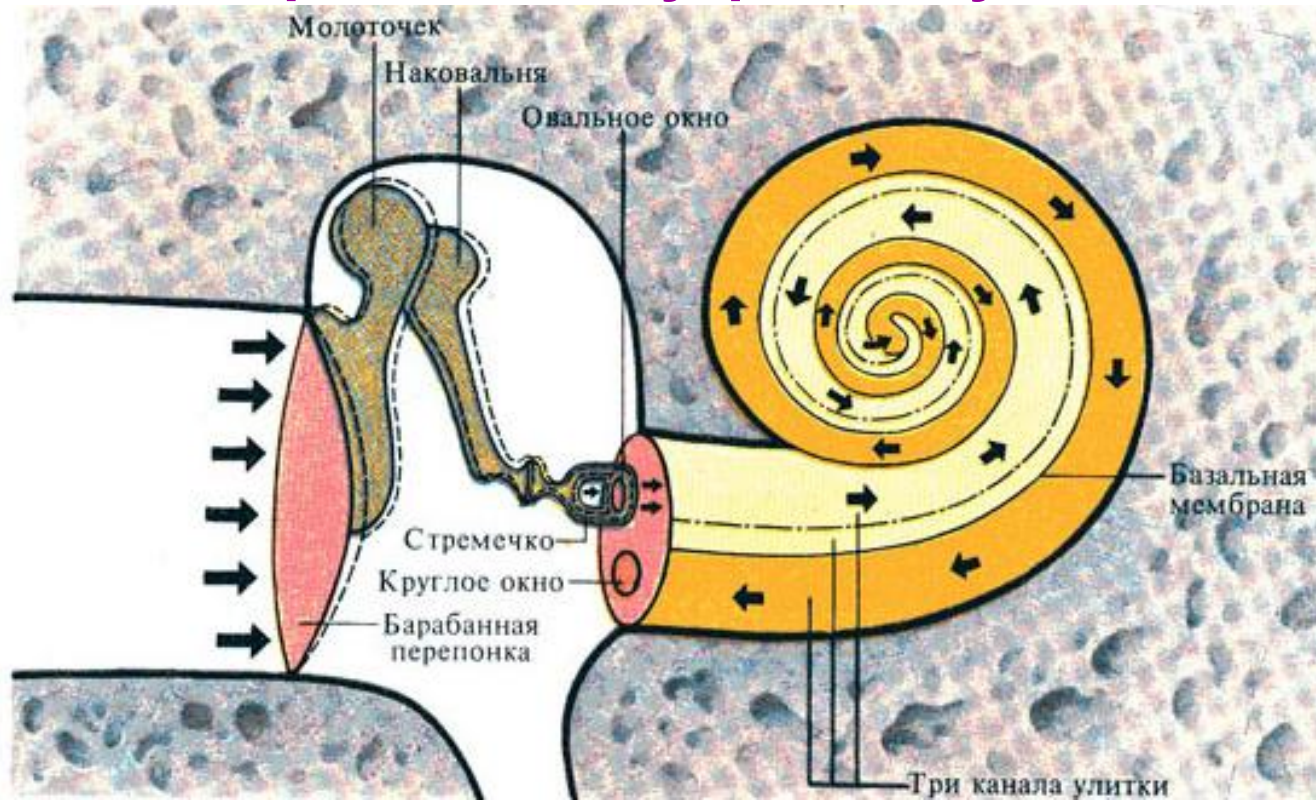
прикреплен к барабанной перепонке

крепится к *овальному окну*

Благодаря передаточной функции слуховых косточек давление звука в области *круглого окна* улитки увеличивается в 20 раз.

(соединяет носоглотку с полостью среднего уха. для нормальных колебаний барабанной перепонки необходимо уравнивание давления с атмосферным)

Среднее и внутреннее ухо



Внутреннее ухо = костный лабиринт + перепончатый лабиринт (внутри костного)

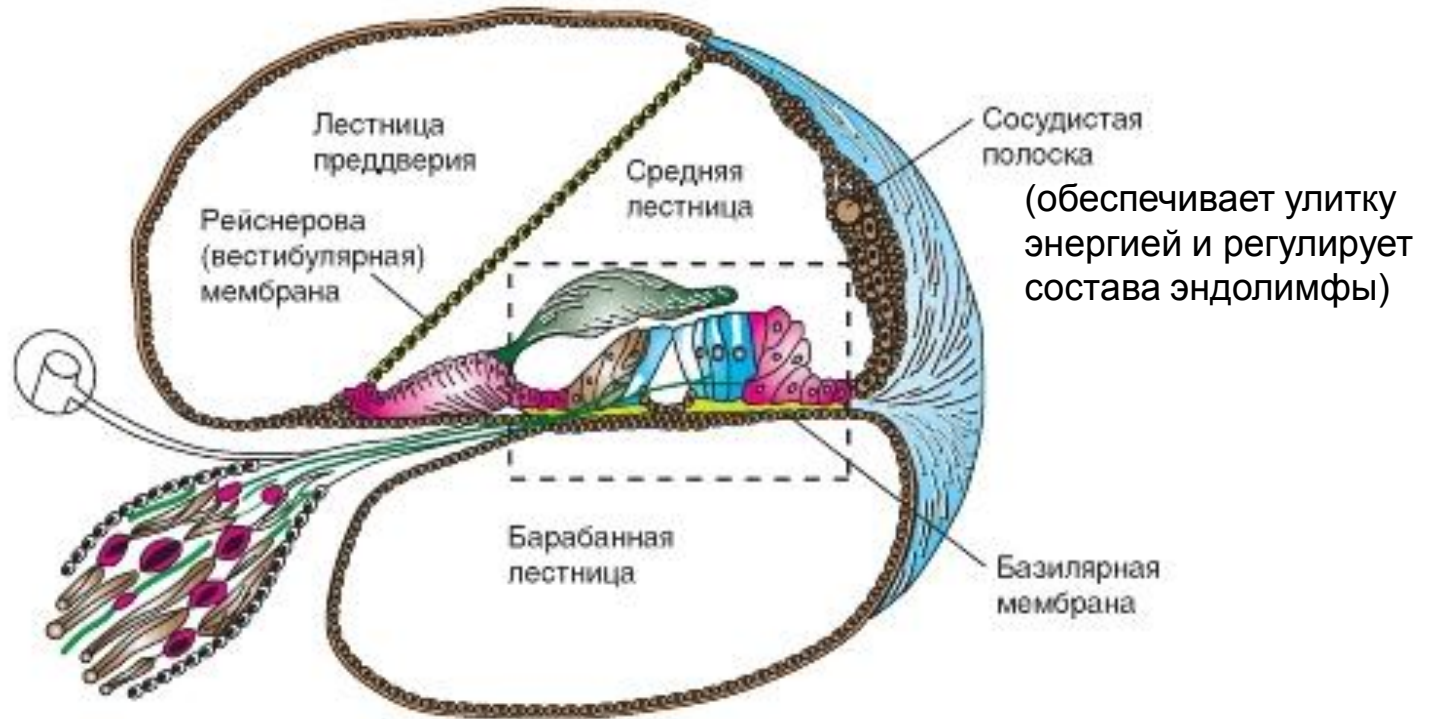
вестибулярный
(преддверие и полукружные
каналы) аппарат

слуховой аппарат

улитка

(имеет длину 3,5 мм, что
составляет 2,5 завитка)

Поперечный разрез улитки

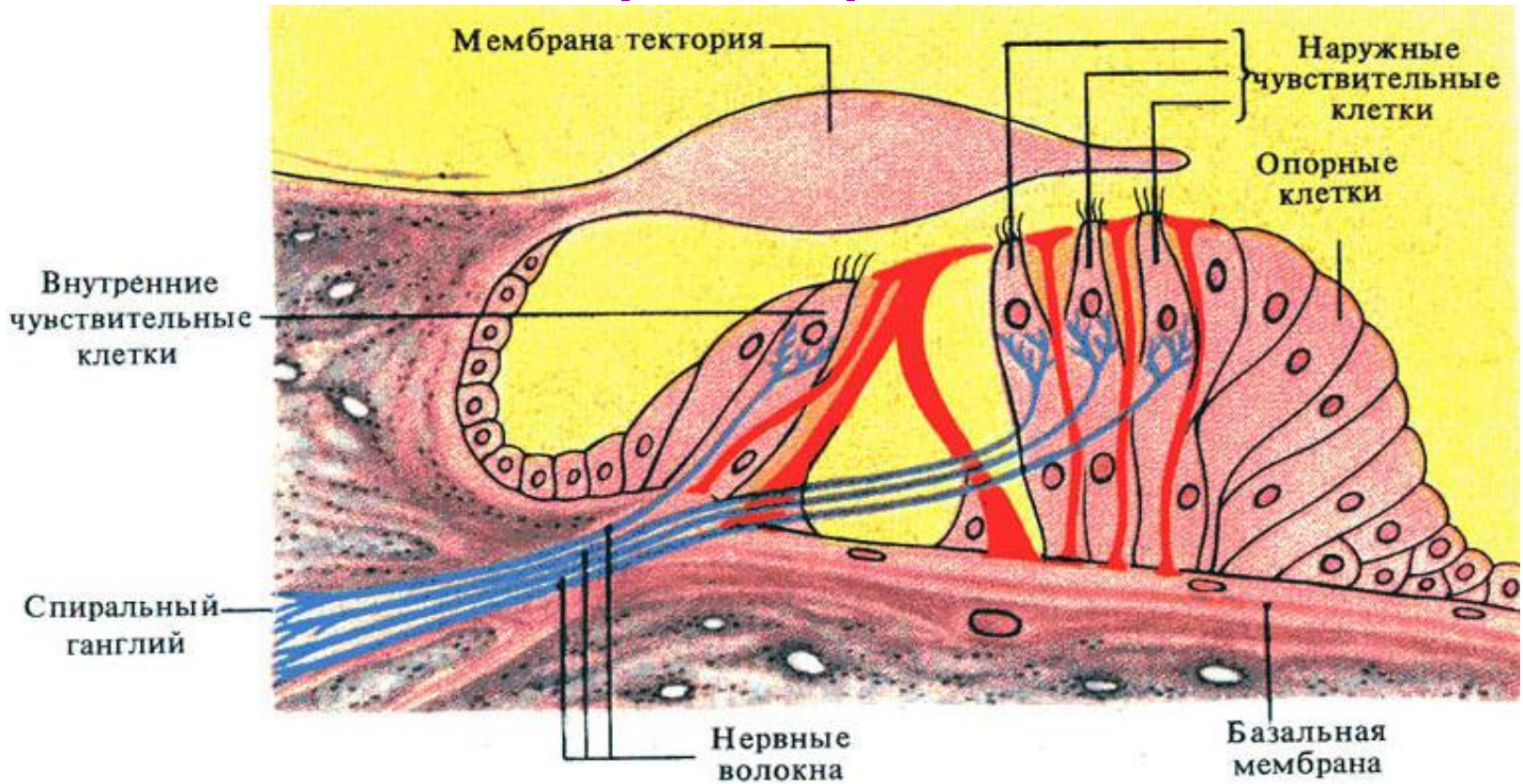


Улитка = 3 хода (лестницы) + мембрана Рейснера + базилярная (основная) мембрана

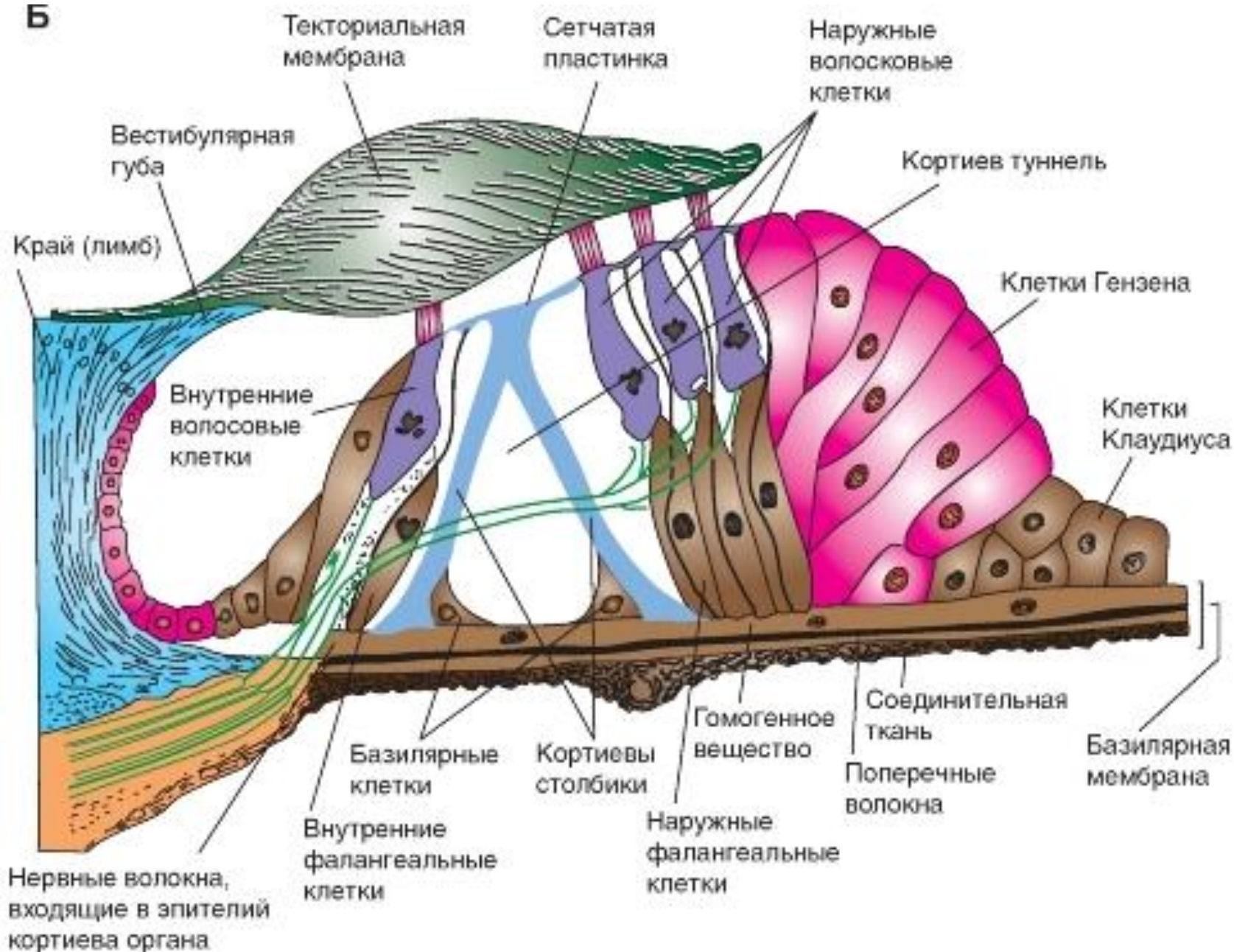
- вестибулярная и барабанная лестницы у верхушки улитки соединены между собой через **геликотрему**.
- заполнены **перилимфой** (сходна со спинномозговой жидкостью, содержит много Na^+).
- средняя лестница заполнена **эндолимфой** (богата ионами K^+)
- основание барабанной лестницы соединено со средним ухом через круглое окно

на ней расположен кортиев орган - звуковоспринимающий аппарат, содержащий рецепторы

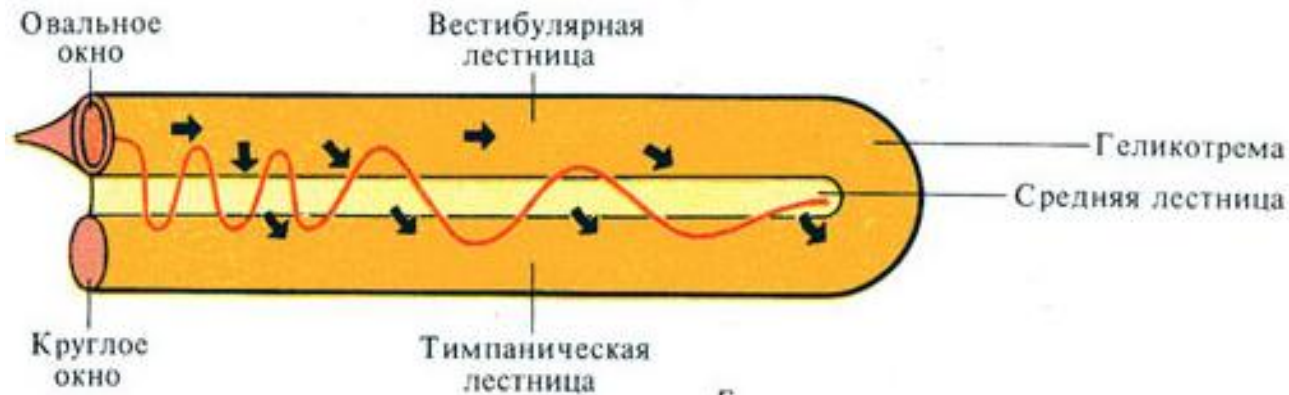
Кортиев орган



- Рецепторы — **внутренние и наружные волосковые клетки**, имеют стереоцилии.
- у человека: около 3500 внутренних волосковых клеток (располагаются в 1 ряд), и 12000 наружных волосковых клеток (3 ряда).
- слуховые рецепторы — вторичночувствующие.
- *текториальная (покровная) мембрана* — желеобразная масса, соединена с кортиевым органом и с внутренней стенкой улитки.
- движение основной мембраны → покровная мембрана сгибается, волоски рецепторных клеток (в большей степени - наружных волосковых клеток) → деформация волосков → возбуждение волосковых клеток (нервный импульс).

Б

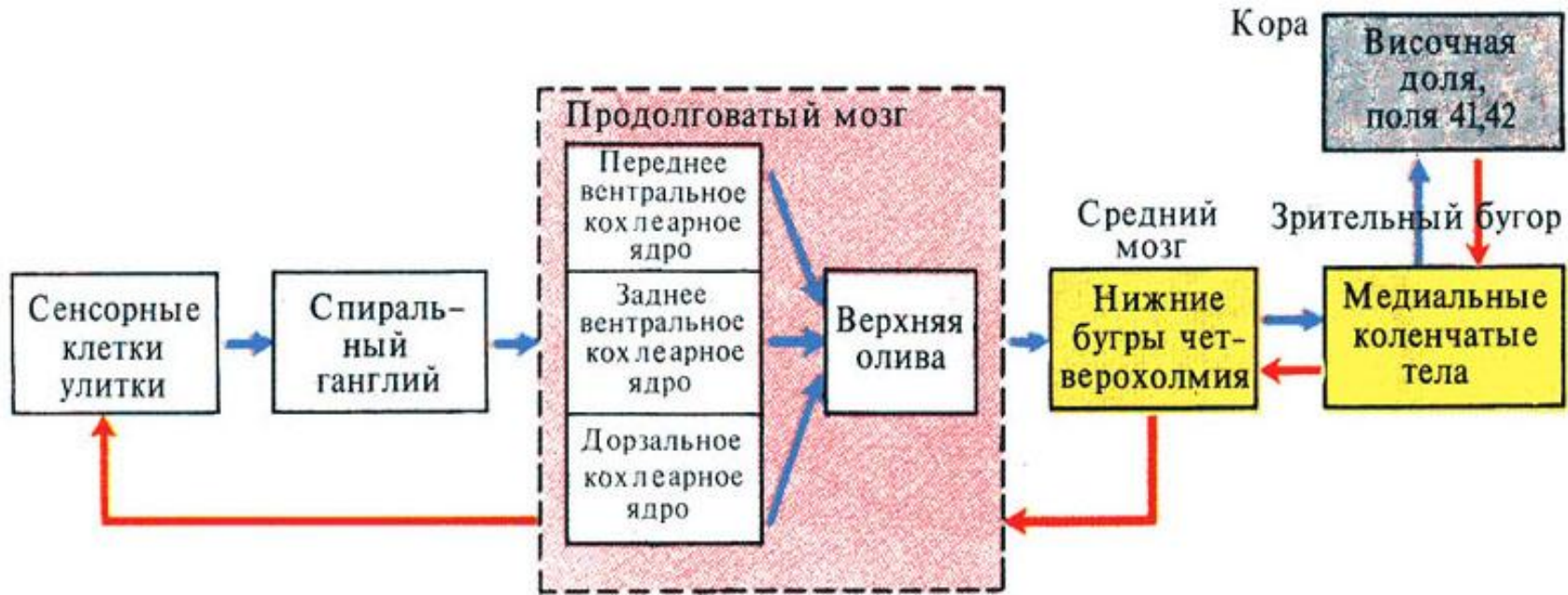
Распространение звуковых колебаний в улитке



- Основная мембрана состоит из эластических волокон.
- возле овального окна у основания улитки она составляет всего 0,04 мм,
- по направлению к вершине она расширяется и у геликотремы равна уже 0,5 мм.
- Основная мембрана слабо натянута → условия для колебательных движений в зависимости от воздействия на нее звуковых волн различной частоты. Волокна, расположенные у основания улитки, реагируют как струны-резонаторы на звуки высокой частоты, а у вершины — на низкие частоты.

Костная проводимость: ощущение звука при прикладывании вибрирующего предмета (камертона) к сосцевидному отростку височной кости → звуковые колебания распространяются через череп.

Проводящие пути и центры слухового анализатора



- В спиральном ганглии низкие и высокие частоты имеют разное представительство.
- Нижние бугры четверохолмия отвечают за ориентировочный рефлекс (поворот головы в сторону источника звука).
- Слуховая кора - переработка звуковой информации в процессе узнавания звуков, отвечает за бинауральный слух.

Слуховая адаптация

Слуховая адаптация - понижение слуховой чувствительности, развивающееся в процессе длительного действия звука большой интенсивности или после его прекращения.

Ухо, адаптированное к тишине, обладает более низким порогом слуховой чувствительности.



При длительном действии звуков большой интенсивности (громкая музыка, работа в шумных цехах) порог слуховой чувствительности повышается.

Пределы слышимости, острота слуха

- Человеческое ухо различает звуки по высоте или **частоте** звуковых колебаний от 20 до 16000 Гц, по **громкости** (силе звуковых колебаний, его амплитуде) и по **тембру** (окраске звука).

-Частоты выше 16000 Гц - **ультразвуковые**, ниже 20 Гц — **инфразвуковые**.

-**Речевая зона** - от 200 до 3000 Гц (хорошо воспринимается ухом). С возрастом чувствительность к высоким частотам снижается (**старческая тугоухость**).

В области 1000-4000 Гц слух человека максимально чувствителен.

Звуки выше 16 000-20 000 Гц вызывают неприятные ощущения давления и боли в ухе.

- Единица громкости звука - **бел** - это $\lg J/J_0$ (интенсивность звука J , пороговая интенсивность J_0).

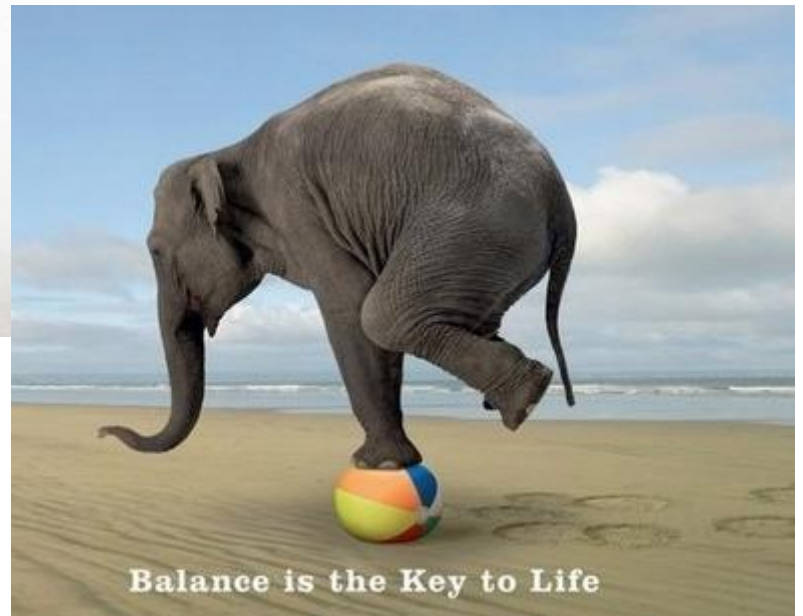
-**децибел** (дБ), т.е. 0,1 бела.

- Максимальный порог громкости, вызывающий болевые ощущения, равен 130-140 дБ.

Слуховое поле



Физиология вестибулярной системы



Вестибулярный анализатор



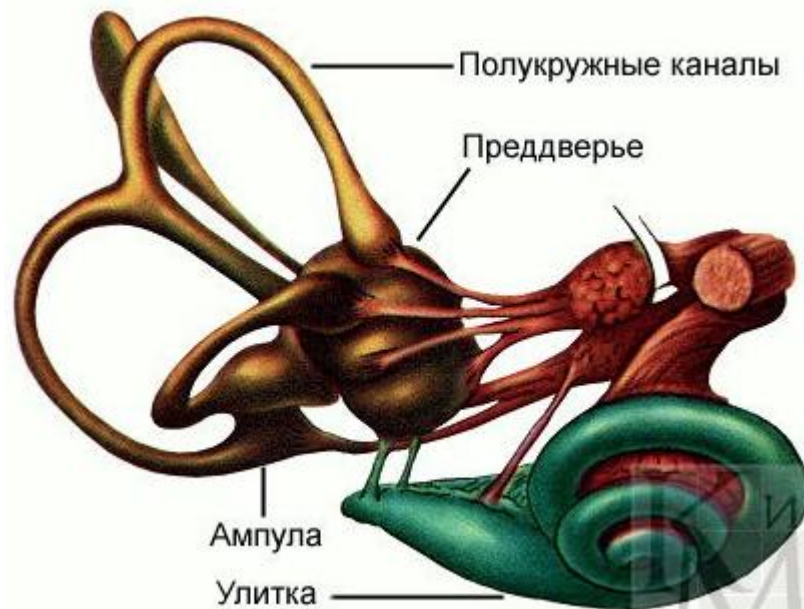
- ведущая роль в ориентации человека в пространстве,
- орган равновесия,
- воспринимает информацию о положении, линейных и угловых перемещениях тела и головы

вестибулярный аппарат = 3 полукружных канала + преддверие

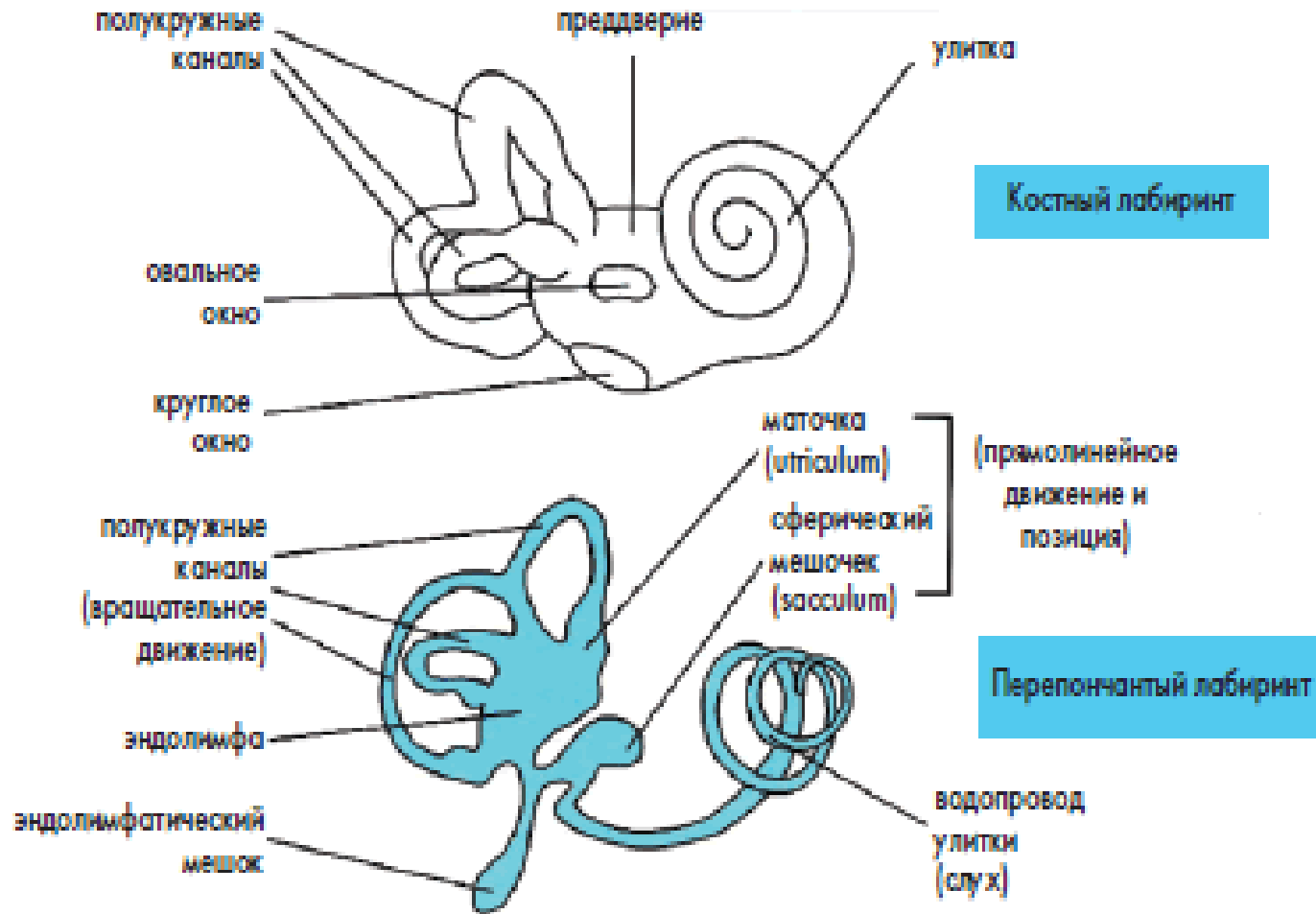
в костном лабиринте пирамиды височной кости

в 3 взаимно перпендикулярных плоскостях: верхний — во фронтальной, задний — в сагиттальной и наружный — в горизонтальной. На одном конце имеют ампулу - расширение

мешочек (саккулус) и маточка (утрикулус)



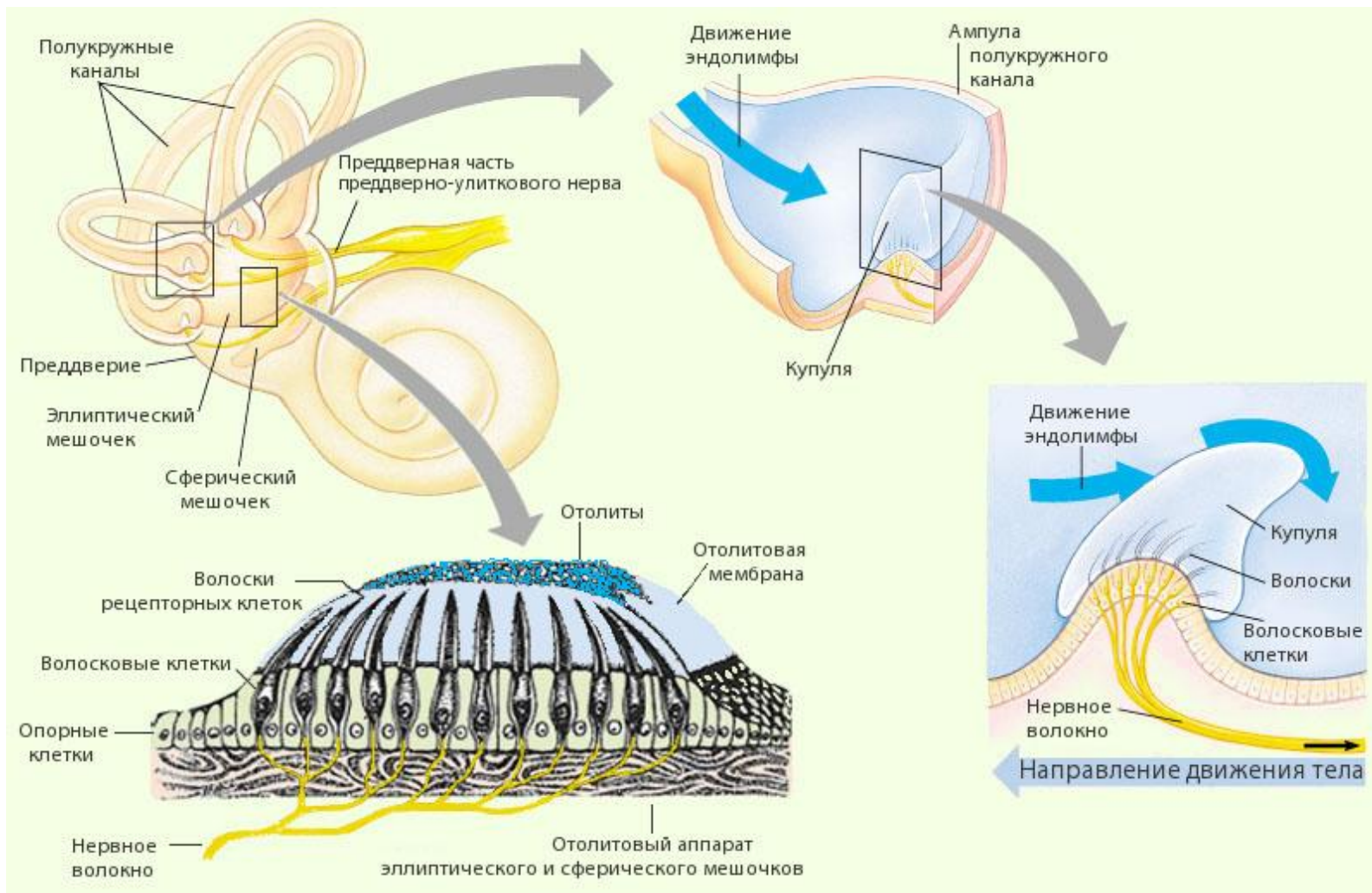
Вестибулярный аппарат



Утрикулус, саккулус и полукружные каналы состоят из тонких перепонки, образующих замкнутые трубки, — это **перепончатый лабиринт**, внутри находится **эндолимфа** (связана с эндолимфой улитки).

Между перепончатым и костным лабиринтом, в который заключены улитка и вестибулярный аппарат, находится **перилимфа**.

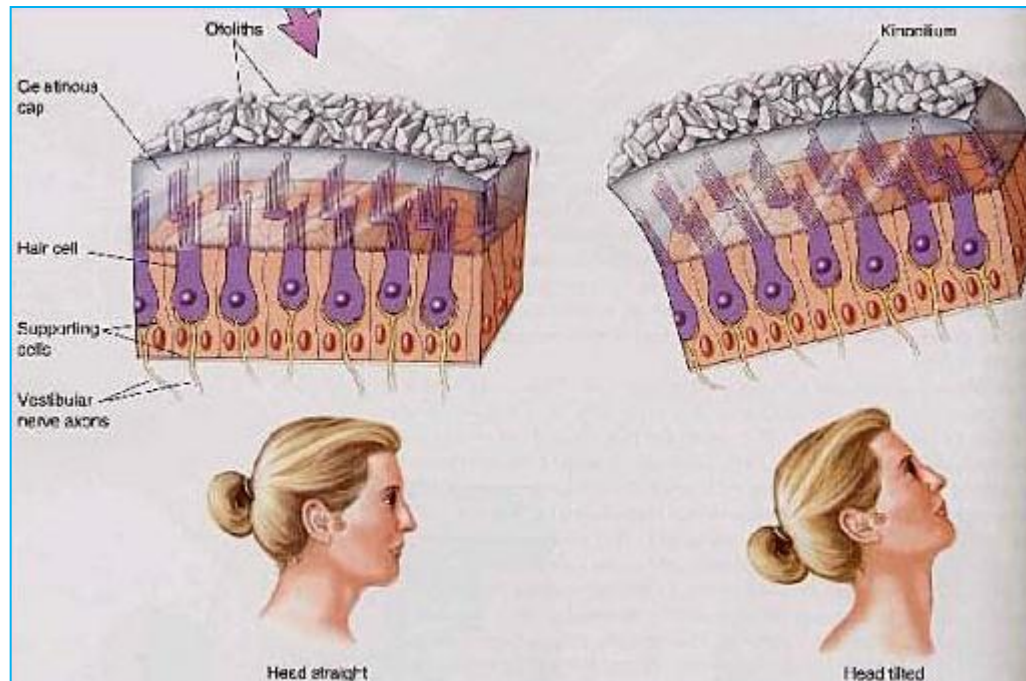
Отолитовый аппарат

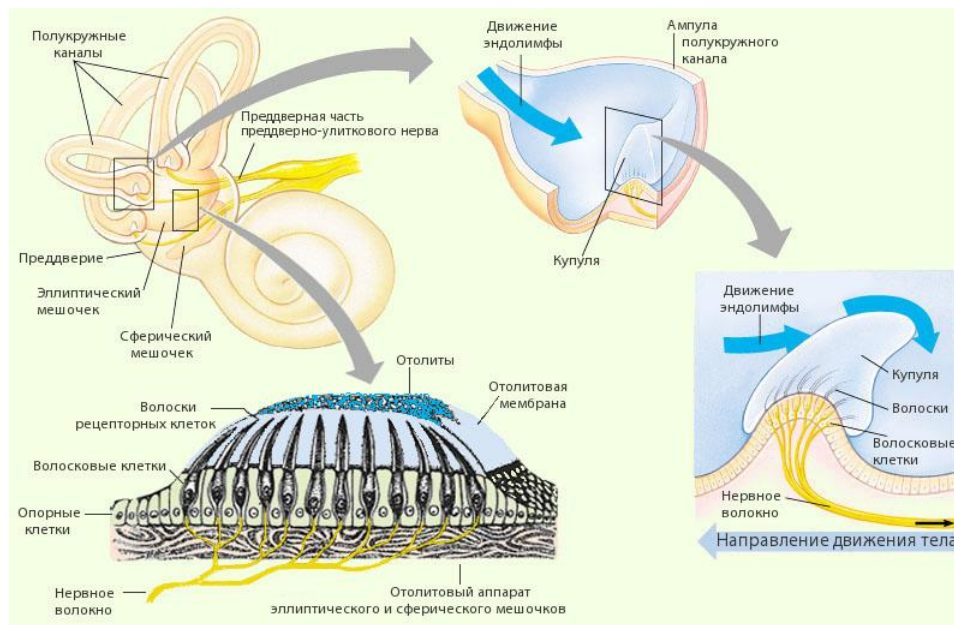


В каждом мешочке есть небольшие возвышения - **макулы** (пятна), в них находится **отолитовый аппарат** - скопление рецепторных клеток, которые покрыты **отолитовой мембраной** - желеобразной массой с кристаллами кальция. **Купула** - желеобразная масса в полукружных каналах, не содержит отолиты.

Вестибулярные рецепторы

- Вторичночувствующие рецепторы,
- делятся на 2 типа: колбообразные, цилиндрические.
- на свободной поверхности клетки имеют волоски: **стереоцилии** - тонкие (60-80 на каждой клетке), **киноцилия** - один толстый и длинный находится на периферии пучка.
- Изменение положения головы и тела в пространстве → перемещение желеобразной массы → отклонение ресничек, погруженных в нее → служит адекватным стимулом для возбуждения рецепторов.
- Смещение волосков в сторону киноцилия вызывает возбуждающий эффект, в противоположную — тормозный.





Отолитовый аппарат преддверия воспринимает прямолинейное движение, ускорение или замедление, наклоны головы и тела в сторону, а также тряску и качку.

Раздражители рецепторов полукружных каналов - вращательные движения вокруг своей оси, их угловое ускорение или замедление.



Проводящие пути и центры вестибулярного анализатора

рецепторные клетки



вестибулярный ганглий



вестибулярный нерв



вестибулярные ядра продолговатого мозга



таламические ядра, мозжечок, ядра глазодвигательных мышц, вестибулярные ядра противоположной стороны, мотонейроны шейного отдела спинного мозга, через вестибулоспинальный тракт — к мотонейронам мышц-разгибателей, к ретикулярной формации, гипоталамусу.



- **автоматический контроль равновесия тела** (без участия сознания).
- За **сознательный анализ** положения тела в пространстве отвечают таламокортикальные проекции, которые заканчиваются в задней постцентральной извилине коры больших полушарий. - Через вестибуло-мозжечково-таламический тракт в моторную кору кпереди от центральной извилины поступает информация о поддержании тонических реакций, связанных с оценкой позы тела.

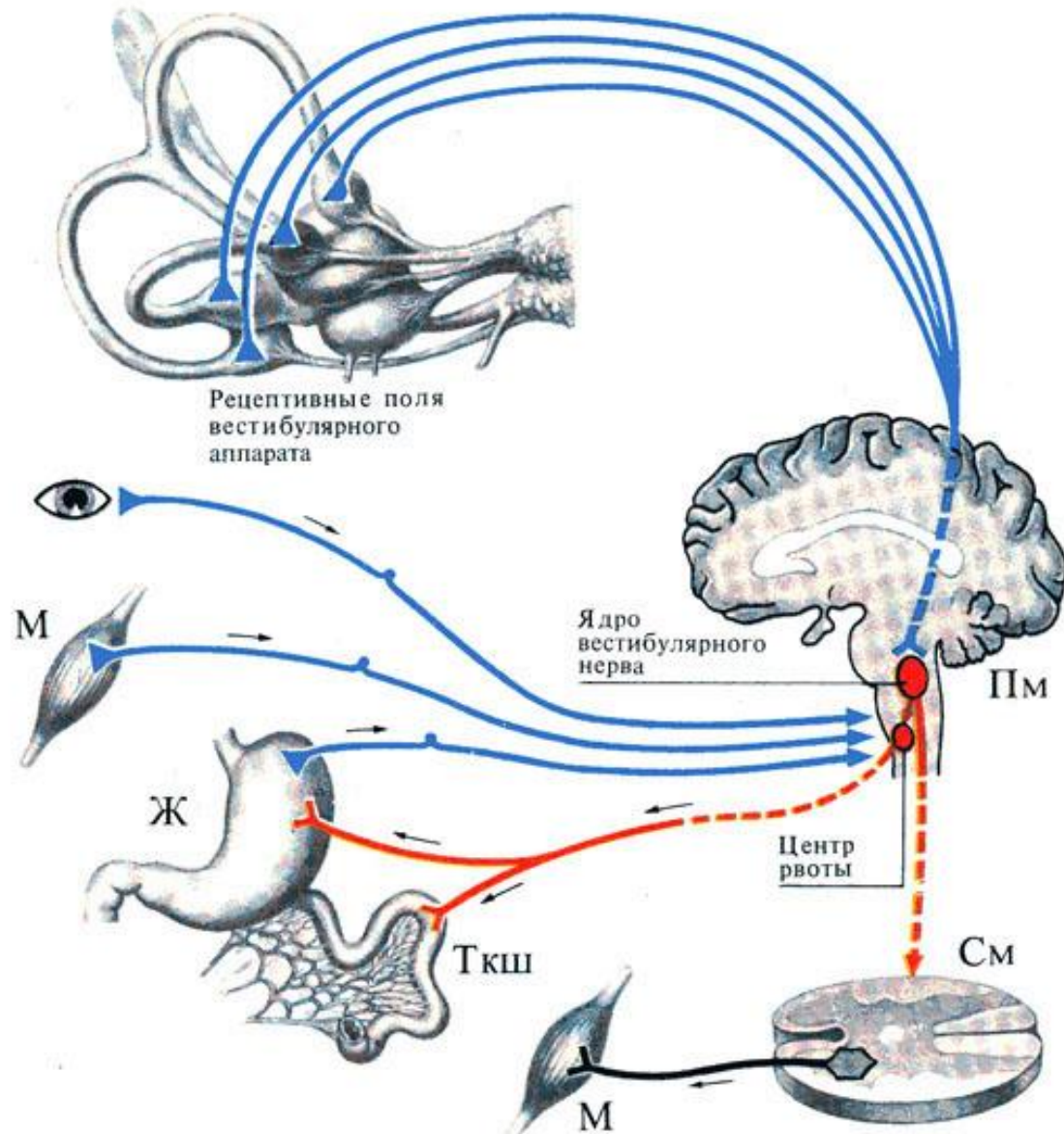
Чувствительность вестибулярного анализатора

- Неодинакова для различных видов движений.
- При прямолинейном движении порог различения ускорения - 2-20 см/с,
 - для углового ускорения порог различения вращения – 2-3 градуса/с.
- Порог различения наклона головы в сторону - около 1 градуса, вперед-назад — около 1,5-2 градусов.
- При вибрации, качке, тряске → снижение чувствительности вестибулярного аппарата.

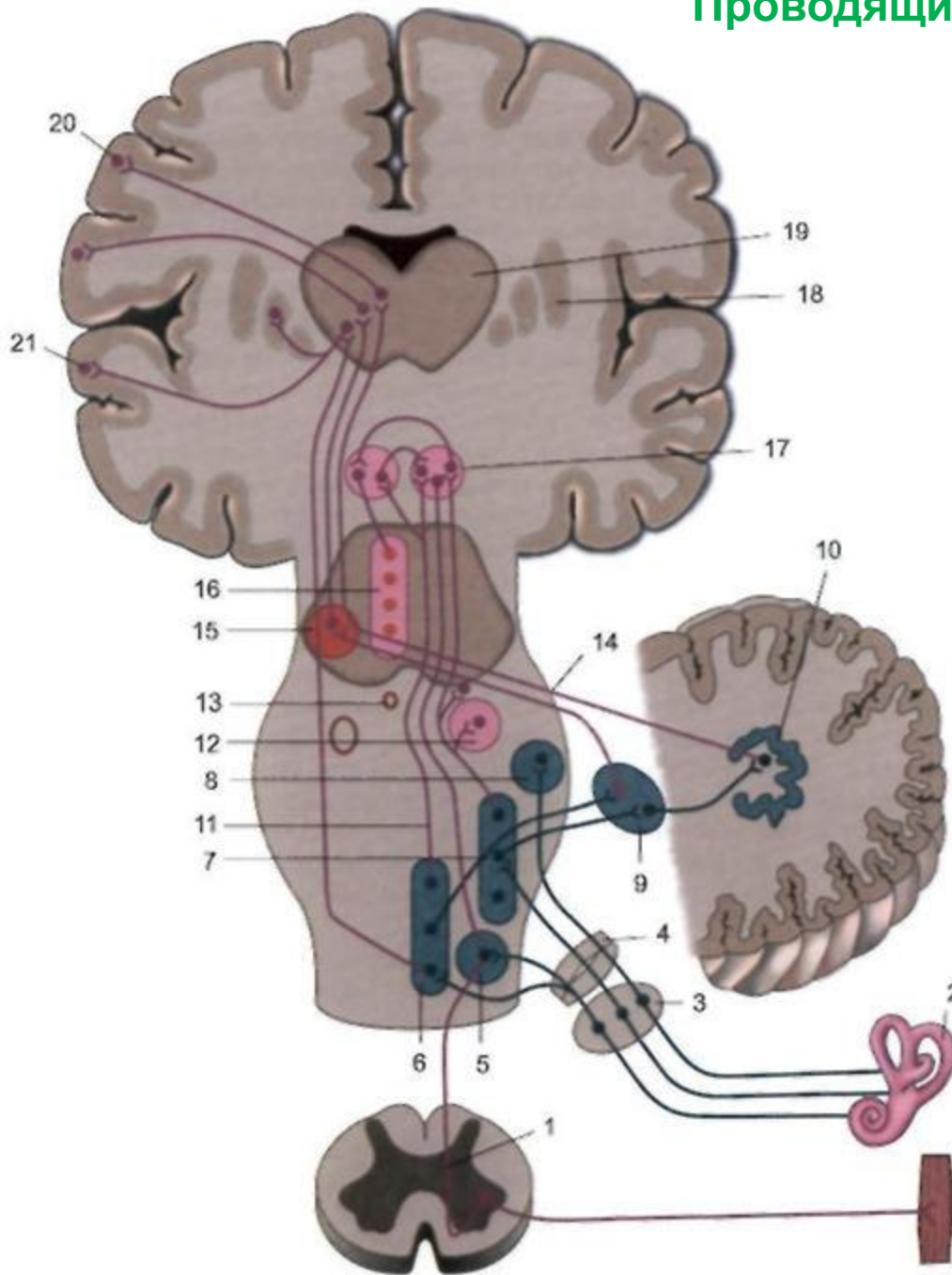
- Сильные и длительные нагрузки на вестибулярный аппарат вызывают у некоторых людей «**болезнь движения, или морскую болезнь**»: изменения сердечного ритма, тонуса сосудов, усиление моторики желудочно-кишечного тракта, саливация, тошнота, рвота.

- Важный показатель состояния вестибулярной системы - **вестибулоглазодвигательный рефлекс (глазной нистагм)**. Проявляется в ритмическом медленном движении глаз в сторону, противоположную вращению, и быстром, скачкообразном движении глаз в обратном направлении. Нистагм появляется после вращения, он дает возможность обзора пространства в условиях перемещения тела.

Афферентные и эфферентные связи вестибулярного аппарата



Проводящие пути импульсов вестибулярной чувствительности



- 1 — преддверно-спинномозговой путь;
- 2 — полукружные протоки;
- 3 — преддверный узел;
- 4 — преддверный корешок;
- 5 — нижнее вестибулярное ядро;
- 6 — медиальное вестибулярное ядро;
- 7 — латеральное вестибулярное ядро;
- 8 — верхнее вестибулярное ядро;
- 9 — ядро шатра мозжечка;
- 10 — зубчатое ядро мозжечка;
- 11 — медиальный продольный пучок;
- 12 — ядро отводящего нерва;
- 13 — ретикулярная формация;
- 14 — верхняя мозжечковая ножка;
- 15 — красное ядро;
- 16 — ядро глазодвигательного нерва;
- 17 — ядро Даркшевича;
- 18 — чечевицеобразное ядро;
- 19 — таламус;
- 20 — кора теменной доли;
- 21 — кора височной доли большого полушария мозга.

Физиология обоняния



Обонятельный анализатор



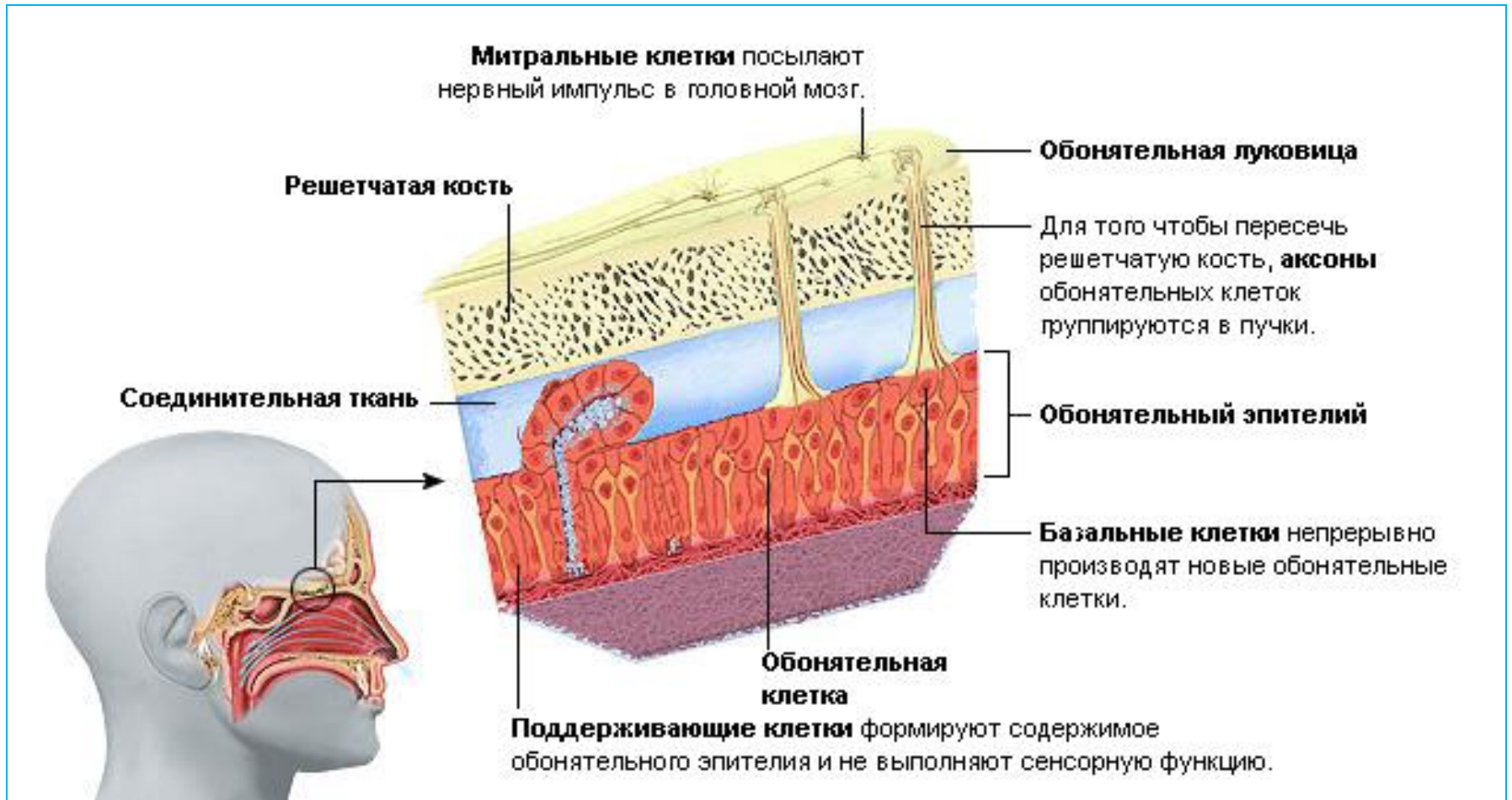
- восприятие и анализ пахучих веществ, химических раздражителей внешней среды, а также принимаемой пищи.
- ориентация в окружающем пространстве, проба пищи на съедобность,
- уход от опасности, отказ от вредных для человека вещества,
- животные обеспечивают половую ориентацию.



расположен в задней части верхнего носового хода

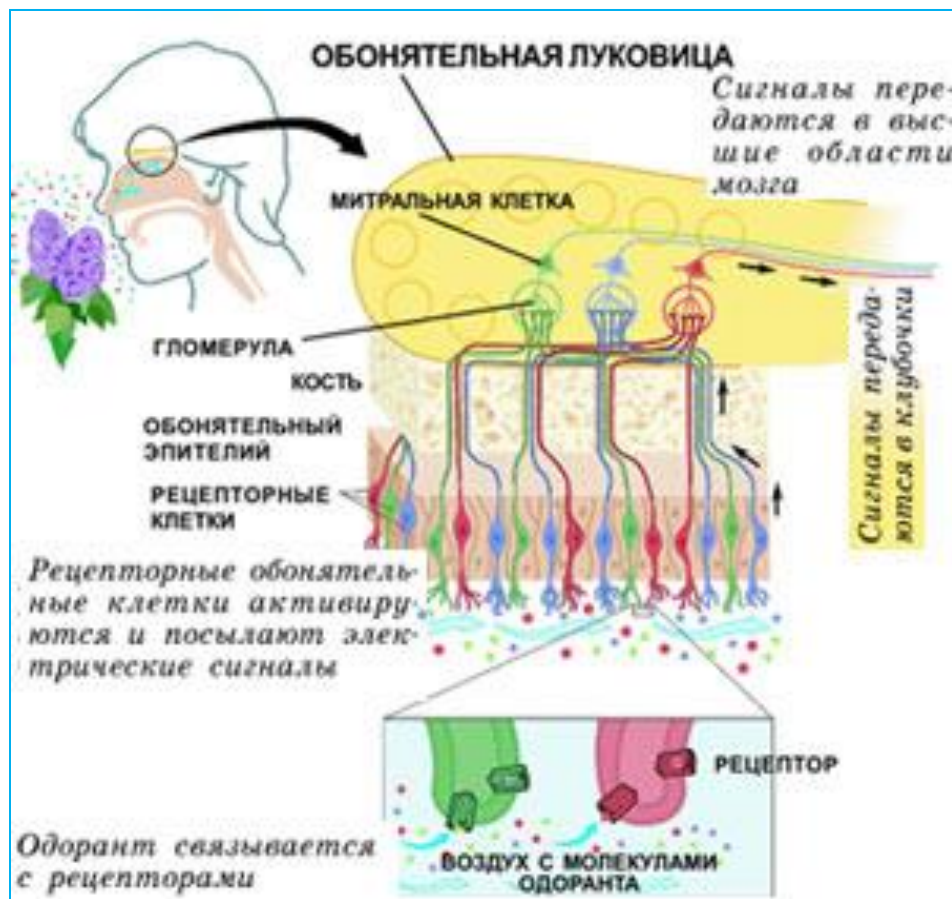
Рецепторные клетки: у человека -10 млн, у собаки - около 200 млн

Строение обонятельного анализатора



- Рецепторные клетки + опорные + базальные клетки.
- Обонятельный эпителий покрыт сверху слоем слизи.
- Обонятельные рецепторные клетки — *первичночувствующие*.

Механизм обонятельной рецепции



Движения ресничек рецепторов (в слизи) обеспечивают процесс захвата молекулы пахучего вещества и контакта с ним (*стереохимия пахучих веществ*).

молекула пахучего вещества → белки в мембране рецептора. Если форма молекулы пахучего вещества соответствует форме рецептора в мембране (как ключ к замку) → контакт с этим веществом → изменяется форма молекулы белка → открываются Na^+ каналы → деполяризация мембраны рецептора → потенциал действия нервного волокна.

Проводящие пути и центры обонятельного анализатора

рецепторные клетки



обонятельная луковица



обонятельный тракт



миндалины, гипоталамус (отвечает за эмоциональный компонент обонятельных ощущений), ретикулярная формация, орбито-фронтальная кора, препериформная кора и периформная доля, обонятельная луковица противоположной стороны.



Центральный отдел обонятельного анализатора - в передней части грушевидной доли в области извилины гиппокампа.

Пахучие вещества воспринимаются также свободными окончаниями волокон **тройничного нерва**, расположенными в слизистой носа.

Вещества с резким запахом (аммиак) воспринимаются окончаниями тройничного нерва и могут вызвать остановку дыхания или защитные рефлекс (чихание). Эти рефлекс замыкаются на уровне продолговатого мозга.

Многообразие запахов

Семь основных, или первичных, запахов:

- 1) камфароподобный,
- 2) цветочный,
- 3) мускусный,
- 4) мятный,
- 5) эфирный,
- 6) гнилостный,
- 7) острый.

Многообразие запахов связано со смешением первичных запахов.

Ольфактивные вещества, раздражающие только обонятельные рецепторы: запах гвоздики, лаванды, аниса, бензола, ксилола.

Смешанные вещества, которые раздражают и обонятельные клетки, и окончания тройничного нерва. Это запах камфары, эфира, хлороформа и др.

Адаптация к действию пахучего вещества происходит в течение 10 секунд или минут и зависит от продолжительности действия вещества, его концентрации и скорости потока воздуха (принюхивание).

Физиология вкуса

- контактный вид чувствительности.
- мультимодальное ощущение: химические раздражители воспринимаются в комплексе с термическими, механическими и обонятельными.
- 4 «первичных» вкусовых ощущения: *сладкое, кислое, соленое, горькое.*



- Самые низкие пороги вкусовой чувствительности — для горького вкуса.
- Адаптация к сладкому и соленому развивается быстрее, чем к горькому и кислому.

Рецепторы вкуса

Рецепторы вкуса — вкусовые клетки → во вкусовых почках или луковицах → во вкусовых сосочках языка и в виде отдельных включений (на задней стенке глотки, мягком небе, миндалинах, гортани, надгортаннике).

Типы рецепторов: 1) грибовидные (на всей поверхности языка),
2) желобоватые — поперек стенки языка, у его корня,
3) листовидные — вдоль задних краев языка.

-У человека насчитывают 2000 вкусовых почек, каждая из которых содержит 40-60 рецепторных клеток.



Механизм вкусовой рецепции

Вкусовое вещество,
расщепленное слюной до молекул

→ поры вкусовых луковиц

↓
контакт с рецепторным белком

↓
деполяризация мембраны

↓
выделяется медиатор (ацетилхолин,
серотонин и др.)

↓
потенциал действия, который передается по
волокну барабанной струны - веточки лицевого,
языкоглоточного и верхнегортанного нервов

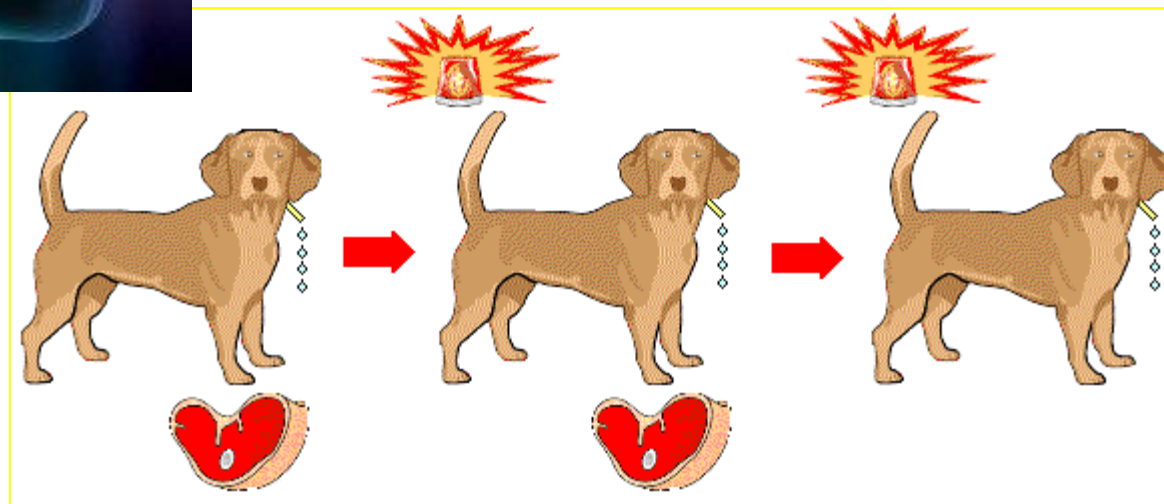
↑
медиальная петля

↑
продолговатый мозг ядро
солитарного нерва

↑
вентральные ядра зрительного бугра
и кора больших полушарий —
латеральная часть постцентральной
извилины и гиппокамп

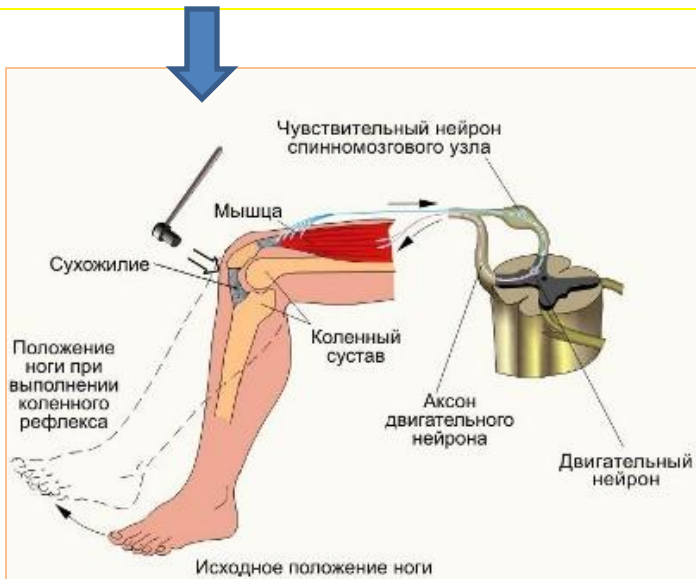
↑
Вкусовое ощущение зависит от
того, какие паттерны нервной
активности пришли

Высшая нервная деятельность



Высшая нервная деятельность — это совокупность безусловных и условных рефлексов, а также высших психических функций, которые обеспечивают адекватное поведение в изменяющихся природных и социальных условиях.

В процессе эволюции возникли наследственно закрепленные реакции (**безусловные рефлексы**), которые объединяют и согласовывают функции различных органов, проводят адаптацию организма.

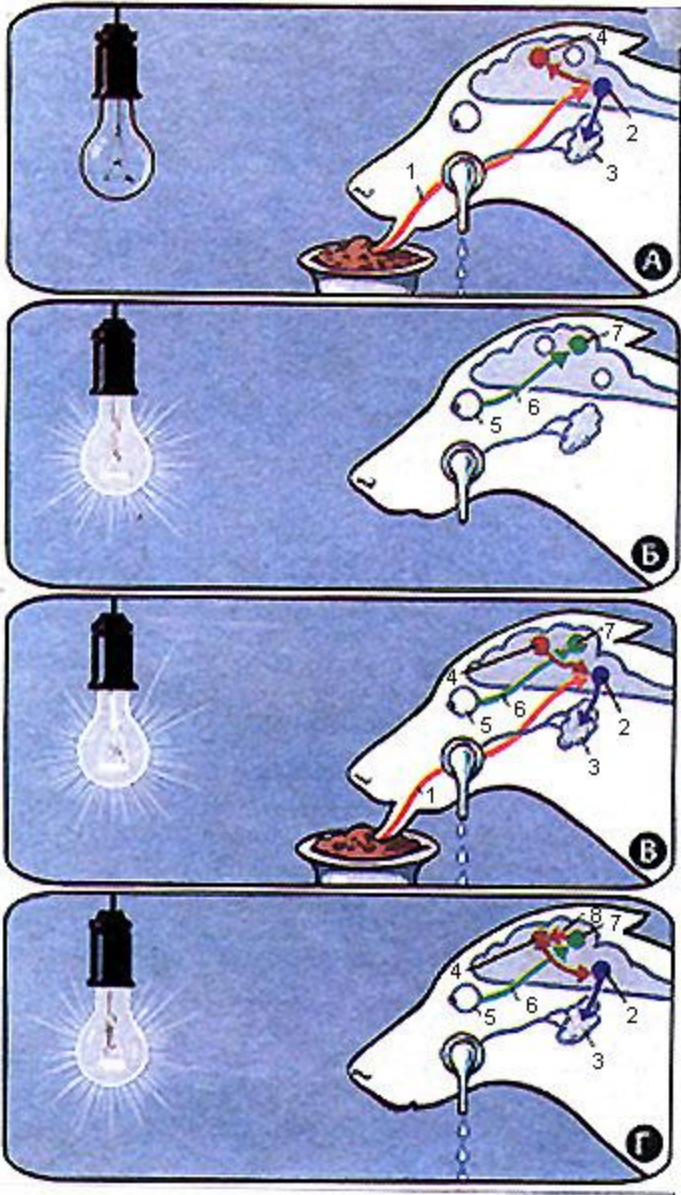


В основе дрессировки- условный рефлекс



У человека и высших животных в процессе индивидуальной жизни возникают качественно новые рефлекторные реакции, которые И.П.Павлов назвал **условными рефлексами**.

Высшая нервная деятельность



-ВНД обеспечивает сложные индивидуальные формы поведения в изменяющихся условиях жизни.

-ВНД реализуется за счет доминирующего влияния коры на все нижележащие структуры центральной нервной системы.

-Основные процессы, динамично сменяющие друг друга в ЦНС, - процессы возбуждения и торможения.

-Функциональной единицей ВНД является условный рефлекс.

Классификация рефлексов

Безусловные рефлексы

1. Врожденные, наследственно передающиеся реакции, большинство из них начинают функционировать сразу же после рождения.
2. Являются видовыми, т.е. свойственны всем представителям данного вида.
3. Постоянны и сохраняются в течение всей жизни.
4. Осуществляются за счет низших отделов ЦНС (подкорковые ядра, ствол мозга, спинной мозг).
5. Возникают в ответ на адекватные раздражения, действующие на определенное рецептивное поле.

Условные рефлексы

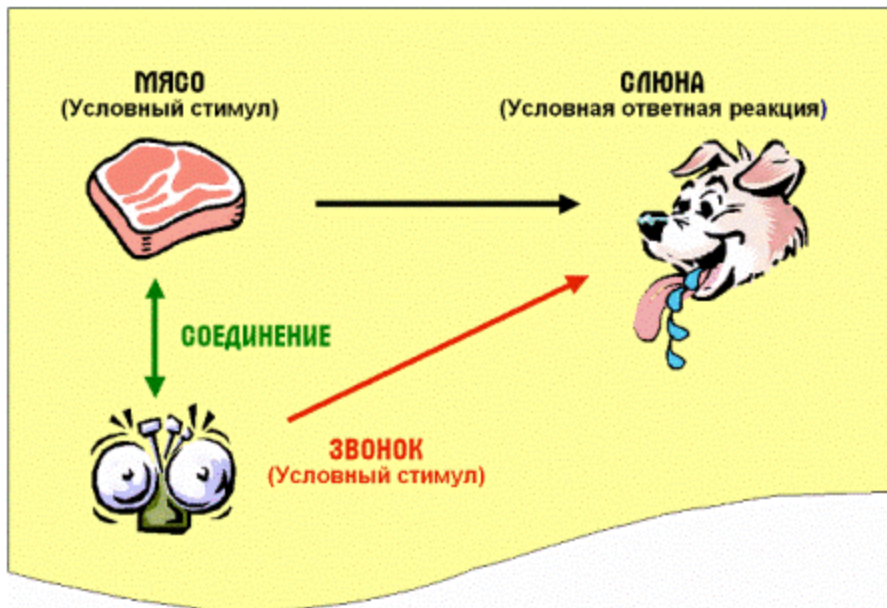
1. Реакции, приобретенные в процессе индивидуальной жизни.
2. Индивидуальные.
3. Непостоянны — могут возникать и исчезать.
4. Являются преимущественно функцией коры больших полушарий.
5. Возникают на любые раздражители, действующие на разные рецептивные поля.

Безусловные рефлексы могут быть простыми и сложными.

Сложные врожденные безусловно-рефлекторные реакции - **ИНСТИНКТЫ**.

Их характерной особенностью является цепной характер реакций.

Условный рефлекс — сложная многокомпонентная реакция, которая вырабатывается на базе безусловных рефлексов с использованием предшествующего индифферентного раздражителя. Он имеет сигнальный характер, и организм встречает воздействие безусловного раздражителя подготовленным.



Правила выработки условных рефлексов

1. наличие **2 раздражителей**, один из которых **безусловный** (пища, болевой раздражитель и др.), вызывающий безусловно-рефлекторную реакцию, а другой — **условный (сигнальный)**, сигнализирующий о предстоящем безусловном раздражении (свет, звук, вид пищи и т.д.);
2. **многократное сочетание** условного и безусловного раздражителей (хотя возможно образование условного рефлекса при их однократном сочетании);
3. **условный** раздражитель должен **предшествовать** действию **безусловного**;
4. в качестве **условного** раздражителя может быть использован любой раздражитель внешней или внутренней среды, который должен быть по возможности **индифферентным**, не вызывать оборонительной реакции, не обладать большой силой и способен привлекать внимание;
5. **безусловный** раздражитель должен быть **достаточно сильным**, в противном случае временная связь не сформируется;
6. возбуждение от безусловного раздражителя должно быть **более сильным**, чем от условного;
7. необходимо **устранить посторонние раздражители**, так как они могут вызывать торможение условного рефлекса;
8. животное, у которого вырабатывается условный рефлекс, **должно быть здоровым**;
9. при выработке условного рефлекса **должна быть выражена мотивация**, например, при выработке пищевого слюноотделительного рефлекса животное должно быть голодным, у сытого — этот рефлекс не вырабатывается.

Типы высшей нервной деятельности

На основании свойств нервных процессов И.П.Павлов разделил животных на группы по поведению. Эта классификация совпала с умозрительной классификацией типов людей (темпераментов), данной еще Гиппократом.

По критерию силы нервных процессов выделяют сильный и слабый типы.

Слабый тип: процессы возбуждения и торможения слабые.

Сильный тип нервной системы = **уравновешенный** + **неуравновешенный**.

Уравновешенный тип: процессы возбуждения и торможения сбалансированы, важна быстрота смены процессов возбуждения и торможения → различают **подвижный** и **инертный** типы ВНД.

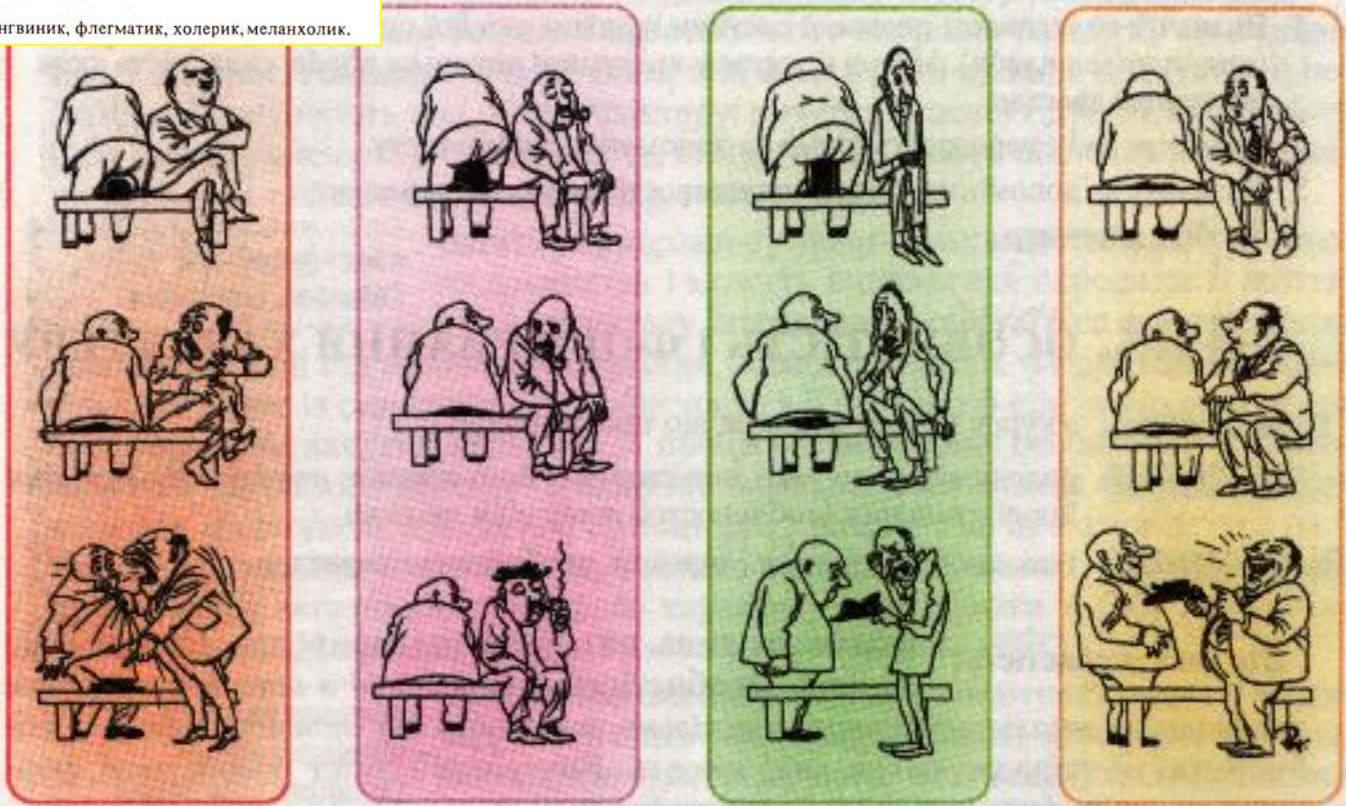


Примечание. Типологическая классификация Гиппократа: сангвиник, флегматик, холерик, меланхолик.

Типы ВНД



Примечание. Типологическая классификация Гиппократа: сангвиник, флегматик, холерик, меланхолик.



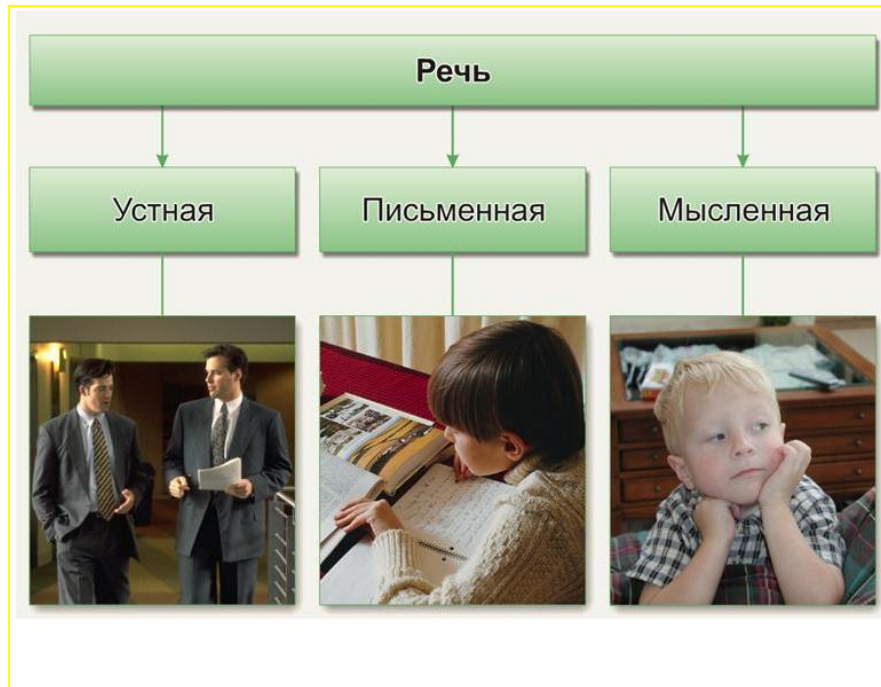
Первая и вторая сигнальные системы

Первая сигнальная система — это зрительные, слуховые и другие чувственные сигналы, из которых строятся образы внешнего мира.

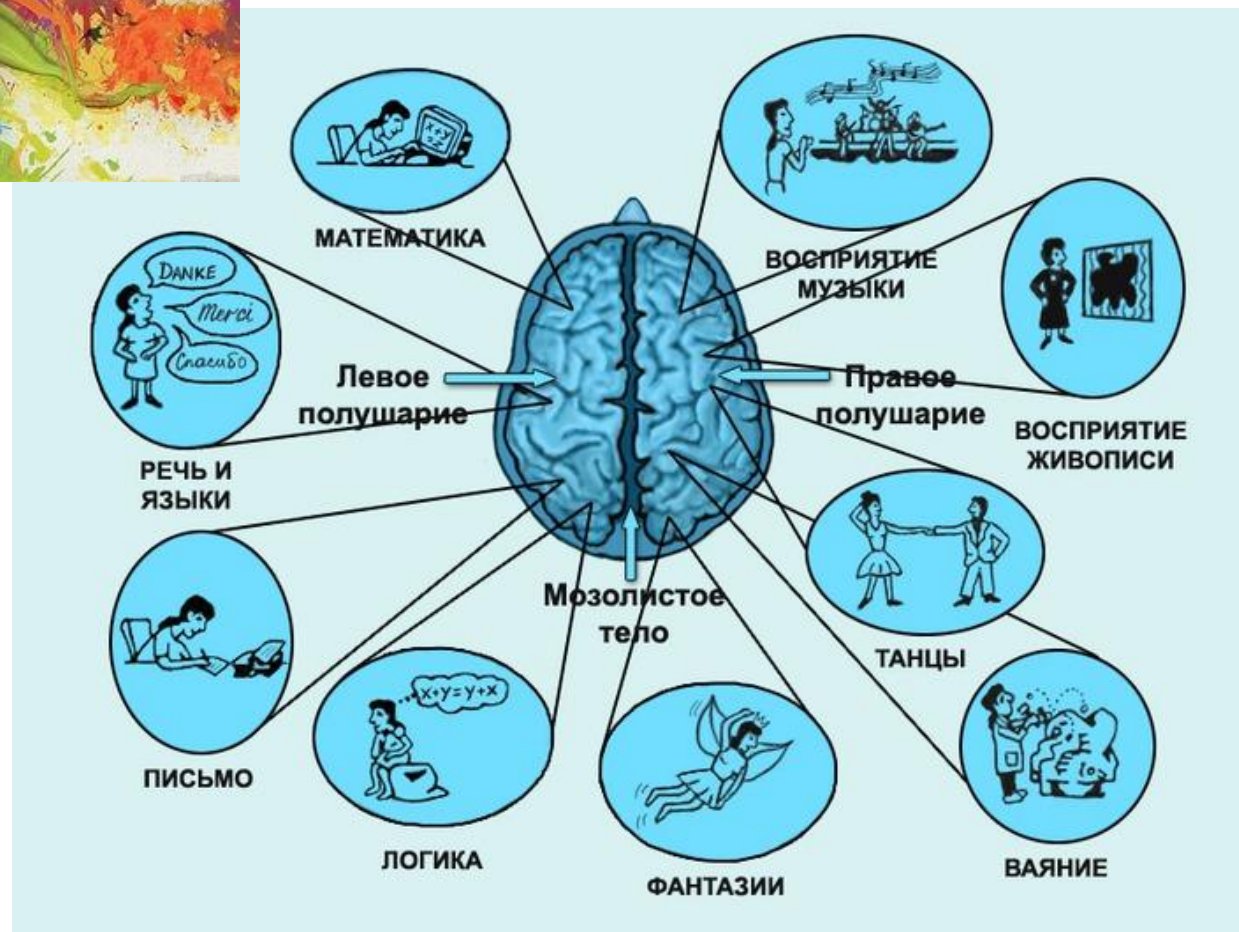
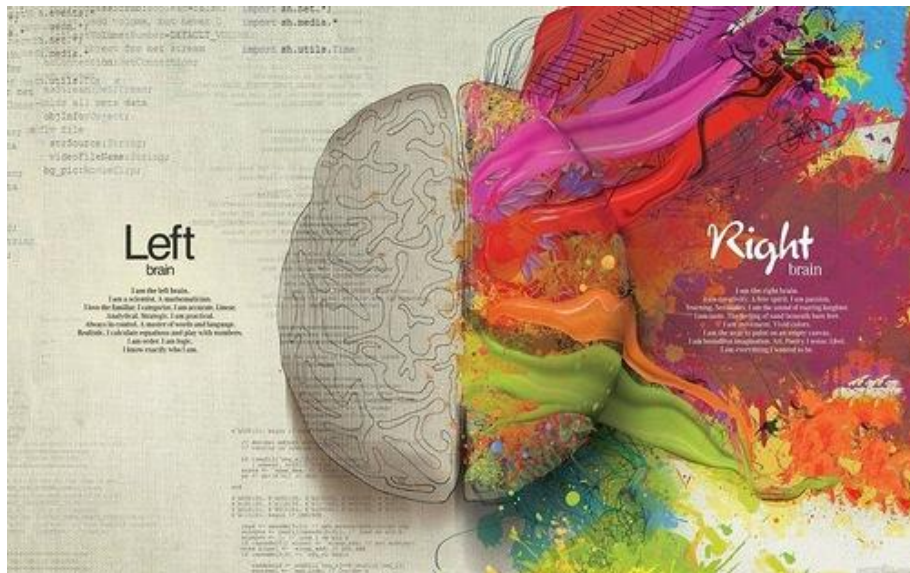
Только у человека в процессе трудовой деятельности и социальной жизни развивается **вторая сигнальная система** — словесная, в которой слово в качестве условного раздражителя, знака, не имеющего реального физического содержания.

Слово - символ предметов и явлений материального мира - становится сильным стимулом.

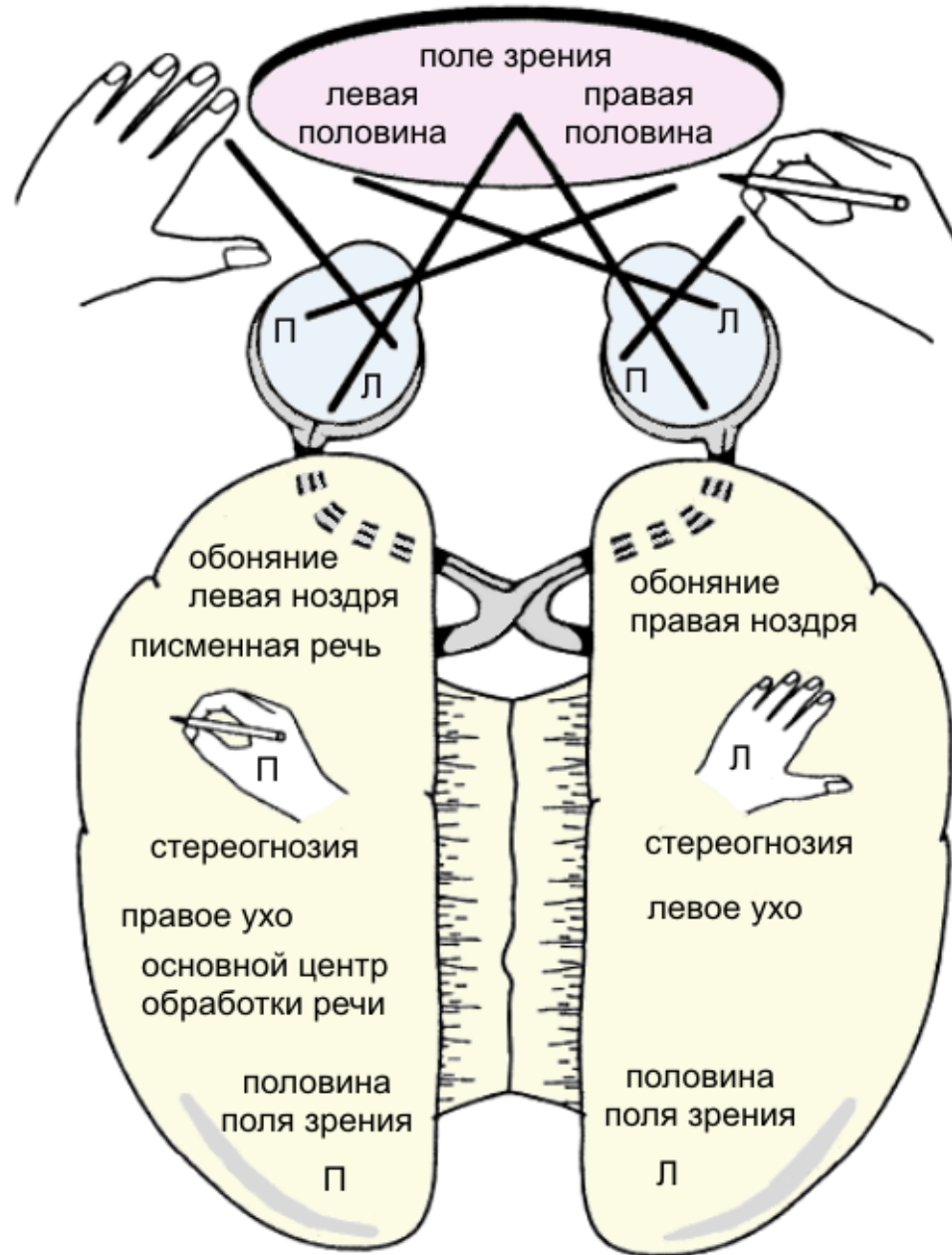
Слова — слышимые, произносимые (вслух или про себя) и видимые (при чтении и письме).



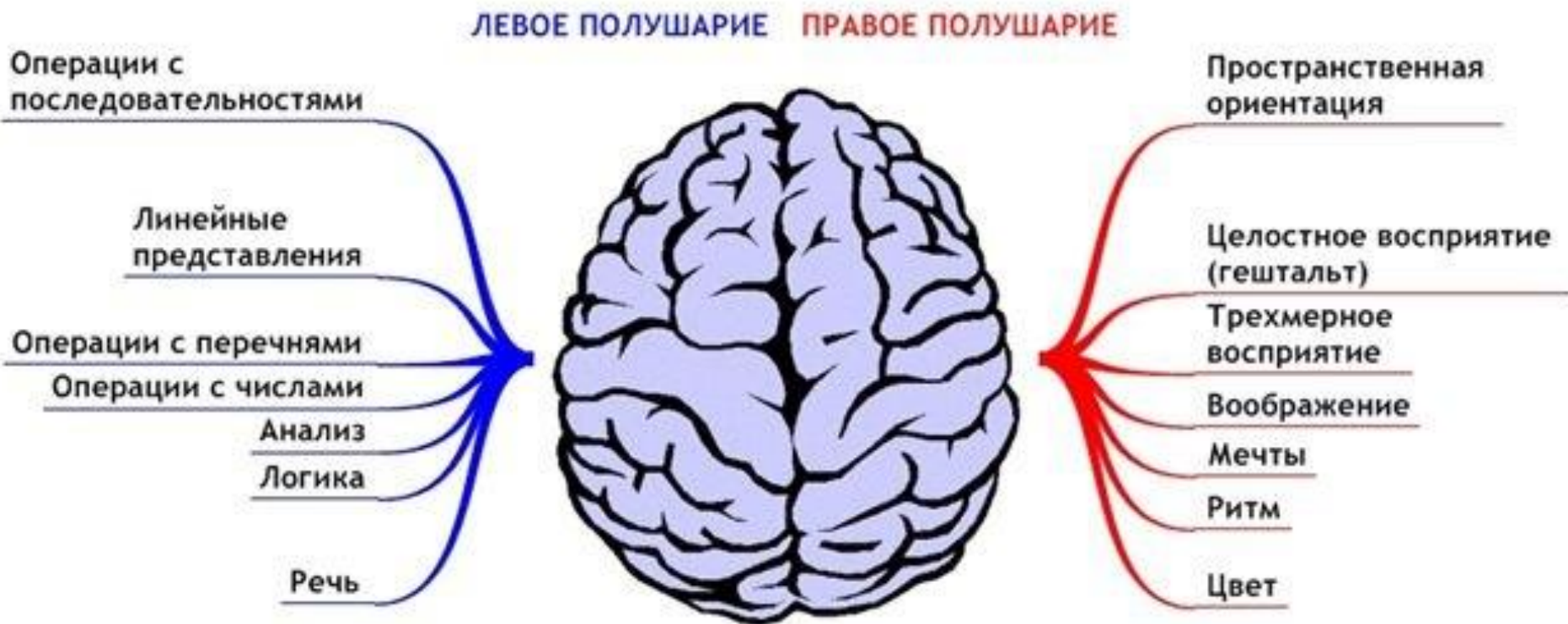
Функциональная асимметрия мозга



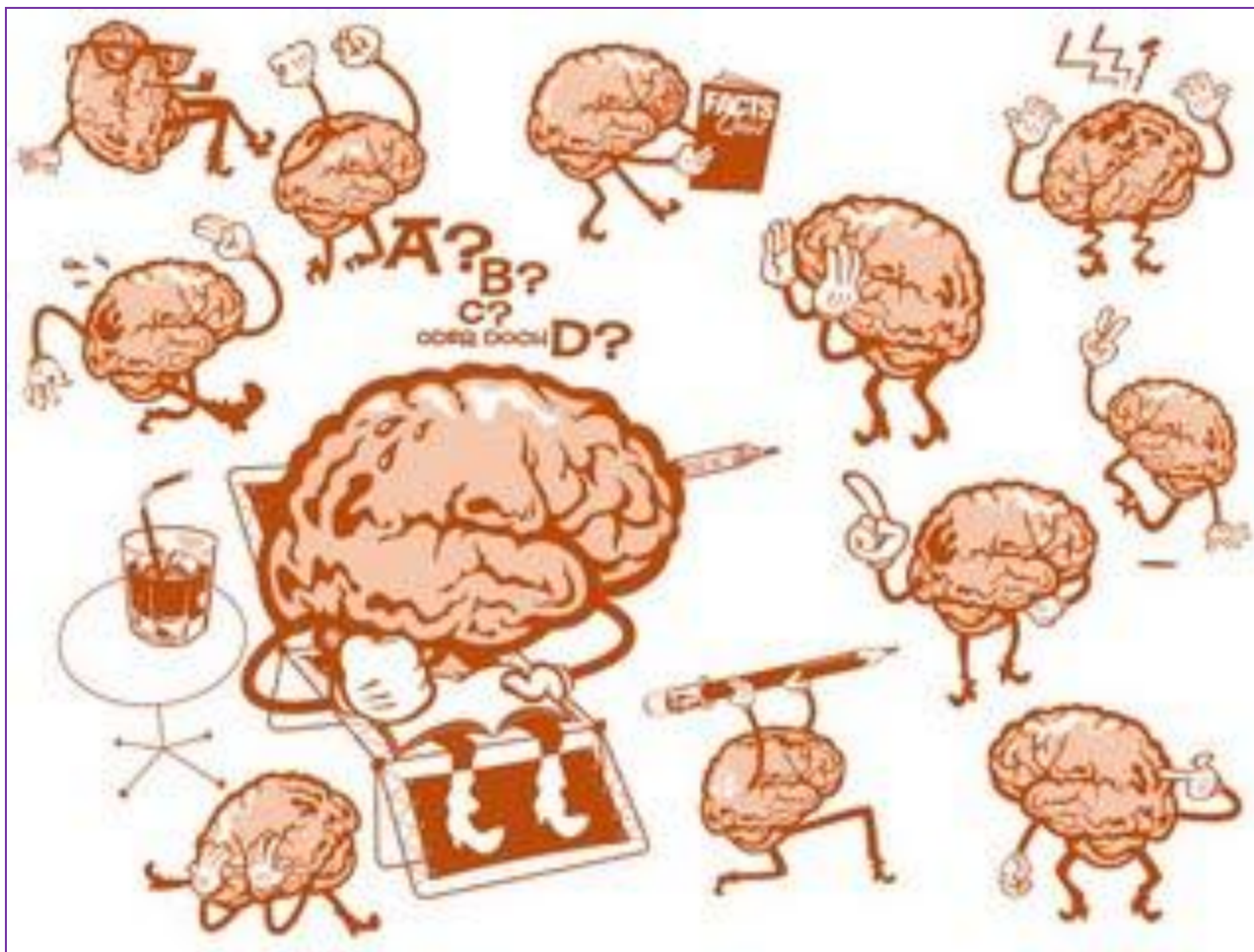
Функциональная асимметрия мозга



Функции полушарий головного мозга



Память



Память

-Память — одно из основных свойств ЦНС, выражающееся в способности на короткое или длительное время сохранять информацию (отпечатки, следы) о событиях внешнего мира и реакциях организма.

- Память = запоминание + хранение + воспроизведение информации.

Процесс запечатления в ЦНС
поступающей информации

```
graph TD; A[Процесс запечатления в ЦНС поступающей информации] --> B[произвольный]; A --> C[непроизвольный]; B --> D[более эффективное запечатление];
```

произвольный

непроизвольный

более эффективное
запечатление

-Стимулы, имеющие большое биологическое и социальное значение, фиксируются значительно эффективнее независимо от их физической силы.

-Сохранение следов является центральным звеном в системе памяти.

-В процессе накопления и хранения приобретенной информации в ЦНС происходит ее сложная переработка.

Виды памяти

1. наследуемая (генетическая),
2. ненаследуемая (индивидуальная),
3. образная (которая воспроизводит образ объекта),
4. эмоциональная (когда ситуация вызывает эмоции, характерные для происходивших ранее событий),
5. словесно-логическая (свойственна только человеку).

По времени сохранения информации:

1. Непосредственный отпечаток сенсорной информации (сенсорная память) – 1-500 мс,
2. Кратковременная память – несколько секунд-минуты,
3. Долговременная память.

Моторная

образная

словесно-
логическая

эмоциональная



1. Сенсорная память

- Удерживает следы не более 500 мс.
- Не зависит от воли человека и не может сознательно контролироваться,
- Зависит от функционального состояния организма.
- Время сохранения образа внешнего мира неодинаково для разных органов чувств (длительно сохраняются зрительные образы).

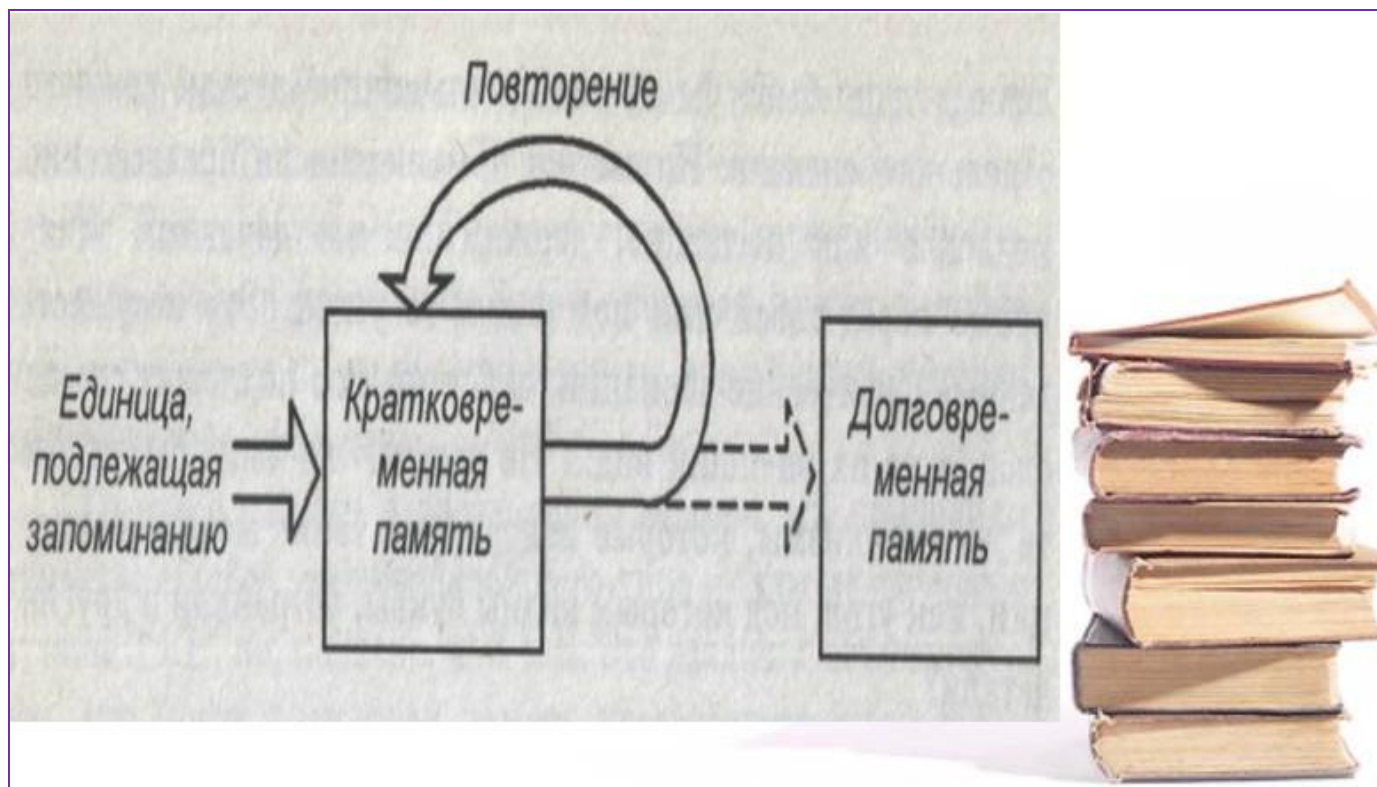


- Отпечаток сенсорной информации - начальный этап переработки поступивших сигналов.
- Количество сенсорной информации избыточно и высший аппарат анализа информации определяет и использует лишь наиболее важную ее часть.



2. Кратковременная память

- обеспечивает удержание ограниченной части поступившей информации, позволяет воспроизводить часть информации и некоторое время использовать определенное количество информации.

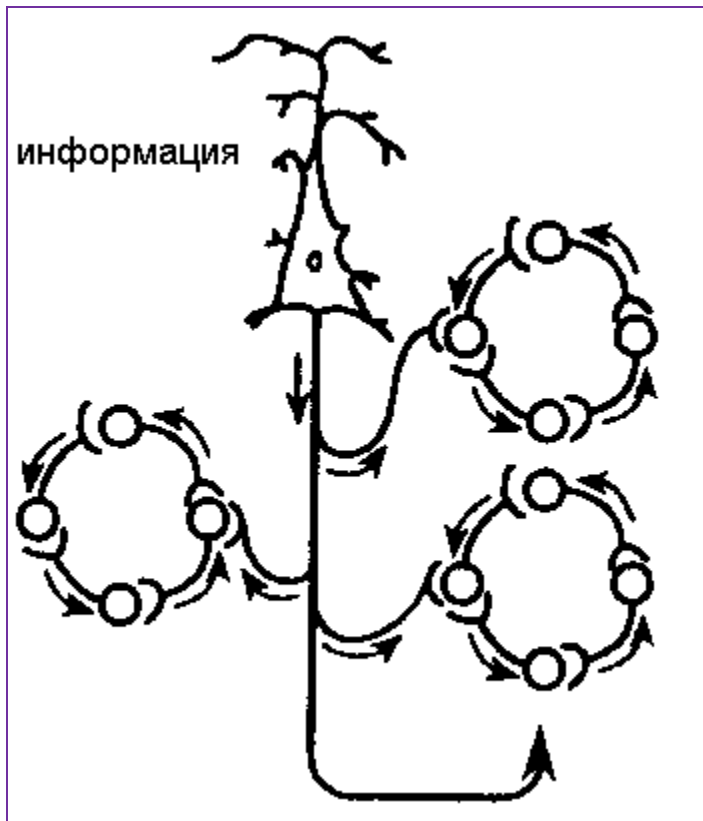


3. Долговременная память

- позволяет сохранять информацию неограниченное время и имеет практически неограниченный объем, сохраняет огромное количество информации без искажения.
- Информация при необходимости может легко воспроизводиться (извлечении информации из памяти).
- Воспроизведение, как и запоминание: произвольное и произвольное.
Произвольное воспроизведение имеет избирательный характер и является активным процессом, требующим включения внимания, а иногда и значительных умственных усилий.
- **Забывание** - невозможность воспроизведения приобретенной информации, которая, тем не менее, при определенных обстоятельствах может воспроизводиться.



Механизм кратковременной памяти



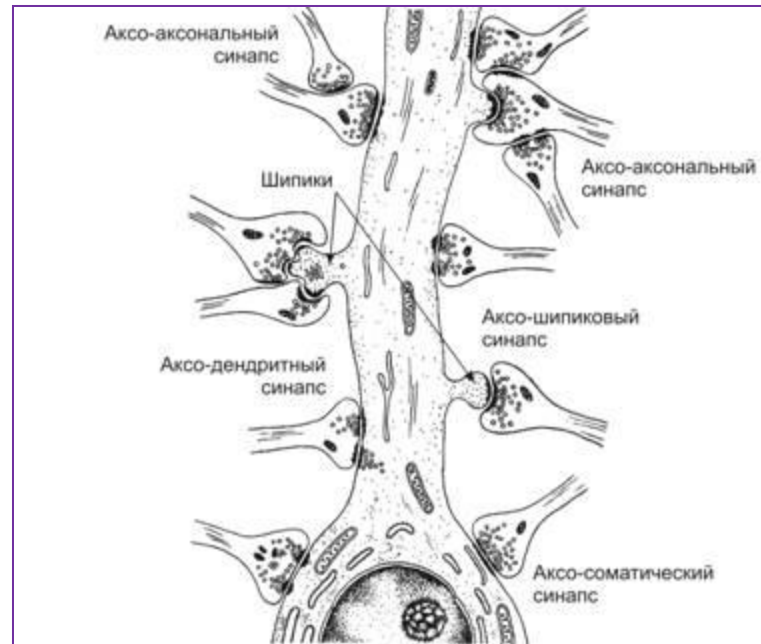
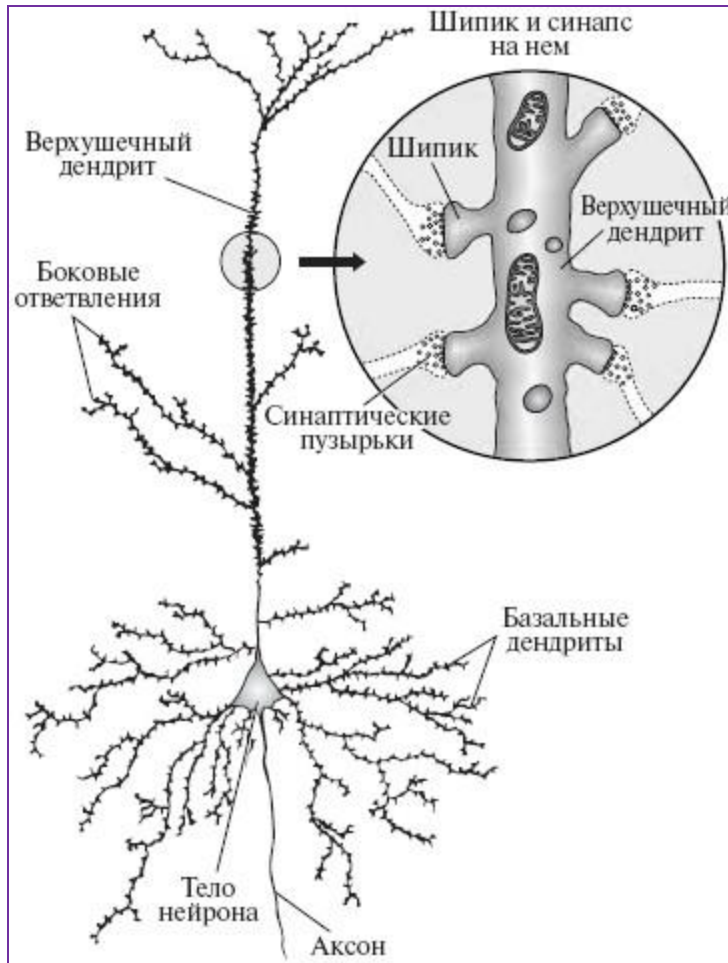
Реверберация - циркуляция возбуждения по кольцевым связям.

Если импульсация будет повторно поступать к тем же нейронам, то возникает закрепление следов этих процессов в памяти.

Отсутствие повторной импульсации или приход тормозного импульса к одному из нейронов цепочки приводит к прекращению реверберации, т.е. к **забыванию**.

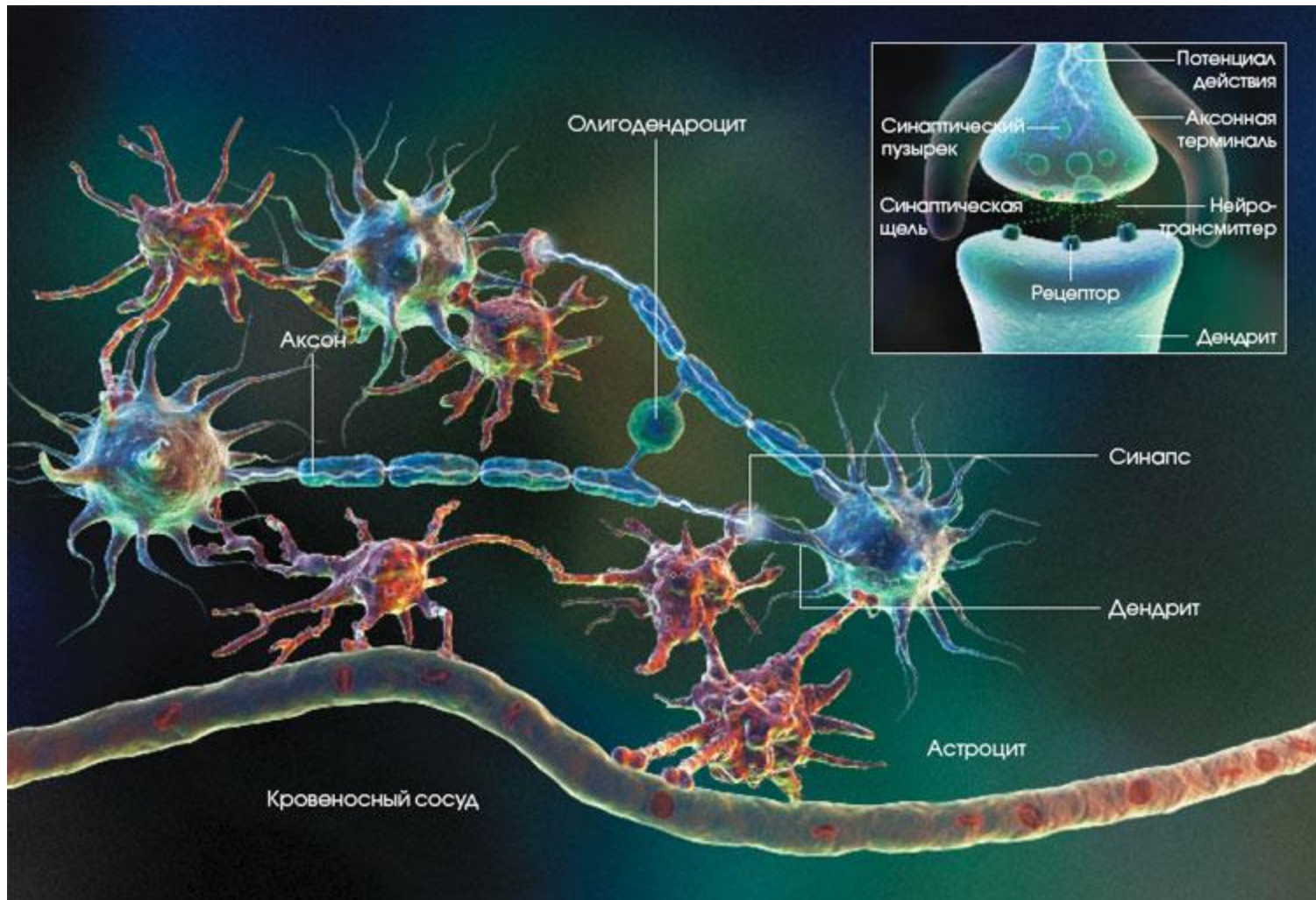
Механизмы долговременной памяти

1. Анатомическая теория: запоминание и хранение информации - за счет образования новых терминальных волокон, изменения их размеров, развития шипикового аппарата на дендритах нейронов.



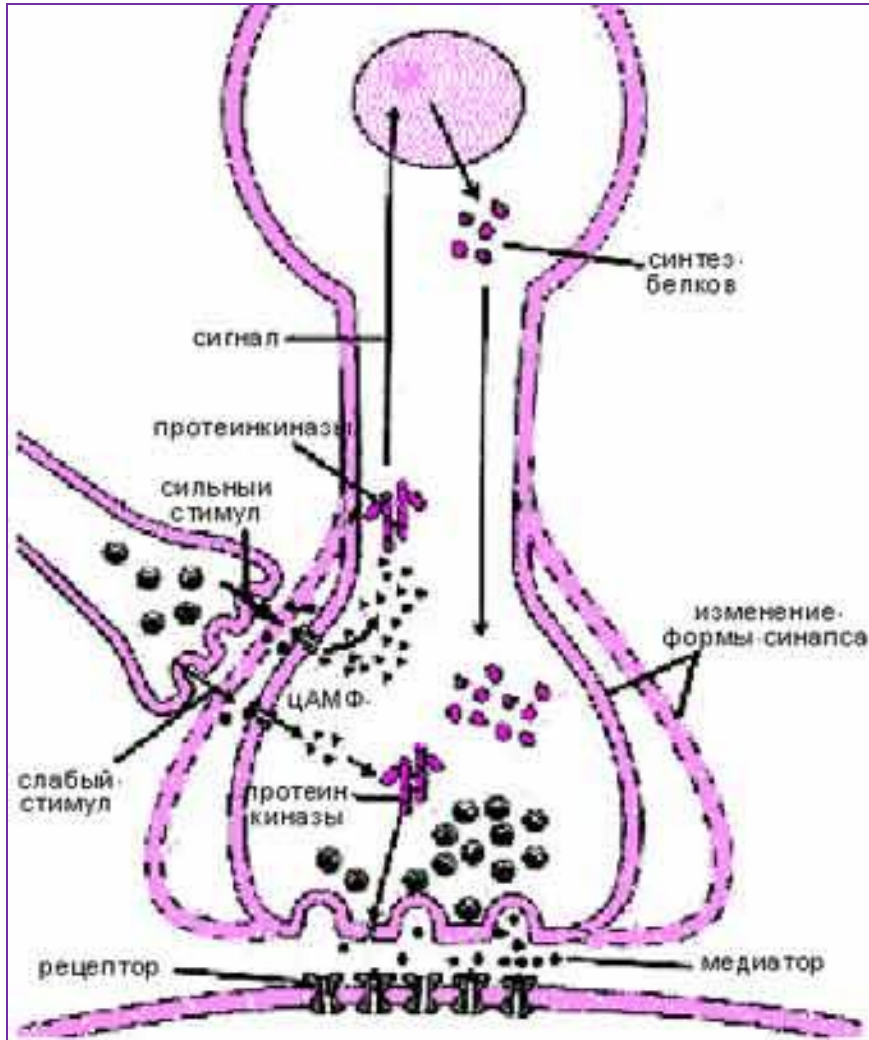
Механизмы долговременной памяти

2. Глиальная теория: изменения глиальных клеток, которые окружают нейроны и могут синтезировать особые вещества, облегчающие синаптическую передачу или повышающие возбудимость соответствующих нейронов.



Механизмы долговременной памяти

3. **Биохимическая теория**: происходит активация ферментативных процессов (при образовании медиаторов или перестройке мембраны нейронов) → интенсификация белкового обмена.

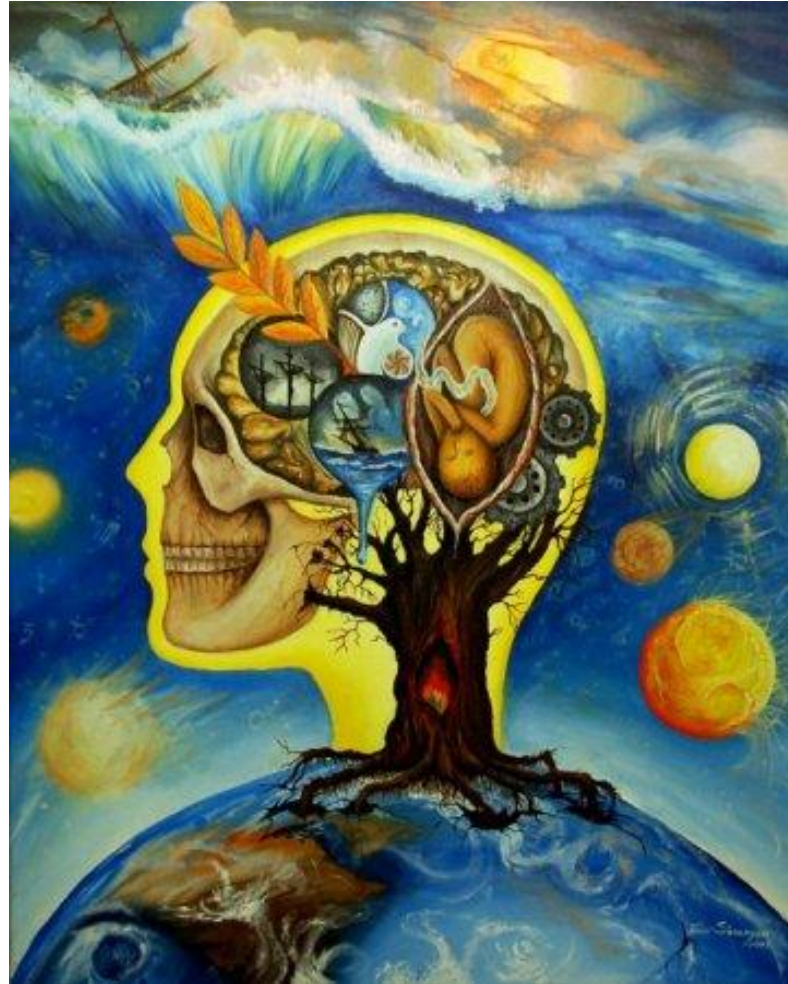


Для хранения и воспроизведения информации необходимы специфические белки.

Торможение синтеза белка → нарушение или прекращение формирования долговременной памяти.

В механизмах долговременной памяти участвуют молекулы ДНК и РНК нейронов головного мозга.

Эмоции



Эмоции

- **Эмоция** (от латинского *emovere* – волную, потрясаю) – одно из проявлений высшей нервной деятельности.
- Определяют отношение человека к окружающему миру и к самому себе.
- Эмоциональные состояния реализуются в определенных реакциях поведения.

Биологическое значение эмоций

Сигнальная функция

Сообщают о полезности / вредности воздействия, успешности / неуспешности действия

эмоциональное состояние мгновенно приводит к быстрой мобилизации всех систем организма

Регуляторная функция

формировании активности, направленной на усиление или прекращение действия раздражителей

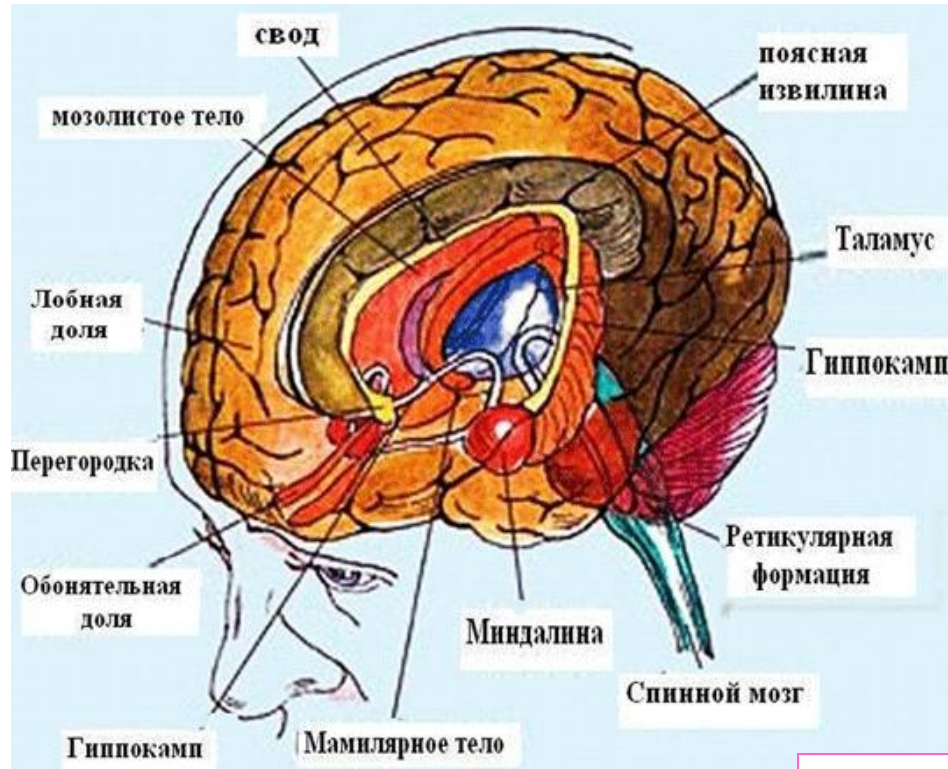
немедленная реакция на внезапное воздействие внешнего раздражения

Эмоциональное переживание дает общую качественную характеристику воздействию фактору, опережая его более полное, детальное восприятие.

Нервный субстрат эмоций –

Лимбическая система

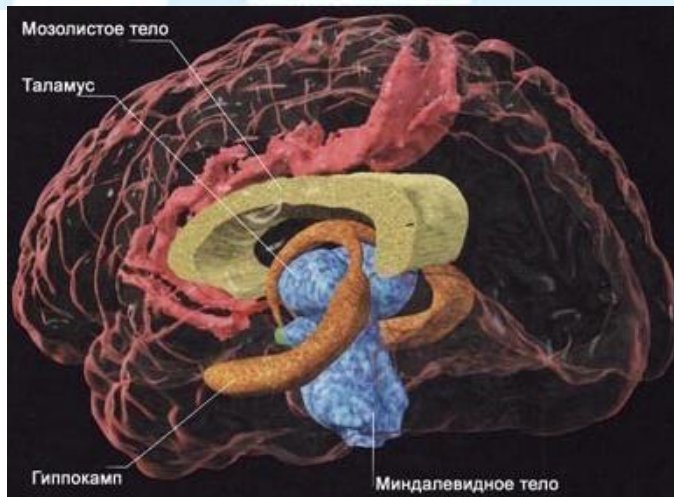
от лат. limbus — граница, край



Включает в себя:

1. обонятельную луковицу,
2. обонятельный тракт,
3. обонятельный треугольник,
4. переднее продырявленное вещество,
5. поясную извилину,
6. парагиппокампальную извилину,
7. зубчатая извилина,
8. гиппокамп,
9. миндалевидное тело,
10. гипоталамус,
11. сосцевидное тело (мамиллярное тело),
12. ретикулярную формацию среднего

мозга



Нервный субстрат эмоций – лимбико-гипоталамический комплекс

Теория
Джеймса Пейпеца

Возбуждение в гиппокампе

мамиллярные тела

передние ядра гипоталамуса
и поясная извилина

другие области коры

Если эмоции возникают
в коре, то в круг
поступают через
гиппокамп или
гипоталамус



тогда кора поясной извилины -
воспринимающая область для
эмоциональных ощущений

- Множественные связи **гипоталамуса** с разными структурами головного мозга → физиологическая и анатомическая основы для возникновения эмоций.
- **Кора** взаимодействует с другими структурами (особенно с гипоталамусом, лимбической и ретикулярной системами) → важная роль в субъективной оценке эмоциональных состояний.

Теории эмоций

Биологическая теория эмоций (П.К.Анохин): **положительные эмоции** возникают, если параметры полученного результата совпадают с параметрами предполагаемого результата → чувство удовлетворения, положительные эмоции.

Если параметры полученного результата не совпадают с запрограммированными, это сопровождается **отрицательными эмоциями**, что приводит к формированию нового акта поведения, который обеспечит получение желаемого результата.

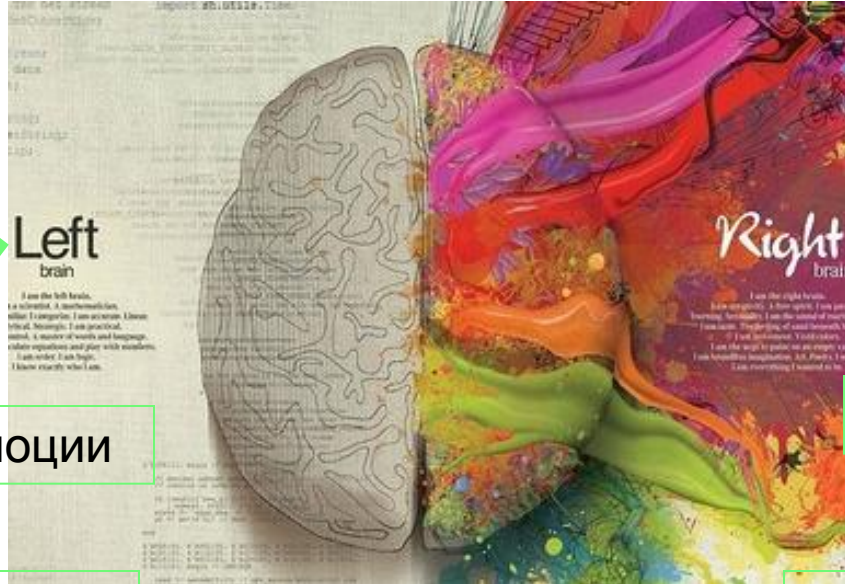


Структурная теория эмоций (Джеймс Пейпец): мозговой субстрат для эмоций - гипоталамус, передневентральное ядро таламуса, поясную извилину, гиппокамп и мамиллярные ядра гипоталамуса

Соматическая теория эмоций (Джемс и Ланге): «мы грустим, потому что плачем», «боимся, потому что дрожим».

Теория эмоций Кэннона-Барда: при восприятии событий, вызывающих эмоции, нервные импульсы → таламус, где возбуждение разделяется: часть идет в кору больших полушарий → субъективное переживание эмоций, а другая часть идет в гипоталамус → физиологические изменения в организме.

Функциональная асимметрия полушарий в эмоциональной сфере

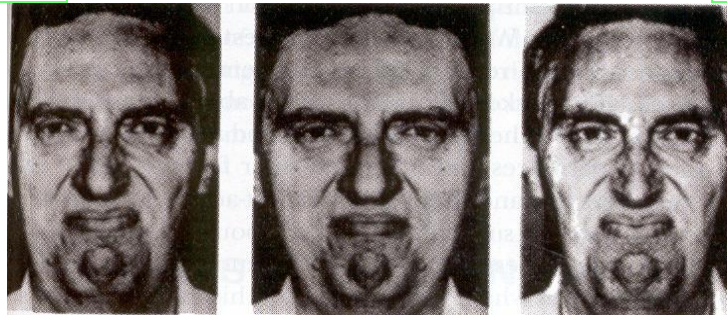


Положительные эмоции

Отрицательные эмоции

Правая половина лица
отражает больше
положительных эмоций

Левая половина лица
отражает больше
отрицательных эмоций



Связанная с правым полушарием **левая половина лица**
более выразительна, чем правая

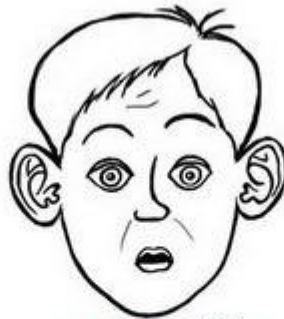
Примеры некоторых эмоций



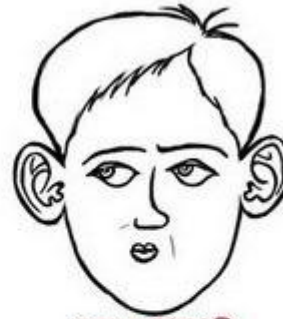
радость



счастье



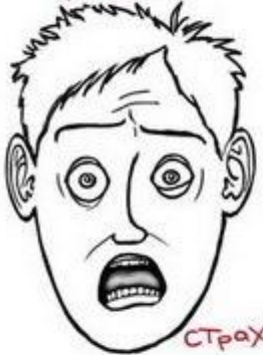
удивление



сомнение



угрюмость



страх



шок



недоверие



задумчивость



озарение



самодовольство



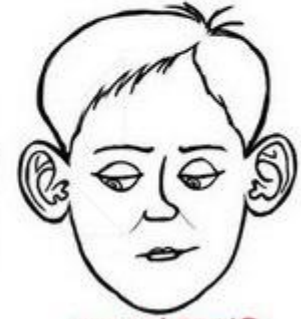
коварство



хитрость



решимость



смущение

Мотивации

Источник активности животного и человека – **потребности**.

Мотивации —
это побуждения к деятельности, связанные с удовлетворением потребностей

Биологические -
свойственны человеку и
животным

Социальные мотивации -
свойственны человеку и
частично животным

Духовные - свойственны только
человеку и связаны с
интеллектуальными потребностями



Причины возникновения мотиваций

Основная причина возникновения биологических мотиваций: отклонение основных констант внутренней среды организма.

Биологические мотивации формируются на основе биологических потребностей — голода, жажды, полового чувства и др.

Снижение уровня питательных веществ в крови



возбуждаются хеморецепторы



информация в латеральные ядра гипоталамуса (центр голода)



Возбуждение - в кору головного мозга



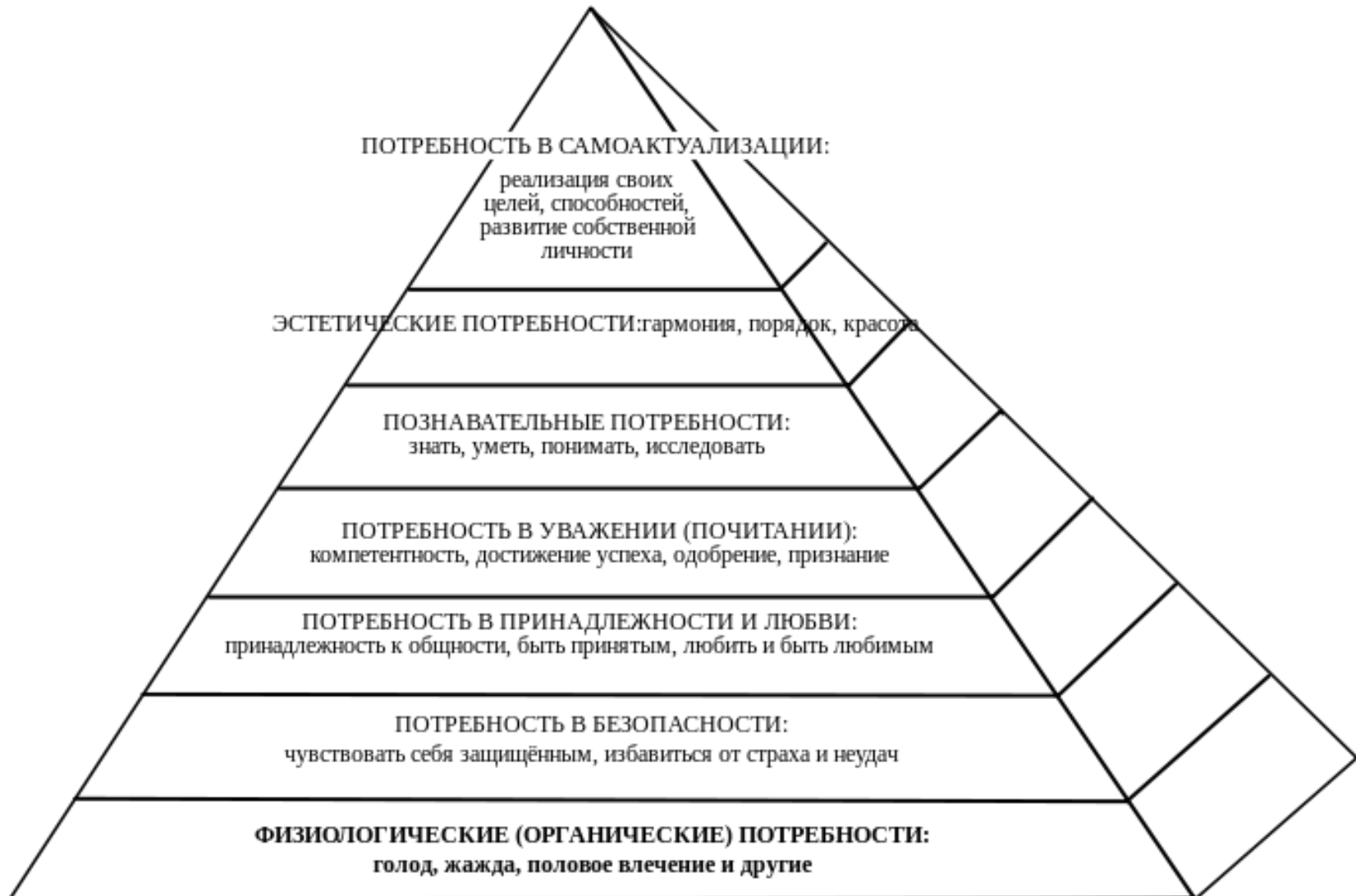
возникает чувство голода



формирование пищевого поведения

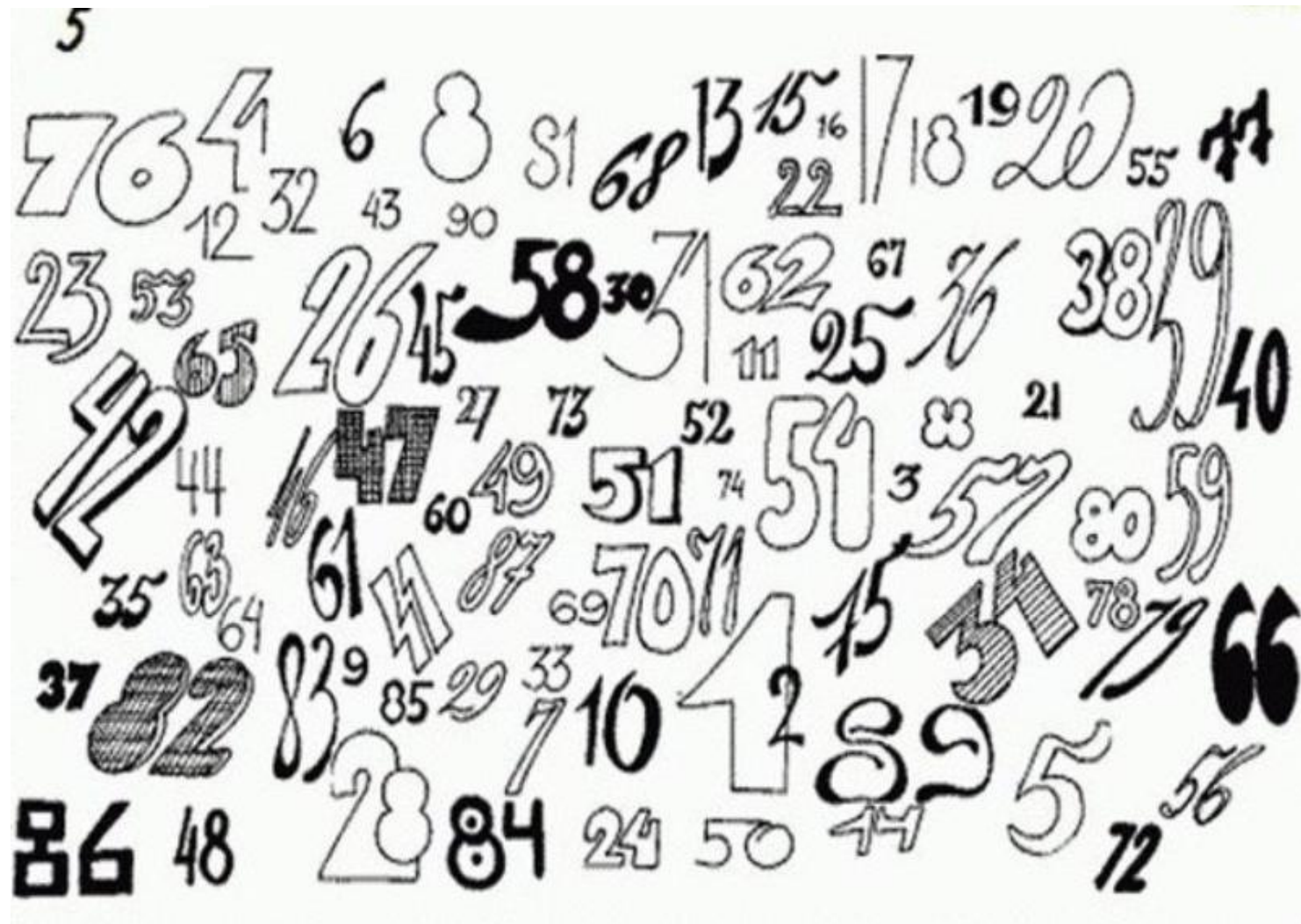
Пирамида потребностей (по А. Маслоу)

Потребность - внутреннее состояние психологического или функционального ощущения недостаточности чего-либо





Внимание



Внимание

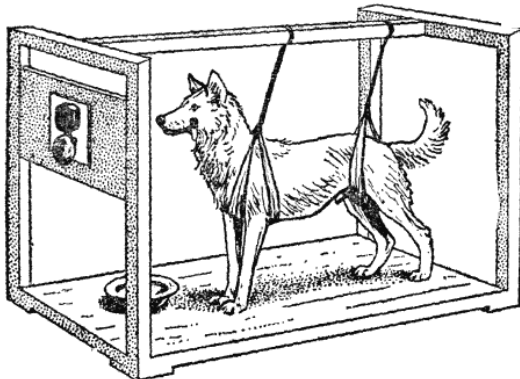
— это сосредоточенность психической деятельности на определенном объекте.

С помощью внимания обеспечивается **отбор** необходимой информации. Во сне внимания не бывает.

Виды внимания

Непроизвольное

- Важно для адаптации.
- Ориентировочная реакция (рефлекс «что такое?»)



Произвольное

- Выбирает и удерживает цель

Рассеянное внимание часто возникает в состоянии сильного возбуждения

Ориентировочная реакция



1. Приводит к ориентации на новый раздражитель.
2. Неспецифична: реакция на стимулы разной природы. Но! Стимул должен быть **значимым** для организма.
3. Нет прямой зависимости «сила стимула – сила реакции». Если сильный стимул исчезнет вообще, то ориентировочная реакция будет все равно сильной.
4. Зависит от индивидуального опыта человека.
5. Характеристика: прекращение деятельности, поворот в сторону раздражителя.
6. Компоненты: изменение частоты сердечных сокращений, частоты дыхания, возникает кожно-гальваническая реакция (открываются потовые железы на коже), всегда расширяются сосуды головы и суживаются сосуды конечностей, активация электрической активности мозга.
7. Механизмы: кора больших полушарий, гиппокамп (нейроны новизны реагируют на новый стимул), ретикулярная формация (обеспечивают общую активацию) и таламус (обеспечивает избирательную активацию).

Произвольное внимание

Бдительность

Тоническое
внимание

Задние отделы
правого полушария,
таламус и
ретикулярная
формация,
норадреналиновые
проекции нейронов из
голубого пятна.

Ориентационное
внимание

Направление внимания
на значимый стимул,
ориентация во времени.
Чаще всего –
зрительное внимание.

Задние отделы правого
полушария, ориентация во
времени – задние отделы
левого полушария.
Медиатор – ацетилхолин.

Исполнительный
контроль

Выделяет
наиболее
значимый стимул
из множества

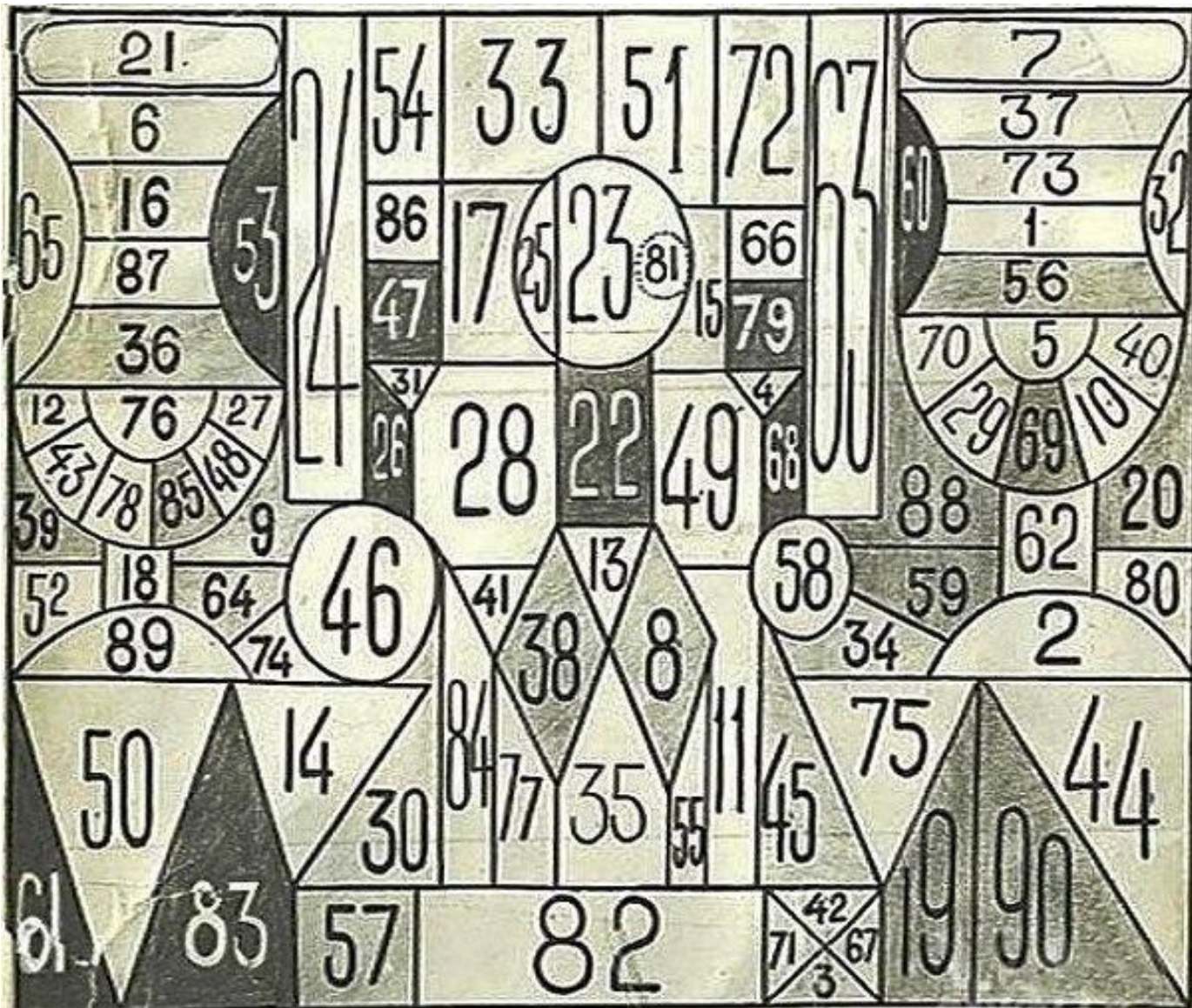
Круговая извилина,
фронтальная кора.
Медиатор – дофамин.

Объем внимания — количество объектов, которые могут быть одновременно и отчетливо восприняты за относительно короткий период времени.

Кроме объема, в этом задании проявилась и **избирательность внимания** — выбор из множества объектов только некоторых.

Если бы было дано задание запомнить и цифры, и фигуры, куда они вписаны, то внимание было бы организовано по-другому, но объема его также могло бы не хватить на выполнение задания полностью.

Следует по порядку найти числа от 1 до 90



Если Вы это делаете за:

5–10 мин, то у вас исключительная наблюдательность. 10–15 мин — хорошая. 15–20 мин — средняя.
20–25 мин — удовлетворительная, но удивительное терпение.

Сон



Сон — физиологическое состояние, характеризуется потерей активных психических связей субъекта с окружающим его миром.

Сон является жизненно необходимым для высших животных и человека. Длительное время считали, что сон - отдых для восстановления энергии клеток мозга после активного бодрствования.

Однако оказалось, что **активность мозга во время сна часто выше**, чем во время бодрствования. Активность нейронов ряда структур мозга во время сна существенно возрастает, т.е. **сон — это активный физиологический процесс.**

Рефлекторные реакции во время сна снижены.

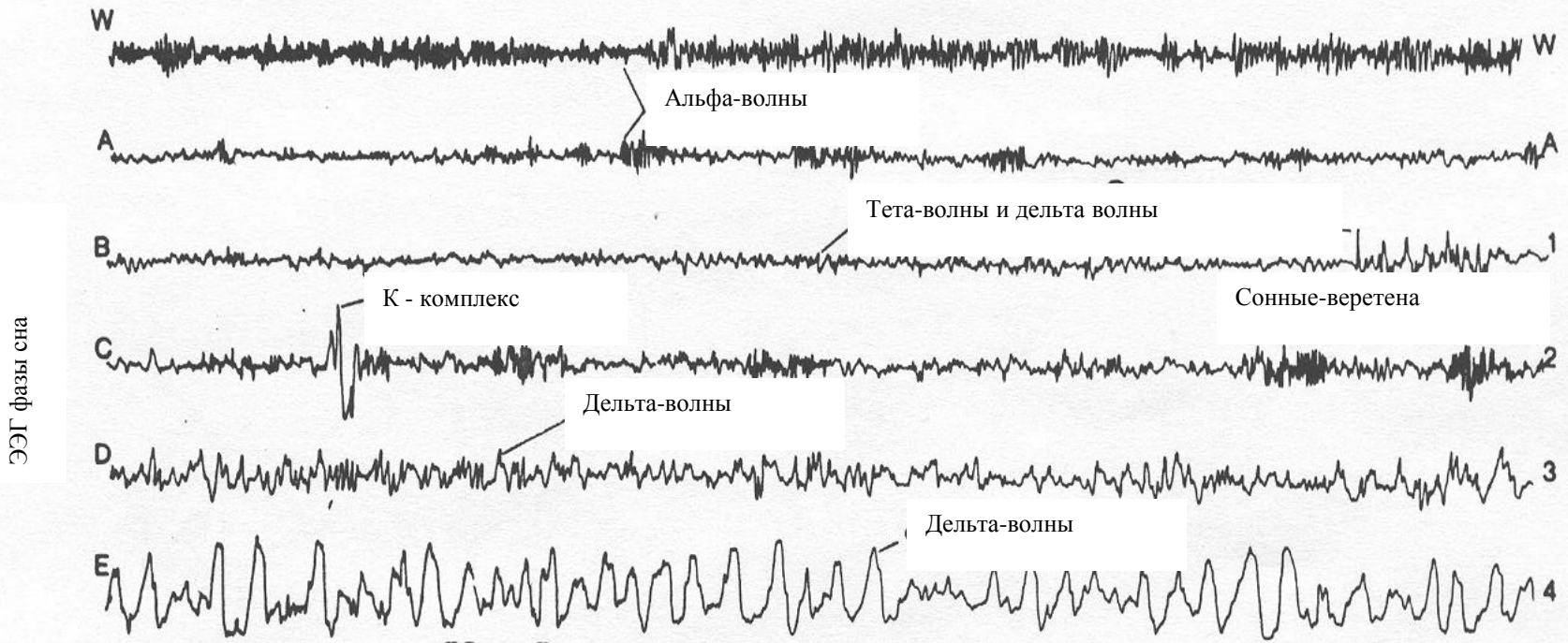
Спящий человек не реагирует на многие внешние воздействия, если они не имеют чрезмерной силы.

Сон необходим для процесса консолидации памяти, переработки и усвоения информации.



Классификация стадий сна у человека на основе ЭЭГ-активности

Бодрствование (Б)



ЭЭГ = **электроэнцефалограмма**, запись биоэлектрической активности коры больших полушарий головного мозга.



Классификация стадий сна у человека на основе ЭЭГ-активности

Бодрствование:
низкоамплитудная
высокочастотная ЭЭГ
активность (**бета-ритм**)

Закрывание глаз: активность сменяется **альфа-ритмом**, происходит засыпание человека. В этот период пробуждение происходит достаточно легко.

Низкоамплитудная
высокочастотная активность,
характерная для состояния
бодрствования (**бета-ритм**) -
парадоксальный, или
быстроволновой, сон.

Через некоторое время начинают
возникать «**сонные веретена**».

Стадия высокоамплитудных
сверхмедленных **дельта-волн**.
Это период глубокого сна.
Частота сердечных сокращений,
артериальное давление, температура
тела в эту фазу минимальны.

Примерно через 30 мин стадия
«веретен» сменяется стадией
высокоамплитудных медленных
тета-волн.
Пробуждение в эту стадию затруднено, она
сопровождается изменениями вегетативных
показателей: уменьшается частота
сердечных сокращений, снижается кровяное
давление, температура тела и др.

Медленноволновая стадия сна
длится 1-1,5 часа

Периоды сна

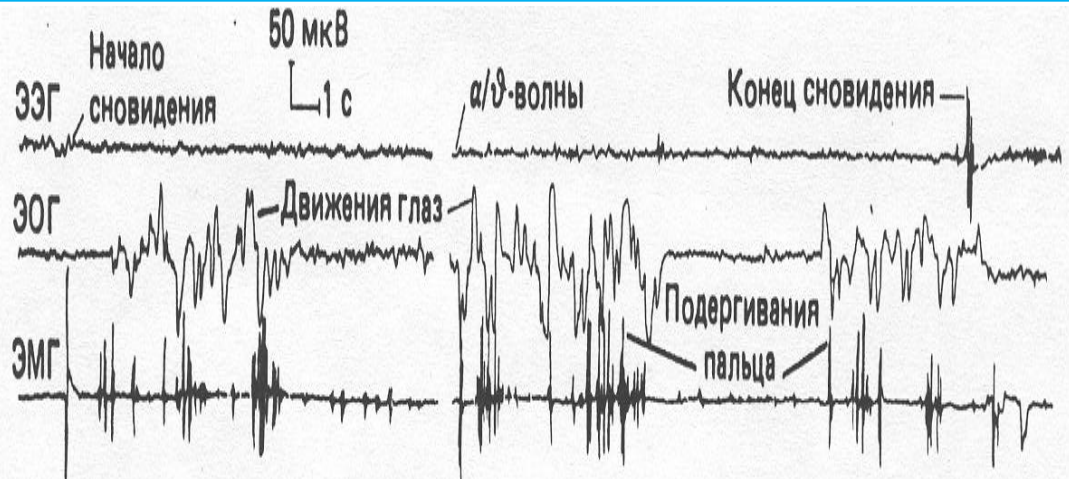
сменяют друг друга 6-7 раз
в течение ночи

Медленноволновой
(ортодоксальный) сон

Быстроволновой
(парадоксальный) сон

Человек, проснувшись в фазу медленного сна, обычно не помнит сновидений.

-Если разбудить человека, то он сообщает о сновидениях.
- Если человека избирательно лишать только парадоксальной фазы сна (будить его, как только он переходит в эту фазу), то это приводит к сильным нарушениям психической деятельности.



Центры сна

В бодрствующем состоянии



ретикулярная формация
оказывает активирующее
влияния на кору мозга



нейроны лобной коры
тормозят активность нейронов
центра сна заднего
гипоталамуса.

В состоянии сна



ретикулярная формация не
оказывает активирующее
влияния на кору мозга



нейроны лобной коры
перестают тормозить
активность нейронов **центра**
сна заднего гипоталамуса.



нейроны центра сна заднего
гипоталамуса активно тормозят
ретикулярную формацию ствола
мозга

Центры сна

Сон бескорковых животных и новорожденных детей:

слабая выраженность нисходящих влияний лобной коры на гипоталамические центры сна → их активное состояние → тормозное действие на нейроны ретикулярной формации ствола мозга.

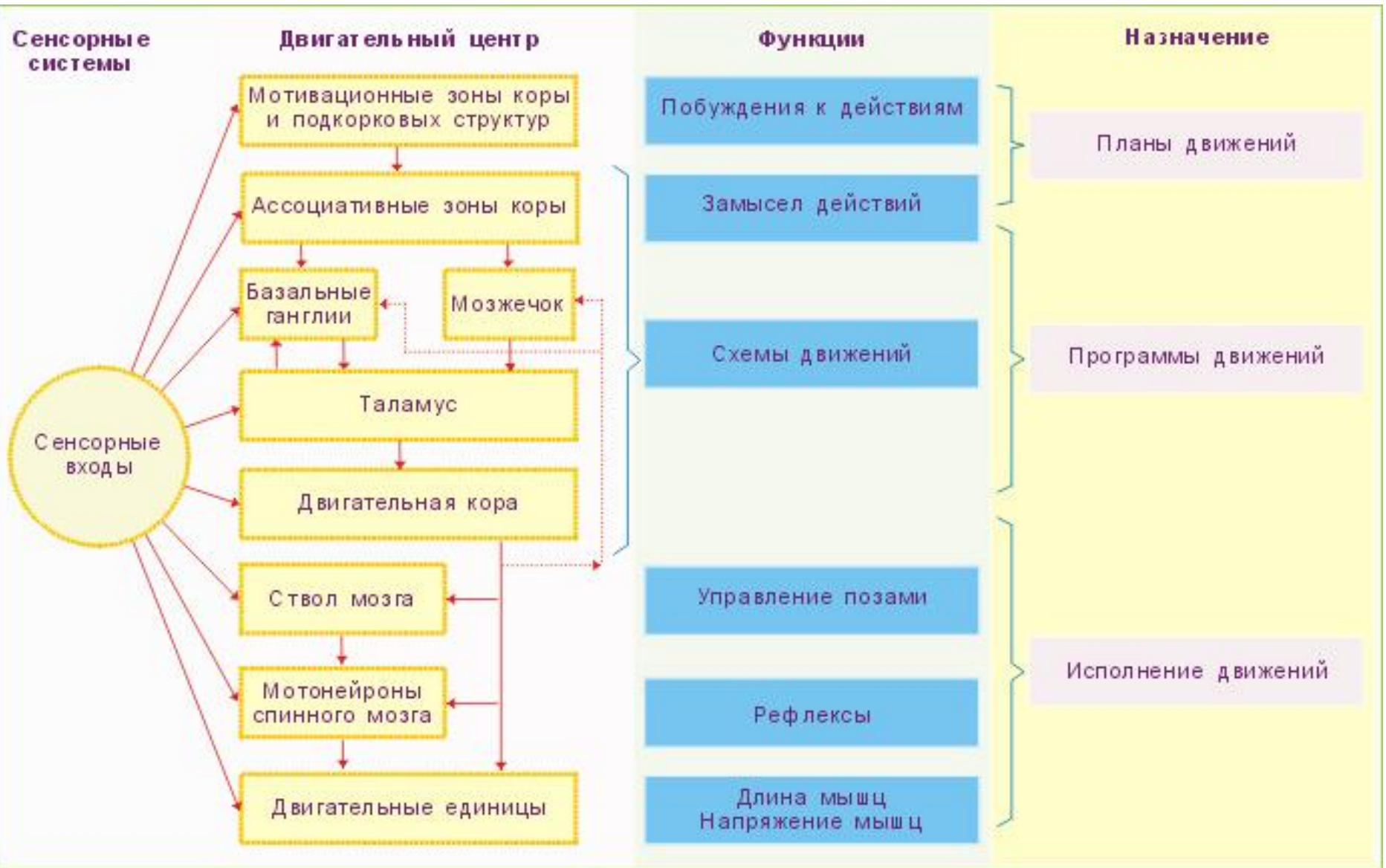
Сон новорожденного периодически прерывается только возбуждением **центра голода** (в латеральных ядрах гипоталамуса) → тормозит активность центра сна.

Бессонница, например, часто возникает как следствие перевозбуждения коры под влиянием курения, напряженной творческой работы перед сном. При этом усиливаются нисходящие тормозные влияния нейронов лобной коры на гипоталамические центры сна → подавляется механизм их блокирующего действия на ретикулярную формацию ствола мозга.



Длительный сон может наблюдаться при раздражении центров заднего гипоталамуса сосудистым или опухолевым патологическим процессом.

Общий план строения двигательной системы



Функциональная характеристика отдельных участков коры большого мозга

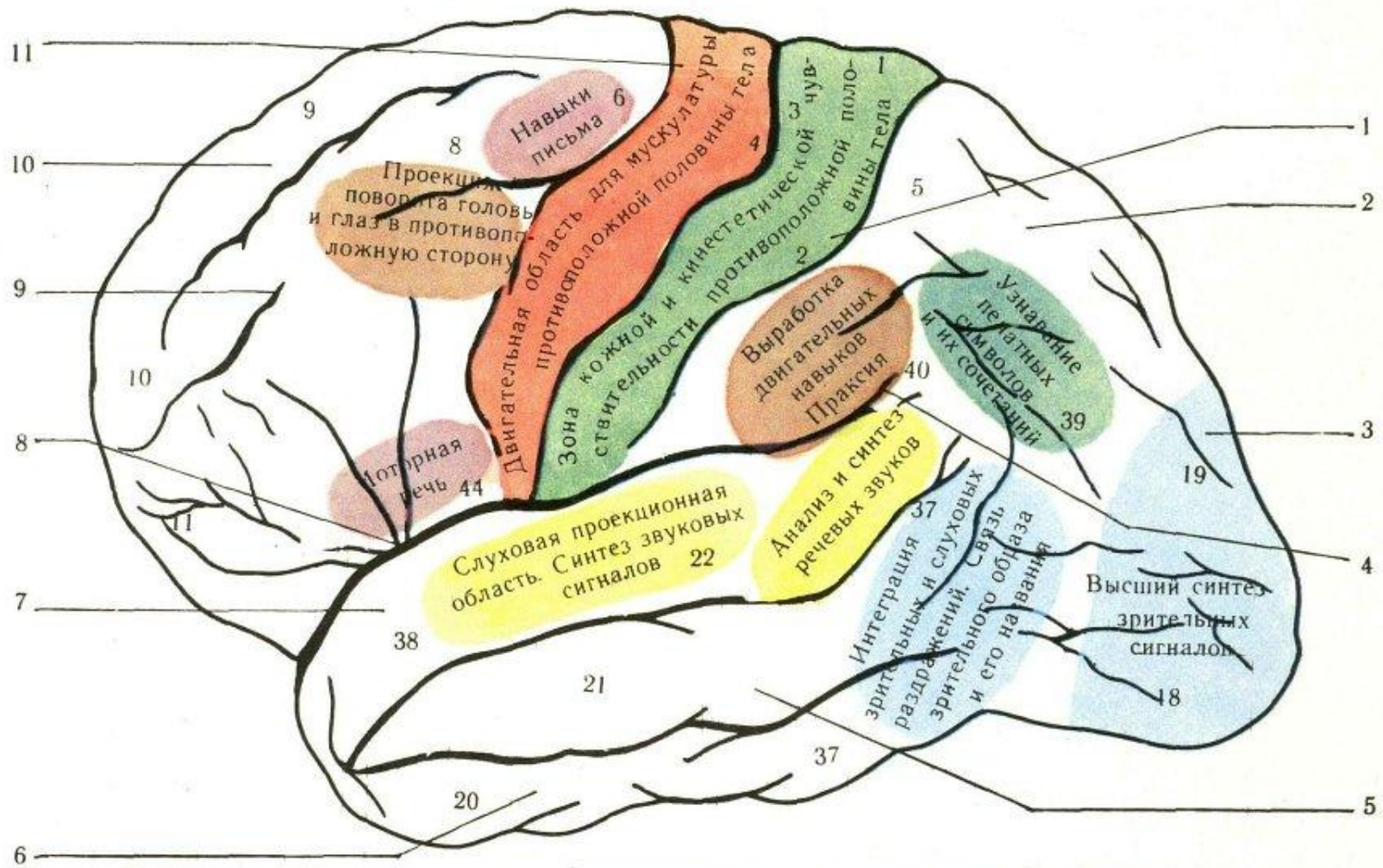


Таблица Функциональная характеристика отдельных участков коры большого мозга:

1 — постцентральная извилина; 2 — теменная доля; 3 — затылочная доля; 4 — угловая борозда; 5 — средняя височная извилина; 6 — нижняя височная извилина; 7 — верхняя височная извилина; 8 — латеральная борозда; 9 — средняя лобная борозда; 10 — верхняя лобная извилина; 11 — предцентральная извилина.

Цифрами внутри рисунка обозначены цитоархитектонические корковые поля.

Главные функции мозжечка:

1. координация движений,
2. регуляция равновесия,
3. регуляция мышечного тонуса,
4. мышечная память.

