

---

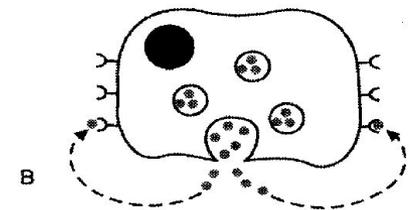
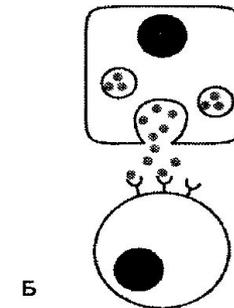
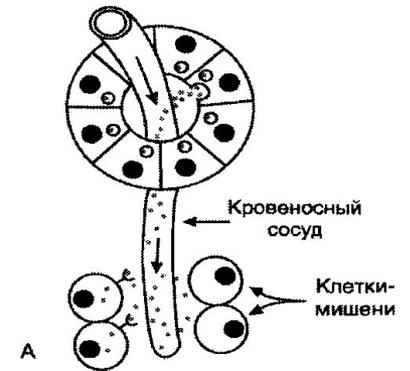
# БИОФИЗИКА

## ГОРМОНАЛЬНЫХ РЕЦЕПТОРОВ

Подготовил  
Хачатрян Армен  
студент 2 курса Бб 171

# 4 ОСНОВНЫЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛЯЦИИ МЕТАБОЛИЗМА

- Центральная нервная система за счет передачи сигналов посредством нервных импульсов и нейромедиаторов;
- Эндокринная система с помощью гормонов, которые синтезируются в железах и транспортируются к клеткам-мишеням (на рис. А);
- Паракринная и аутокринная системы – при участии сигнальных молекул, секретируемых из клеток в межклеточное пространство (эйканоиды, гистамин, гормоны ЖКТ, цитокины). (на рис. Б и В)
- Иммунная посредством специфических белков – антител, Т-рецепторов, белков комплекса гистосовместимости.
- **Все уровни регуляции интегрированы и действуют как единое целое.**



Y – рецептор; \* – гормон или другой сигнал.

# ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРУЕТ ОБМЕН ВЕЩЕСТВ ПОСРЕДСТВОМ ГОРМОНОВ

---

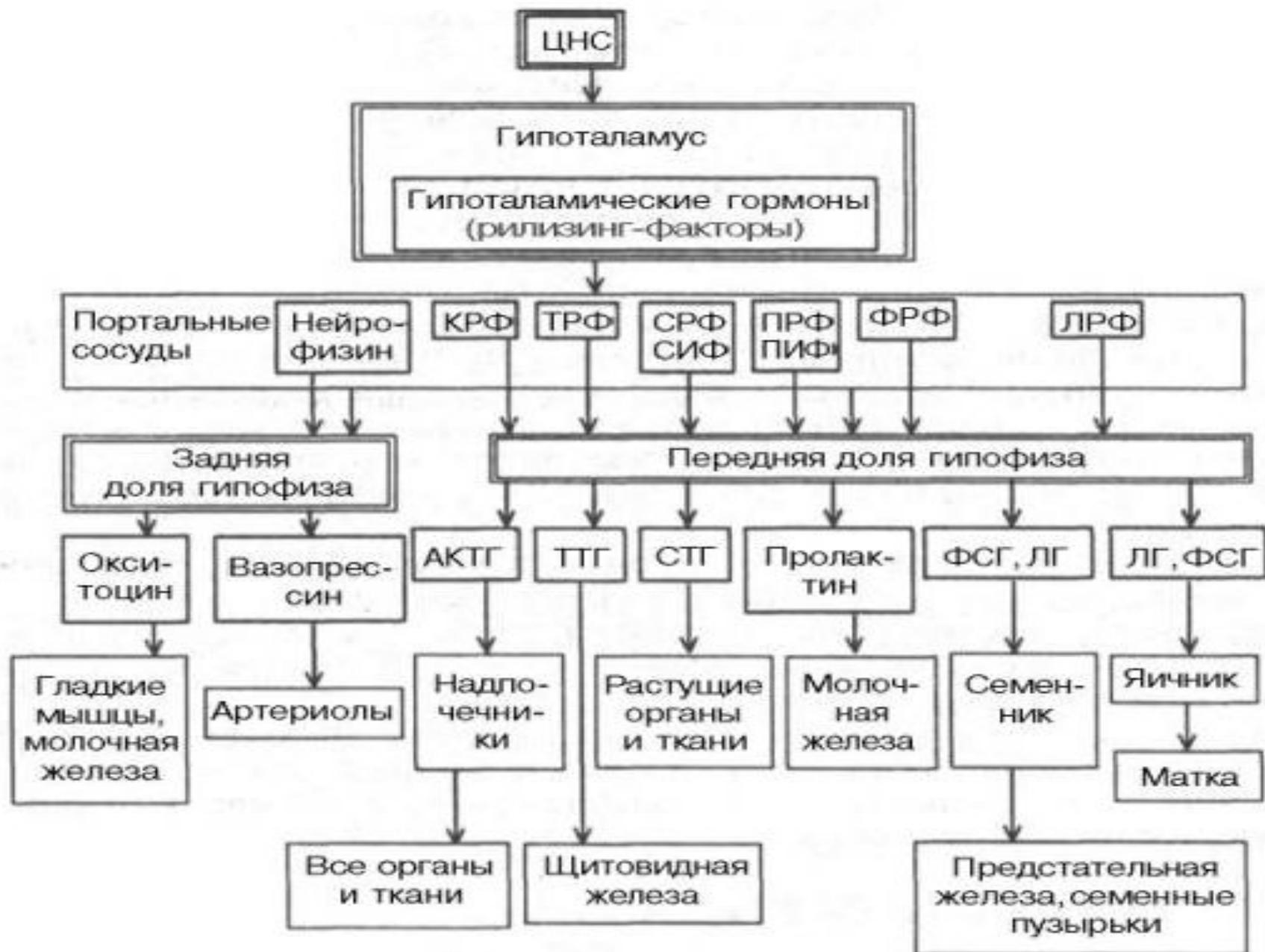
**ГОРМОНЫ** - БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ, КОТОРЫЕ ВЫРАБАТЫВАЮТСЯ В НЕЗНАЧИТЕЛЬНЫХ КОЛИЧЕСТВАХ В ЖЕЛЕЗАХ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ, ОСУЩЕСТВЛЯЮТ ГУМОРАЛЬНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ИМЕЮТ РАЗЛИЧНУЮ ХИМИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ.

# КЛАССИЧЕСКИМ ГОРМОНАМ ПРИСУЩ РЯД ПРИЗНАКОВ:

- Дистантность действия – синтез в железах внутренней секреции, а регуляция отдаленных тканей
- Избирательность действия
- Строгая специфичность действия
- Кратковременность действия
- Действуют в очень низких концентрациях, под контролем ЦНС и регуляция их действия осуществляется в большинстве случаев по типу обратной связи
- Действуют опосредованно через белковые рецепторы и ферментативные системы

# ОРГАНИЗАЦИЯ НЕРВНО- ГОРМОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

- Существует строгая иерархия или соподчиненность гормонов.
- Поддержание уровня гормонов в организме в большинстве случаев обеспечивает механизм отрицательной обратной связи.



# РЕГУЛЯЦИЯ УРОВНЯ ГОРМОНОВ В ОРГАНИЗМЕ

---

- Изменение концентрации метаболитов в клетках-мишенях по механизму отрицательной обратной связи подавляет синтез гормонов, действуя либо на эндокринные железы, либо на гипоталамус.
- Не все эндокринные железы регулируются таким образом: синтез адреналина находится под контролем ЦНС, секреция гормонов поджелудочной железы - инсулина и глюкагона определяется уровнем глюкозы в крови.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРМОНОВ

---

- по биологическим функциям;
- по механизму действия;
- по химическому строению;

**различают 4 группы:**

1. Белково-пептидные
2. Гормоны-производные аминокислот
3. Гормоны стероидной природы
4. Эйкозаноиды

# КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРМОНОВ ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ ФУНКЦИЯМ

ЭТА КЛАССИФИКАЦИЯ УСЛОВНА, Т.К. МОГУ  
ВЫПОЛНЯТЬ РАЗНЫЕ ФУНКЦИИ

Регулируемые процессы	Гормоны
Обмен углеводов, липидов, аминокислот	Инсулин, глюкагон, адреналин, кортизол, тироксин, соматотропин
Водно-солевой обмен	Альдостерон, антидиуретический гормон
Обмен кальция и фосфатов	Паратгормон, кальцитонин, кальцитриол
Репродуктивная функция	Эстрадиол, тестостерон, прогестерон, гонадотропные гормоны
Синтез и секреция гормонов эндокринных желёз	Тропные гормоны гипофиза, либерины и статины гипоталамуса
Изменение метаболизма в клетках, синтезирующих гормон	Эйкозаноиды, гистамин, секретин, гастрин, соматостатин, вазоактивный интестинальный пептид (ВИП), цитокины

# КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРМОНОВ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СТРОЕНИЮ

Пептидный гормон	Стероид	Производное аминокислоты
Адренокортикотропный гормон (кортикотропин; АКТГ) Гормон роста (соматотропин; СТГ) Тиротропный гормон (тиротропин; ТТГ) Лактогенный гормон (пролактин; ЛТГ) Лютеинизирующий гормон (лютролин; ЛГ) Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ) Меланоцитстимулирующий гормон (МСГ) Хорионический гонадотропин (ХГ) Антидиуретический гормон (вазопрессин; АДГ) Окситоцин Паратироидный гормон (паратгормон; ПТГ) Кальцитонин Инсулин Глюкагон	Альдостерон Кортизол Кальцитриол Тестостерон Эстрадиол Прогестерон	Адреналин Норадреналин Трийодтиронин (Т <sub>3</sub> ) Тироксин (Т <sub>4</sub> )

# 1. БЕЛКОВО - ПЕПТИДНЫЕ ГОРМОНЫ

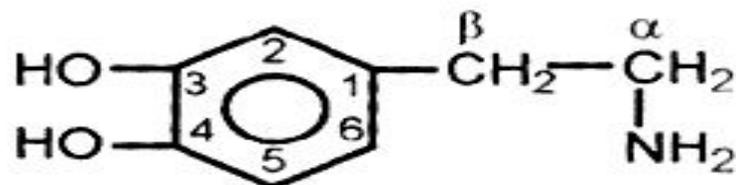
---

- Гормоны гипоталамуса; гормоны гипофиза; гормоны поджелудочной железы - инсулин, глюкагон; гормоны щитовидной и паращитовидной желез – соответственно кальцитонин и паратгормон.
- Вырабатываются путем прицельного протеолиза, т.к. у них короткое время жизни. Имеют от 3 до 250 АМК остатков.

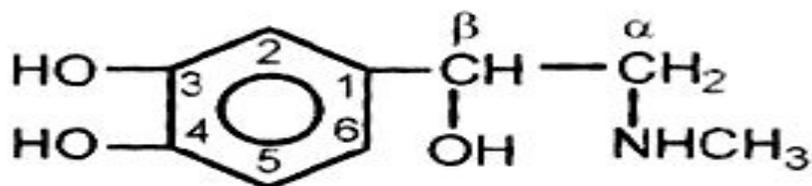


## 2. ГОРМОНЫ - ПРОИЗВОДНЫЕ АМИНОКИСЛОТ

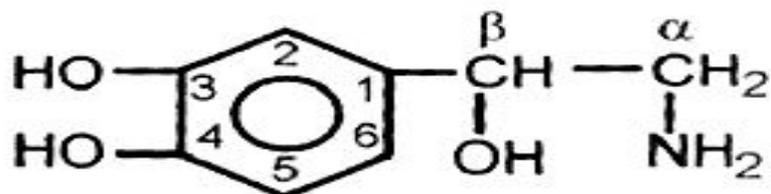
- Являются производными аминокислоты - тирозина.
- К ним относятся гормоны щитовидной железы - трийодтиронин ( $I_3$ ) и тироксин ( $I_4$ ), а также - адреналин и норадреналин – катехоламины.



Дофамин



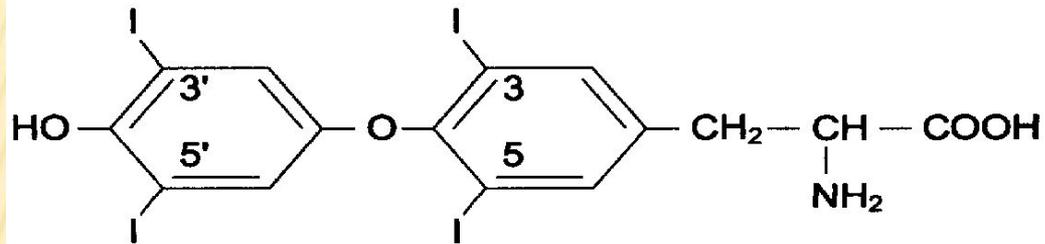
Адреналин



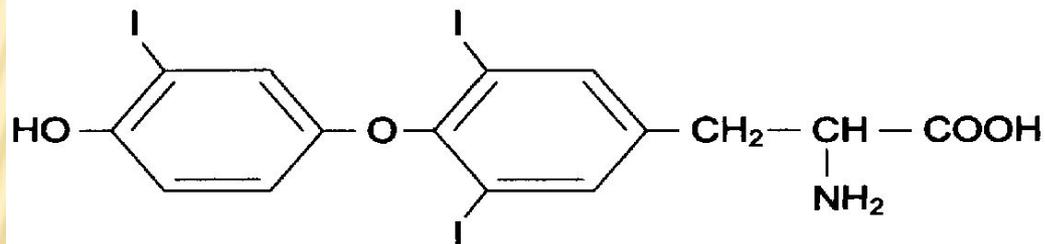
Норадреналин

**Катехоламины**

# ГОРМОНЫ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ



3, 5, 3', 5'-Тетрайодтиронин (Т<sub>4</sub>)



3, 5, 3'-Трийодтиронин (Т<sub>3</sub>)

В щитовидной железе синтезируются гормоны — йодированные производные тирозина. Они объединены общим названием йодтиронины. К ним относят 3,5,3'-трийодтиронин (трийодтиронин, Т<sub>3</sub>) и 3,5,3',5'-тетрайодтиронин (Т<sub>4</sub>), или тироксин (рис. 11-17).

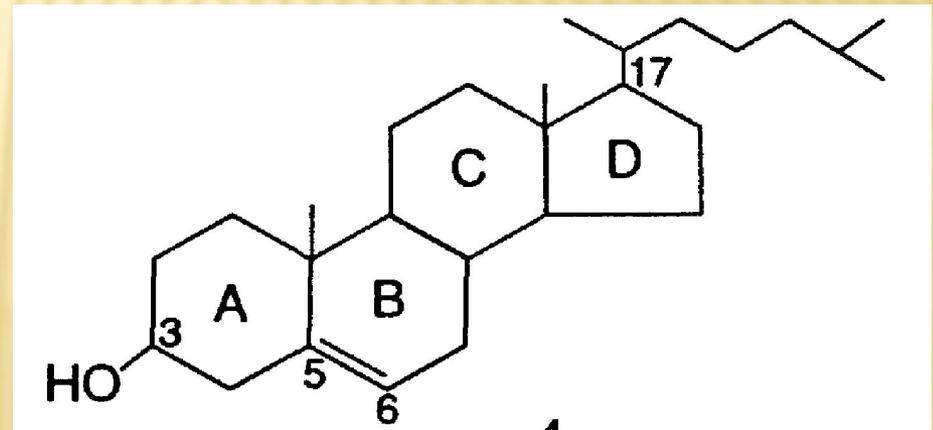
# СХЕМА СИНТЕЗА ТРИЙОДТИРОНИНОВ

---

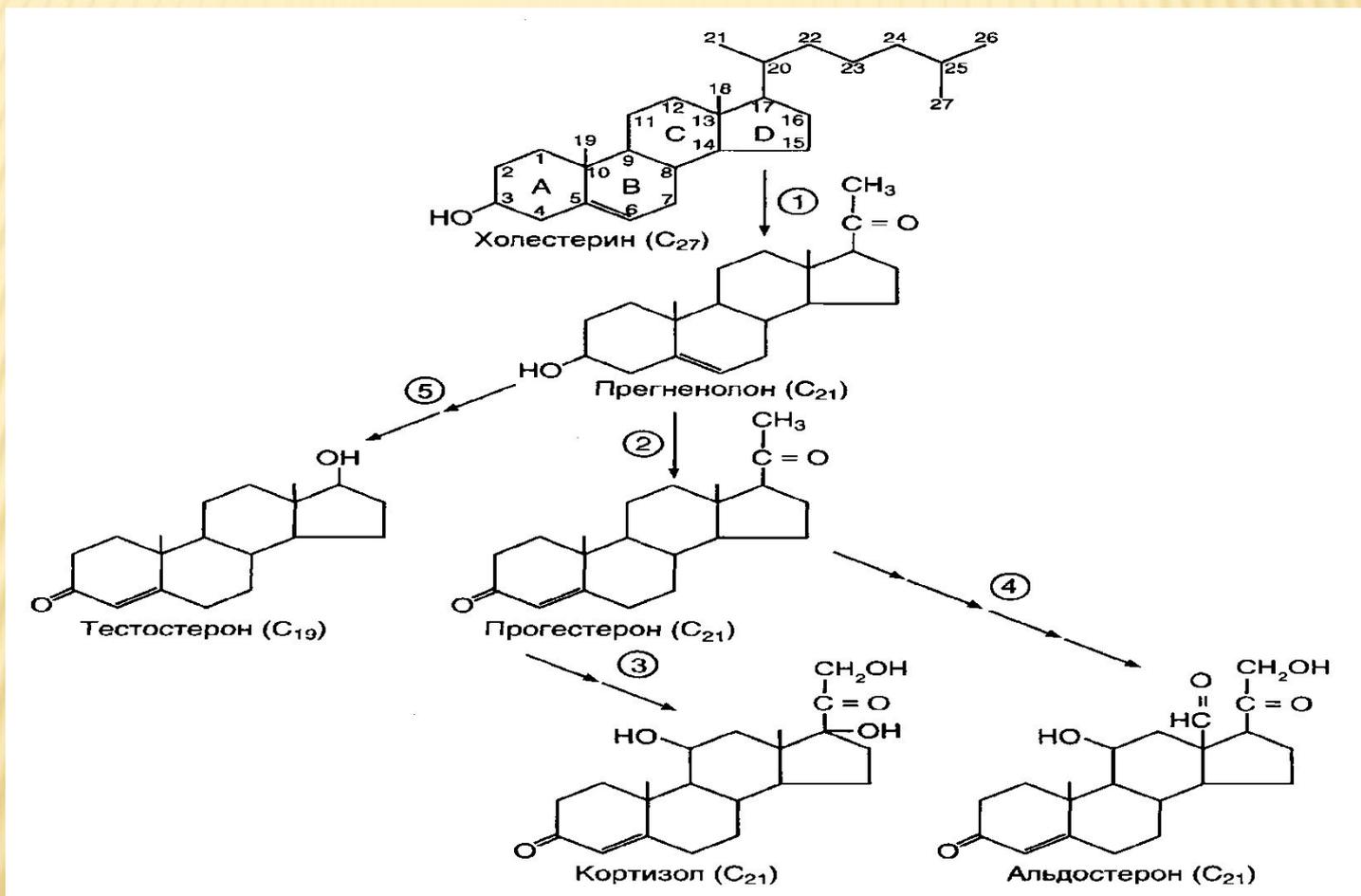


# 3. ГОРМОНЫ СТЕРОИДНОЙ ПРИРОДЫ

- Синтезируются из холестерина (на рис.)
- Гормоны коркового вещества надпочечников – кортикостероиды (кортизол, кортикостерон)
- Гормоны коркового вещества надпочечников – минералокортикоиды (андостерон)
- Половые гормоны: андрогены (19 «С») и эстрогены (18 «С»)



# СИНТЕЗ ОСНОВНЫХ КОРТИКОСТЕРОИДОВ



# 4. ЭЙКОЗАНОИДЫ

- Предшественником всех эйкозаноидов является арахидоновая кислота.
- Они делятся на 3 группы – простагландины, лейкотриены, тромбоксаны.
- Эйкозаноиды - медиаторы (локальные **гормоны**) Эйкозаноиды - медиаторы (локальные гормоны) — широко распространенная группа сигнальных **веществ** Эйкозаноиды - медиаторы (локальные гормоны) — широко распространенная группа сигнальных веществ, которые образуются почти во всех **клетках** Эйкозаноиды - медиаторы (локальные



# ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗНЫХ ГРУПП ЭЙКАЗОНОИДОВ

- ▣ **Простагландины (Pg)** — синтезируются практически во всех клетках, кроме эритроцитов и лимфоцитов. Выделяют типы простагландинов А, В, С, D, Е, F.
- ▣ Их функции сводятся к изменению тонуса гладких мышц бронхов, мочеполовой и сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта, при этом направленность изменений различна в зависимости от типа простагландинов и условий. Они также влияют на температуру тела.
- ▣ **Простациклины** являются подвидом простагландинов (Pg I), но дополнительно обладают особой функцией — ингибируют агрегацию тромбоцитов являются подвидом простагландинов (Pg I), но дополнительно обладают особой функцией — ингибируют агрегацию тромбоцитов и обуславливают вазодилатацию. Особенно активно синтезируются в эндотелии сосудов миокарда являются подвидом простагландинов (Pg I), но дополнительно обладают особой функцией — ингибируют агрегацию тромбоцитов и обуславливают вазодилатацию. Особенно активно синтезируются в эндотелии сосудов миокарда, матки являются подвидом простагландинов (Pg I), но дополнительно обладают особой функцией — ингибируют агрегацию тромбоцитов и обуславливают вазодилатацию. Особенно активно синтезируются в эндотелии сосудов миокарда, матки, слизистой желудка.
- ▣ **Тромбоксаны (Tx)** образуются в тромбоцитах, стимулируют их агрегацию и вызывают сужение мелких сосудов.
- ▣ **Лейкотриены (Lt)** активно синтезируются в лейкоцитах (Lt) активно синтезируются в лейкоцитах, в клетках лёгких (Lt) активно

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГОРМОНОВ С РЕЦЕПТОРАМИ КЛЕТОК-МИШЕНЕЙ

- Для проявления биологической активности связывание гормонов с рецепторами должно приводить к образованию сигнала, который вызывает биологический ответ. Например: щитовидная железа – мишень для тиреотропина, под действием которого увеличивается количество ацинарных клеток, повышается скорость синтеза тиреоидных гормонов. Клетки-мишени отличают соответствующий гормон, благодаря наличию соответствующего рецептора.

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЦЕПТОРОВ

---

- Рецепторы могут находиться на поверхности клеточной мембраны, внутри клетки – в цитозоле или в ядре.
- Рецепторы – это белки, состоят из нескольких доменов. Мембранные рецепторы имеют домен узнавания, трансмембранный и цитоплазматический домены.
- Связывание гормона с рецептором приводит к изменению конформации рецептора и трансдукции сигнала. Сигнал от первичного посредника (гормона) трансформируется вначале в изменении концентрации вторичных посредников –
  - цАМФ, цГТФ, ИФ<sub>3</sub>, ДАГ, Са<sub>2+</sub>, NO.

**ГОРМОНАЛЬНЫЙ СИГНАЛ МЕНЯЕТ  
СКОРОСТЬ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ ОТВЕТ ПУТЕМ:**

- ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ
- ИЗМЕНЕНИЕМ КОЛИЧЕСТВА ФЕРМЕНТОВ.

---

# ПО МЕХАНИЗМУ ДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧАЮТ ГОРМОНЫ:

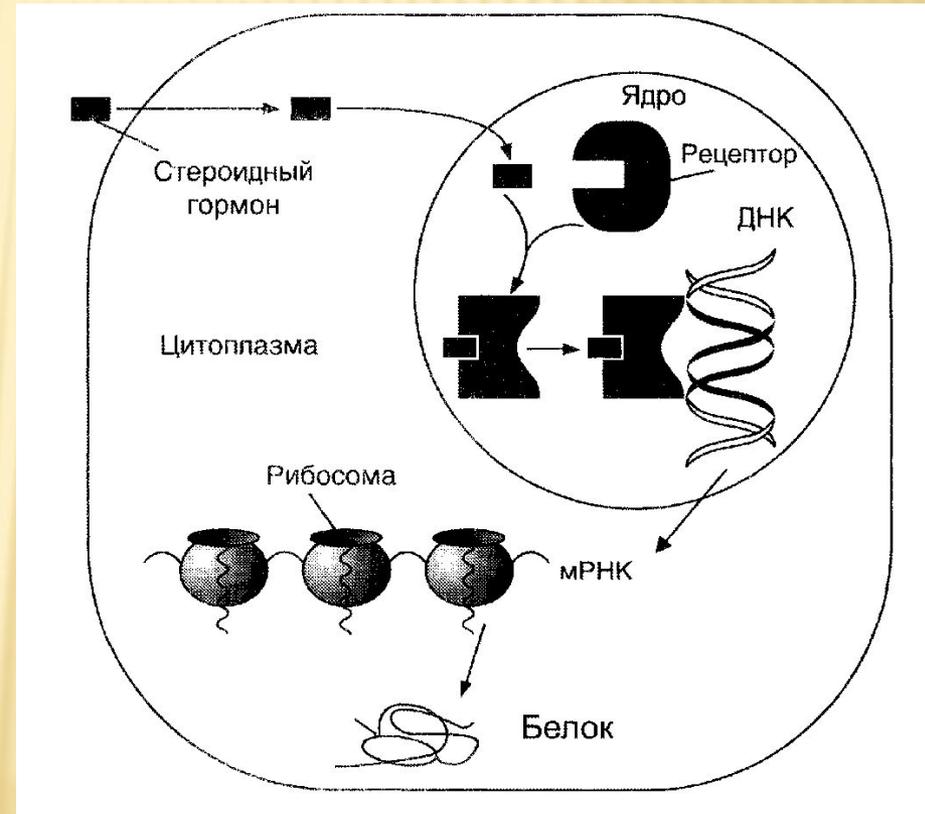
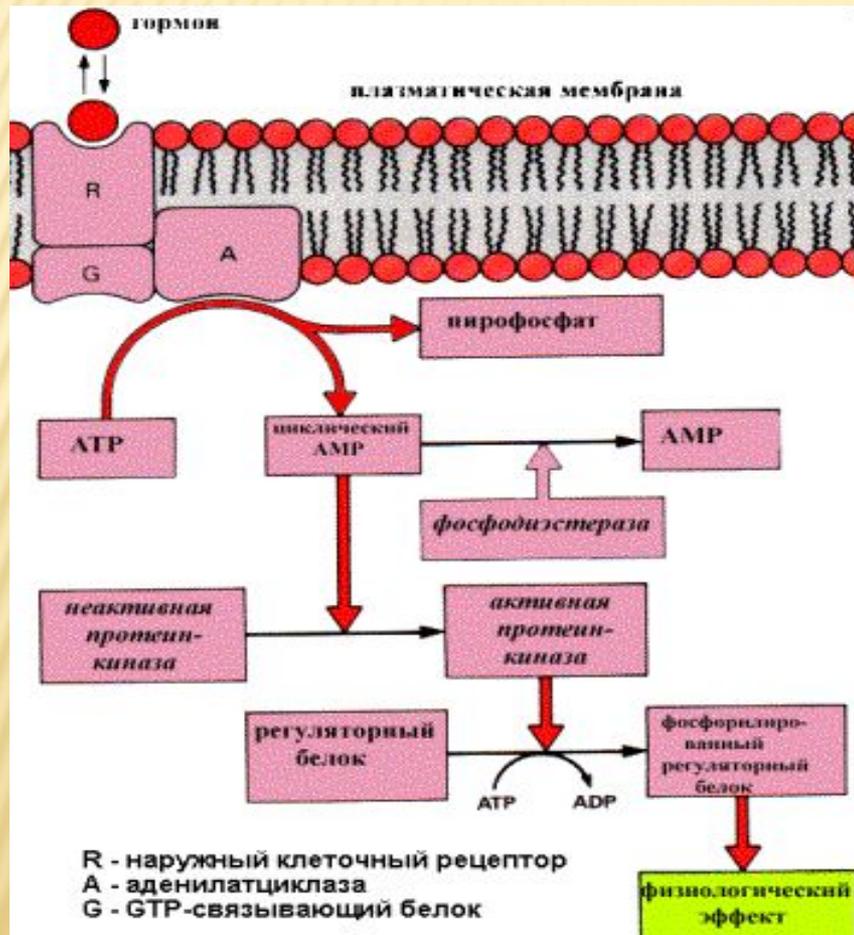
- ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИЕ С МЕМБРАННЫМИ РЕЦЕПТОРАМИ (ПЕПТИДНЫЕ ГОРМОНЫ, АДРЕНАЛИН, ЭЙКАЗОНОИДЫ) И
- ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИЕ С ВНУТРИКЛЕТОЧНЫМИ РЕЦЕПТОРАМИ (СТЕРОИДНЫЕ И ТИРЕОДНЫЕ ГОРМОНЫ)

---

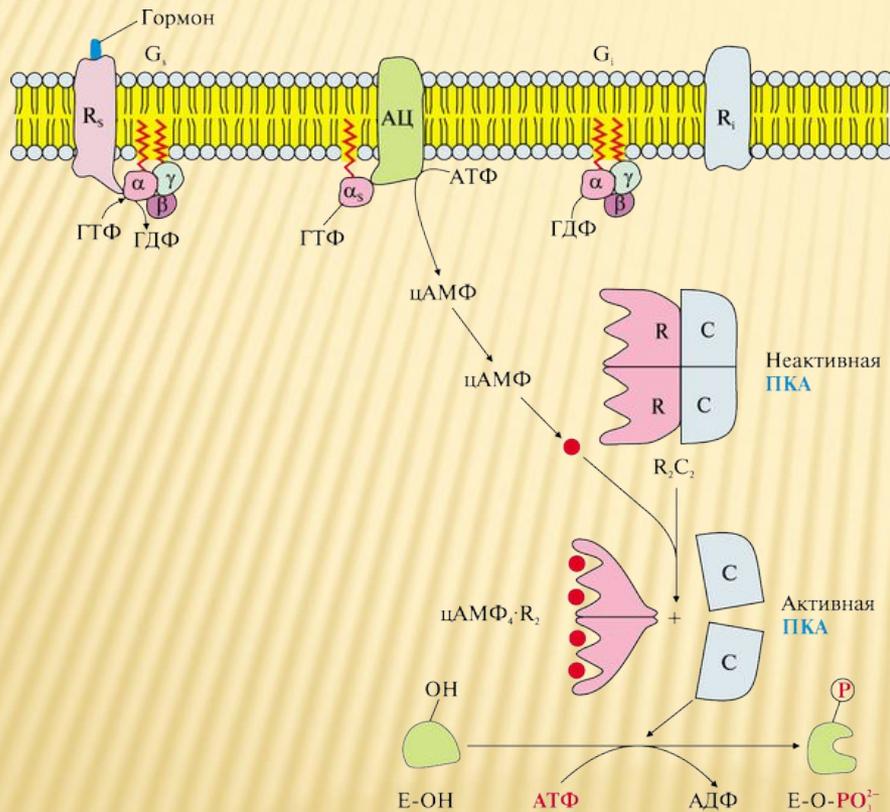
**ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПЕРЕДАЧИ  
ГОРМОНАЛЬНОГО СИГНАЛА:**

**ЧЕРЕЗ МЕМБРАННЫЕ И ВНУТРИКЛЕТОЧНЫЕ  
РЕЦЕПТОРЫ**

# МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕДАЧИ ГОРМОНАЛЬНОГО СИГНАЛА: БЫСТРЫЙ (МЕМБРАННЫЙ РЕЦЕПТОР) И МЕДЛЕННЫЙ (ВНУТРИКЛЕТОЧНЫЙ РЕЦЕПТОР) ТИПЫ

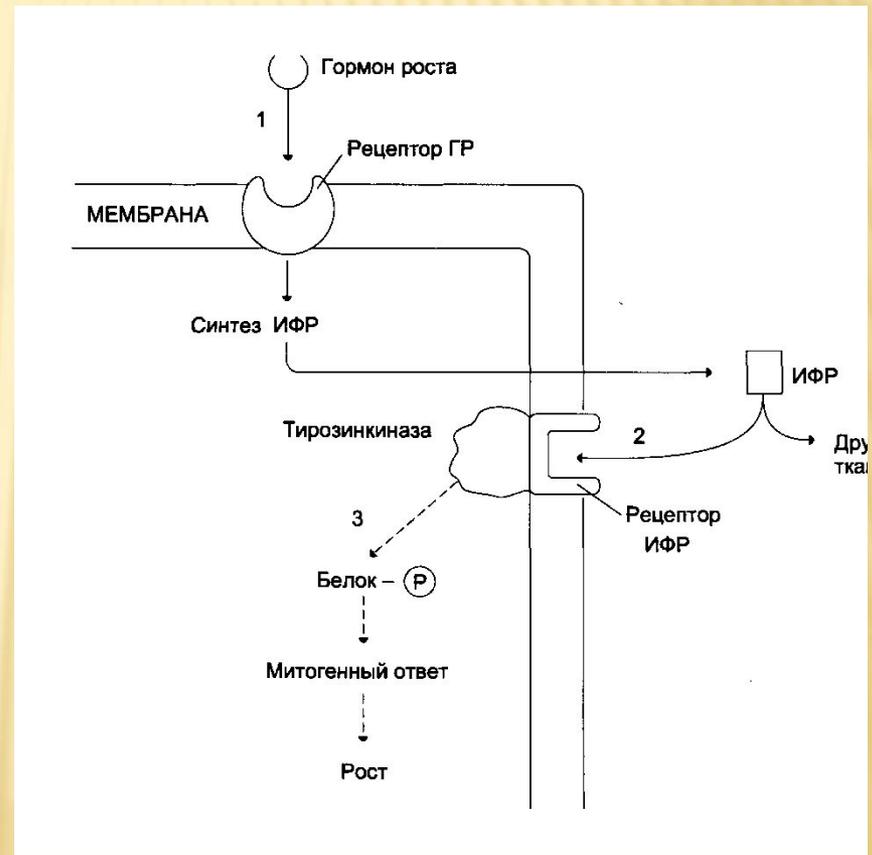
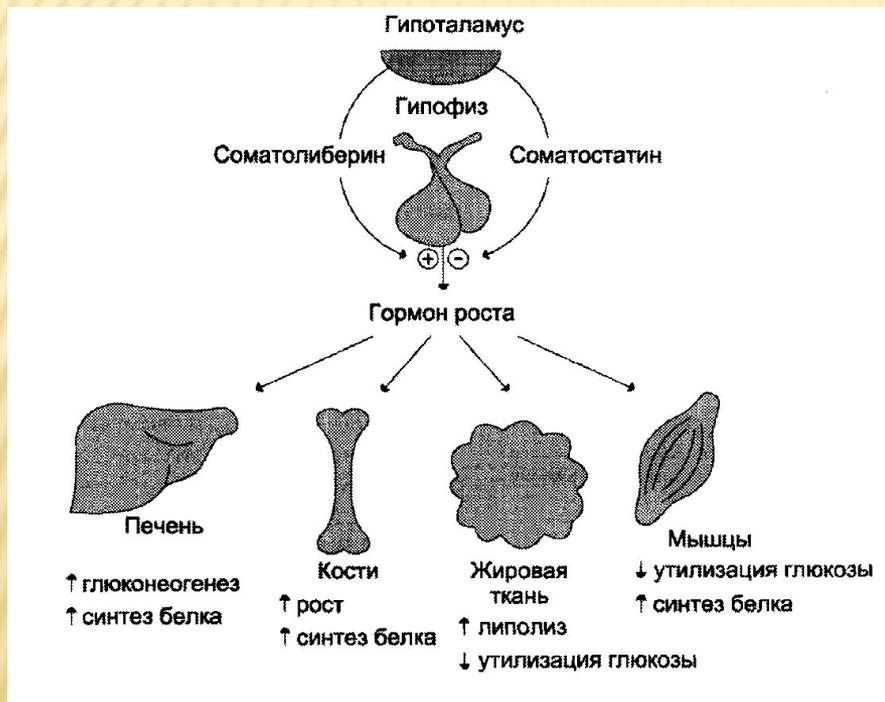


# ПЕРЕДАЧА ГОРМОНАЛЬНОГО СИГНАЛА ЧЕРЕЗ АДЕНИЛАТЦИКЛАЗУ



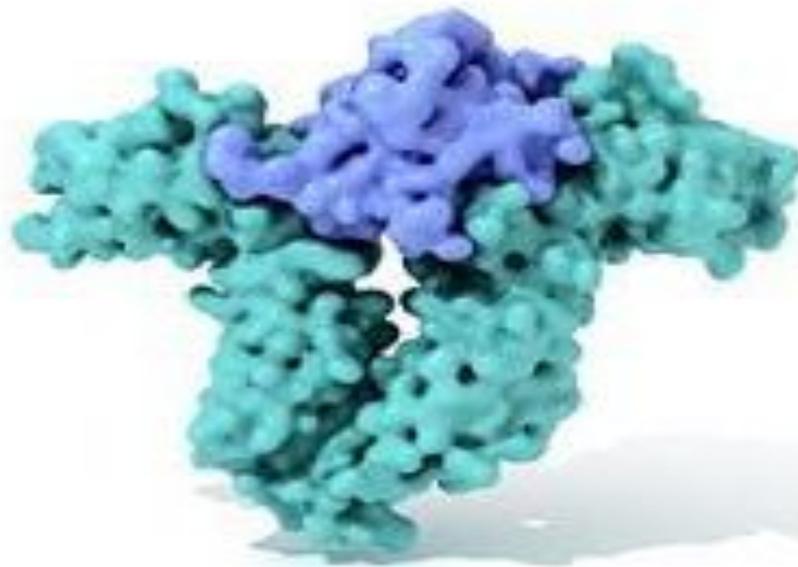
- Комплекс гормон-рецептор связан с G – белком, который имеет 3 субъединицы ( $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ ). В отсутствии гормона  $\alpha$ -субъединица связана с ГТФ. Комплекс гормон-рецептор приводит к отщеплению димера  $\beta\gamma$  от  $\alpha$ ГТФ. Субъединица  $\alpha$ ГТФ активирует аденилатциклазу, катализирующую образование циклической АМФ (цАМФ). цАМФ активирует протеинкиназу А (ПКА), фосфорилирующую ферменты и другие белки. Это быстрый тип передачи гормонального сигнала, регулирует активность ферментов.

# БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ГОРМОНА РОСТА (ИФР – ИНСУЛИНОПОДОБНЫЙ ФАКТОР РОСТА)

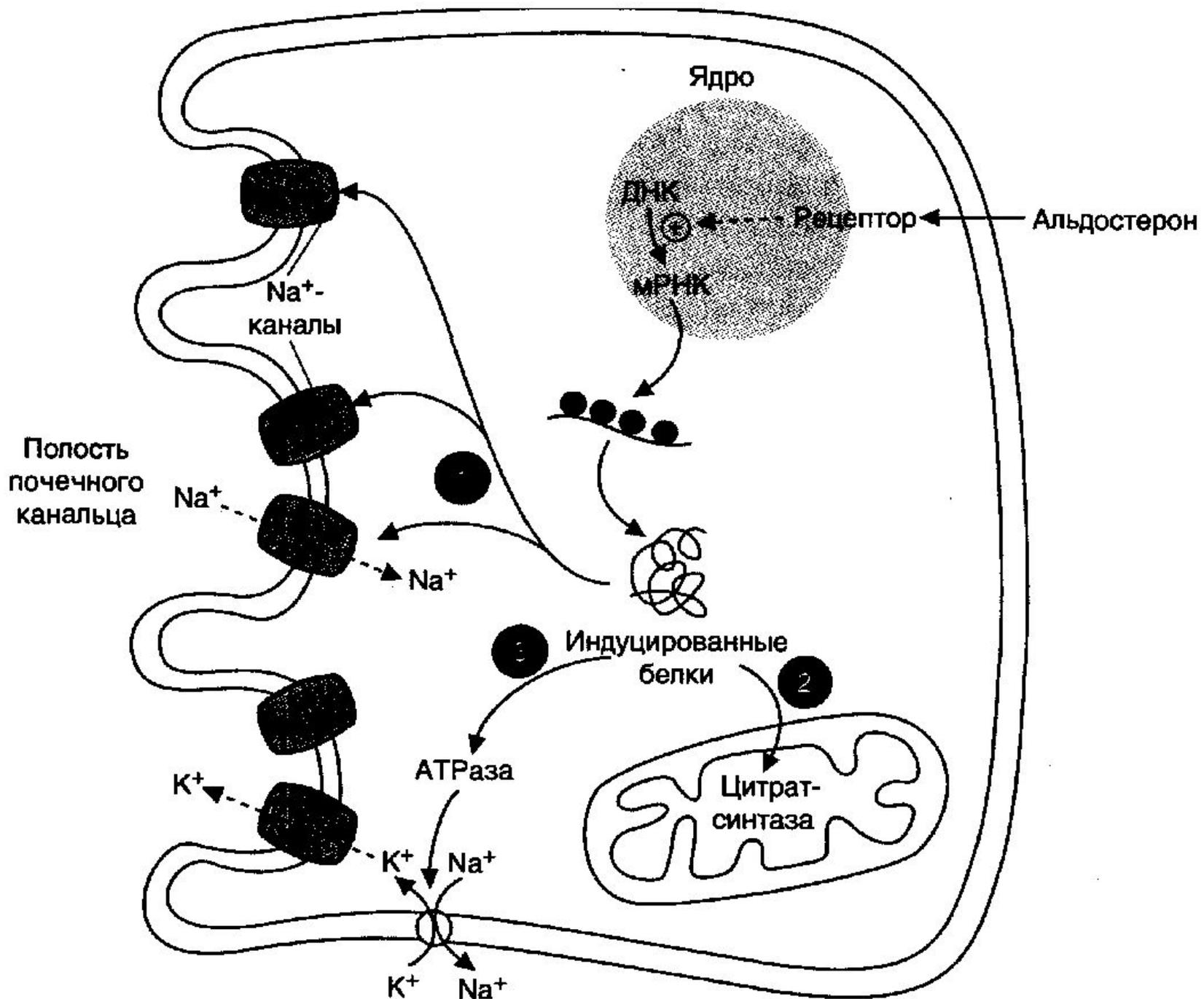




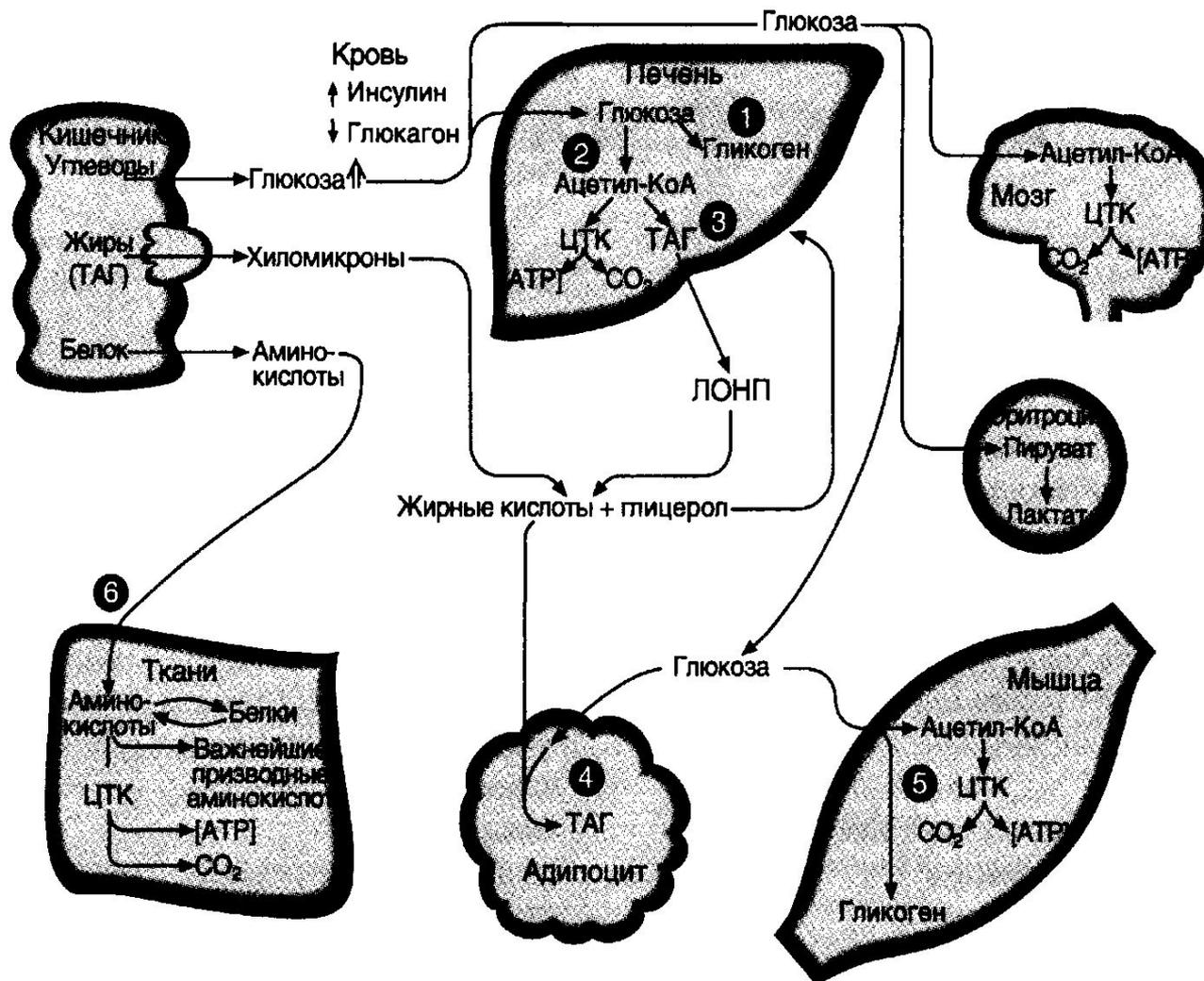
**Гормон роста**



**Гормон роста  
присоединен к  
рецептору**



# ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ И ВЛИЯНИЕ ГОРМОНОВ НА МЕТАБОЛИЗМ



---

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**