

# **Азотистый баланс. Незаменимые аминокислоты. Биологическая ценность белка**

Подготовила: ст. ТПП-102 С Токенова Г.

# План .

1. Азотистый баланс.
2. Биологическая ценность белка.
3. Незаменимые аминокислоты.

# Азотистый баланс

- Это разница между количеством азота, поступающего с пищей, и количеством выделяемого азота.
- Азотистый баланс зависит от количества белков в пище, т.к. 95% азота содержится в аминокислотах, т.е. в белках
- В состоянии азотистого равновесия организм человека выделяет примерно 15 г «остаточного азота» в сутки; 85% азота выделяется с мочой в виде мочевины, около 5% в виде креатинина, остальные 10% – это аммонийные соли, мочевая кислота и другие формы.
- Положительный азотистый баланс бывает у детей
- Отрицательный азотистый баланс бывает при старении, голодании, при хронических заболеваниях

# Белки.

- Белки – это азотсодержащие полимерные соединения, мономерами которых являются аминокислоты. Все белки принято делить на *простые* и *сложные*.
- Под *простыми* белками понимают соединения, включающие в свой состав лишь полипептидные цепи (альбумины, глобулины, глютелины и др.),
- Под *сложными* - соединения, содержащие наряду с белковой молекулой небелковую часть (простетическую группу), образуемую липидами, углеводами, нуклеиновыми кислотами и другими веществами (липопротеиды, гликопротеиды, нуклеопротеид и др.).

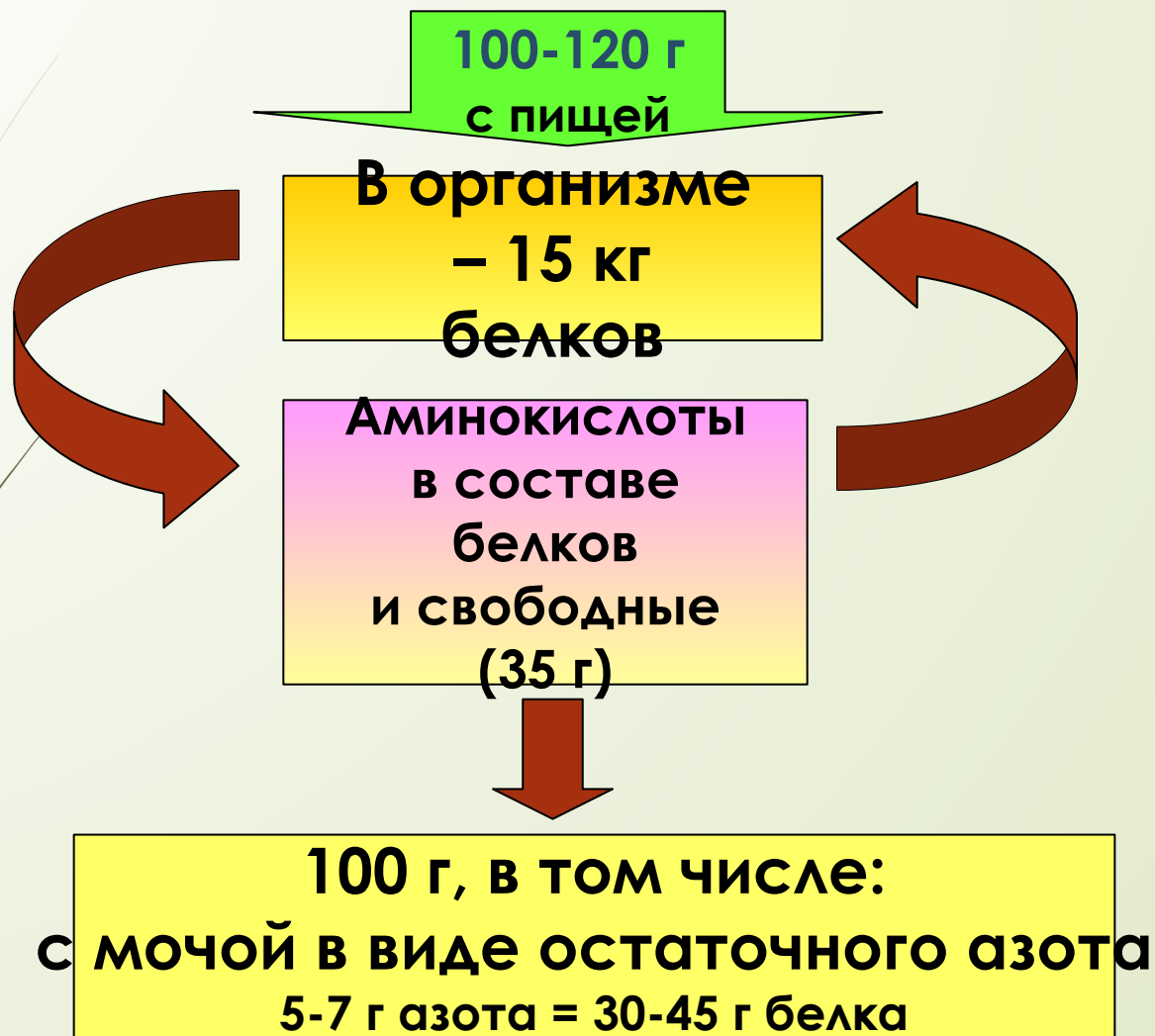
□ **Белки**- жизненно необходимые вещества, относятся к основным пищевым веществам (макронутриентам). Биологическая активность других пищевых веществ проявляется только в их присутствии. Белки выполняют следующие основные функции:

- - *пластическая* - служат материалом для построения клеток, тканей и органов;
- - *защитная* - формируют соединения, обеспечивающие иммунитет к инфекциям (антитела);
- - *ферментативная* – все ферменты являются белковыми соединениями;
- - *гормональная* – многие гормоны являются белками (инсулин, гормон роста, тиреотропный гормон, гастрин и др.);
- - *сократительная* – белки актин и миозин обеспечивают мышечное сокращение;
- - *транспортная* – транспорт кислорода (обеспечивает гемоглобин), липидов, углеводов, некоторых витаминов, минеральных веществ, гормонов (белки сыворотки крови) и т.д.;
- - *рецепторная* – все рецепторы клеток являются белками;
- - *энергетическая* – обеспечивают 10-15% энергоценности суточного рациона, энергетический коэффициент белков 4 ккал (16,7 кДж).

# Суточная потребность в белке

- За сутки в организме взрослого человека распадается и вновь синтезируется до **400 г** белка, 25%, т.е. **100 г** белка расщепляется необратимо
- У взрослого человека с учетом потери с волосами, ногтями, слущивания клеток, **суточная потребность составляет 100-120 г, у детей - 55-72 г**

# Обмен белков и аминокислот



# Биологическая ценность белков определяется

- Аминокислотным составом
- Соотношением **заменимых и незаменимых** аминокислот: **6:1**
- Степенью усвоения т.е. как они подвергаются действию протеаз
- Полноценные: белки яиц и молока – 100; говядины – 98; кукурузы – 36;
- Неполноценные (желатин, коллаген)



# Переваривание белков в ЖКТ

- В желудочном соке – пепсиноген → пепсин: 1-е молекулы медленно под действием HCl остальные путем аутокатализа, реннин (у детей), гастриксин
- В панкреатическом соке – трипсиноген → трипсин, химотрипсиноген → химотрипсин, коллагеназа, эластаза (Гли-Ала), карбоксипептидаза
- В кишечном соке (пристеночное переваривание) – энтеропептидаза, аминопептидазы, три-, дипептидазы

# Незаменимые аминокислоты.

- Основными составными частями и структурными элементами белковой молекулы являются аминокислоты. Поступив с пищей, белки расщепляются до аминокислот, которые с кровью попадают в клетки и используются для синтеза белков, специфических для организма человека. В процессе синтеза специфических белков имеет значение не только количество поступивших с пищей белков, но и соотношение в них аминокислот. Вследствие того, что белков, совпадающих по аминокислотному составу с белками тканей человека в естественных пищевых продуктах нет, то для синтеза белков организма следует использовать разнообразные пищевые белки.
- В пищевых продуктах для человека имеют значение 20 аминокислот в L-формах.
- В организме человека наблюдается превращение одних аминокислот в другие, которое частично происходит в печени. Однако имеется ряд аминокислот, не образующихся в организме и поступающих только с пищей. Эти аминокислоты называются *незаменимыми (эссенциальными)* и считаются жизненно необходимыми. К незаменимым аминокислотам относятся *триптофан, лизин, метионин, фенилаланин, лейцин, изолейцин, валин, треонин*. У детей незаменимой аминокислотой является *гистидин*, так как он у них не синтезируется до трех лет в необходимом количестве. При отдельных заболеваниях организм человека не способен синтезировать некоторые другие аминокислоты. Так, при *фенилкетонурии* не синтезируется *тирозин* из *фенилаланина*.

- Каждая аминокислота в организме имеет свое значение.
- Триптофан необходим для роста организма, поддержания азотистого равновесия, образования белков сыворотки крови, гемоглобина и ниацина (витамина РР).
- Лизин участвует в процессах роста, образования скелета, усвоения кальция
- Метионин участвует в превращении жиров, в синтезе холина, адреналина, активизирует действие некоторых гормонов, витаминов, ферментов и является липотропным веществом, препятствующим жировому перерождению печени
- Фенилаланин – участвует в процессе передачи нервных импульсов в составе медиаторов (допамин, норэпифрин).
- Лейцин – нормализует сахар крови, стимулирует гормон роста, участвует в процессах восстановления поврежденных тканей костей, кожи, мышц.
- Изолейцин – поддерживает азотистый баланс, его отсутствие приводит к отрицательному азотистому балансу.
- Валин – участвует в азотистом обмене, координации движений и др.
- Треонин – участвует в процессах роста, формирования тканей и др.

# Транспорт аминокислот

□ **Активный, Na-зависимый (Симпорт)**  
**Транспортеры (специфические переносчики):**

- 1. Нейтральных, с короткими радикалами – АЛА, СЕР, ТРЕ**
- 2. Нейтральных, с длинными радикалами – ВАЛ, ЛЕЙ, ИЛЕ**
- 3. Основных – ЛИЗ, АРГ, орнитин, цистин**
- 4. Кислых – ГЛУ, АСП**
- 5. Иминокислот – ПРО, ОКСИПРОЛИН**

γ-Гаммаглутамилтрансфераза (γ-глутамильный цикл)

# Нарушение транспорта аминокислот

- **Болезнь Хартнупа** – дефект переносчика нейтральных аминокислот
- **Иминоглицинурия** – ПРО, оксипролин, ГЛИ
- **Цистинурия** – ЦИС, ЛИЗ, АРГ, орнитин
- **Синдром Фанкони** – дефект переносчика кислых аминокислот ГЛУ, АСП
- **Целиакия** – чувствительность к белку злаков – глютену

# Обмен аминокислот

## □ Пути поступления аминокислот:

- а) транспорт из внеклеточной жидкости (при всасывании пищевых аминокислот);
- б) синтез заменимых аминокислот;
- в) внутриклеточный гидролиз белков.

## Пути потребления аминокислот:

- а) синтез белков и пептидов;
- б) синтез небелковых азотсодержащих соединений (никотинамид, КоА, фолиевая кислота, адреналин, норадреналин, ацетилхолин);
- в) синтез углеводов с использованием углеродных скелетов аминокислот;
- г) синтез липидов с использованием ацетильных остатков углеродных скелетов аминокислот;
- д) окисление до конечных продуктов обмена.

# Толстый кишечник

- **Брожение, гниение** – результат действия кишечных бактерий: образуются газы  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , уксусная, молочная, масляная кислоты
- Аминокислоты декарбоксилируются ферментами кишечных бактерий с образованием токсических аминов – **птомаинов**:
  1. **Лизин** → **кадаверин**
  2. **Аргинин** → **агматин**
  3. **Тирозин** → **крезол, фенол**
  4. **Орнитин** → **путресцин**
  5. **Триптофан** → **скатол, индол**
- **Цистеин** → **этилмеркаптан, метилмеркаптан** →  $\text{CH}_4$  и  $\text{H}_2\text{S}$
- 1. **Аммиак**, образовавшийся при дезаминировании, в печени превращается в **мочевину**.

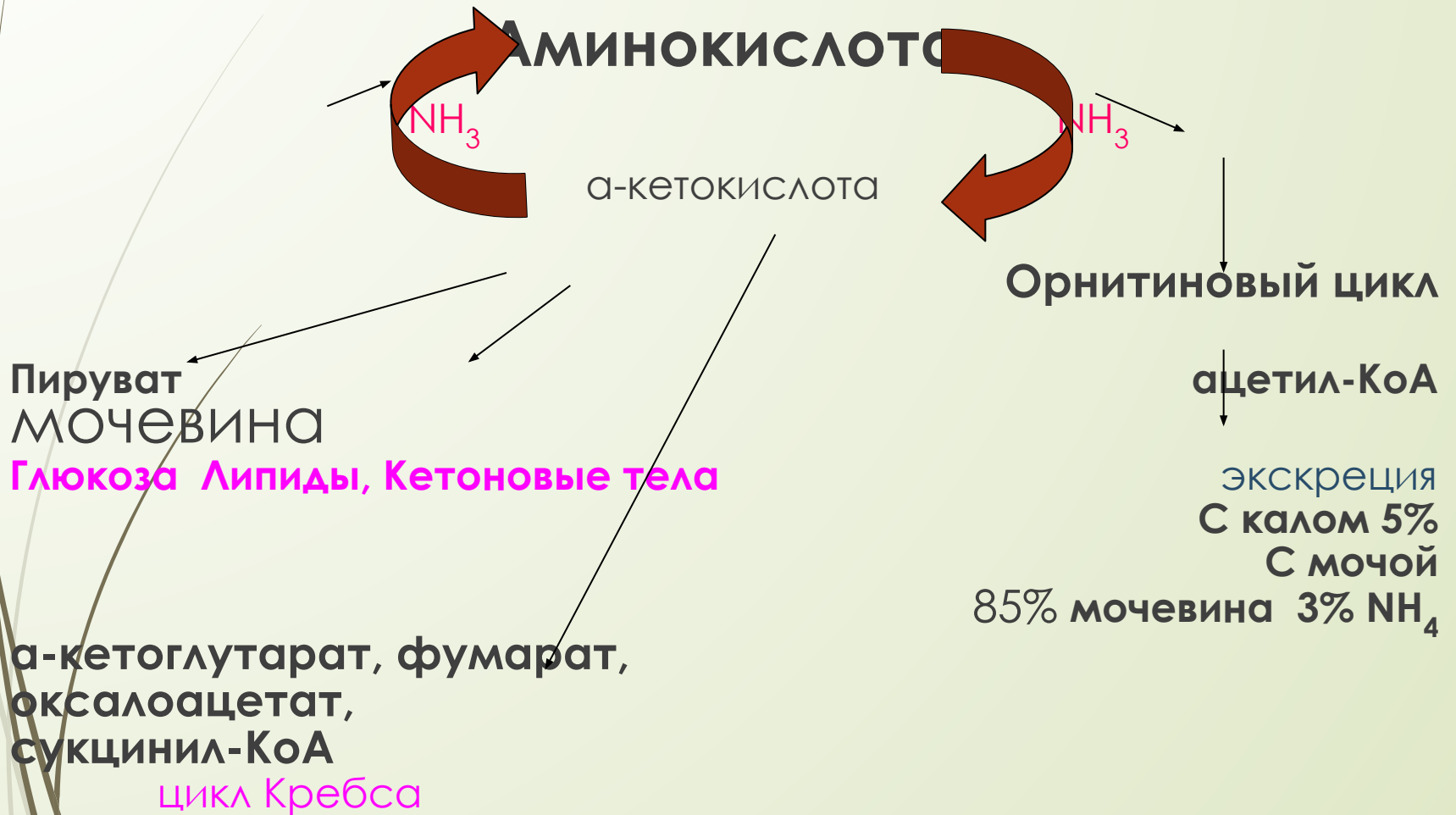


# Трансаминирование –перенос аминогруппы с аминокислоты на $\alpha$ -кетокислоту. При этом количество аминокислот не меняется, т.к. образуются новая аминокислота и $\alpha$ -кетокислота

- Трансаминирование – начальный этап катаболизма аминокислот и первая стадия непрямого дезамирирования, происходит во многих тканях. Наиболее активно – в печени.
- Трансаминированию подвергаются все аминокислоты кроме **ЛИЗ** и **ТРЕ**
- Аминотрасферазы обладают субстратной специфичностью. Коферментом является пиридоксальфосфат
- Основные доноры аминогрупп – **ГЛУ**, **АСП**, **АЛА**
- В клинике определяют активность АСТ (норма 8-40 ЕД) и АЛТ (норма 5-30 ЕД)



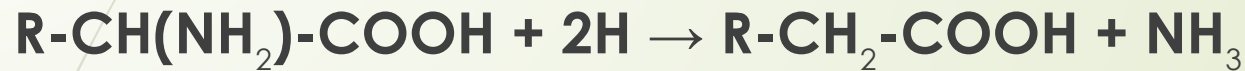
# Трансаминирование



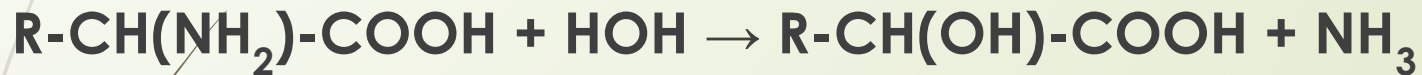
# Дезаминирование - отщепление аминогруппы с образованием аммиака

Существует четыре типа реакций:

- 1. Восстановительное дезаминирование ( $+2\text{H}^+$ )



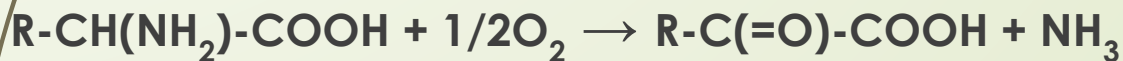
- 2. Гидролитическое дезаминирование ( $+\text{H}_2\text{O}$ )



- 3. Внутримолекулярное дезаминирование



- 4. Окислительное дезаминирование ( $+1/2 \text{O}_2$ )



# Основные источники $\text{NH}_3$

Аминокислоты, биогенные амины, нуклеотиды

$\text{NH}_3$  транспортируется из тканей в печень в виде 3 соединений:

Глутамина

Аланина

Аммиака

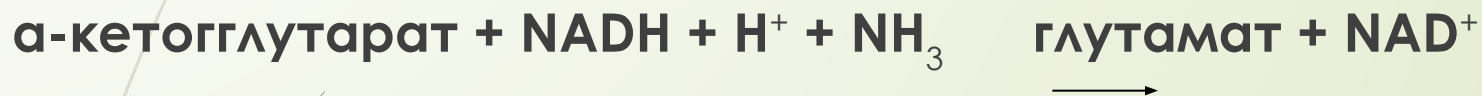
При гипераммониемии в крови повышается уровень

$\text{NH}_3$  ГЛУ и АЛА

# Механизм токсического действия аммиака

**NH<sub>3</sub>** легко проникает через мембраны в клетки

В МИТОХОНДРИЯХ – гипозэнергетическое состояние, т.к. сдвигает вправо реакцию



В ЦНС сдвигается вправо реакция: ГЛУТАМАТ →

ГЛУТАМИН

Повышение осмотического давления отек мозга;  
снижение синтеза ГАМК; нарушение проведения нервного импульса, судороги

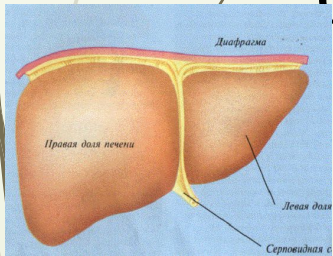
В крови – алкалоз, накопление CO<sub>2</sub>, гипоксия,  
от которой страдает ЦНС

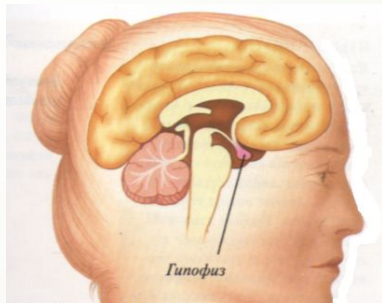
# В обезвреживании $\text{NH}_3$ – центральная роль принадлежит ГЛУ

Основной реакцией обезвреживания  $\text{NH}_3$  в мышцах, мозге и в других тканях является синтез ГЛН под действием ГЛУТАМИНСИНТАЗЫ

ГЛН легко транспортируется через клеточные мембраны и поступает из тканей в кровь.

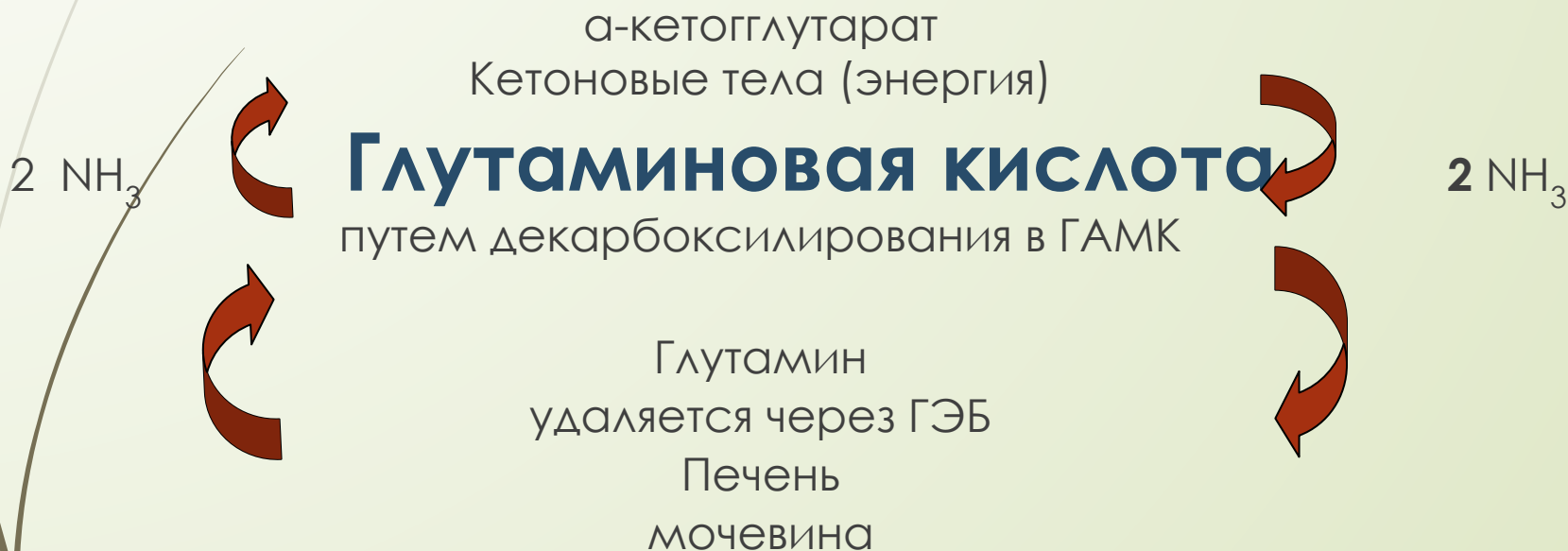
Глюкозо-аланиновый цикл – это образование АЛА в мышцах, его перенос в печень и перенос глюкозы, синтезированной в печени, обратно в мышцы



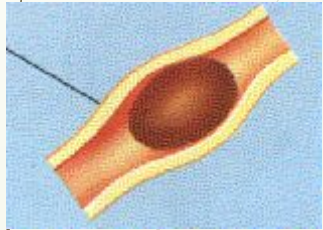


Основной путь обезвреживания  $\text{NH}_3$  в  
ЦНС – Синтез глутамина под действием  
**ГЛУТАМИНСИНТАЗЫ**

□ Источники  $\text{NH}_3$ : АМФ, аминокислоты (в 8 раз больше, чем в крови), биогенные амины



В кишечнике глутамат подвергается  
трансаминированию с пируватом



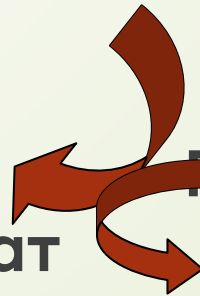
Глутамин

Глутамат



Фекалии

$\alpha$ -кетоглутарат



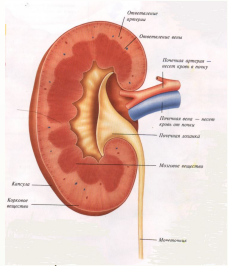
Пируват

Аланин

Печень

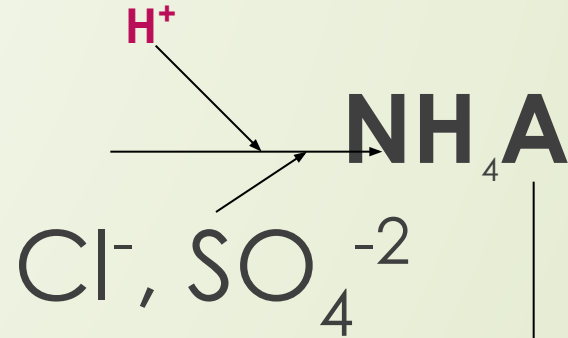
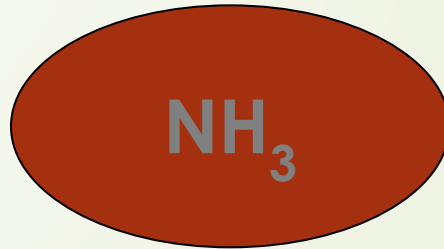
Мочевина





В ПОЧКАХ происходит гидролиз глутамина под действием *ГЛУТАМИНАЗЫ*, активность которой возрастает при **ацидозе**

**Глутамин**



**Экскреция**

**(0,5 г солей  
аммония в сутки**

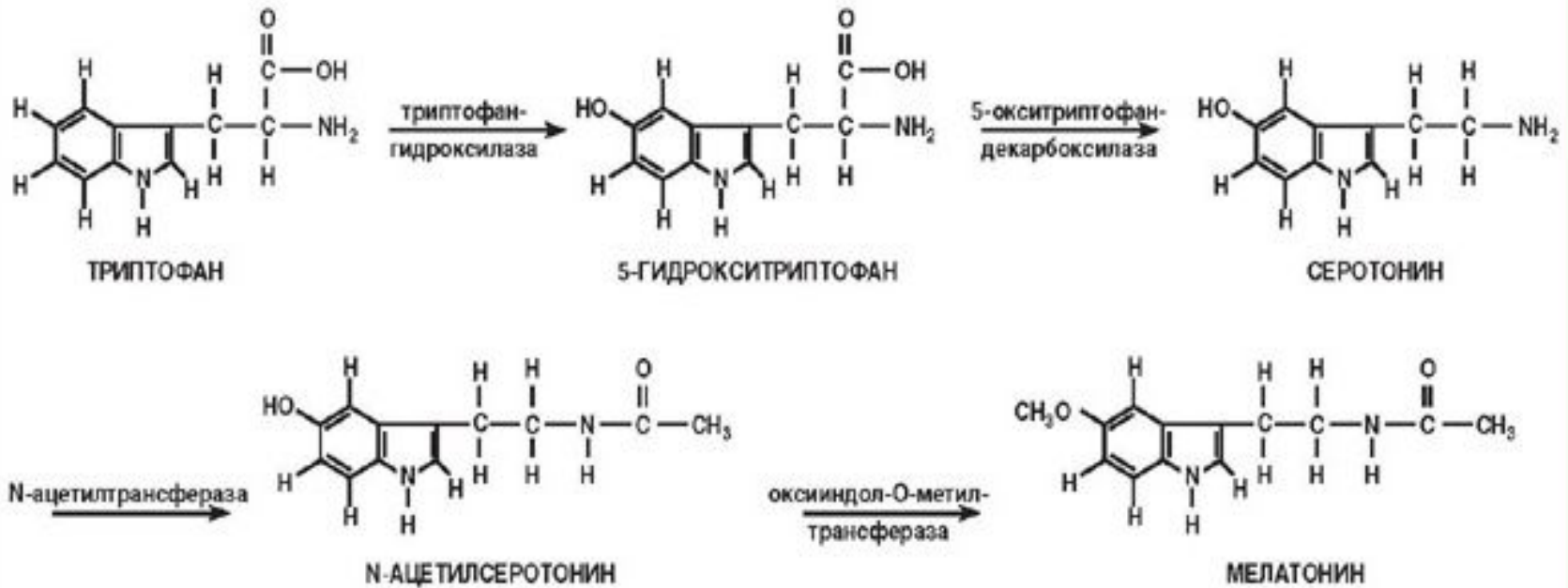
**защищает от потерь  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ )**

**Глутамат**

## Декарбоксилирование аминокислот – отщепление $\alpha$ -карбоксильной группы аминокислот с образованием аминов

- Реакция катализируется декарбоксилазами, коферментом которых является пиридоксальфосфат.
- Продукты декарбоксилирования – биогенные амины – обладают высокой биологической активностью.
- Инактивация биогенных аминов серотонина, норадреналина, ГАМК происходит путем их дезаминирования и окисления. Реакцию катализирует FAD-зависимая моноаминоксидаза (MAO).
- Инактивация адреналина и гистамина происходит путем метилирования с участием SAM

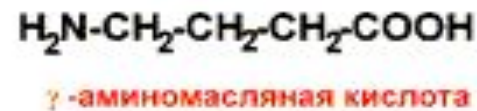
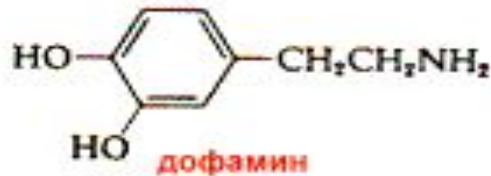
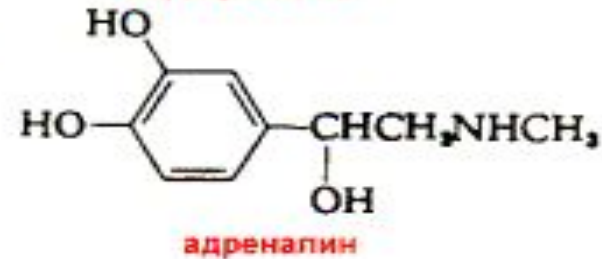
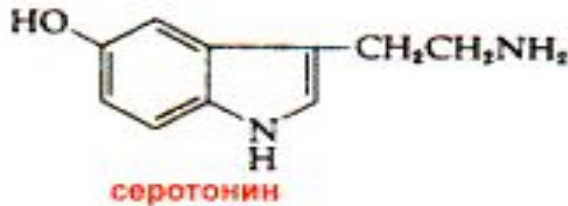
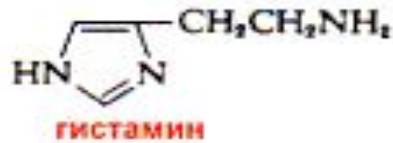
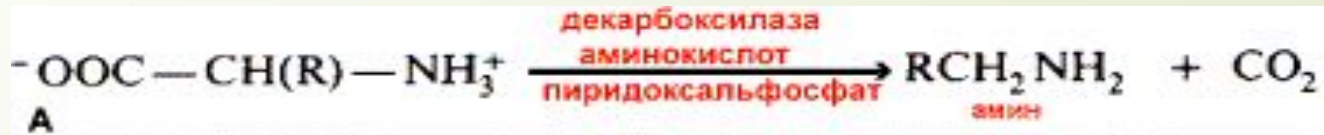
# Биогенные амины



**Серотонин** – вазоконстриктор, сокращает гладкую мускулатуру, антидепрессант

**Мелатонин** регулирует суточные и сезонные изменения метаболизма

# Биогенные амины



Б

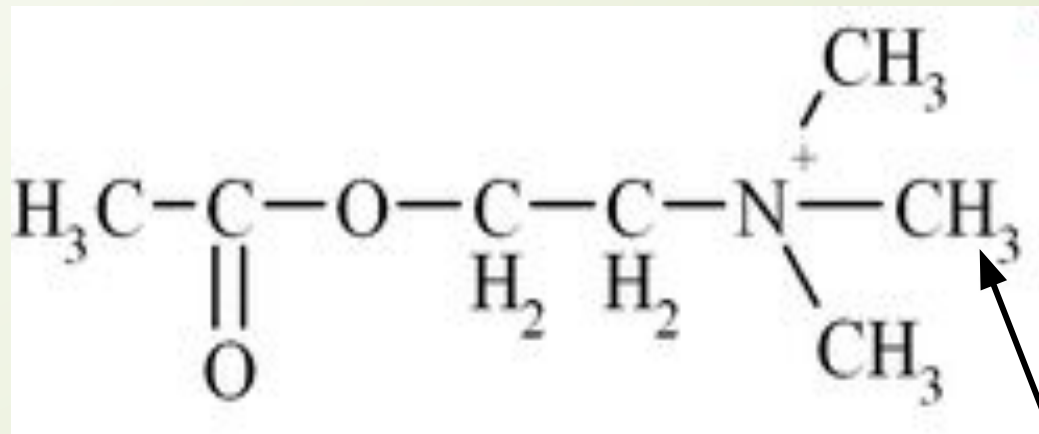


В

## Биогенные амины

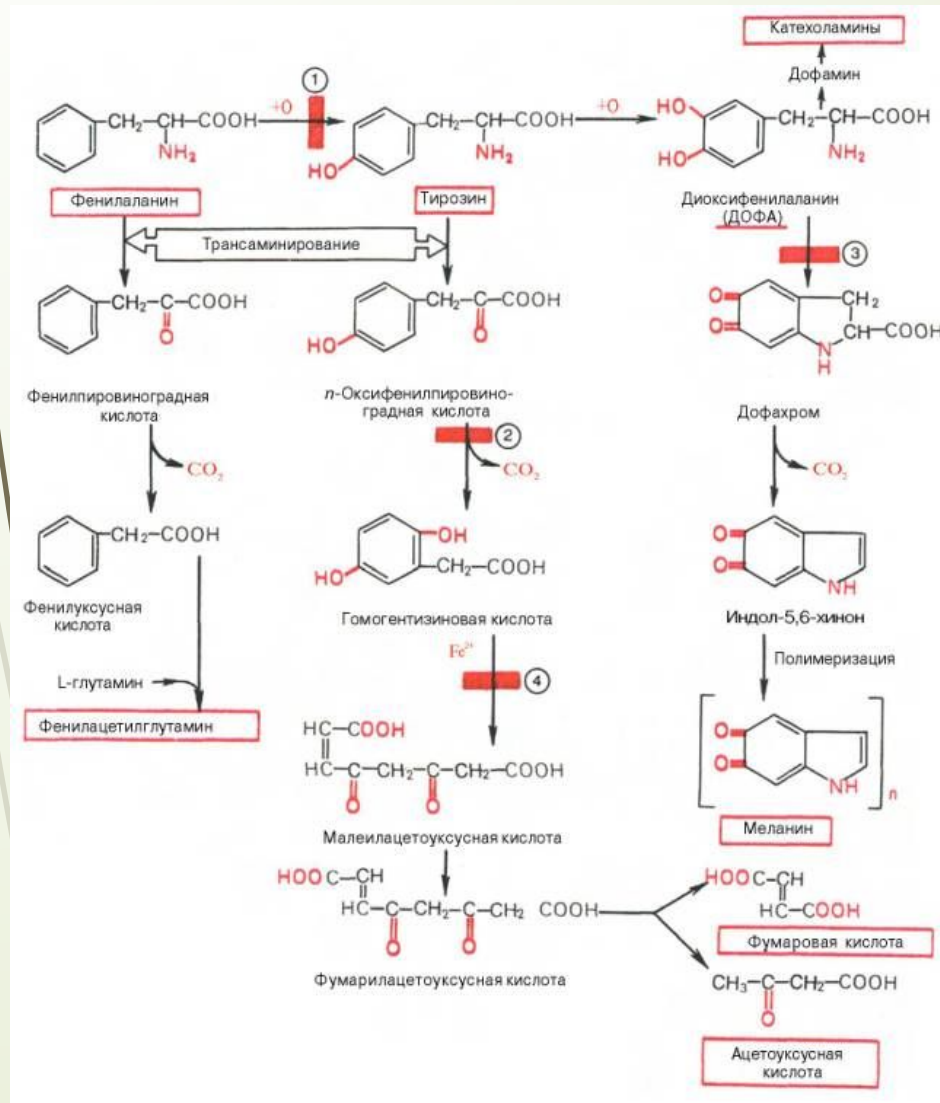
**Ацетилхолин** – нейромедиатор вегетативной нервной системы

**серин** → **этанолмин** → **ХОЛИН**



донор метильных групп – **SAM**

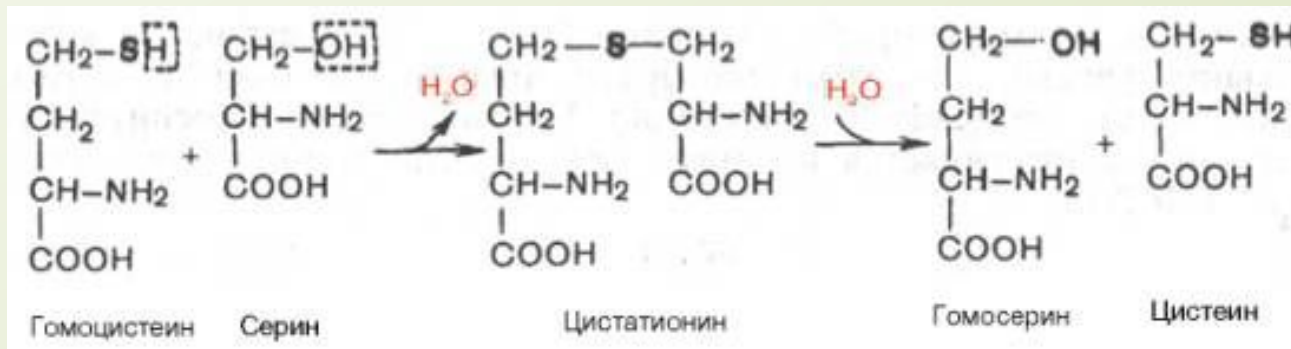
# Основные метаболические превращения фенилаланина и тирозина



Блокирование реакций при **фенилкетонурии** (1- фенилаланингидроксилаза), **тирозинозе** (2-п-гидрокси-фенилпироватдиоксигеназа), **альбинизме** (3) и **алкаптонурии** (4-диоксигеназа гомогентизиновой кислоты).



# Обмен серосодержащих аминокислот



# Синтез цистина





# Синтез S-аденозилметионина (SAM)

