



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.).

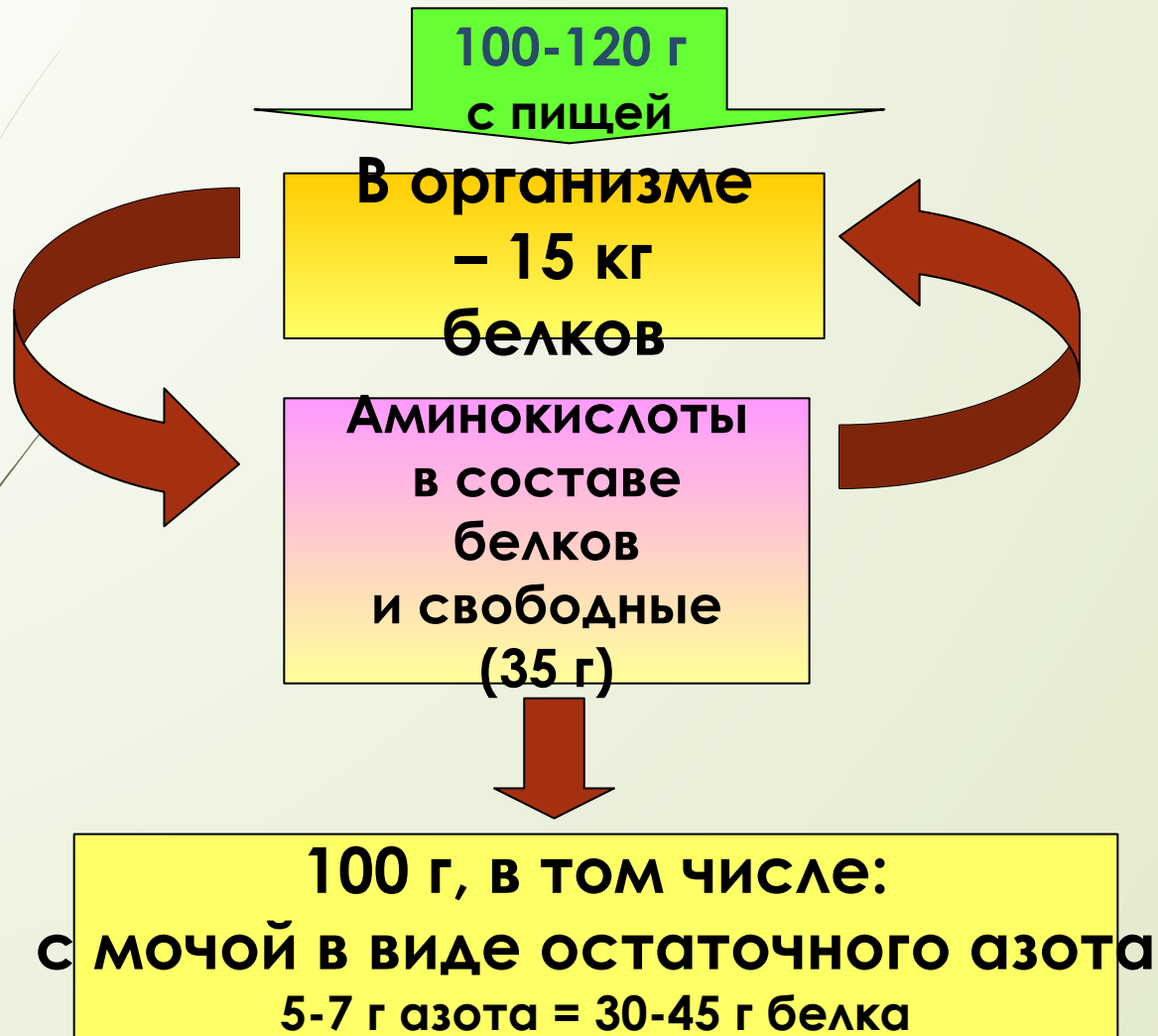
□ **Белки**- жизненно необходимые вещества, относятся к основным пищевым вещества (макронутриентам). Биологическая активность других пищевых веществ проявляется только в их присутствии. Белки выполняют следующие основные функции:

- - *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 PP).
- 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 ГАУ, 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.

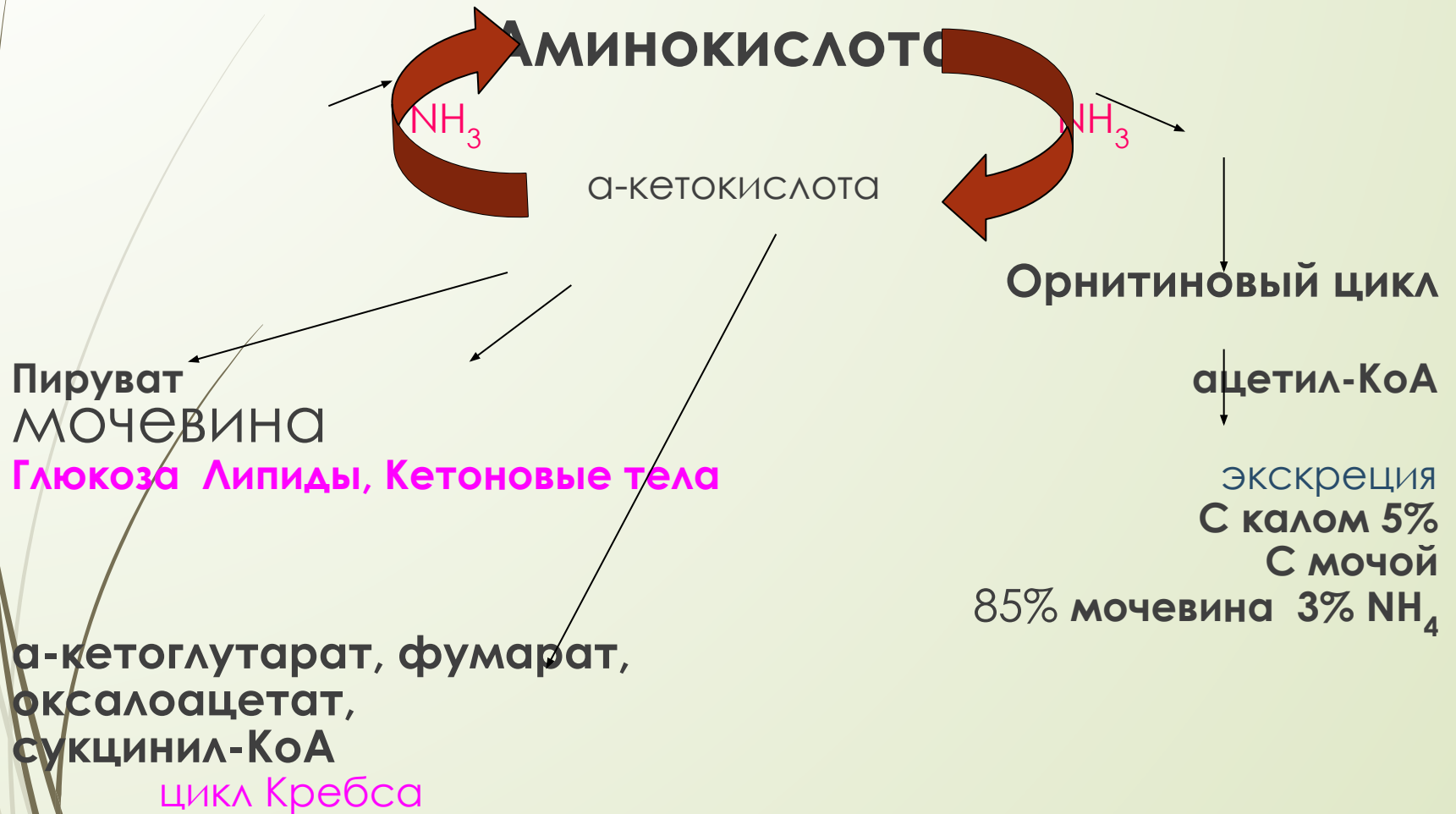
Толстый кишечник

- **Брожение, гниение** – результат действия кишечных бактерий: образуются газы CH_4 , CO_2 , H_2S , 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** → CH_4 и H_2S
- 1. **Аммиак**, образовавшийся при дезаминировании, в печени превращается в **мочевину**.

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

- Трансаминирование – начальный этап катаболизма аминокислот и первая стадия непрямого дезамирования, происходит во многих тканях. Наиболее активно – в печени.
- Трансаминированию подвергаются все аминокислоты кроме **ЛИЗ** и **ТРЕ**
- Аминотрансферазы 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)

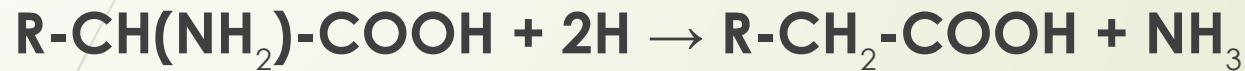
Трансаминирование



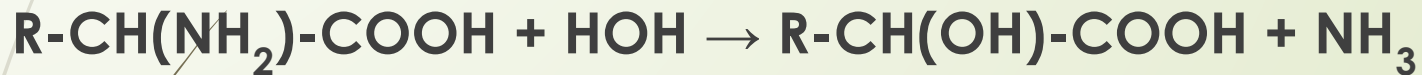
Дезаминирование - отщепление аминогруппы с образованием аммиака

Существует четыре типа реакций:

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



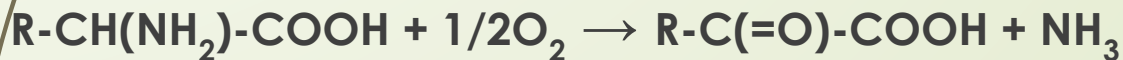
- 2. Гидролитическое дезаминирование ($+\text{H}_2\text{O}$)



- 3. Внутримолекулярное дезаминирование



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



Основные источники NH_3

Аминокислоты, биогенные амины, нуклеотиды

NH_3 транспортируется из тканей в печень в виде 3 соединений:

Глутамина

Аланина

Аммиака

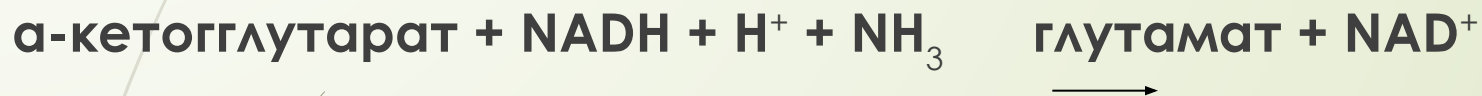
При гипераммониемии в крови повышается уровень

NH_3 ГЛУ и АЛА

Механизм токсического действия аммиака

NH₃ 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 CO₂, гипоксия,
от которой страдает ЦНС

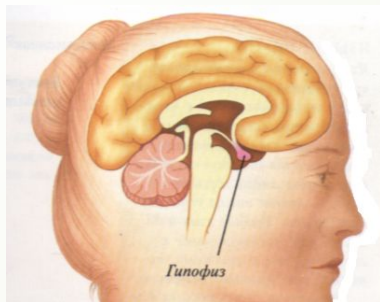
В обезвреживании NH_3 – центральная роль принадлежит ГЛУ

Основной реакцией обезвреживания 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 NH_3 В ЦНС – Синтез глутамина под действием **ГЛУТАМИНСИНТАЗЫ**

□ Источники NH_3 : АМФ, аминокислоты (в 8 раз больше, чем в крови), биогенные амины

α -кетоглутарат
Кетоновые тела (энергия)

ГЛУТАМИНОВАЯ КИСЛОТА

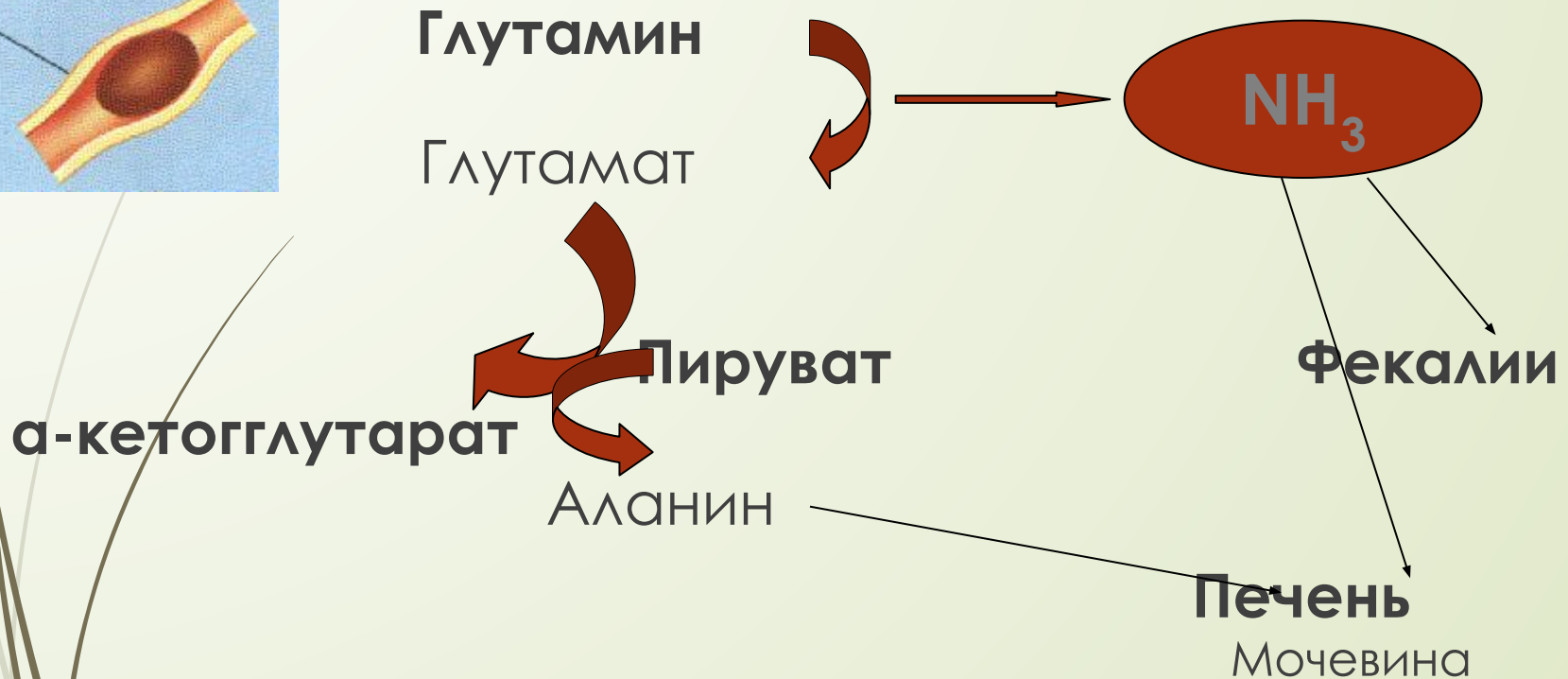
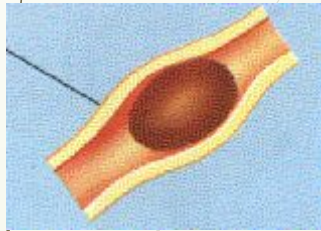
путем декарбоксилирования в ГАМК

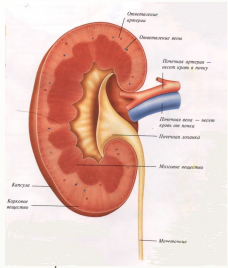
2 NH_3

2 NH_3

Глутамин
удаляется через ГЭБ
Печень
мочевина

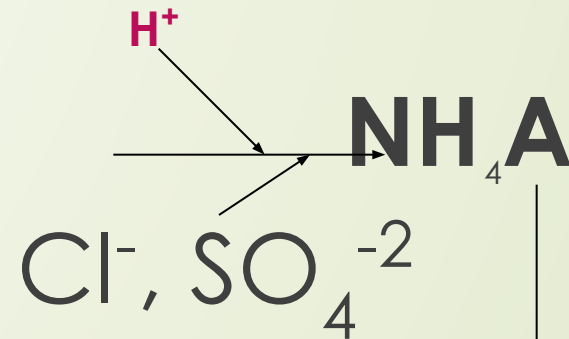
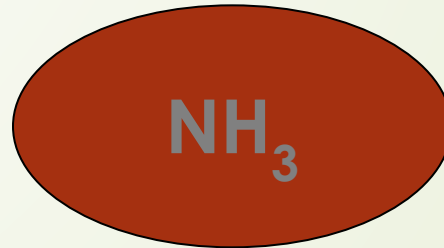
В кишечнике глутамат подвергается
трансаминированию с пируватом





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

Глутамин



Экскреция

(0,5 г солей

аммония в сутки

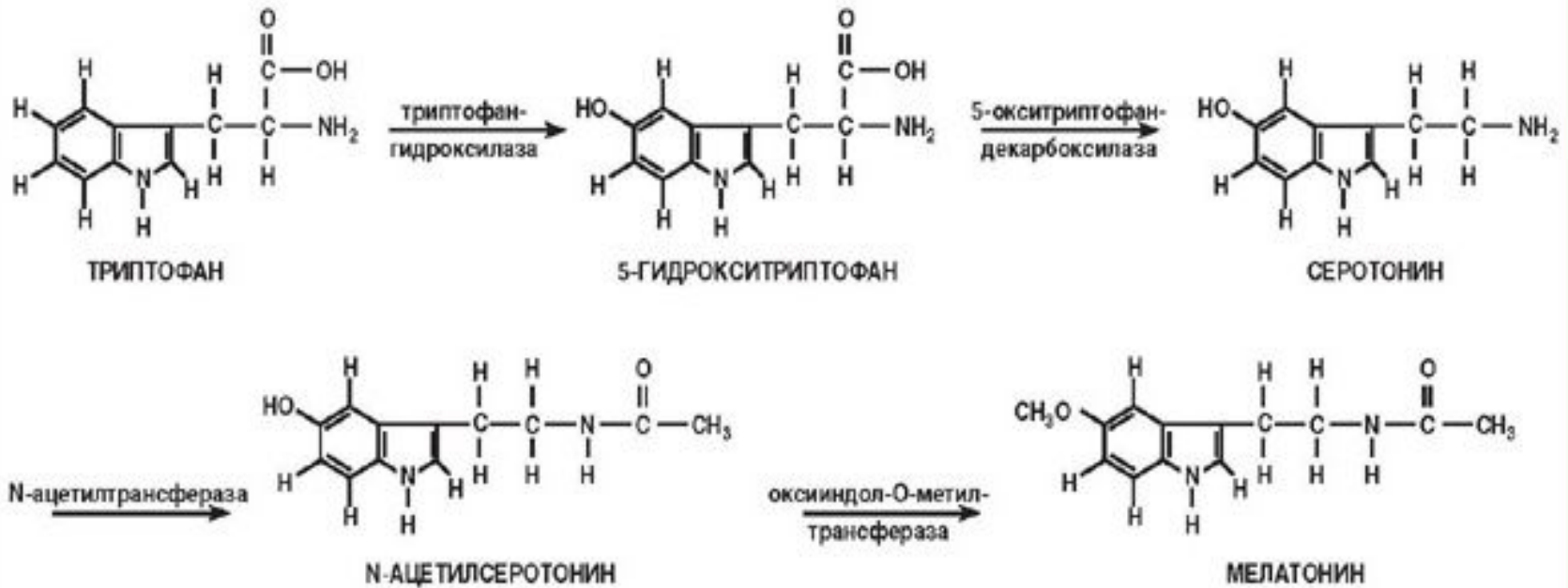
защищает от потерь Na^+ и K^+)

Глутамат

Декарбоксилирование аминокислот – отщепление α -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

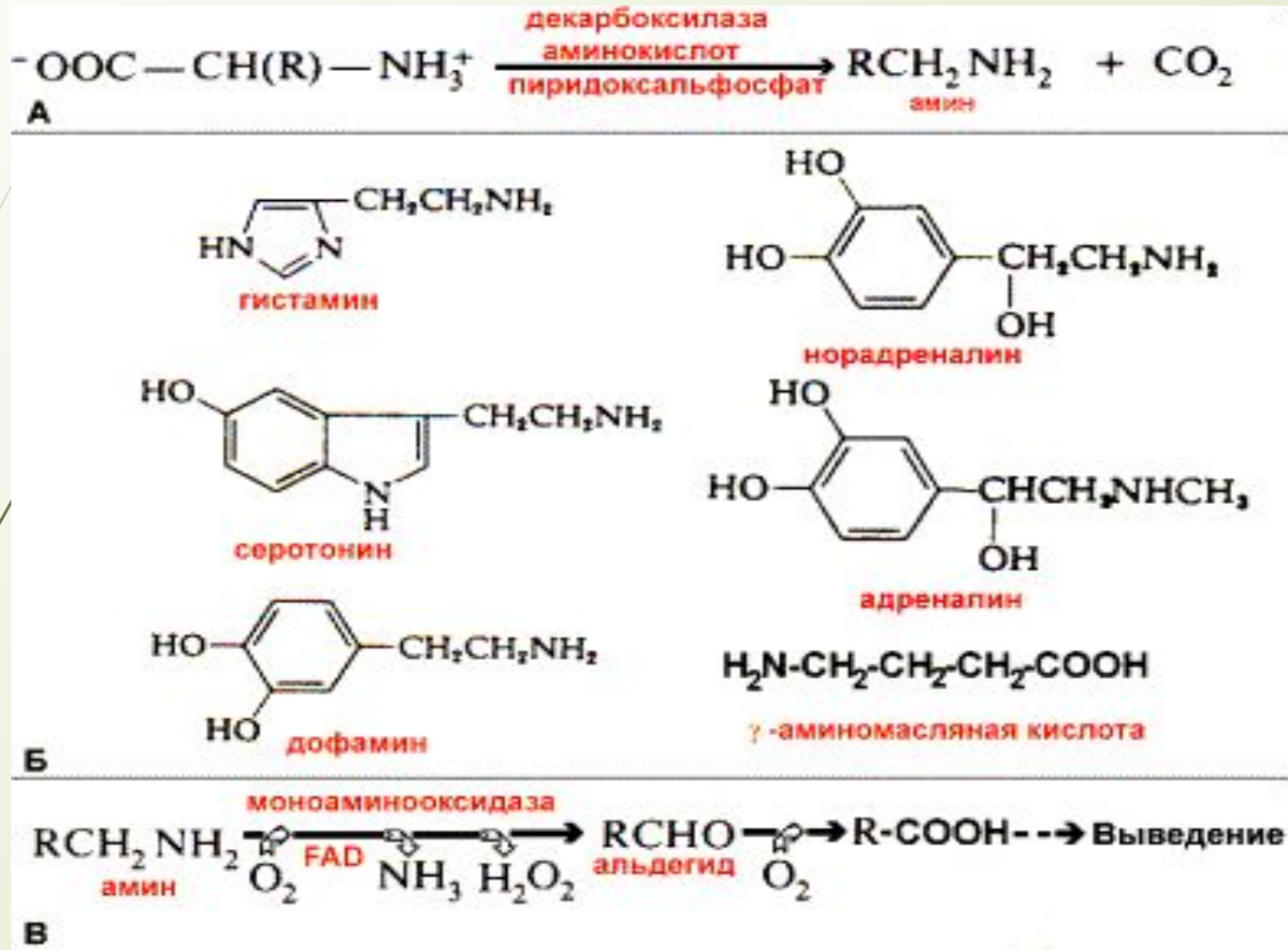
Биогенные амины



Серотонин – вазоконстриктор, сокращает гладкую мускулатуру, антидепрессант

Мелатонин регулирует суточные и сезонные изменения метаболизма

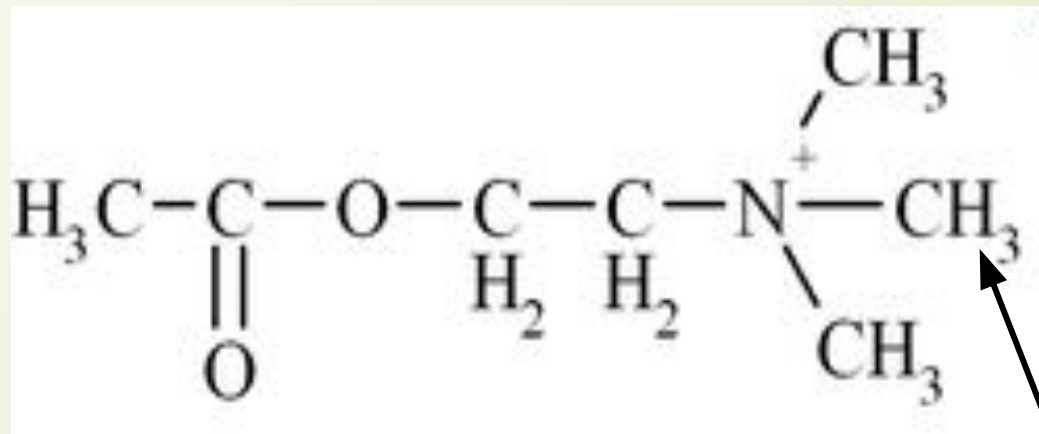
Биогенные амины



Биогенные амины

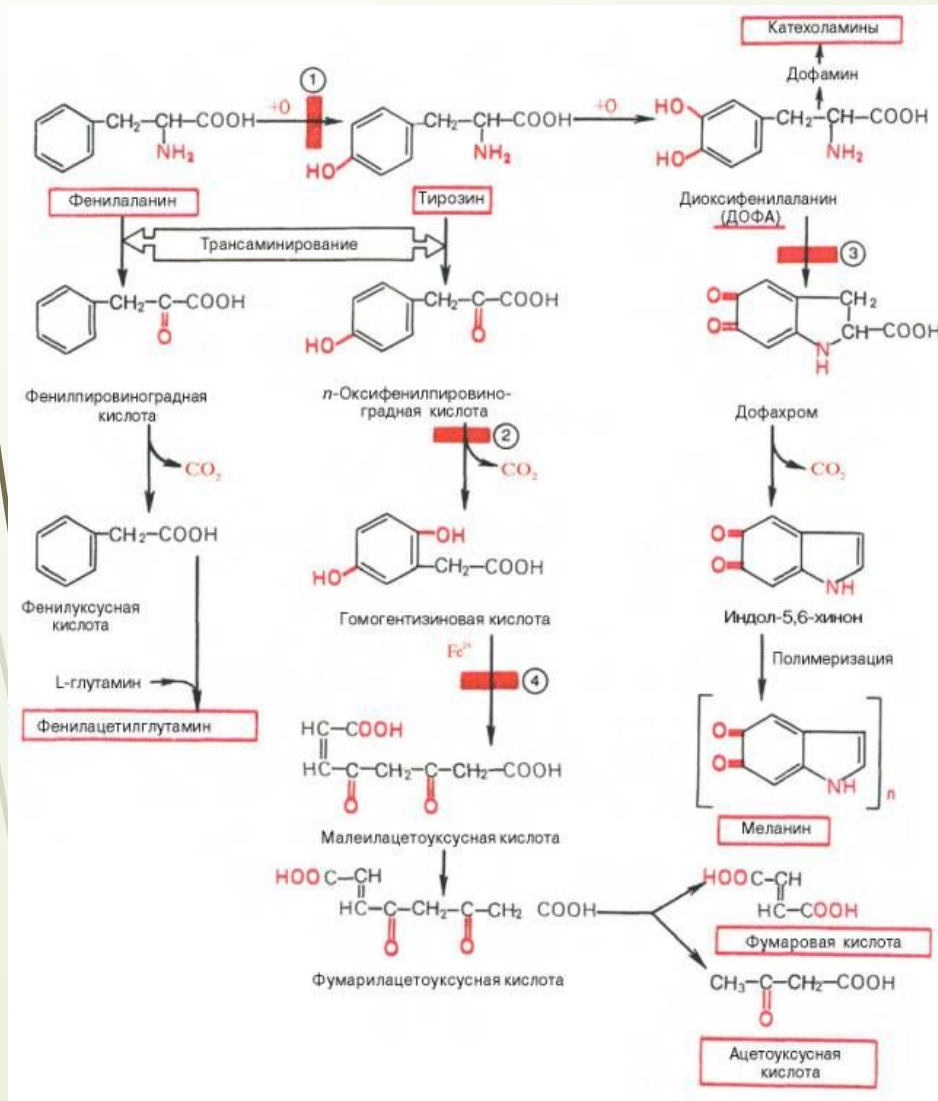
Ацетилхолин – нейромедиатор вегетативной нервной системы

серин → этаноамин → холин



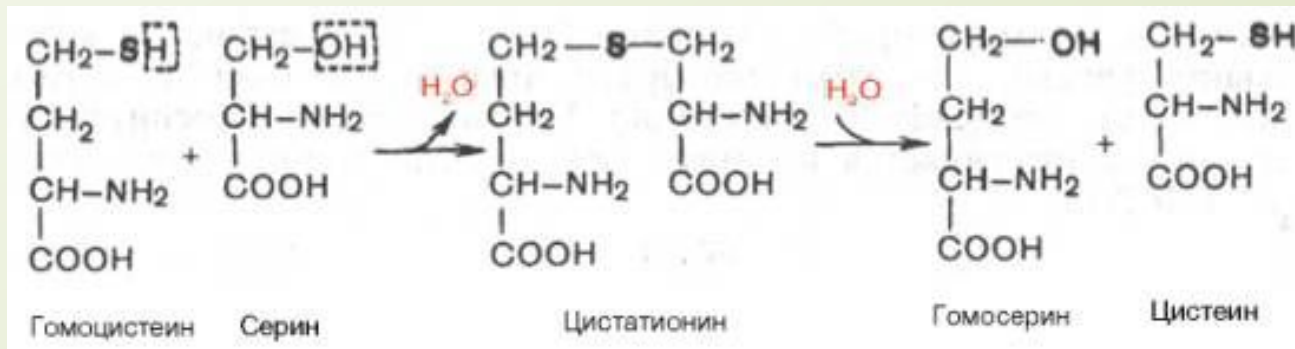
донор метильных групп – **SAM**

Основные метаболические превращения фенилаланина и тирозина



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

Обмен серосодержащих аминокислот



Синтез цистина



Синтез S-аденозилметионина (SAM)

