



# ГОРМОНЫ

Гормоны-это биологические высоко-активные вещества различной химической природы, вырабатываемые железами внутренней секреции.

Железы внутренней секреции- гипофиз, гипоталамус, щитовидная железа, паращитовидная железа, поджелудочная железа, надпочечники, половые железы (гонады), эпифиз (шишковидное тело), тимус (вилочковая железа).

# Функции гормонов

- ⊙ **1. Регулируют внутриклеточные реакции обмена веществ.**
- ⊙ **2. Обеспечивают гомеостаз (постоянство внутренней среды организма).**
- ⊙ **3. Обеспечивают рост, умственное, физическое, половое развитие организма.**
- ⊙ **4. Участвуют в дифференцировке тканей.**
- ⊙ **5. Адаптивная - обеспечивают адаптацию организма к изменяющимся условиям окружающей среды, стрессовым ситуациям.**
- ⊙ **6. Репродуктивная - управляют процессами размножения и развития организма.**

# Свойства гормонов

1. Высокая биологическая активность (гормоны активны в ничтожно малых количествах (наномоли и пикамоли))
2. Высокая скорость образования и инактивации («время жизни» гормонов от нескольких секунд до 90 минут).
3. Действие гормонов специфично.
4. Гормоны действуют дистантно.
5. После своего действия разрушаются и выводятся из организма.
6. Транспортируются кровью и лимфой.
7. Действуют по принципу обратной отрицательной связи.
8. Синтезируются в специализированных клетках эндокринных желез.
9. Не являются структурными компонентами клеток, клеточных мембран и источником энергии.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРМОНОВ

## По химическому строению и месту секреции

№	Химическая природа	Группа гормонов	Место секреции
1.	<b>Белковые гормоны</b>	инсулин	поджелудочная железа
		соматотропный гормон	гипофиз
2.	<b>Пептидные гормоны</b>	окситоцин, вазопрессин	гипофиз
		глюкагон	поджелудочная железа
		кальцитонин	щитовидная железа
3.	<b>Производные аминокислот (катехоламины)</b>	Тироксин, трийодтиронин	щитовидная железа
		адреналин, норадреналин	мозговой слой надпочечников
4.	<b>Стероидные гормоны</b>	Кортикостерон, кортизол, альдостерон, гидрокортизон	корковый слой надпочечников
		Тестостерон, андростандиол	семенники
		Эстрадиол, прогестерон	яичники

# Классификация гормонов

По биологическим функциям

Биологические функции	гормоны
Обмен углеводов, липидов, аминокислот	Инсулин, глюкагон, адреналин, кортизол, тироксин, соматотропин
Репродуктивная функция	Эстрадиол, тестостерон, прогестерон, гонадотропные гормоны
Водно-солевой обмен	Альдостерон, антидиуретический гормон
Обмен кальция и фосфатов	Паратгормон, кальцитонин, кальцитриол
Синтез и секреция гормонов эндокринных желез	Тропные гормоны гипофиза, статины и либерины гипоталамуса
Изменение метаболизма в клетках, синтезирующих гормон	Эйкозаноиды, гистамин, секретин, гастрин, соматостатин

# Классификация гормонов

## Классификация по механизму действия

Гидрофильные  
(на мембране)

Белковые, пептидные,  
производные  
аминокислот

Не проникают в  
клетку, связываются с  
рецептором на  
поверхности  
мембраны клетки

Липофильные  
(внутриклеточный)

Стероидные,  
трийодтиронин,  
тетрайодтиронин

Проникают внутрь  
клетки, связываются с  
рецептором в  
цитозоле или в ядре

# Механизм действия гормонов

мембранный

Изменяют проницаемость клетки для других веществ (инсулин)

Мембранно-внутриклеточный

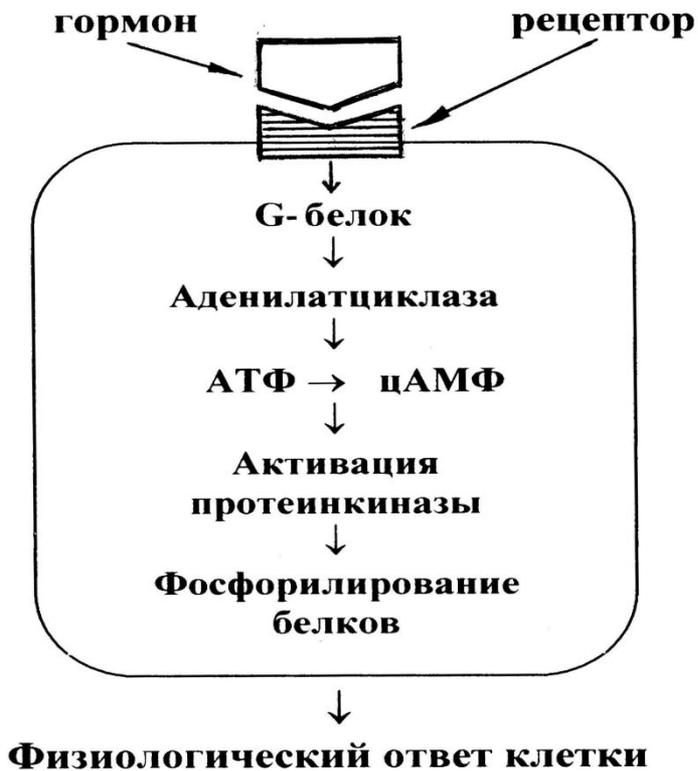
В клетку не проникают, но действуют через посредника – аденилатциклазу (пептидные, белковые гормоны)

Прямой, цитозольный

Гормоны проникают в клетку и в комплексе с рецептором усиливают синтез белка (стероидные гормоны, тироксин)

## Реализация эффекта с наружной поверхности мембраны

Гидрофильные гормоны, которые не могут проникнуть внутрь клетки (катехоламины, белково-пептидные гормоны), связываются с мембранными рецепторами; передача сигнала осуществляется с помощью посредников, находящихся внутри клетки, например цАМФ.

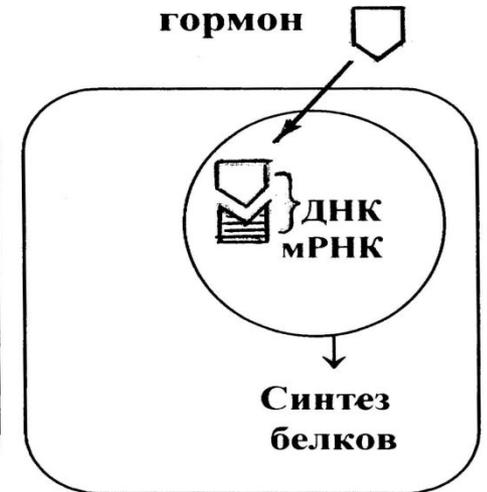
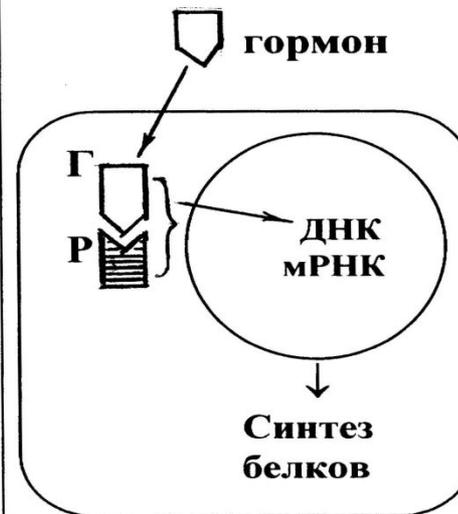


## Реализация эффекта после проникновения гормона внутрь клетки

Гормоны, которые липофильны, проникают внутрь клетки и связываются с рецепторами в цитоплазме и ядре.

Стероидные гормоны

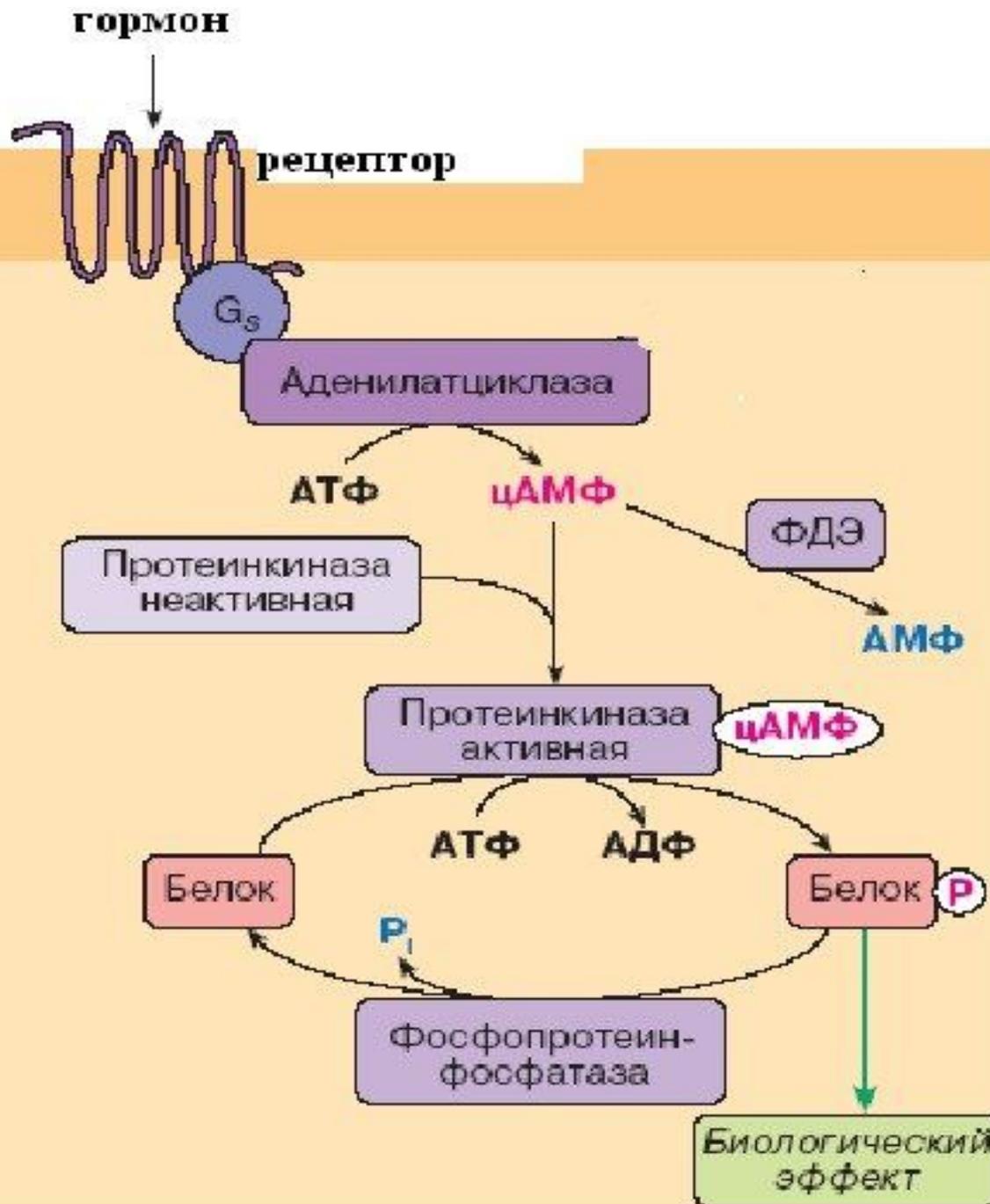
Тиреоидные гормоны



Физиологический ответ клетки

Физиологический ответ клетки

# МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ПЕПТИДНЫХ ГОРМОНОВ



# Механизм гормональной регуляции



# Классификация гормонов по типу сигнала

№	Тип сигнала, железа	гормоны
1.	Сигнал - ЦНС - гипоталамус - гипофиз - эндокринная железа	Кортизол, половые гормоны, йодтиронины
2.	ЦНС - спинной мозг - мозговое вещество надпочечников	адреналин, норадреналин
3.	<p>Без ЦНС при участии химического сигнала</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-повышение глюкозы в крови - β-клетки поджелудочной железы;</li><li>- понижение глюкозы в крови - α-клетки поджелудочной железы;</li><li>- мало Са (+2) в крови - паращитовидная железа;</li><li>-много Са (+2) в крови - щитовидная, паращитовидная железы;</li><li>-мало натрия и много калия в крови- кора надпочечников;</li><li>-повышенное осмотическое давление - гипоталамус-гипофиз;</li><li>-пониженное артериальное давление-почки</li></ul>	<p>инсулин</p> <p>глюкагон паратгормон</p> <p>Кальцитонин</p> <p>Альдостерон</p> <p>Антидиуретический гормон (АДГ)</p> <p>ренин-ангиотензин II</p>



## Рилизинг-факторы

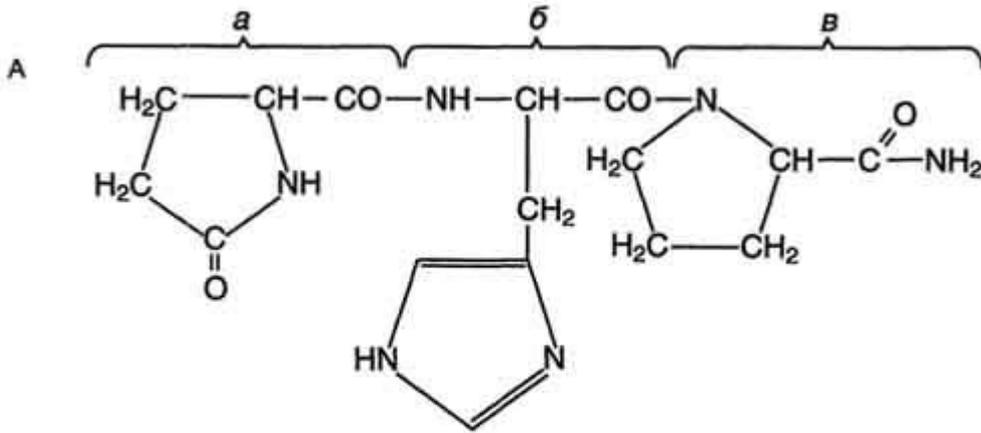
### Либерины:

Кортиколиберин  
Тиреолиберин  
Соматолиберин  
Меланолиберин  
Люлиберин  
Фоллилиберин  
Пролактолиберин

### Статины:

Соматостатин  
Меланостатин  
Пролактостатин

# тиреолиберин



*Тиреолиберин* - трипептид, состоящий из пироглутаминовой кислоты, гистидина и пролинамида

Синтез тиреолиберина происходит в различных участках гипоталамуса, выполняет **функцию нейромедиатора, повышающего двигательную активность и АД**. Предшественник тиреолиберина препротиреолиберин человека включает 242 аминокислотных остатка. Образование активного гормона происходит по механизму частичного протеолиза. В передней доле гипофиза **тиреолиберин стимулирует синтез и секрецию тиреотропина и пролактина**, разрушается в клетках-мишенях и в крови под действием специфических протеаз.  $T_{1/2}$  в крови составляет 3-4 мин.

**Кортиколиберин** - полипептид, содержащий 41 аминокислотный остаток. Как и другие пептидные гормоны, Кортиколиберин синтезируется в виде прогормона.  $T_{1/2}$  кортиколиберина в плазме крови составляет 60 мин. Основное количество кортиколиберина образуется в гипоталамусе, выполняет роль медиатора, участвуя в ответной реакции на различные стрессовые ситуации.

В передней доле гипофиза кортиколиберин увеличивает синтез и секрецию проопиомеланокортина и образование кортикотропина.

**Гонадолиберин** – декапептид следующего строения

Пиро-Глу-Гис-Трп-Сер-Тир-Гли-Лей-Арг-Про-Гли-NH<sub>2</sub>

Предшественник гонадолиберина человека состоит из 92 аминокислотных остатков и имеет молекулярную массу около 10 кДа. Гонадолиберин стимулирует синтез и секрецию 2 гормонов гипофиза - ЛГ и ФСГ, а также играет важную роль в регуляции репродуктивной функции человека и животных, стимулирует сперматогенез у самцов и созревание фолликулов у самок, индуцирует овуляцию, влияет на сексуальное поведение.  $T_{1/2}$  гонадолиберина в плазме крови составляет 5-7 мин.

**Соматолиберин** - полипептид, состоящий из 44 аминокислотных остатков.

В передней доле гипофиза соматолиберин стимулирует синтез и секрецию соматотропина.  $T_{1/2}$  соматолиберина в крови составляет около 7 мин. Соматолиберин применяют в клинической практике для диагностики нарушений функции гипофиза.

**Соматостатин** первично был выделен из гипоталамуса, но впоследствии оказалось, что он синтезируется во многих клетках, расположенных вне гипоталамуса: в желудке, кишечнике, поджелудочной железе, в области периферических нервных окончаний, в плаценте, надпочечниках и в сетчатке глаза. Соматостатин выполняет функции гормона и медиатора, вызывая торможение секреторных процессов, снижение активности гладкой мускулатуры и нейронов. Соматостатин состоит из 14 аминокислотных остатков и имеет циклическую структуру, образованную дисульфидной связью между двумя остатками цистеина



Соматостатин угнетает выделение инсулина и глюкагона, СТГ, ТТГ, местных гормонов ЖКТ

**Меланолиберин**, химическая структура имеет следующее строение:

**Н-Цис-Тир-Иле-Глн-Асн-Цис-ОН.**

**Меланолиберин** оказывает стимулирующее действие на синтез и секрецию меланотропина в передней доле гипофиза.

**Меланостатин** (меланотропинингибирующий фактор) представлен трипептидом: **Пиро-Глу-Лей-Гли-NH<sub>2</sub>**, или пентапептидом со следующей последовательностью: **Пиро-Глу-Гис-Фен-Арг-Гли-NH<sub>2</sub>**.

**Меланостатин** – антагонист меланолиберина, оказывает ингибирующее действие на синтез и секрецию меланотропина в передней доле гипофиза.

**Люлиберин (гонадолиберин)** – пептид из 10 аминокислот, стимулирует высвобождение лютеинизирующего и фолликулостимулирующего гормонов. Гонадолиберин присутствует также в гипоталамусе, участвуя в центральной регуляции полового поведения.

**Фоллилиберин** - стимулирует высвобождение фолликулостимулирующего гормона. Гликопротеид.

**Пролактолиберин** - стимулирует секрецию лактотропного гормона

# гипофиз

```
graph TD; A(гипофиз) --> B[Передняя доля]; A --> C[Промежуточная доля]; A --> D[Задняя доля]; B --> B1[Адренокортикотропный гормон (АКТГ), Тиреотропный гормон (ТТГ), Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ), Лютеинизирующий гормон (ЛГ), Соматотропный гормон (СТГ), Пролактин]; C --> C1[Меланоцитостимулирующий гормон]; D --> D1[Вазопрессин (АДГ), Окситоцин];
```

## Передняя доля

Адренокортикотропный гормон (АКТГ),  
Тиреотропный гормон (ТТГ),  
Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ),  
Лютеинизирующий гормон (ЛГ),  
Соматотропный гормон (СТГ),  
Пролактин

## Промежуточная доля

Меланоцитостимулирующий гормон

## Задняя доля

Вазопрессин (АДГ),  
Окситоцин

**Вазопрессин**- антидиуретический гормон (АДГ), ~~нонапептид~~, клетки мишени: сосуды, почки. В почках регулирует реабсорбцию воды из первичной мочи в кровь и в межклеточную жидкость. В сосудах поддерживает стабильное давление крови, стимулируя тонус сосудов.

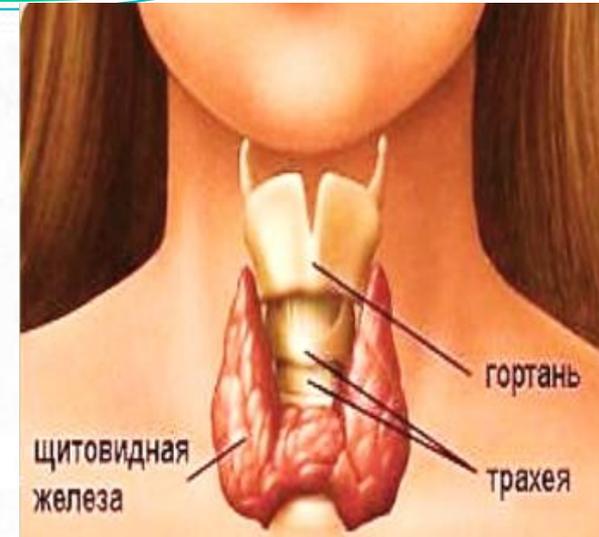
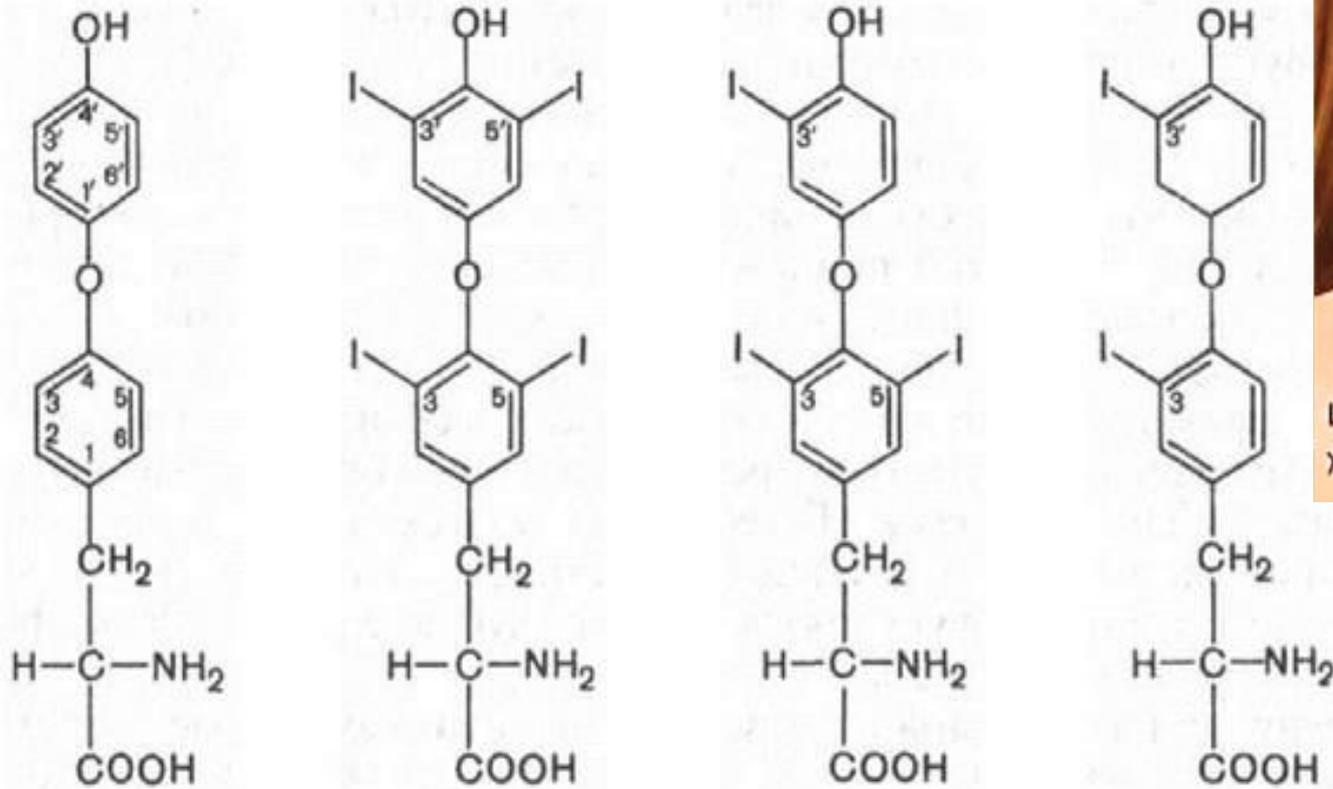
**Патологии:** несахарный диабет.

При избыточной продукции вазопрессина наблюдается задержка воды в организме, повышается кровяное давление, появляются мягкие отеки, головные боли, олигоурия, повышается удельный вес мочи. Эти изменения наблюдаются при болезни Пархона (синдром Пархона).

**Окситоцин** - пептид из 9 аминокислот. Клетки-мишени: гладкая мускулатура матки, молочные железы. Вызывает сокращение матки во время родов, приток молока во время грудного кормления.

**Патологии:** При недостаточной продукции окситоцина в родовой период может наступить состояние слабой сократительной активности матки, что опасно как для матери, так и для ребенка. При избыточном уровне окситоцина могут иметь место стремительные роды. Высокий уровень окситоцина в период беременности может привести к абортам.

# Гормоны щитовидной железы



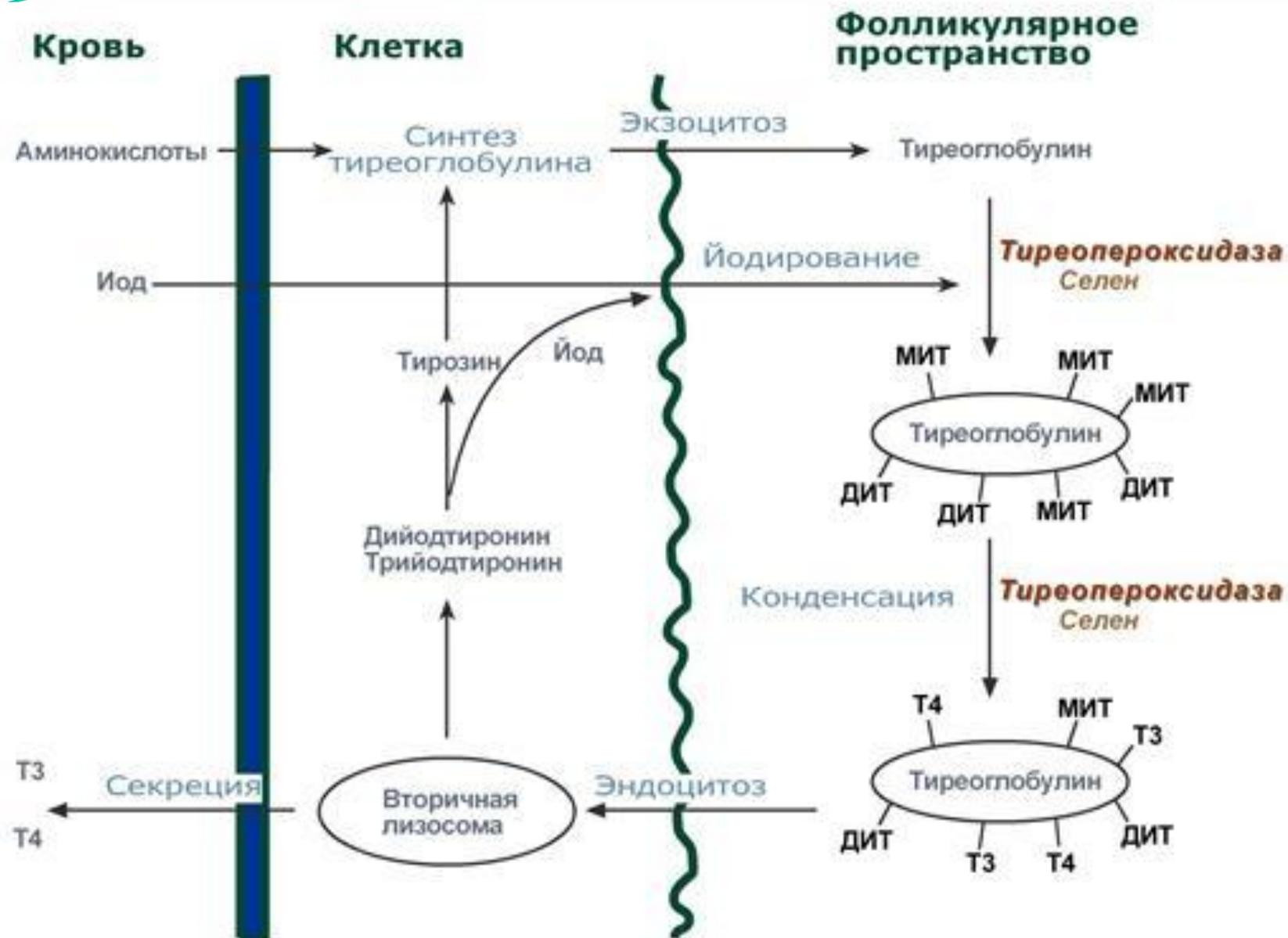
тиронин Тетрайодтиронин, Т<sub>4</sub> Трийодтиронин, Т<sub>3</sub> дийодтиронин

Вырабатывает йодсодержащие гормоны

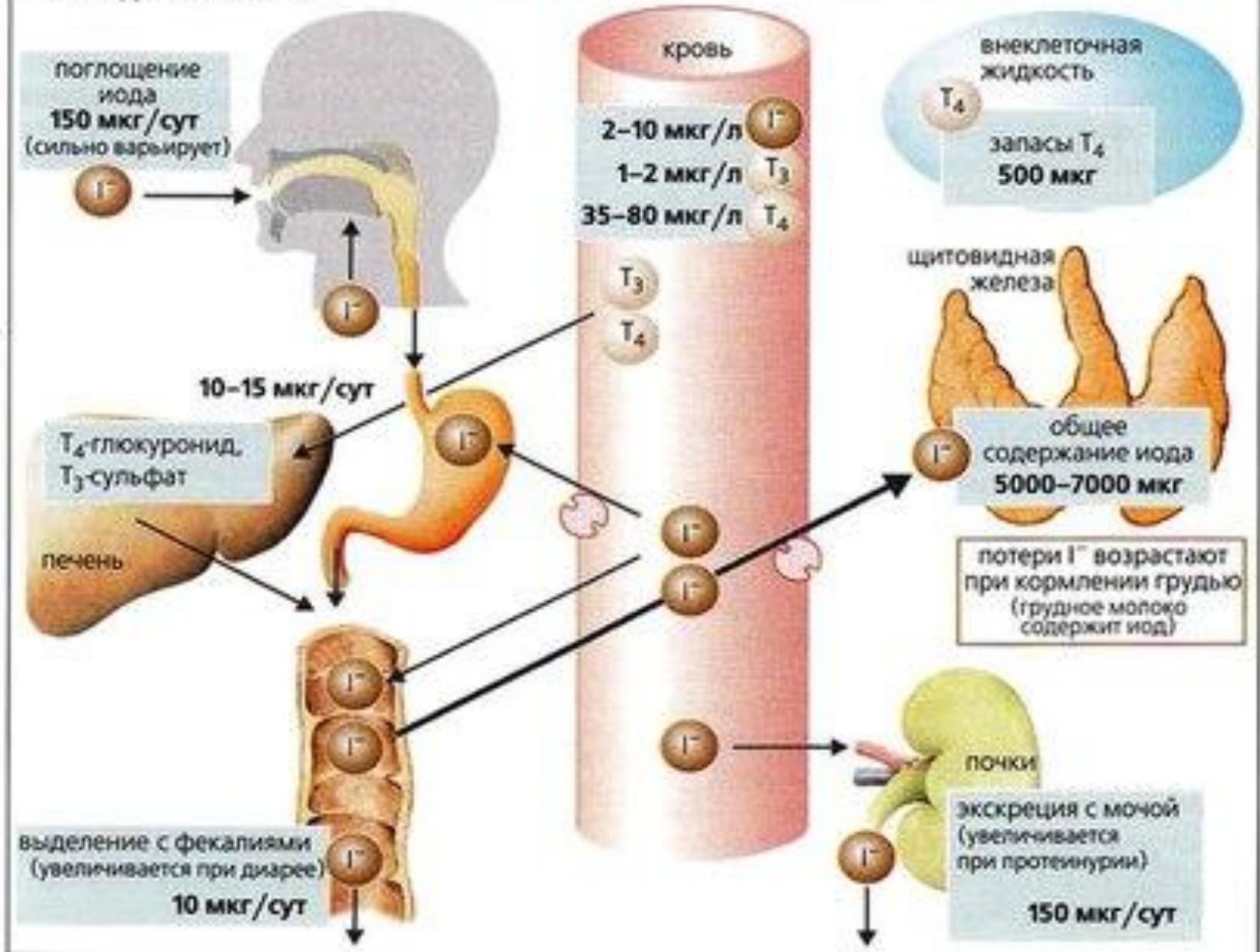
Регулирует обмен веществ и энергии

Кальцитонин – регулирует обмен в клетках кальция

Регулирует процессы роста и развития костного аппарата



# Г. Иодный баланс



Тиреоидные гормоны активируют жировой, белковый и углеводный обмен; стимулируют рост и развитие.

Нарушение функции щитовидной железы

Гипофункция –  
гипотиреоз

Гиперфункция –  
гипертириоз, тиреотоксикоз



*Микседема*



*Кретинизм*

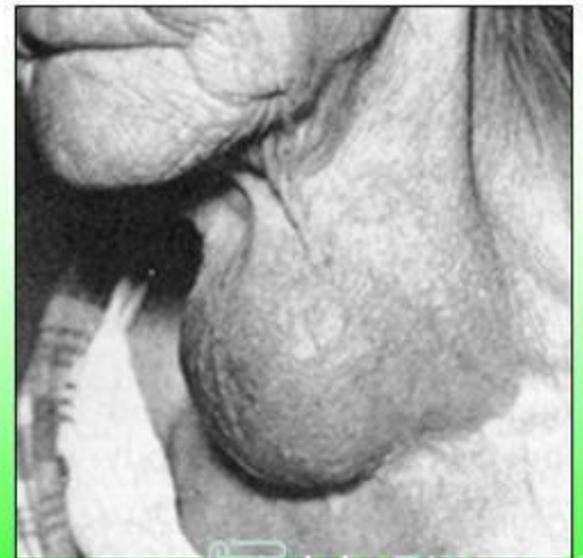


*Базедова болезнь*

## Гипо- и гиперфункция щитовидной железы

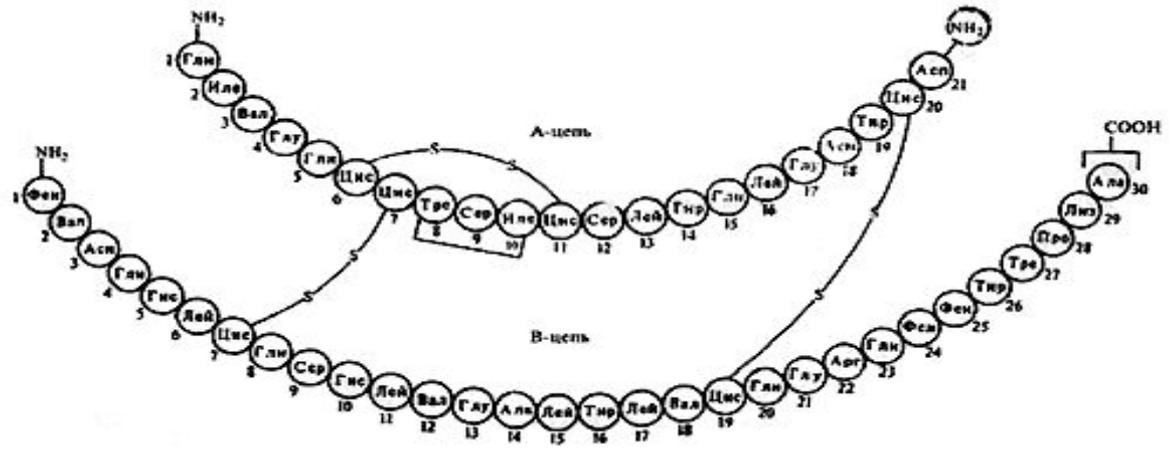


К тяжелым последствиям приводит нарушение функций щитовидной железы. Для синтеза ее гормонов необходим *йод*. При недостатке в пище йода производство гормонов сокращается, а щитовидная железа увеличивается, развивается *эндемический зоб*. При недостаточности выработки гормонов щитовидной железы, регулирующих обмен веществ, у плода или новорожденного ребенка возникает одна из форм карликовости — *кретинизм*.



# Секреция инсулина

**β-клетки  
панкреатической  
железы**



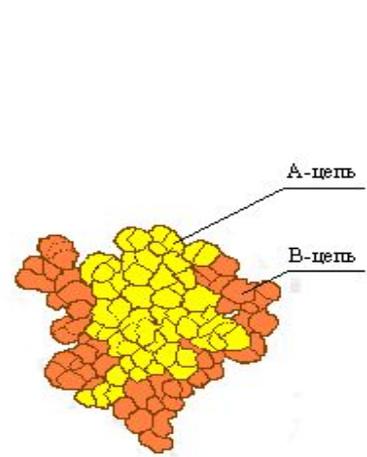
Препроинсулин,  
104 аминокислоты

Проинсулин,  
84 аминокислоты

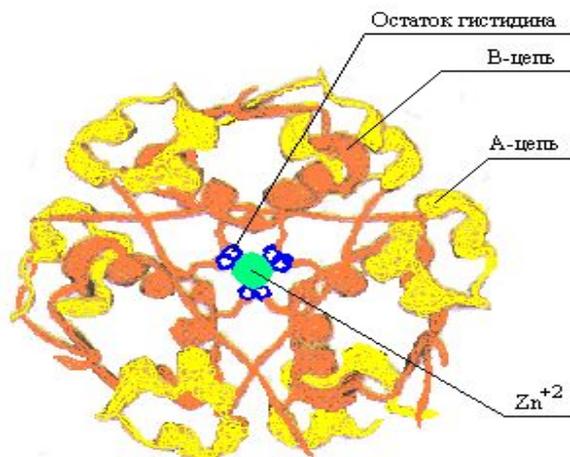
С-пептид, 33  
аминокислоты

Инсулин, 51  
аминокислота

Гексамер инсулина,  
Zn (+2)

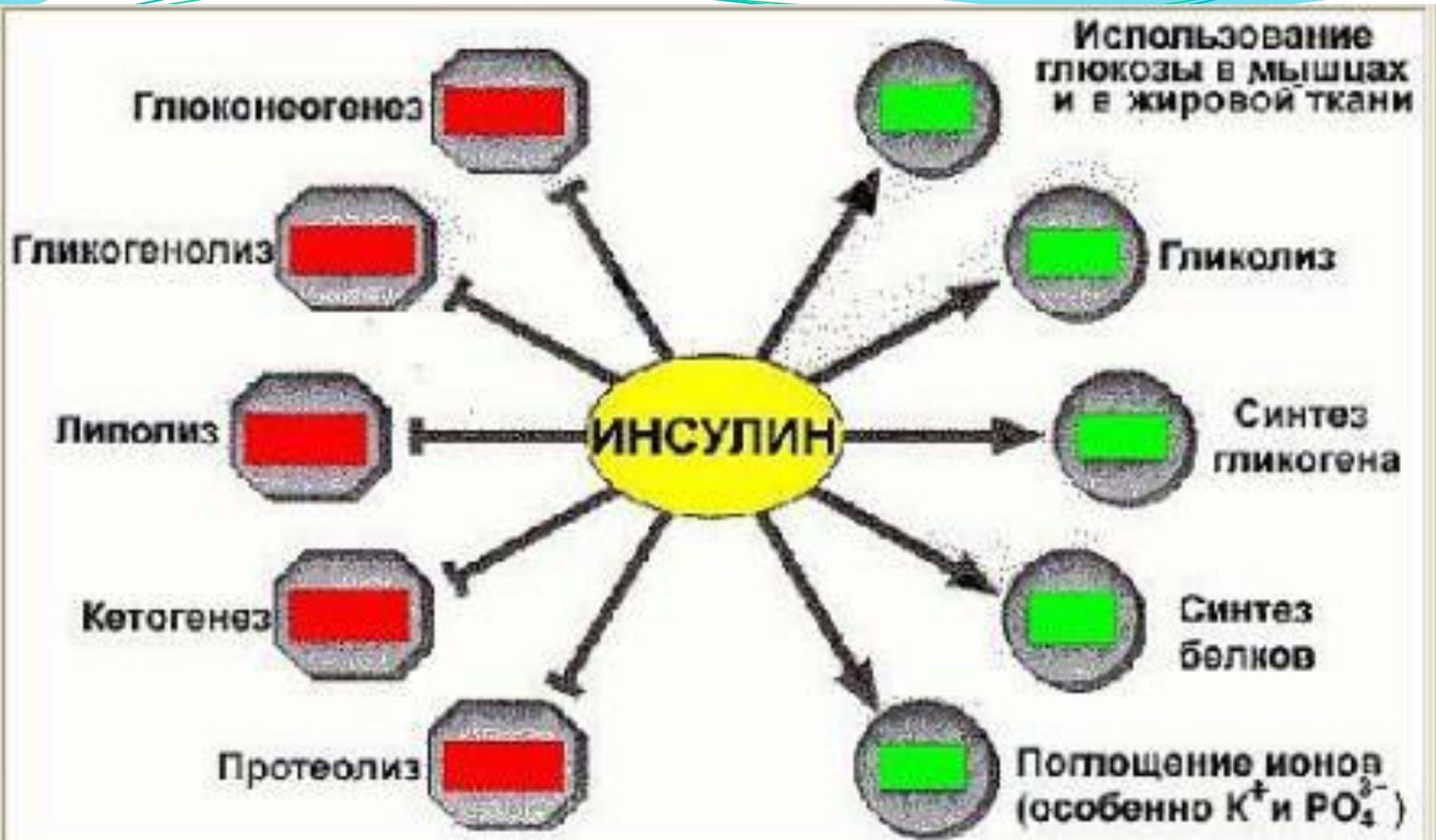


Инсулин (мономер)



Инсулин (гексамер)  
вид сверху (второй ион цинка заслонен первым)

# Инсулин(нобелевские премии 1928, 1953 гг)



Действие инсулина. Зеленый цвет - стимуляция, красный - угнетение

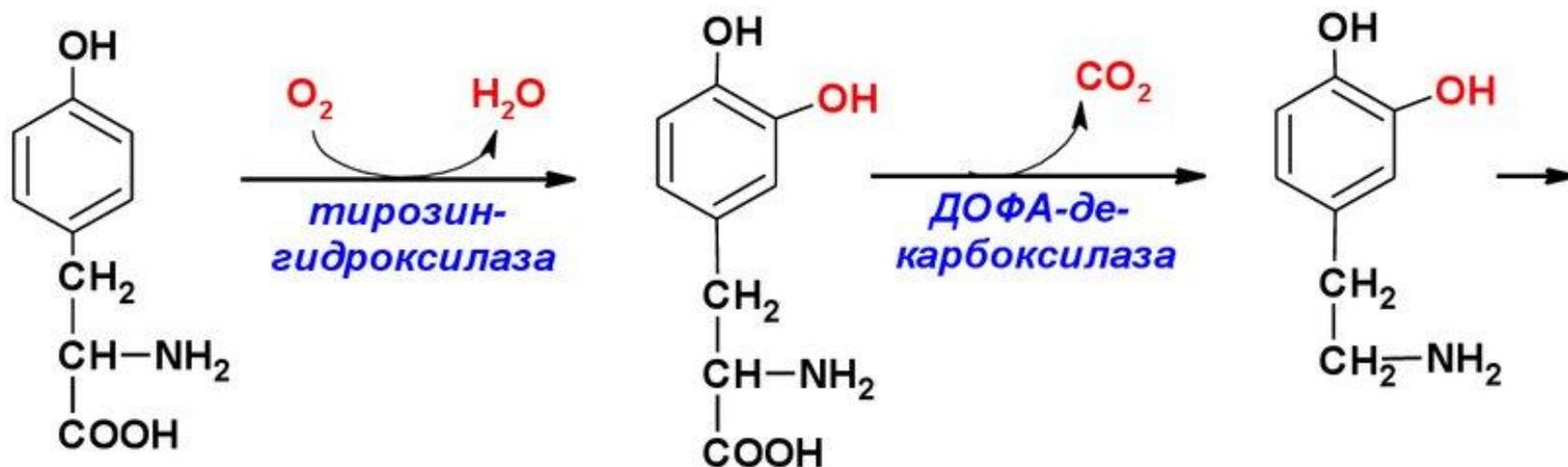
# инсулин



**Механизм действия:** взаимодействует с мембранным рецептором и

активирует ферменты путем дефосфорилирования, усиливает или подавляет синтез ферментов, увеличивая или уменьшая количество ферментов в клетке.

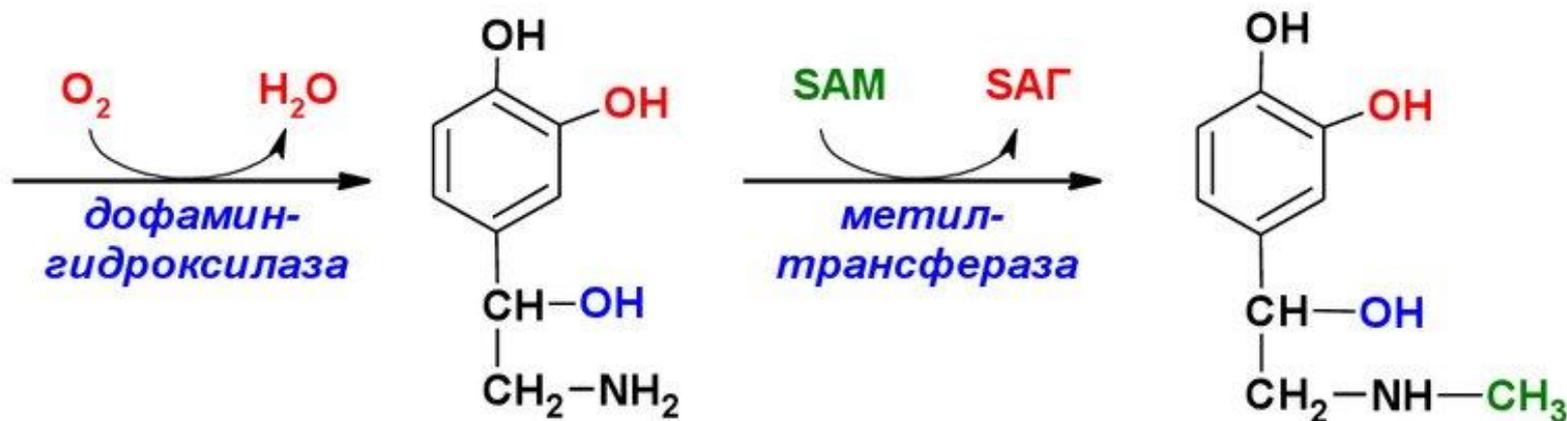
# Адреналин, норадреналин



тирозин

ДОФА

дофамин



норадреналин

адреналин

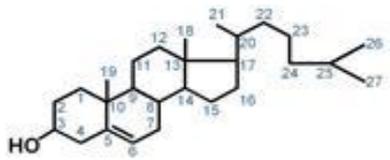
**Клетки-мишени адреналина:** печень, мышцы, жировая ткань, сердце, сосуды.





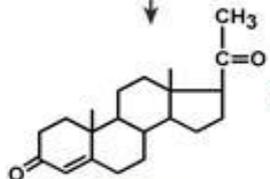
# Синтез кортикостероидов

## КОРТИКОСТЕРОИДЫ



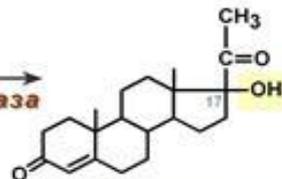
Холестерол

Прегненолон



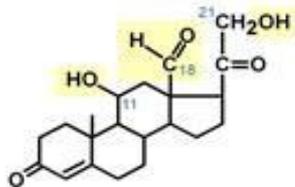
Прогестерон

**17-Гидроксилаза**



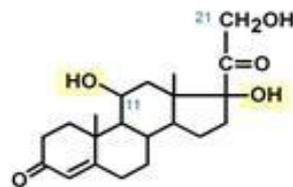
17-Оксипрогестерон

**11-Гидроксилаза  
18-Гидроксилаза  
21-Гидроксилаза**



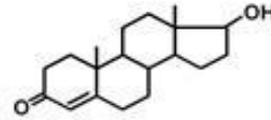
Альдостерон

**11-Гидроксилаза  
21-Гидроксилаза**



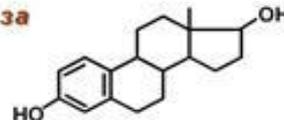
Кортизол

**Ароматаза**

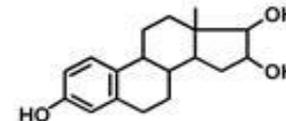


Тестостерон

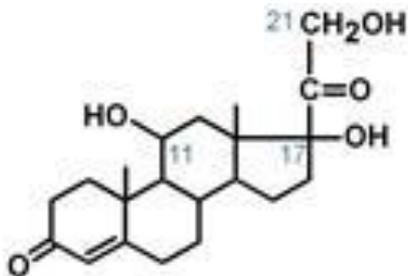
**Ароматаза**



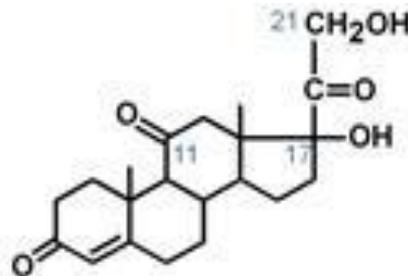
Эстрадиол



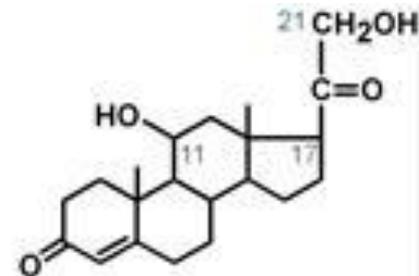
Эстриол



Кортизол



Кортизон

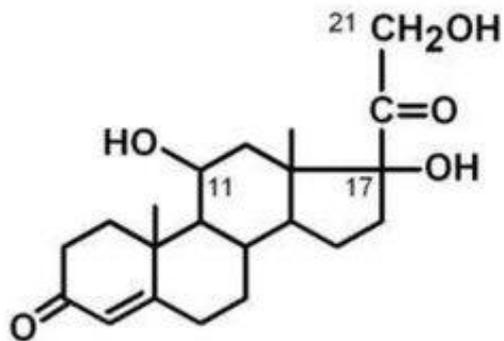


Кортикостерон

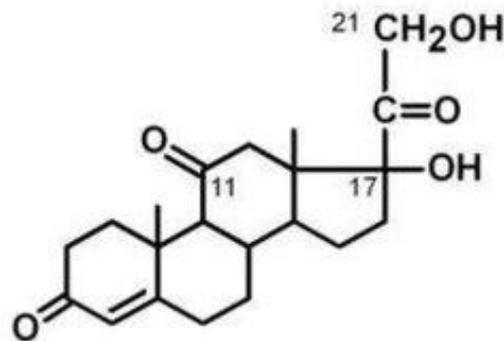
# КЛАССИФИКАЦИЯ СТЕРОИДНЫХ ГОРМОНОВ



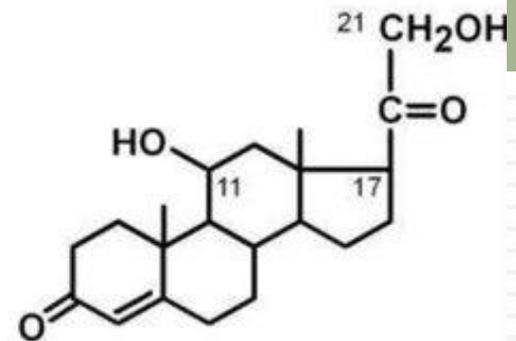
# Глюкокортикоиды



Кортизол



Кортизон



Кортикостерон

**Ткани-мишени** : печень, мышцы, жировая, лимфоидная и соединительная ткани.

# ГЛЮКОКОРТИКОИДЫ

Стимулируют

1. глюконеогенез
2. Синтез белков в печени
3. Липолиз в конечностях
4. Липогенез лица и туловища

подавляют

1. Синтез белков в костной, соединительной, лимфоидной, мышечной, жировой тканях
2. Активность иммунной системы

Обеспечивают адаптацию организма к стрессу

# МИНЕРАЛОКОРТИКОИДЫ



## Основные эффекты:

- 1) Активация канальцевой реабсорбции натрия и секреции калия
- 2) Поддержание осмотического давления, артериального давления, возбудимости клеток
- 3) Регуляция ионного транспорта в потовых и слюнных железах, ЖКТ
- 4) **При избытке:** гипертензия, отеки, алкалоз, гипокалиемия, гиперволемия, нарушение сердечного ритма, повышение экскреции магния и кальция
- 5) **При недостатке:** гипотензия, ацидоз, гиповолемия, гиперкалиемия, мозговые нарушения, нарушения сердечного ритма, нарушения пищеварения, избыток вазопрессина



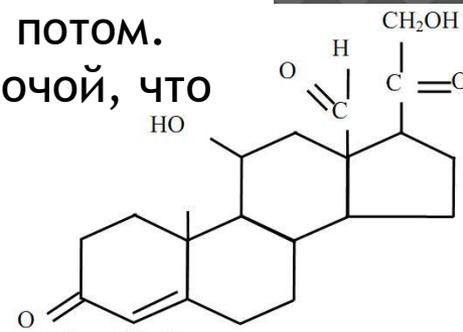
# МИНЕРАЛОКОРТИКОИДЫ

**Ткани-мишени:** клетки эпителия дистальных канальцев почек, потовые и слюнные железы.

**Биологическая роль:** увеличение реабсорбции  $\text{Na}^+$  в тканях-мишенях и возрастание экскреции  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  с мочой и потом.

Главной тканью-мишенью для действия гормонов является эпителий дистальных канальцев почек, где альдостерон увеличивает реабсорбцию натрия из мочи в кровь. Поэтому альдостерон называют натрийзадерживающим гормоном. Поскольку натрий "тянет" за собой воду, то при избытке минералокортикоидов в организме повышается артериальное давление, усиливаются отеки и воспалительные процессы. Одновременно с увеличением реабсорбции натрия под действием альдостерона возрастает экскреция калия с мочой. Поэтому при избытке гормона в организме снижается концентрация калия в крови, что приводит к повышению возбудимости миокарда, нарушению работы сердца, возникают сильная слабость, и может развиться сердечная недостаточность.

В жару альдостерон препятствует чрезмерной потере натрия с потом. При недостаточном синтезе альдостерона натрий теряется с мочой, что приводит к потере воды, т.е. дегидратации организма.



# Нарушения гормональной функции коры надпочечников

**Гиперфункция коры надпочечников, или гиперкортицизм:**

- 1. Синдром Иценко-Кушинга** (опухоль пучковой зоны коры надпочечников, синтезирующая, главным образом, кортизол) и болезнь Иценко-Кушинга (неопухолева гиперплазия, то есть разрастание, коры надпочечников под влиянием избыточной секреции кортикотропина гипофизом).
- 2. Первичный альдостеронизм, или болезнь Конна** – избыточное образование минералокортикоидов в организме (в клубочковой зоне коры надпочечников).
- 3. Адrenalовый вирилизм, или адреногенитальный синдром** – сопровождается гиперсекрецией мужских половых гормонов в сетчатой зоне коры надпочечников. При этом у женщин наблюдается появление мужских признаков, у мужчин – усиление мужских признаков, у детей – преждевременное половое созревание.

**Гипокортицизм, называемый Аддисоновой, или бронзовой болезнью,** сопровождается дефицитом глюко- и минералокортикоидов и смешанными изменениями обмена веществ и функций организма. Причиной гипокортицизма может явиться туберкулёз или атрофия коры надпочечников. Недостаточное образование кортикостероидов приводит к сильной слабости, утомляемости, снижению артериального давления, наблюдаются пигментации кожи, тяга к соленой пище, высокая чувствительность к стрессам и инфекциям, непереносимость голода из-за выраженной гипогликемии. В крови снижается концентрация натрия и увеличивается концентрация калия.

# ВАЗОПРЕССИН И ОКСИТОЦИН

## Органы –мишени:

Вазопрессин (антидиуретический гормон): –почки (нефроны), сосуды

Окситоцин: гладкая мускулатура матки, молочные железы

## Эффекты:

**Вазопрессин:** повышение реабсорбции воды и натрия в почках, повышение тонуса сосудов и артериального давления ( гипертензия), участвует в механизмах памяти

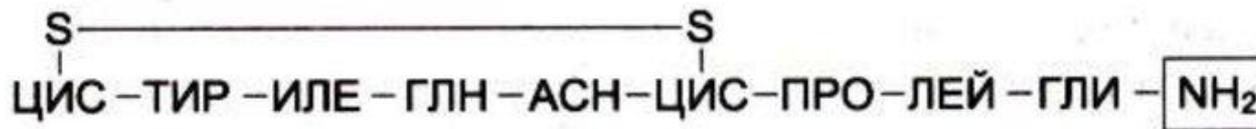
## Окситоцин:

стимулирует сократительную функцию матки, усиливает секрецию молока, тормозит функцию желтого тела, изменяет тонус гладких мышц органов ЖКТ



N-конец

Вазопрессин



N-конец

Окситоцин