

План лекции

Тема 9. Эндокринная система

Тема 9.1. Гормональная регуляция физиологических функций

Строение и организация эндокринной системы.

Классификация гормонов. Механизмы действия гормонов на клетки-мишени.

Нервная и гуморальная регуляция деятельности желез внутренней секреции.

Роль отрицательных обратных связей в саморегуляции желез внутренней секреции.

Гормоны желез внутренней секреции (гипоталамуса, гипофиза, эпифиза, щитовидной, вилочковой, паращитовидных, поджелудочной, надпочечников, половых, плаценты), их влияние на обменные процессы и функции организма.

□ **Эндокринная система** — это совокупность желез внутренней секреции, вырабатывающих гормоны

□ **Функции эндокринной системы:**

□ Принимает участие в гуморальной (химической) регуляции функций организма и координирует деятельность всех органов и систем.

□ Обеспечивает сохранение гомеостаза организма при меняющихся условиях внешней среды.

□ Совместно с нервной и иммунной системой регулирует рост и развитие организма



✓ **Железы** — специальные органы человека, вырабатывающие и выделяющие специфические вещества (секреты) и участвующие в различных физиологических функциях.

✓ **Железы внешней секреции** снабжены выводными протоками, через которые выделяют секреты в полость тела, различных органов или во внешнюю среду.

✓ **Железы внутренней секреции** лишены протоков и выделяют свои секреты (гормоны) непосредственно в омывающую их кровь, которая разносит их по всему организму.

✓ **Железы смешанной секреции** одновременно выполняют функции внешней и внутренней секреции



- ✓ Нарушения работы эндокринных желёз проявляются или в повышении секреции (**гиперфункция**), или в понижении (**гипофункция**), или в отсутствии секреции (**дисфункция**).
- ✓ Это может привести к разнообразным специфическим эндокринным заболеваниям.
- ✓ Причинами нарушения работы желёз являются их заболевания или нарушение регуляции со стороны нервной системы, особенно гипоталамуса.

✓ **Гормоны** — биологически активные вещества, вырабатываемые железами внутренней секреции и оказывающие целенаправленное влияние на другие органы. Они участвуют в регуляции всех жизненно важных процессов — роста, развития, размножения и обмена веществ.

✓ **По химической природе выделяют:**

✓ **пептидные гормоны** (инсулин, пролактин)- не могут проникать через мембраны. Для их секреции используется механизм экзоцитоза. Рецепторы пептидных гормонов встроены в плазматическую мембрану клетки-мишени, а передачу сигнала осуществляют вторичные посредники.

✓ **производные аминокислот** -тирозина (йодсодержащие гормоны щитовидной железы, норадреналин, адреналин и дофамин), гистидина (гистамин), триптофана (мелатонин и серотонин).

✓ **стероидные гормоны** - минералокортикоиды, глюкокортикоиды, андрогены, эстрогены, прогестины, кальцитриол. Эти соединения - производные холестерина - они свободно проникают через биологические мембраны. Рецепторы расположены внутри клетки-мишени. Такие рецепторы в общем виде называются ядерными.

✓ **Производные арахидоновой кислоты (эйкозаноиды, или простаноиды).** К ним относятся простагландины (Пг), тромбоксаны, простациклины, лейкотриены, гидроксэйкозотетраеновая и эпоксиэйкозотриеновая кислоты, а также производные этих кислот. Все эйкозаноиды обладают высокой физиологической активностью, функционируют только внутри клетки.

Механизмы действия гормонов на клетки-мишени

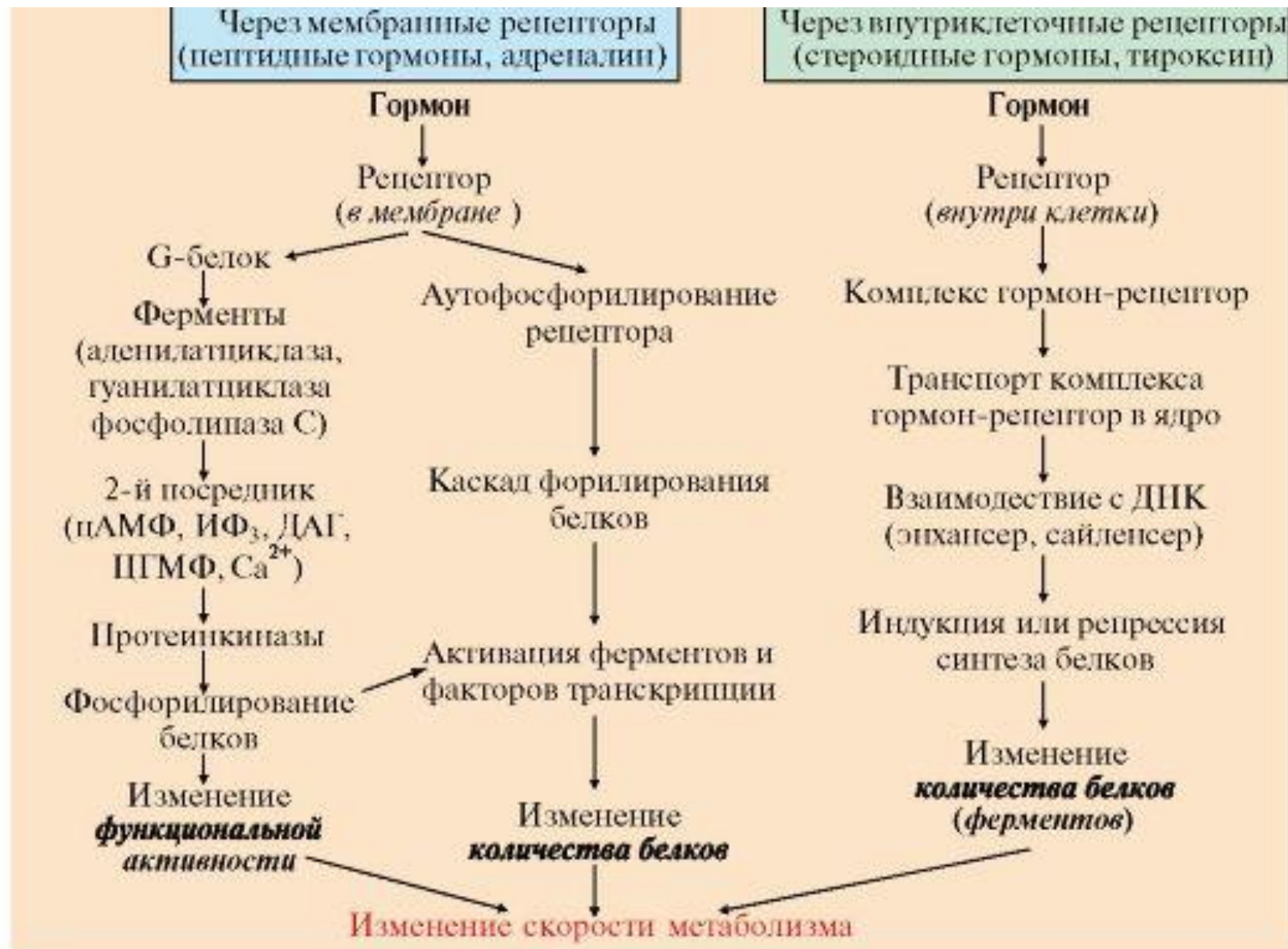
гормон - рецептор клетки-мишени - (второй посредник) - ответ

клетки-мишени

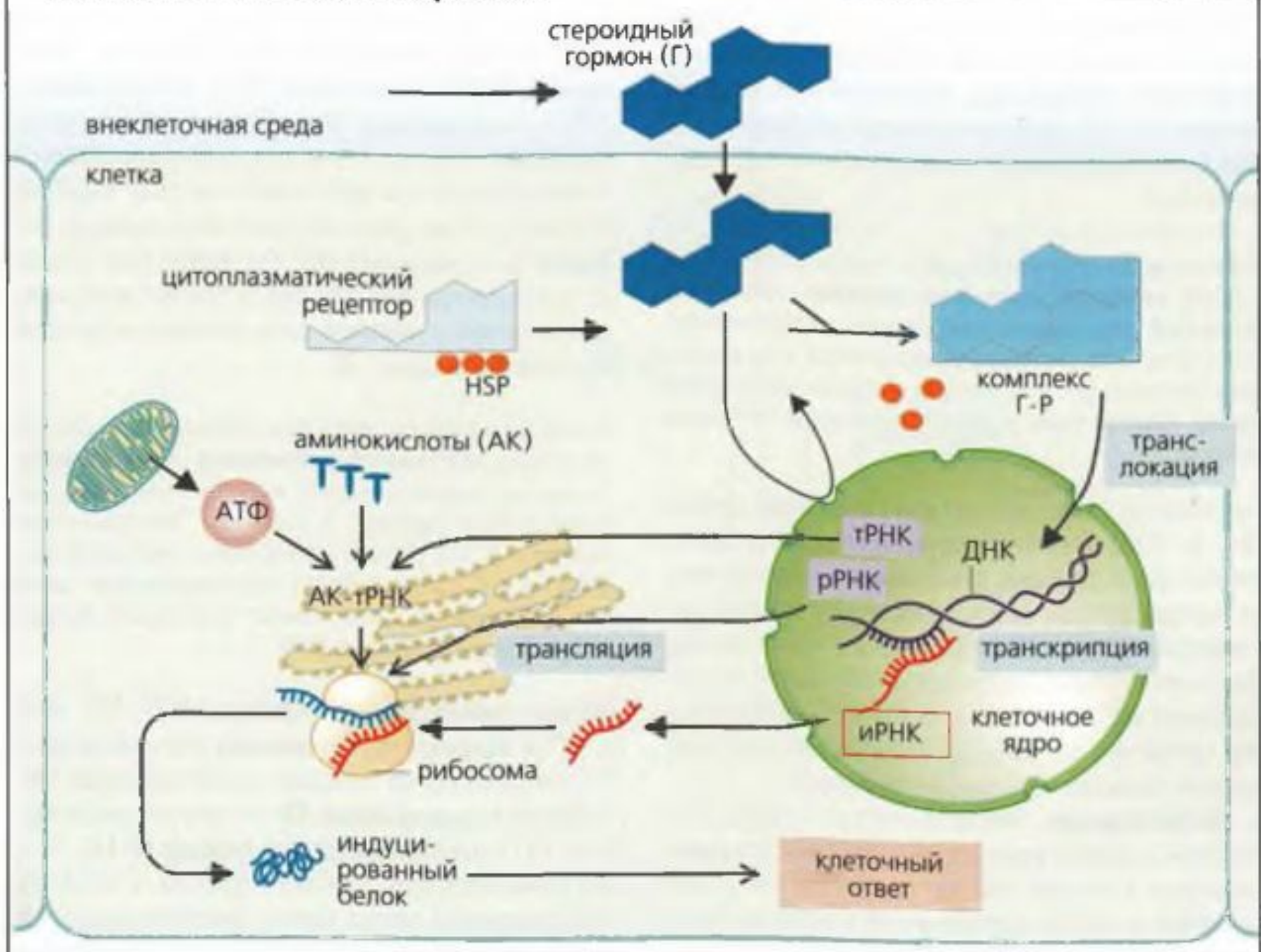
Каждый гормон оказывает на клетку-мишень регулирующий эффект только тогда, когда он в качестве лиганда связывается со специфичным для него белком-рецептором в составе клетки-мишени.

Циркуляция в крови.

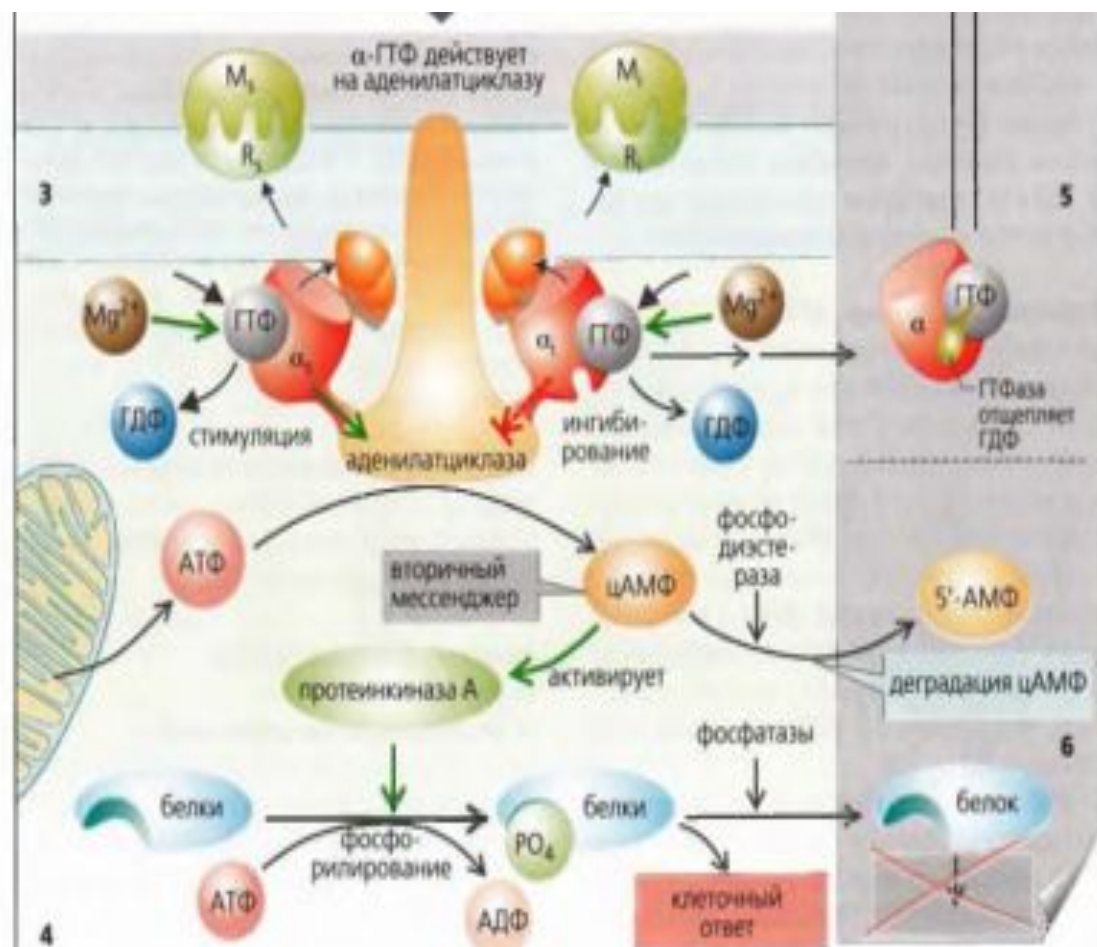
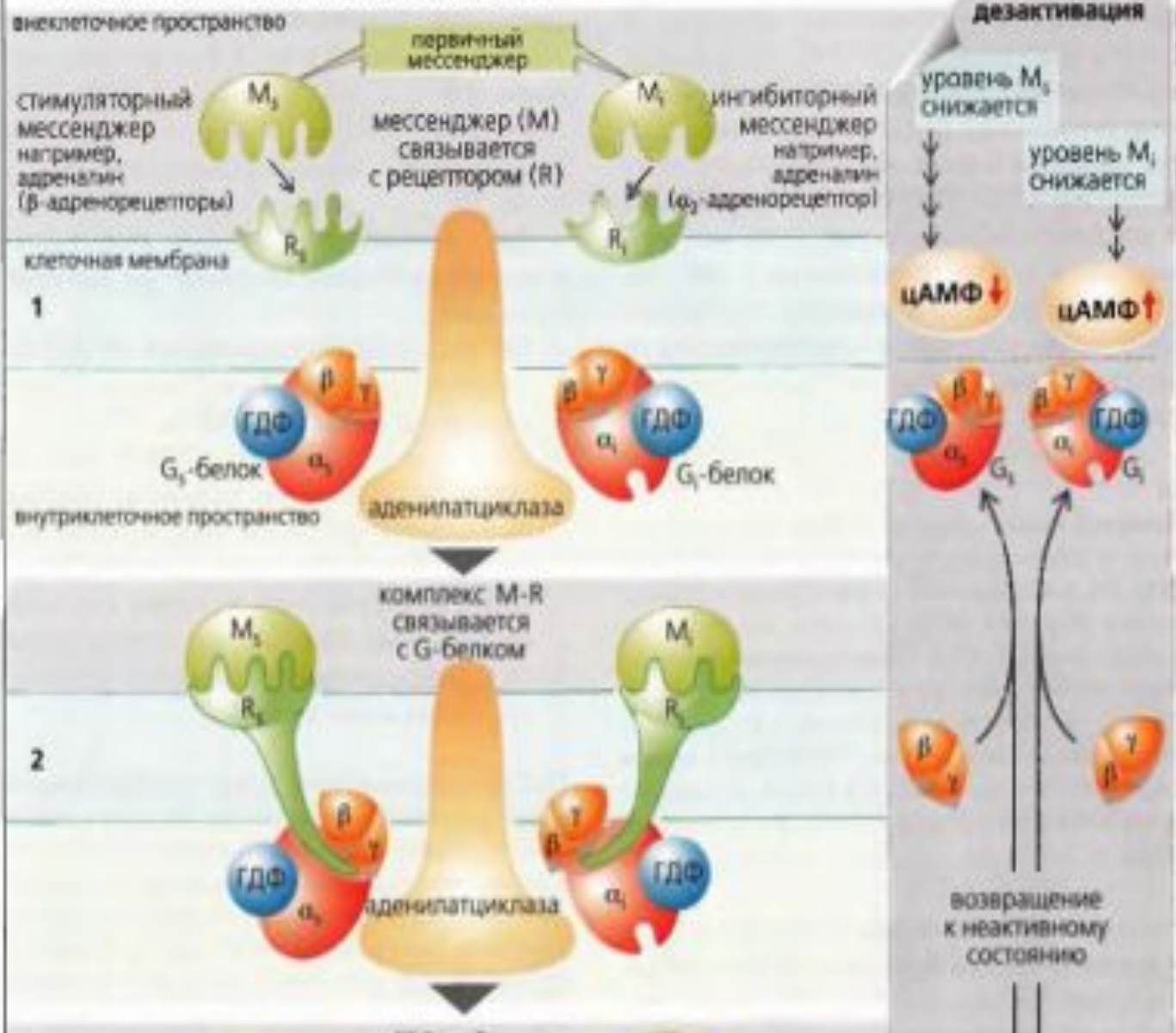
Гормоны циркулируют в крови либо свободно, либо в комплексе со связывающими их белками (T_4 , T_3 , стероидные гормоны, инсулиноподобные факторы роста, гормон роста).



Г. Действие стероидных гормонов

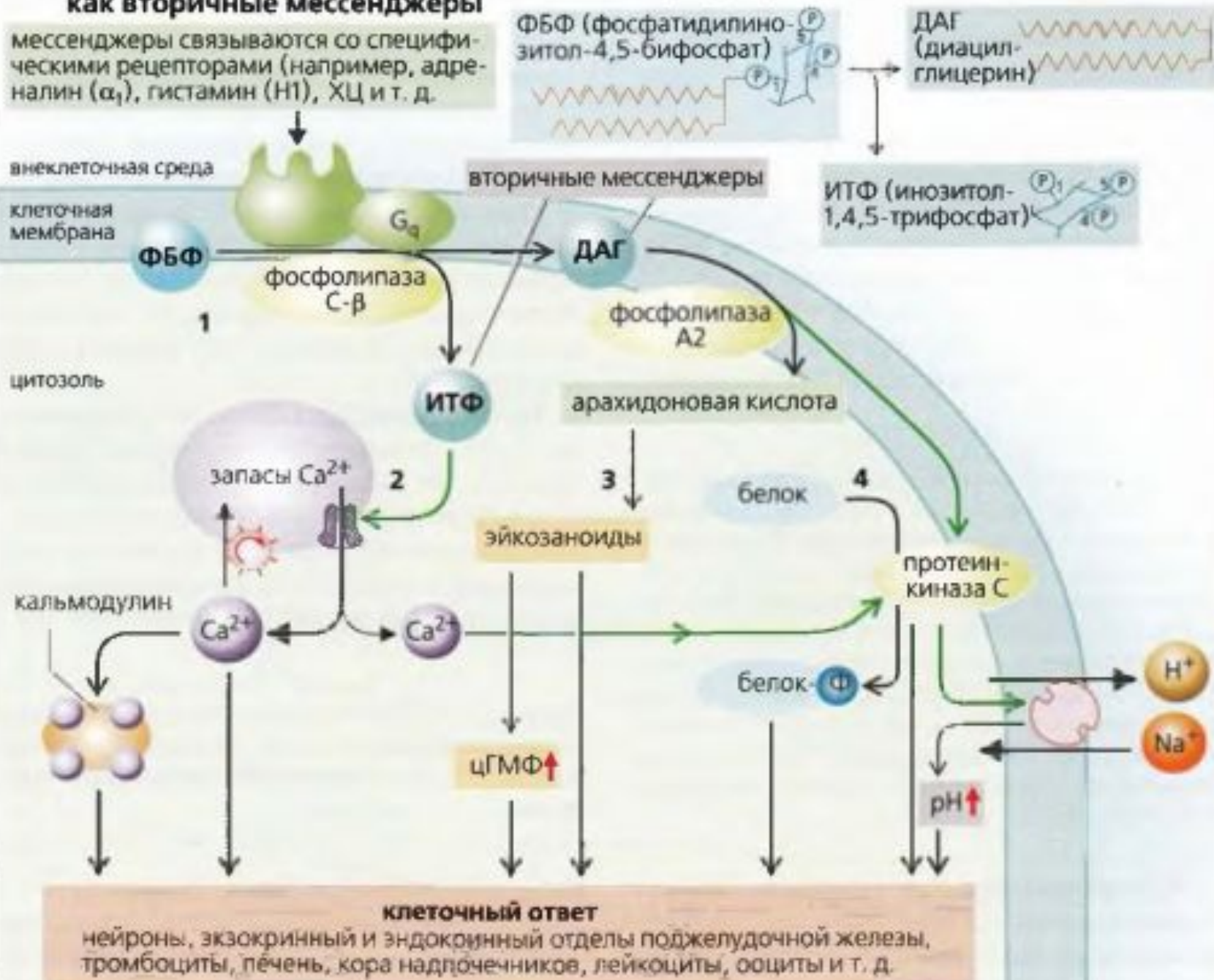


А. цАМФ как вторичный мессенджер

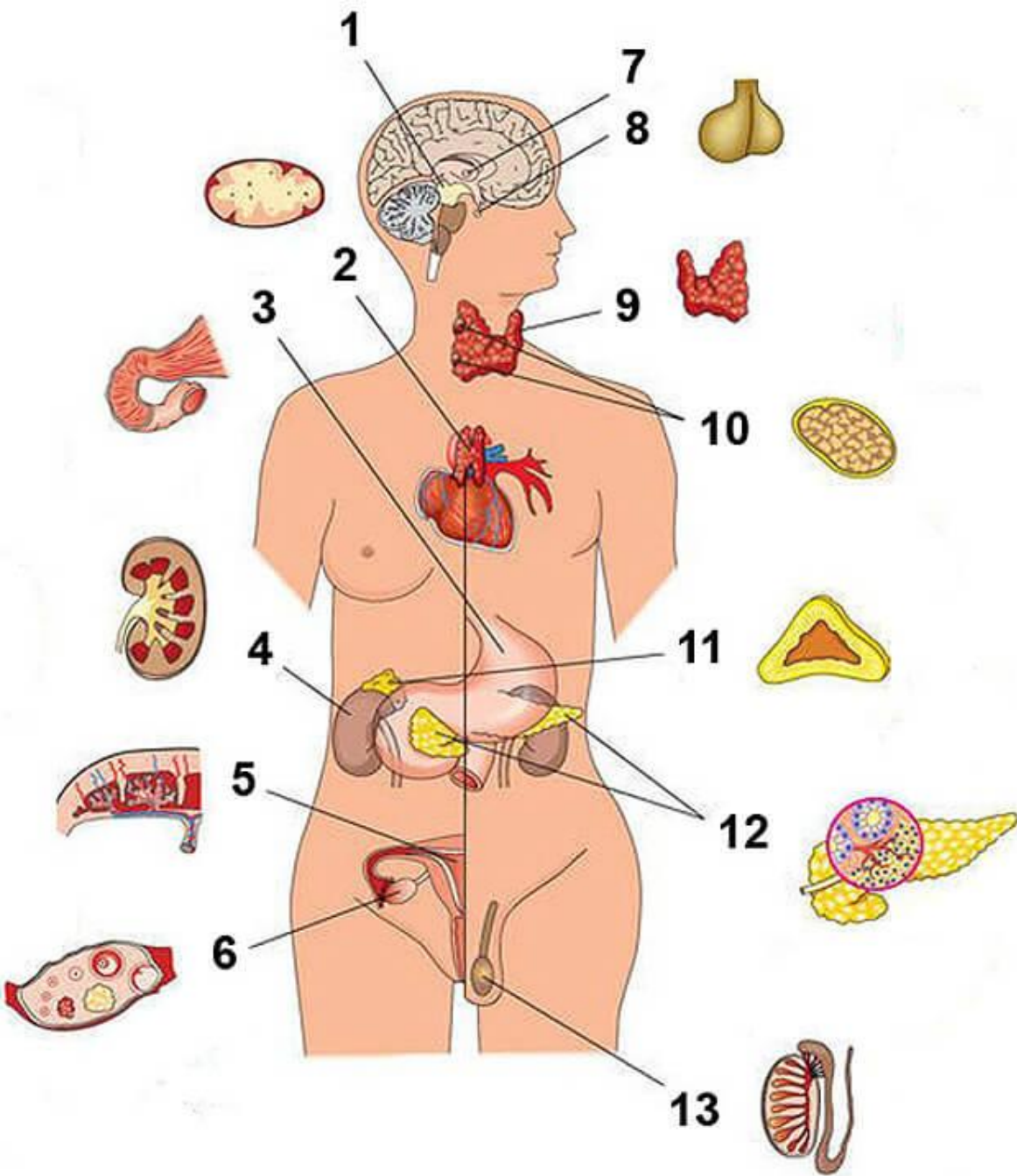


Б. Диацилглицерид (ДАГ) и инозитол-1,4,5-трифосфат (ИТФ) как вторичные мессенджеры

мессенджеры связываются со специфическими рецепторами (например, адреналин (α_1), гистамин (H1), ХЦ и т. д.)



Железы эндокринной системы и секретируемые ими гормоны:



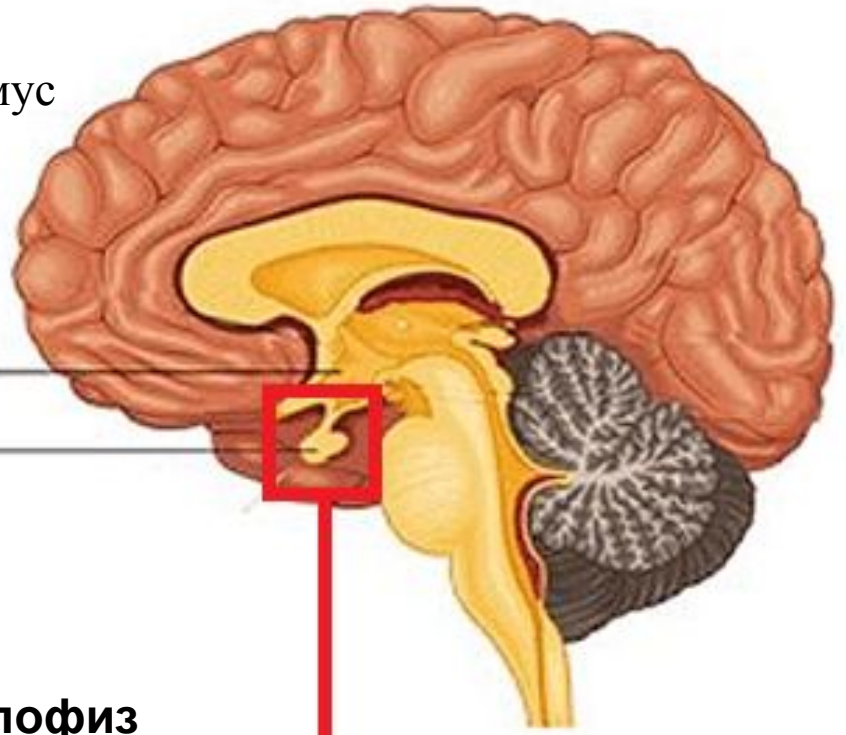
- 1- **Эпифиз** (мелатонин);
- 2- **Тимус** (тимозины, тимопоэтины);
- 3- **Желудочно-кишечный тракт** (глюкагон, панкреозимин, энтерогастрин, холецистокинин);
- 4- **Почки** (эритропоэтин, ренин);
- 5- **Плацента** (прогестерон, релаксин, хорионический гонадотропин);
- 6- **Яичник** (эстрогены, андрогены, прогестины, релаксин);
- 7- **Гипоталамус** (либерин, статин);
- 8- **Гипофиз** (вазопрессин, окситоцин, пролактин, липотропин, АКТГ, МСГ, СТГ, ФСГ, ЛГ);
- 9- **Щитовидная железа** (тироксин, трийодтиронин, кальцитонин);
- 10- **Паращитовидные железы** (паратиреоидный гормон);
- 11- **Надпочечник** (кортикостероиды, андрогены, адреналин, норадреналин);
- 12- **Поджелудочная железа** (соматостатин, глюкагон, инсулин);
- 13- **Семенник** (андрогены, эстрогены).

Гипоталамо-гипофизарная система:

I- Гипоталамус

II- Гипофиз

I
II



Гипофиз:

I) Аденогипофиз

- различные эндокринные клетки

II) Нейрогипофиз

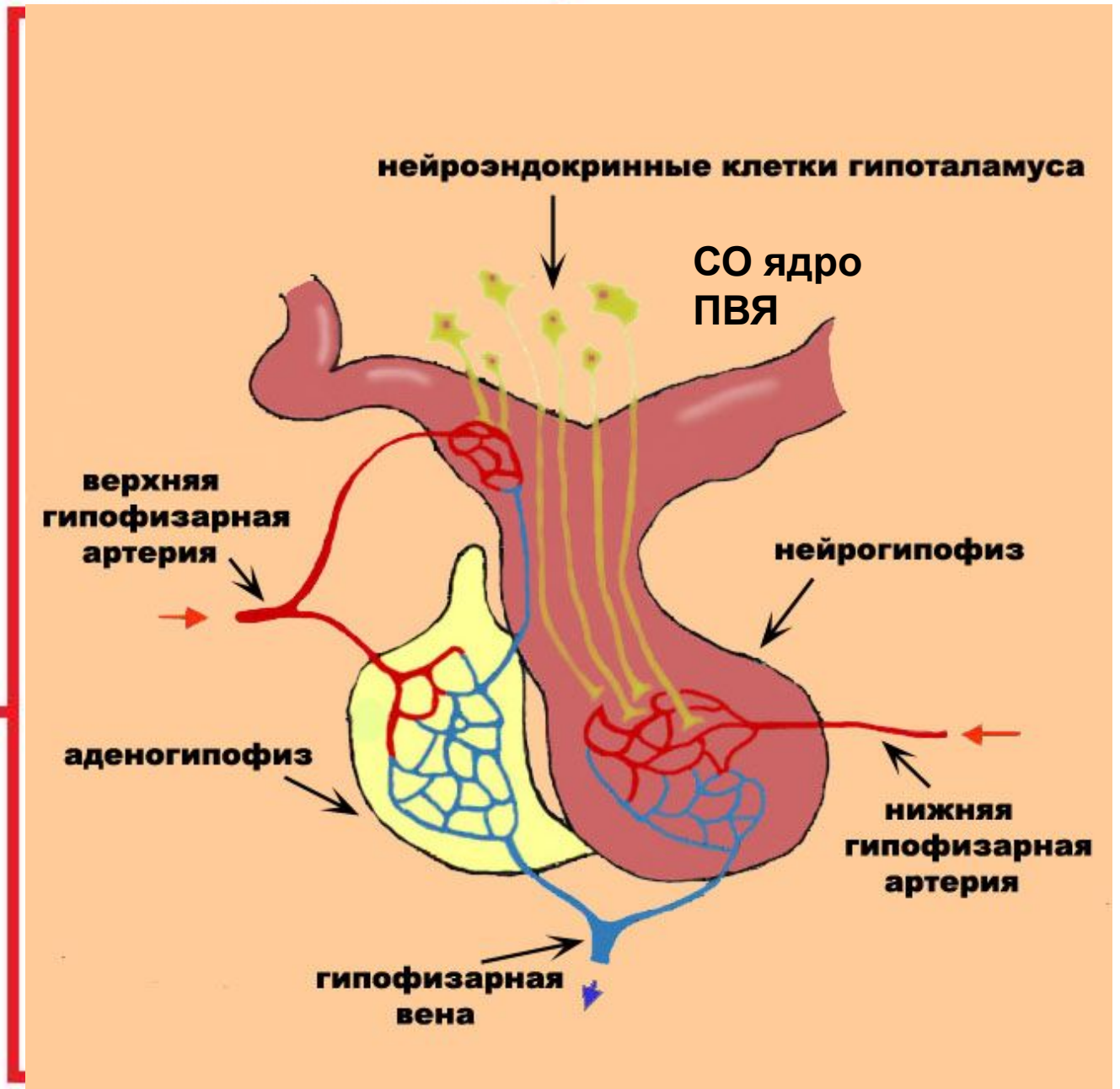
(задняя доля)

-аксоны нейроэндокринных клеток СО и ПВ ядер

III) Промежуточная зона

(небольшая)

эндокринные клетки (МСГ)



Особое место в эндокринной системе занимает **гипоталамо-гипофизарная система** — нейроэндокринный комплекс, регулирующий гомеостаз организма.

Гипоталамус воздействует на гипофиз при помощи нейросекретов, которые высвобождаются из отростков нейронов гипоталамуса и по кровеносным сосудам поступают в переднюю долю гипофиза.

Эти гормоны стимулируют или тормозят выработку тропных гормонов гипофиза, которые, в свою очередь, регулируют функцию периферических желёз внутренней секреции (щитовидной железы, надпочечников и половых желёз).

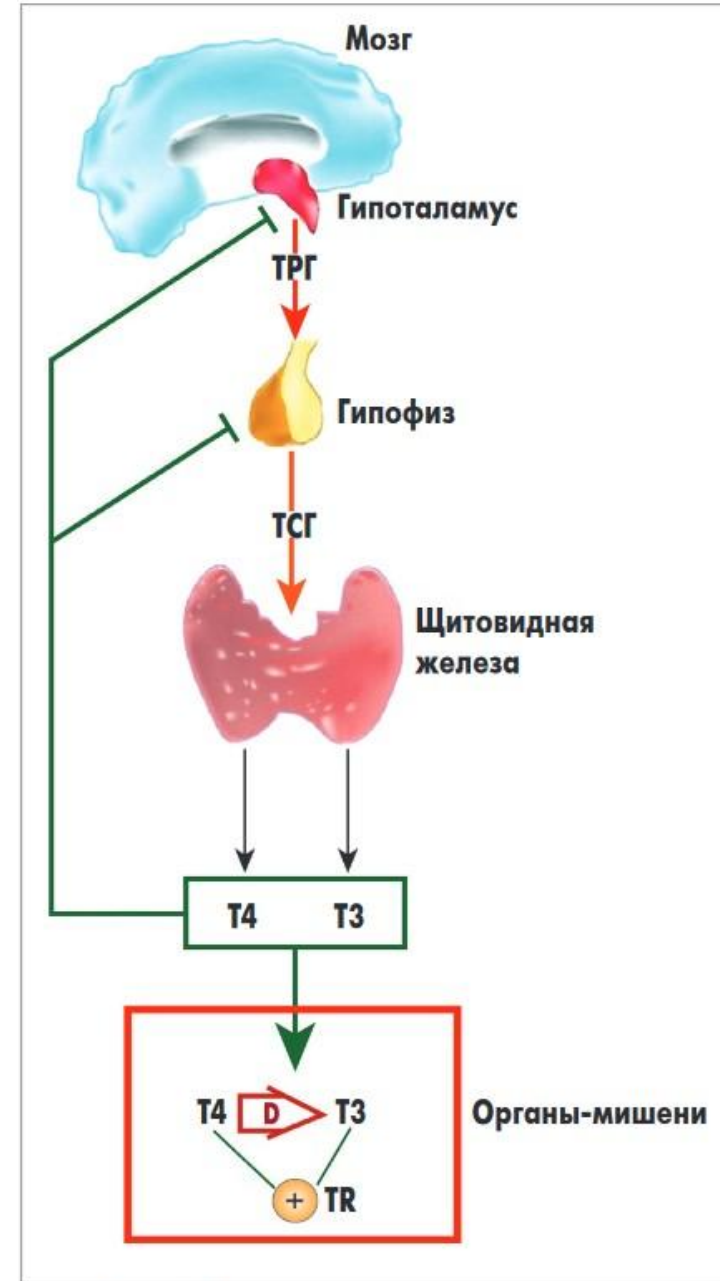


Рис. 1. Упрощенная схема синтеза, секреции и действия ТГ

Примечания: D – дейодиназа; TR – рецептор ТГ.

Гипофиз — центральная железа внутренней секреции.

Его удаление приводит к смерти.

Передняя доля гипофиза (**аденогипофиз**) состоит из главных (хромобобных) и хромофильных (ацидофильных и базофильных) клеток.

Ацидофильные клетки продуцируют **соматотропный гормон** и **пролактин**.

Базофильные клетки продуцируют **аденокортикотропный, тиреотропный** и **гонадотропный** (лютеинизирующий (ЛГ) и фолликулостимулирующий гормон (ФСГ)) гормоны.

Тропные гормоны, стимулируют деятельность других желёз внутренней секреции:

щитовидной — **тиреотропный**,

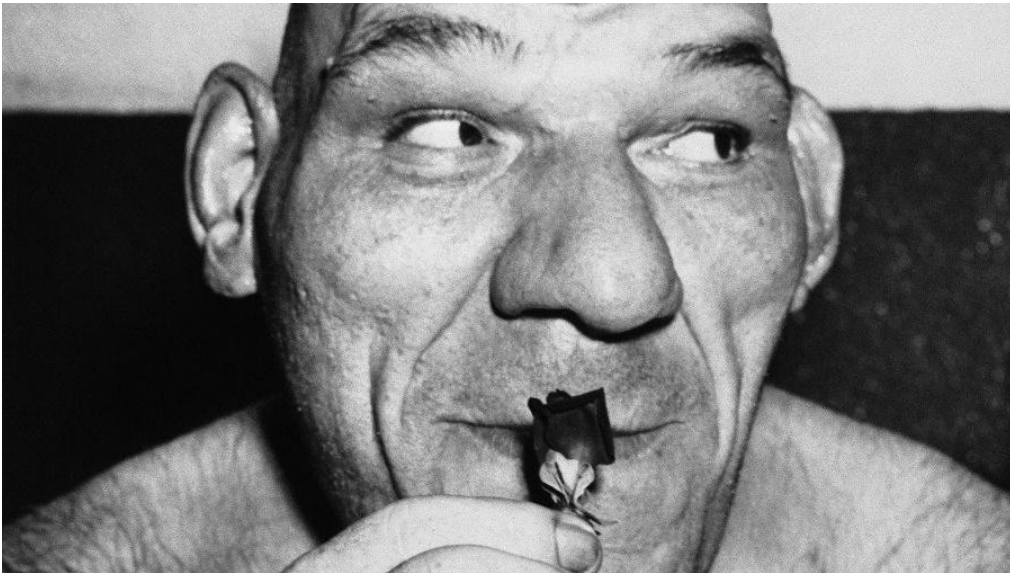
половых — **гонадотропные** (лютеинизирующий (ЛГ) и **фолликулостимулирующий гормон (ФСГ)**).

надпочечников — **адренокортикотропный**.

Гормон роста стимулирует синтез белка за счет повышения биосинтеза РНК; усиливает транспорт аминокислот из крови в клетки.

оказывает воздействие на рост молодого организма: при избыточной продукции этого гормона человек растёт слишком быстро и может достичь роста 2 м и более (**гигантизм**); его недостаточное количество вызывает задержку роста (**карликовость, гипофизарный нанизм**).

Его избыток у взрослого человека приводит к разрастанию плоских костей лицевой части черепа, рук и ног (**акромегалия**).



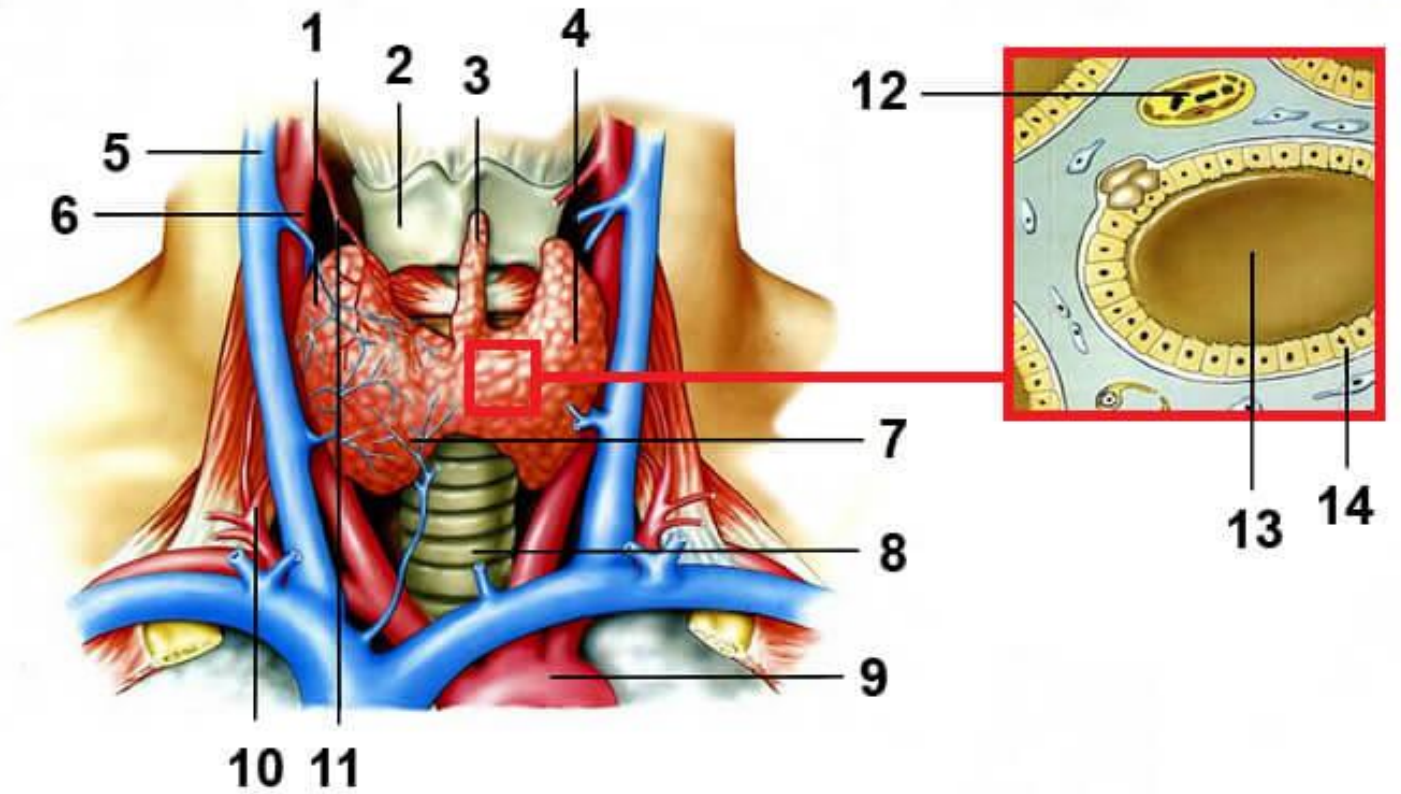
В задней доле гипофиза (**нейрогипофиз**) образуются два гормона:

- ✓ **антидиуретический (или вазопрессин)**, регулирующий водно-солевой обмен (усиливает реабсорбцию воды в канальцах нефрона, уменьшает выделение воды с мочой),
- ✓ и **окситоцин**, вызывающий сокращение беременной матки при родах и стимулирующий секрецию молока в период лактации.

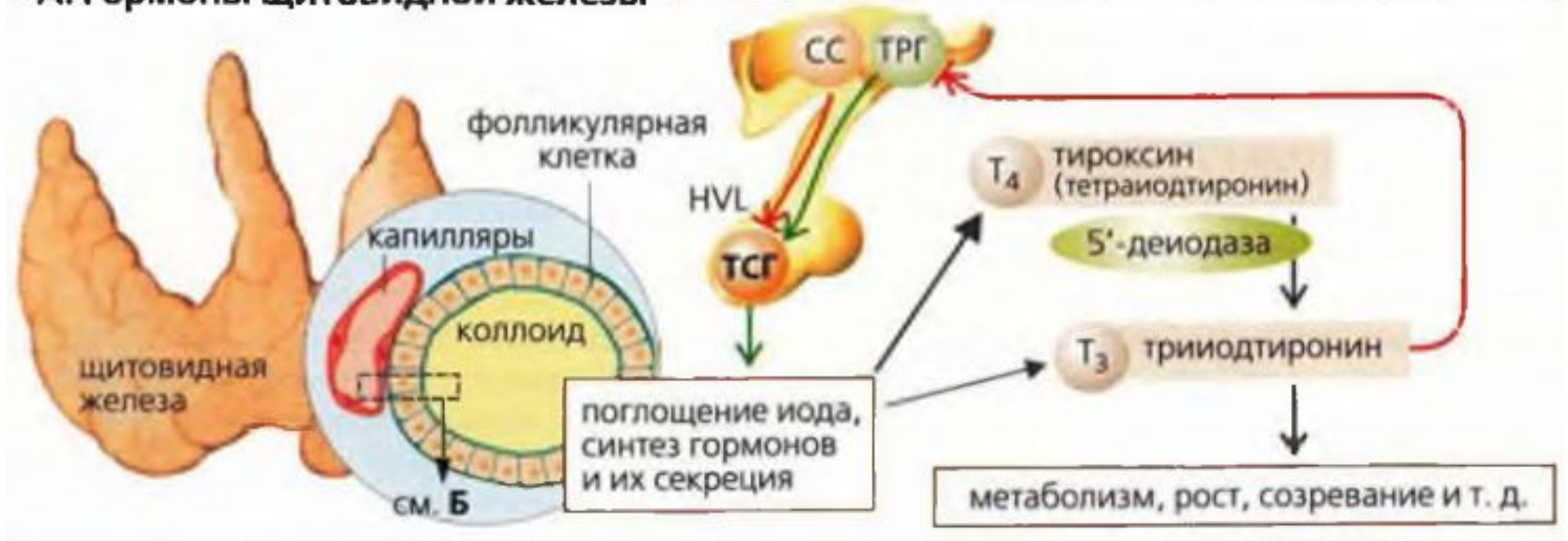
Эпифиз (шишковидная железа) — небольшая железа, являющаяся частью промежуточного мозга. В темноте вырабатывает гормон **мелатонин**, влияющий на функцию половых желёз и половое созревание.

Строение щитовидной железы:

- 1- Левая доля щитовидной железы;
- 2- Щитовидный хрящ;
- 3- Пирамидальная доля;
- 4- Правая доля щитовидной железы;
- 5- Внутренняя яремная вена;
- 6- Общая сонная артерия;
- 7- Вены щитовидной железы;
- 8- Трахея;
- 9- Аорта;
- 10, 11- Артерии щитовидной железы;
- 12- Капилляр;
- 13- Полость, наполненная коллоидом, в котором хранится тироксин;
- 14- Клетки, вырабатывающие тироксин.



- А. Гормоны щитовидной железы



Щитовидная железа содержит сферические фолликулы (50-500 мкм в диаметре).

Клетки фолликулов синтезируют два иодсодержащих тиреоидных гормона - тироксин (Т₄) и трийодтиронин (Т₃).

Т₃ и Т₄ связаны с гликопротеином *тиреоглобулином* и хранятся в коллоиде (гелеобразном веществе) фолликулов.

Синтез и высвобождение Т₃ и Т₄ контролируются *тиреолиберин*ом (*тиреотропин-рилизинг-гормоном*, ТРГ) и *тиреотропином* (ТТГ) .

Т₃ и Т₄ оказывают влияние на физический рост, созревание и метаболизм.

Парафолликулярные клетки (С-клетки) щитовидной железы синтезируют *кальцитонин*

Щитовидная железа

Эндокринная железа, которая хранит йод и производит йодосодержащие гормоны (йодтиронины), принимающие участие в протекании процессов обмена веществ, а также росте клеток и всего организма в целом.

Это два основных ее гормона – **тироксин (Т4)** и **трийодтиронин (Т3)**.

Недостаточность **тироксина** вызывает тяжёлое заболевание — **микседему**, для которой характерны отёки, выпадение волос, вялость.

При недостаточности гормона в детском возрасте развивается **кретинизм** (задержка физического, умственного и полового развития).

При избытке гормонов щитовидной железы развивается **базедова болезнь** (резко возрастает возбудимость нервной системы, усиливаются процессы обмена веществ, несмотря на большое количество потребляемой пищи, человек худеет).

При отсутствии в воде и пище йода развивается **эндемический зоб** — гипертрофия (разрастание) щитовидной железы. Для предотвращения этого йодируют кухонную соль.

микседема



кретинизм



базедова болезнь



эндемический зоб



Еще один гормон, который выделяет щитовидная железа – **кальцитонин** (полипептид).

Он следит за концентрацией кальция и фосфатов в организме, а также предотвращает формирование остеокластов, которые могут привести к разрушению костной ткани. Также он активизирует размножение остеобластов.

Таким образом, кальцитонин принимает участие в регуляции деятельности этих двух образований. Исключительно благодаря этому гормону новая костная ткань формируется быстрее.

Действие данного гормона противоположно **паратиреоидину**, который производится **околощитовидной железой** и повышает концентрацию кальция в крови, усиливая его приток из костей и кишечника.

Паращитовидные железы — четыре небольшие железы, расположенные на щитовидной железе или погружённые в неё.

Вырабатываемый ими **паратиреоидный гормон** регулирует обмен кальция в организме и поддерживает его уровень в плазме крови (повышает его всасывание в почках и кишечнике, высвобождает его из костей).

Одновременно он воздействует и на обмен фосфора в организме (усиливает его выведение с мочой).

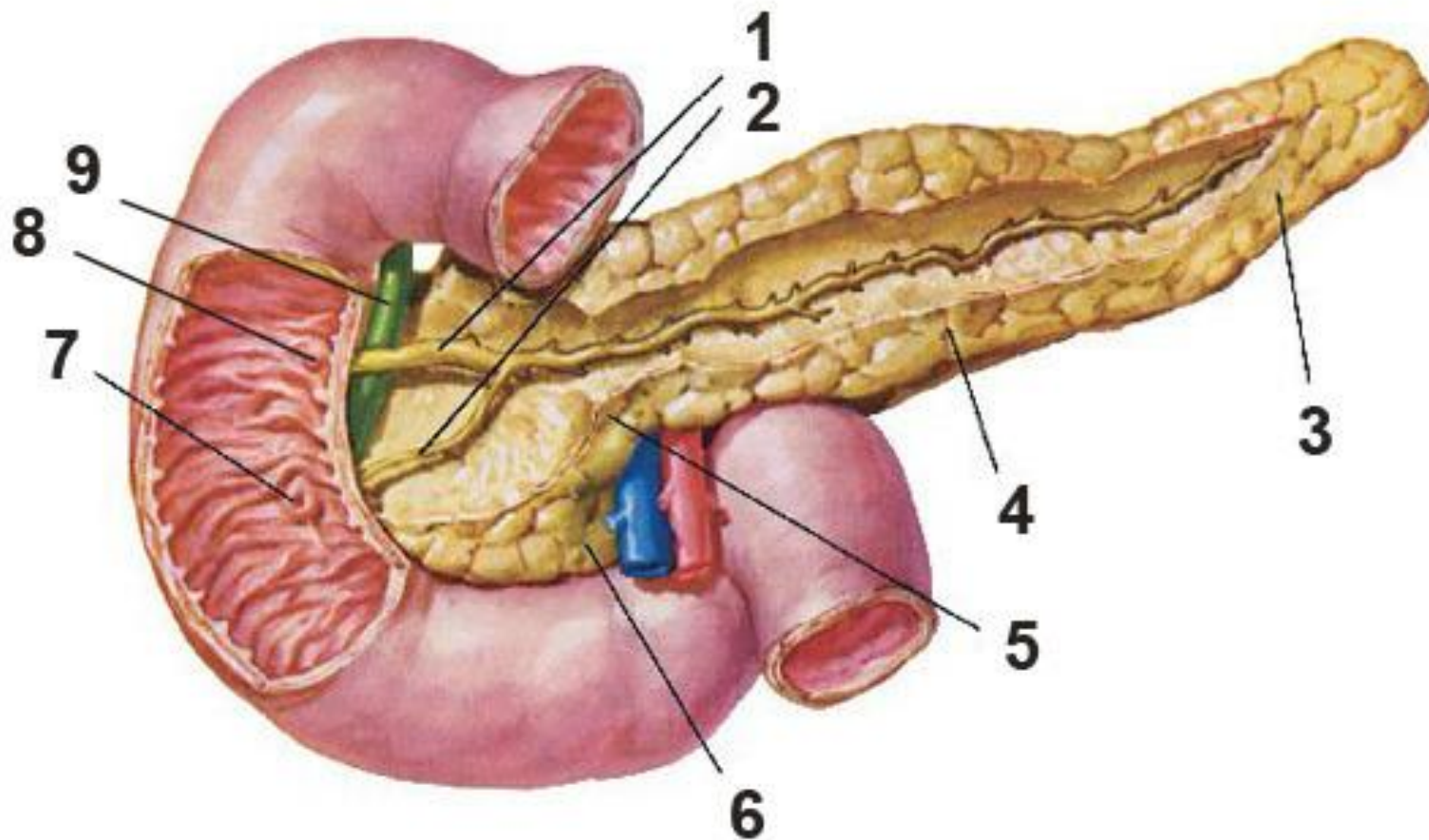
Недостаточность этого гормона приводит к усилению нервно-мышечной возбудимости, появлению судорог.

Его **избыток** приводит к разрушению костной ткани, усиливается также склонность к камнеобразованию в почках, нарушается электрическая активность сердца, возникают язвы в желудочно-кишечном тракте.



Строение поджелудочной железы:

- 1- Добавочный проток поджелудочной железы;
- 2- Главный проток поджелудочной железы;
- 3- Хвост поджелудочной железы;
- 4- Тело поджелудочной железы;
- 5- Шейка поджелудочной железы;
- 6- Крючковидный отросток;
- 7- Фатеров сосочек;
- 8- Малый сосочек;
- 9- Общий желчный проток.



Поджелудочная железа

Крупный секреторный орган двойного действия (производит панкреатический сок в просвет двенадцатиперстной кишки и гормоны прямо в кровоток).

Инкреторный отдел поджелудочной железы представлен **островками Лангерганса**, которые располагаются в хвосте поджелудочной железы.

эти островки представлены разнообразными типами клеток:

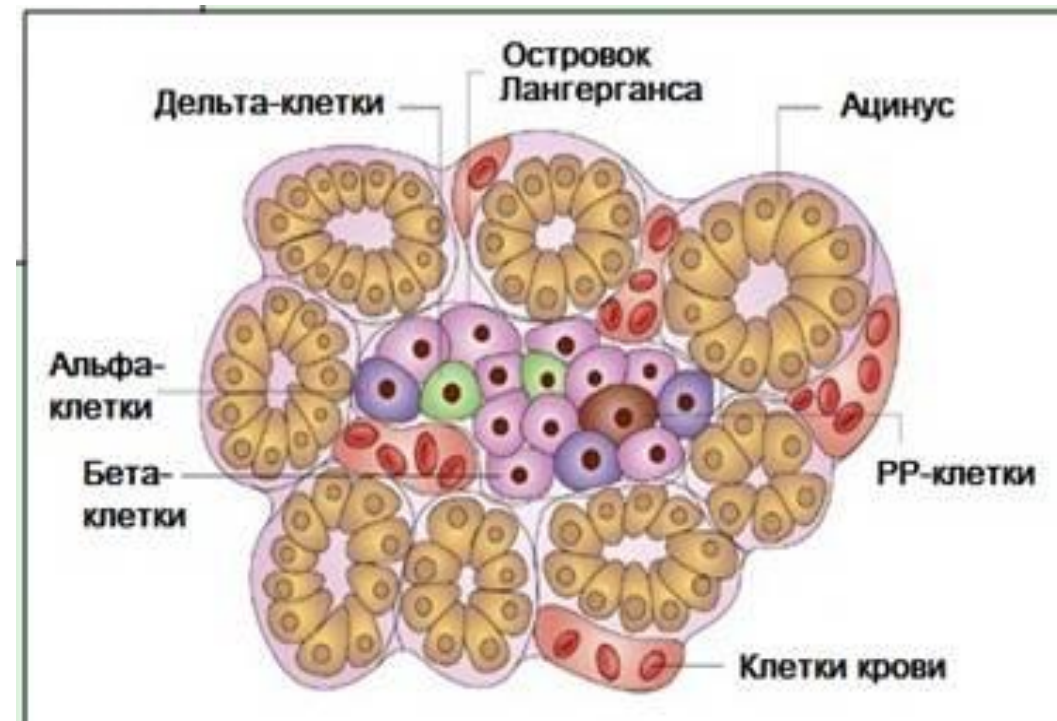
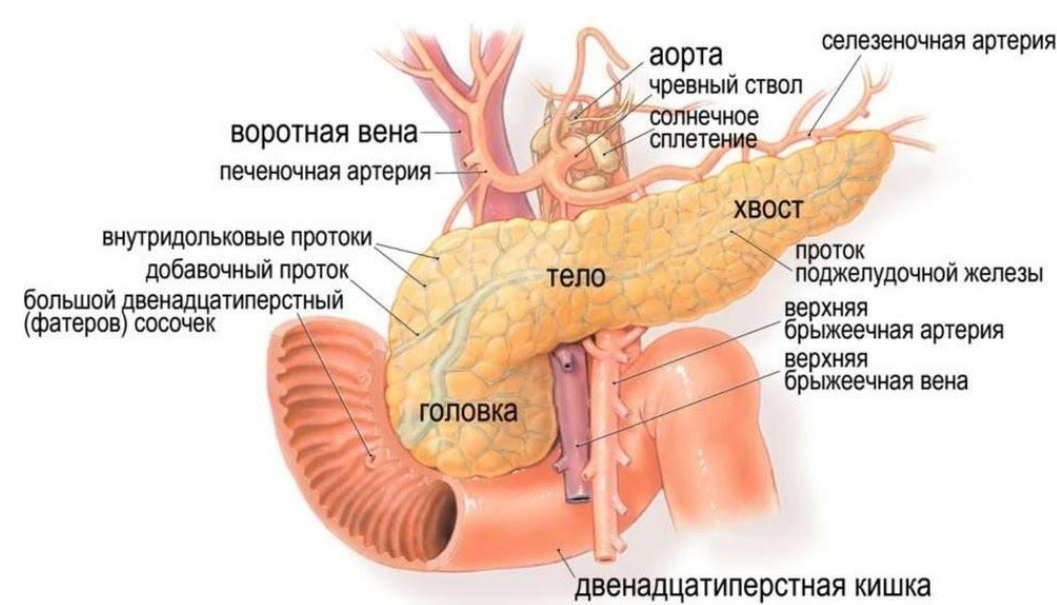
альфа-клетки – производят **глюкагон** (регулирует углеводный обмен),

бета-клетки – производят **инсулин** (снижает уровень глюкозы в крови),

дельта-клетки – производят **соматостатин** (подавляет секрецию многих желез),

PP-клетки – производят **панкреатический полипептид** (стимулирует секрецию желудочного сока, угнетает секрецию поджелудочной железы),

эпсилон-клетки – производят **грелин** (этот гормон голода повышает аппетит).



Недостаточность секреции инсулина приводит к повышению уровня глюкозы в крови, нарушению липидного и белкового обмена, развитию сахарного диабета.

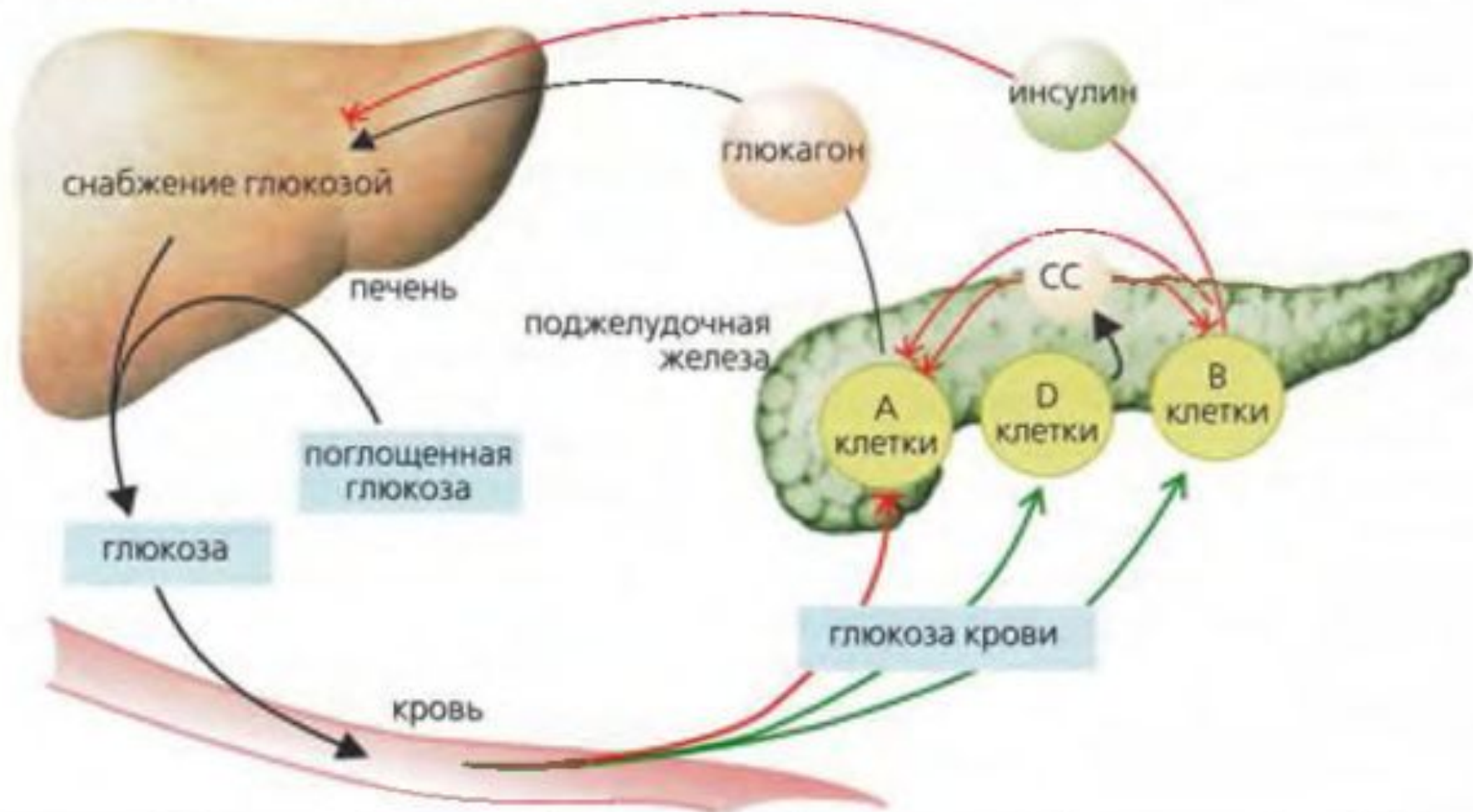
Для лечения **диабета** используют инсулин, получаемый из поджелудочных желёз скота.

→ **ПРИ НЕДОСТАТКЕ ИНСУЛИНА РАЗВИВАЕТСЯ ЗАБОЛЕВАНИЕ САХАРНЫЙ ДИАБЕТ:**

- **постоянная сильная жажда,**
- **обильное выделение мочи,**
- **кожный зуд,**
- **гнойничковые заболевания кожи,**
- **повышенное содержание глюкозы в крови.**



Контроль глюкозы в крови



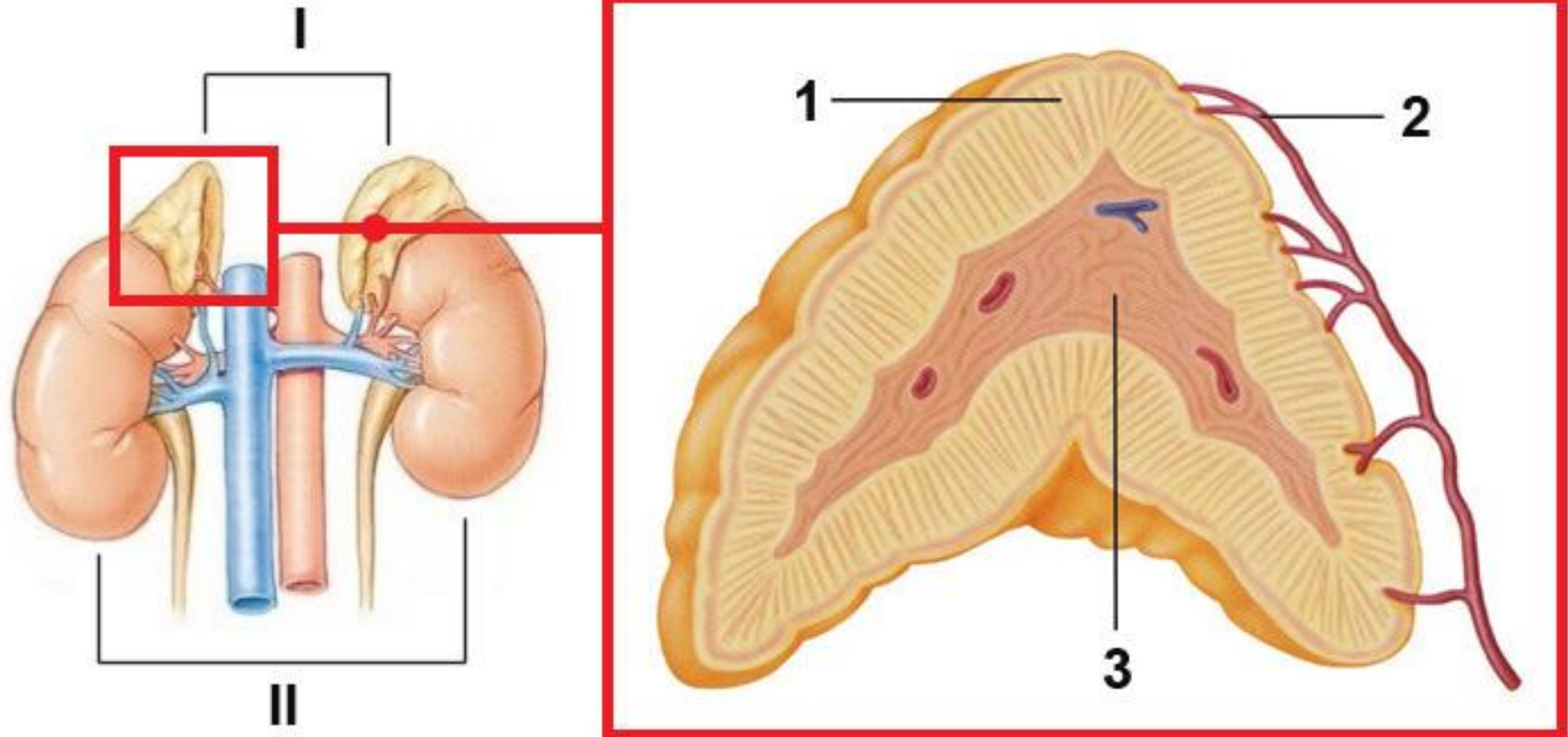
Строение надпочечников:

1- Кора надпочечника (отвечает за секрецию адреностероидов);

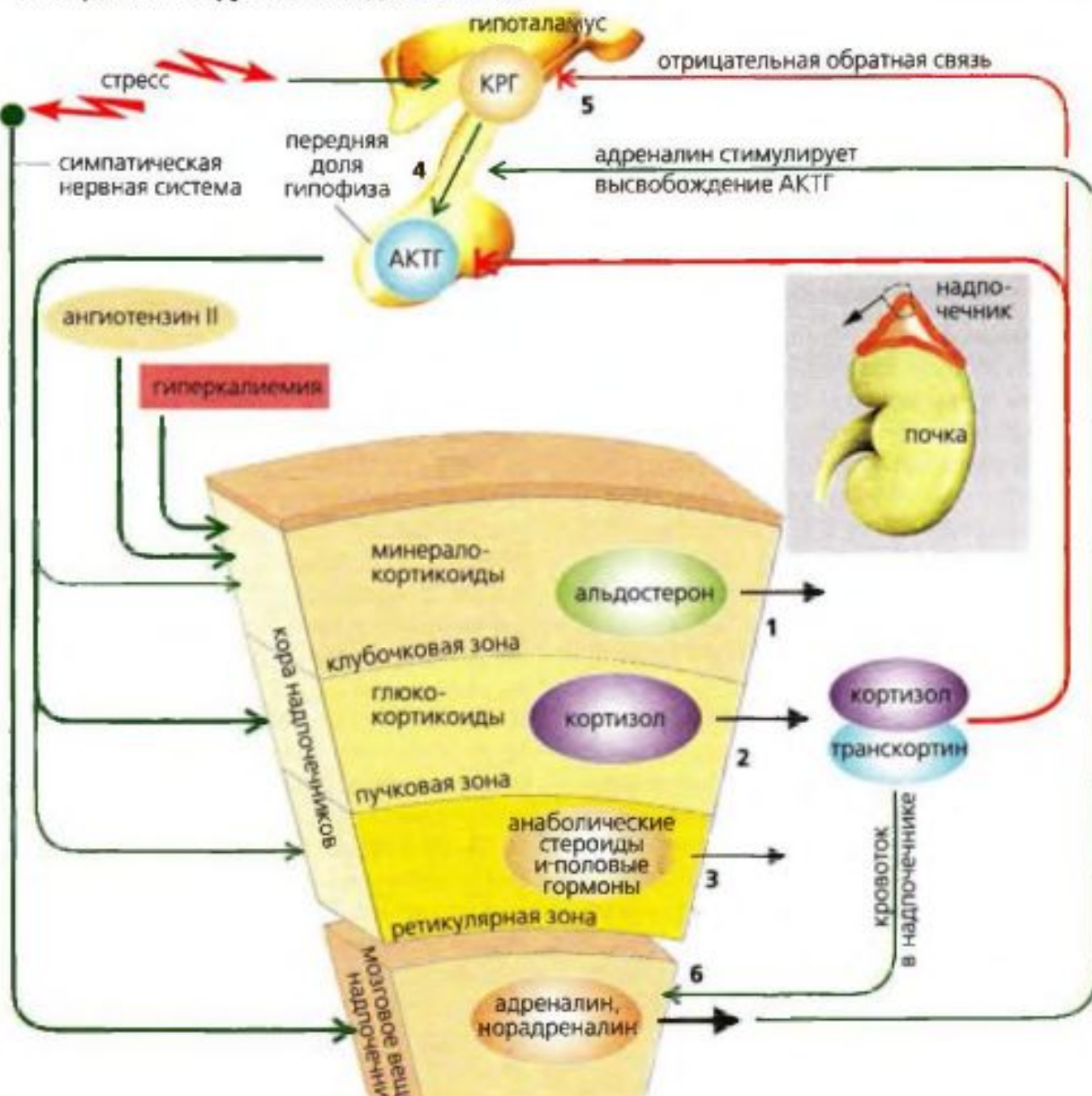
2- Надпочечниковая артерия (поставляет насыщенную кислородом кровь в ткани надпочечников);

3- Мозговое вещество надпочечника (производит адреналин и норадреналин);

I- Надпочечники; II- Почки.



А. Строение и функции надпочечника



Надпочечники

Небольшие железы пирамидальной формы, расположенные на верхней части почек.

Кора надпочечников производит **минералокортикоиды** и **глюкокортикоиды**, которые имеют стероидную структуру.

Первые (главный из которых **альдостерон**) участвуют в ионном обмене в клетках и поддерживают их электролитный баланс.

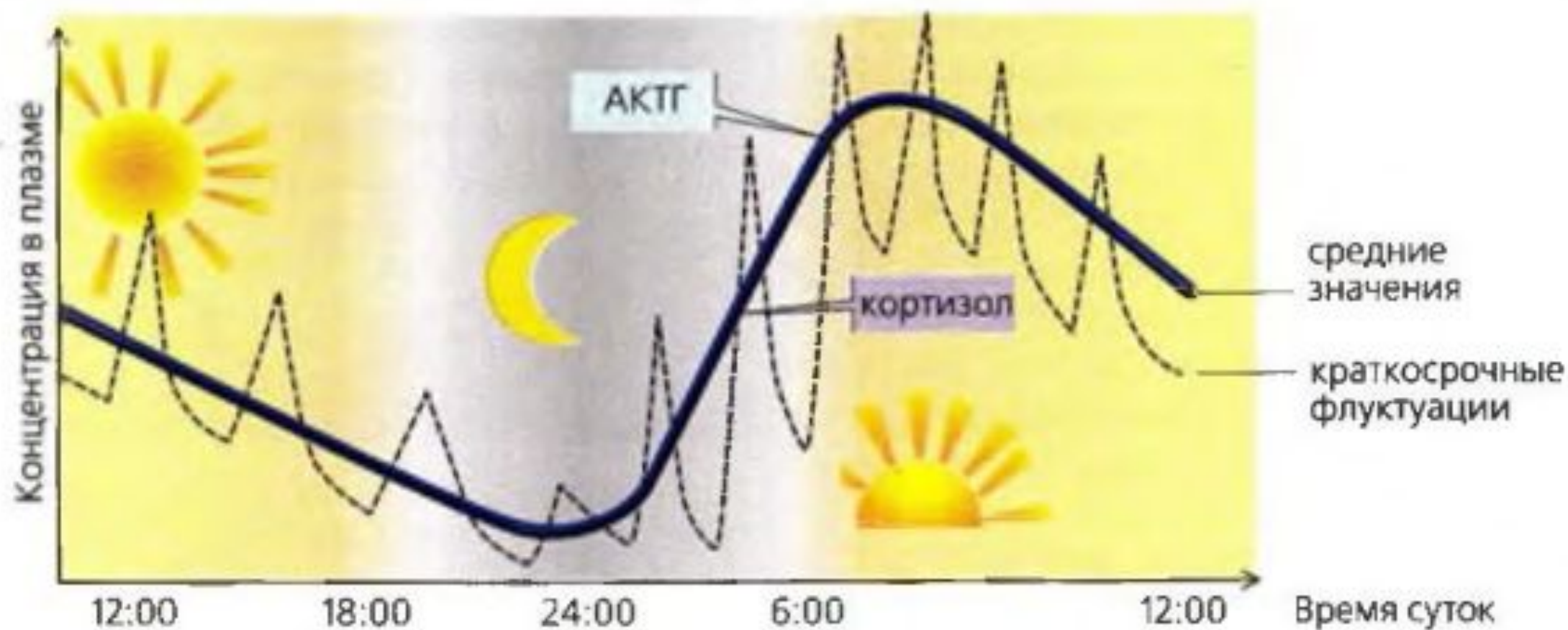
Вторые (к примеру **кортизол**) стимулируют распад белков и синтез углеводов.

Мозговое вещество надпочечников производит **адреналин** – гормон, который поддерживает тонус симпатической нервной системы.

Повышение концентрации адреналина в крови приводит к таким физиологическим изменениям, как учащение сердцебиения, сужение кровеносных сосудов, расширение зрачков, активизация сократительной функции мышц и не только.

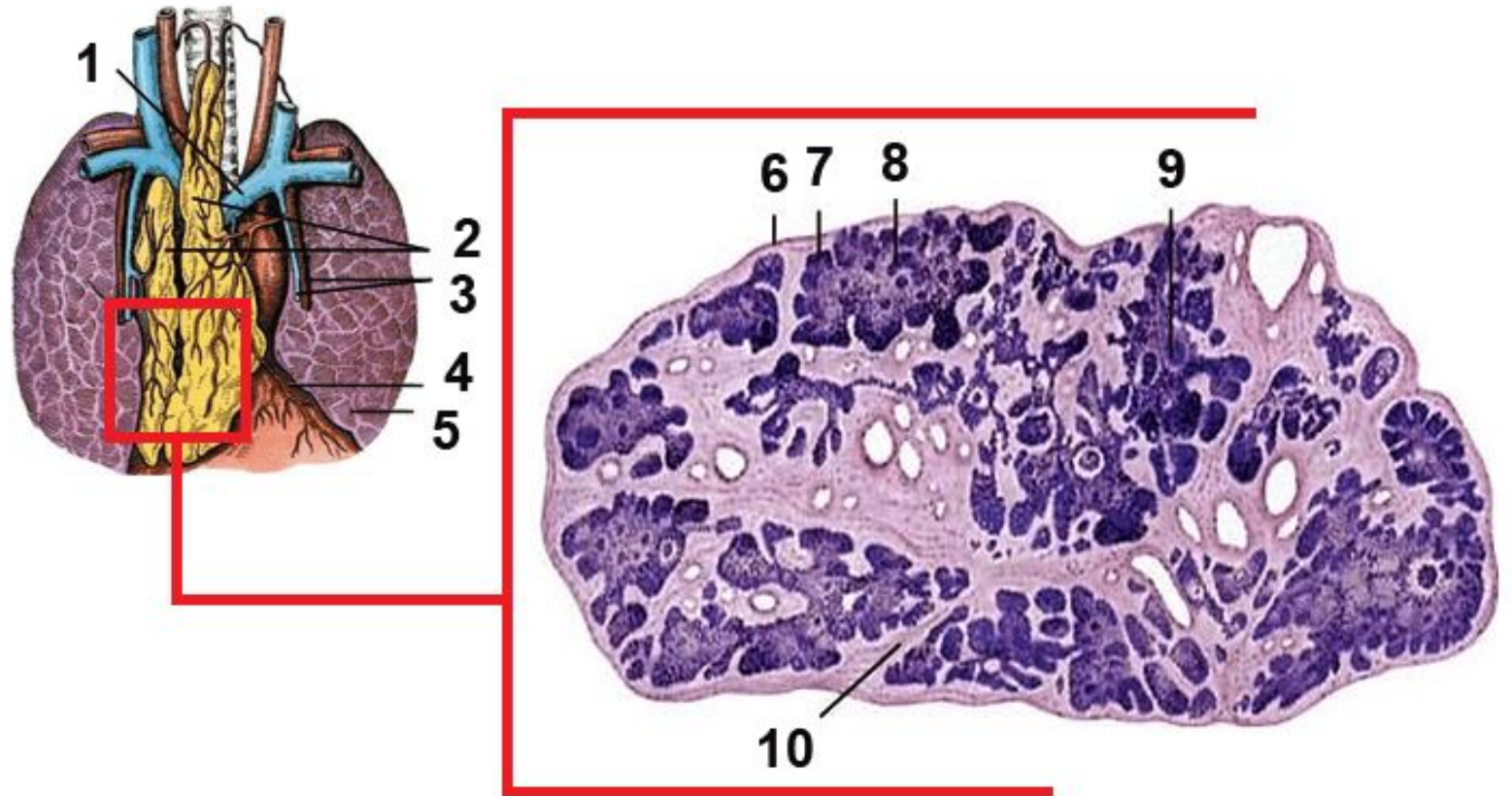
Работа коры надпочечников активизируется центральной, а мозговое вещество – периферической нервной системой.

Б. Циркадные ритмы секреции АКТГ и кортизола



Строение тимуса:

- 1- Плечеголовная вена;
- 2- Правая и левая доли тимуса;
- 3- Внутренние грудные артерия и вена;
- 4- Перикард;
- 5- Левое легкое;
- 6- Капсула тимуса;
- 7- Кора тимуса;
- 8- Мозговое вещество тимуса;
- 9- Тимические тельца;
- 10- Междольковая перегородка.



Тимус

Иммунная система, в том числе и тимус, производит довольно большое количество гормонов, которые обычно разделяют на **цитокины** или **лимфокины** и тимические (тимусные) гормоны – **тимопоэтины**.

Последние управляют процессами роста, созревания и дифференцирования Т-клеток, а также функциональную активность взрослых клеток иммунной системы.

К **цитокинам**, которые секретируются иммунокомпетентными клетками относят: гамма-интерферон, интерлейкины, фактор некроза опухолей, гранулоцитарный колониестимулирующий фактор, гранулоцитомакрофагальный колониестимулирующий фактор, макрофагальный колониестимулирующий фактор, лейкемический ингибиторный фактор, онкостатин М, фактор стволовых клеток и иные.

С течением времени тимус деградирует, постепенно заменяя свою ткань соединительной.

Половые железы (яички и яичники) образуют половые клетки и половые гормоны (женские — **эстрогены** и мужские — **андрогены**).

Оба типа гормонов имеются в крови любого человека, поэтому половые признаки определяются их количественным соотношением.

У зародышей половые гормоны контролируют развитие половых органов, а во время полового созревания обеспечивают развитие вторичных половых признаков:

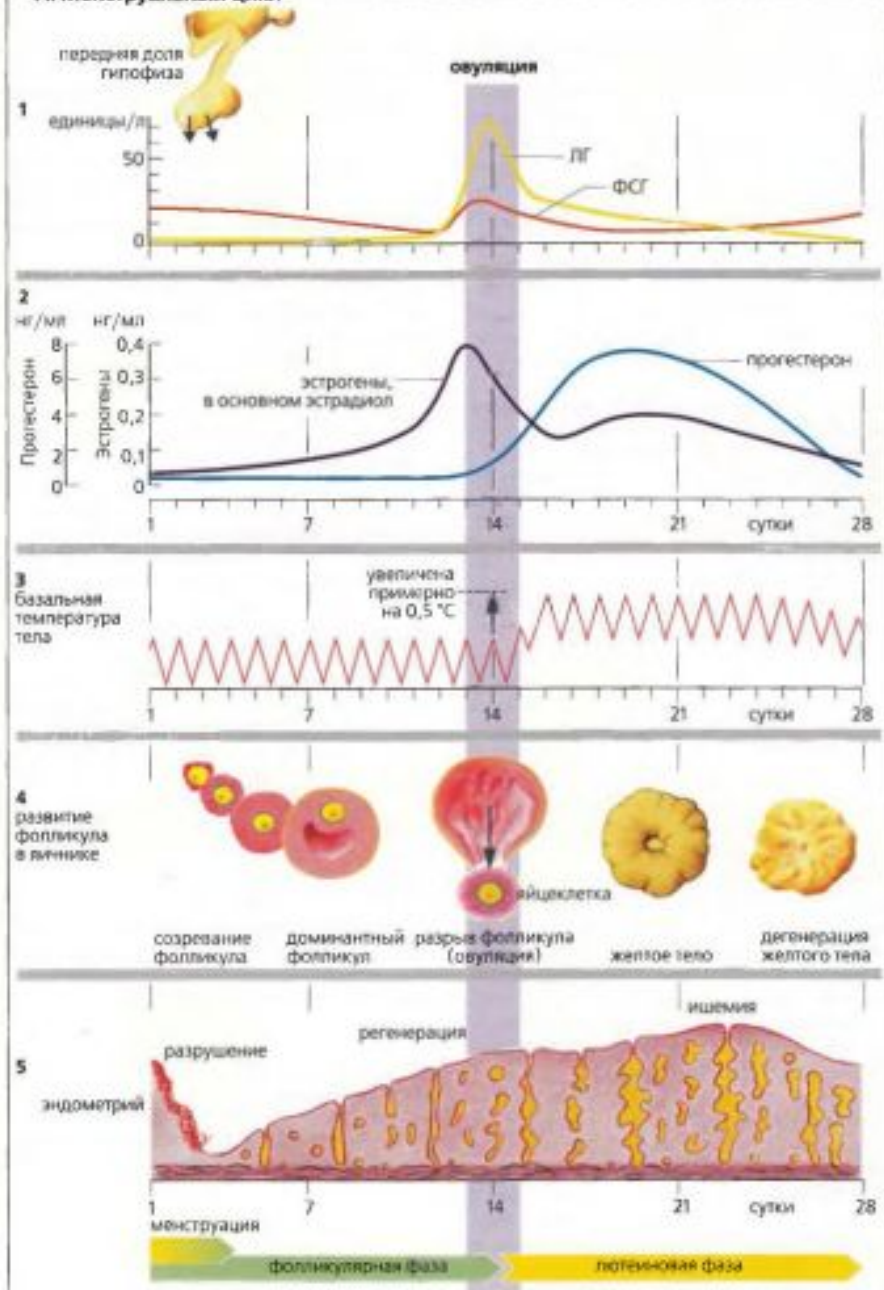
низкий голос, прочный скелет, развитая мускулатура тела, рост волос на лице — у мужчин;

отложение жира в определённых частях тела, развитие молочных желёз, высокий голос — у женщин.

Половые гормоны делают возможным оплодотворение, развитие зародыша, нормальное протекание беременности и родов.

Женские половые гормоны поддерживают менструальный цикл.

А. Менструальный цикл



Гонады

Семенники человека являются местом формирования половых клеток и производства стероидных гормонов, в том числе **тестостерона**.

Он играет большую роль в размножении, важен для нормальной работы половой функции, созревания половых клеток и вторичных половых органов.

Оказывает воздействие на рост мышечной и костной ткани, кроветворные процессы, вязкость крови, уровень липидов в ее плазме, метаболический обмен белков и углеводов, а также психосексуальные и когнитивные функции.

Производство **андрогенов** в семенниках управляется главным образом **лютеинизирующим гормоном (ЛГ)**, в то время, как для формирования половых клеток требуется скоординированное действие **фолликулостимулирующего гормона (ФСГ)** и повышенной внутрисеменной концентрации **тестостерона**, который производится клетками Лейдига под воздействием ЛГ.

Заключение

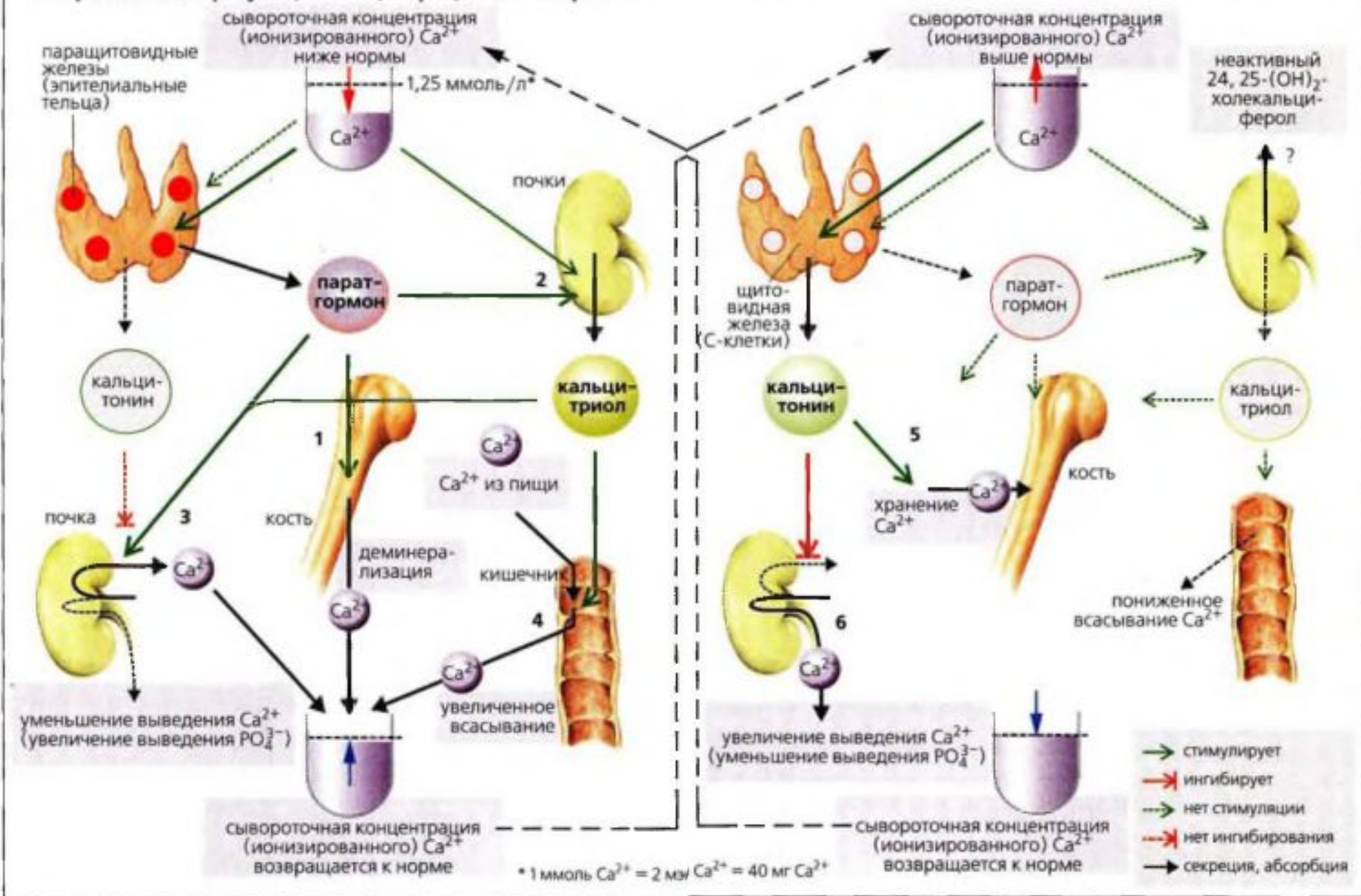
Эндокринная система человека предназначена для производства **гормонов**, которые в свою очередь контролируют и управляют множеством действий, направленных на нормальное протекание процессов жизнедеятельности организма.

Она управляет работой практически всех внутренних органов, отвечает за приспособительные реакции организма к воздействию внешней среды, а также сохраняет постоянство внутренней.

Гормоны, производимые эндокринной системой, отвечают за обмен веществ в организме, процессы кроветворения, рост мышечной ткани и не только.

От нормального ее функционирования зависит общее физиологическое и психическое состояние человека.

Г. Гормональная регуляция концентрации Ca^{2+} в крови



Источник: <https://fit-baza.com/endokrinnaya-sistema-cheloveka/>