

Метаболизм углеводов

№1

Вопросы раздела:

1. **Функции. Источники.**
2. **Основные углеводы пищи.**
3. **Превращения в ЖКТ.**
4. **Синтез и распад гликогена (гликогеногенез и гликогенолиз).**
5. **Гликолиз анаэробный**

Основные функции углеводов в организме:

1. Энергетическая (1 г - 4,1 ккал).

За счет суточной потребности углеводов удовлетворяется примерно половина потребности организма в энергии.

Ткань головного мозга полностью зависит от углеводов как источника энергии.

2. Субстраты для синтеза заменимых аминокислот, липидов, нуклеиновых кислот; гликопротеидов, глюкозаминогликанов, протеогликанов

Функции углеводов (продолжение)

Гликопротеиды - структурный компонент мембран клеток; иммуноглобулины, факторы свертывания крови.

Специфические функции - иммунной защиты; свертывании крови, гормональной, рецепции.

Глюкозаминогликаны, протеоглики – основные компоненты межклеточного вещества соединительной ткани, слизи, синовиальной жидкости.

В связи с этим выполняют функцию химической (ЖКТ) защиты и механической защиты(суставы от трения).

Источники углеводов для организма

1. Пищевые продукты;
2. Синтез из аминокислот; глицерина.

Суточная потребность: 400 -450 г.

Основные углеводы пищевых продуктов

- **полисахариды**: крахмал, гликоген, целлюлоза
- дисахариды**: сахароза-(глюкоза+ фруктоза);
мальтоза-(глюкоза+ глюкоза);
лактоза - (глюкоза+ галактоза);
- моносахариды**: глюкоза, фруктоза, галактоза

Связи между мономерами -

L - 1,4 – гликозидная!!!

L - 1,6 - гликозидная

β -1,4 –гликозидная- (нерасщепляется ферментами ЖКТ

Целлюлоза – не переваривается, т.е. не

является источником глюкозы, но необходима для перистальтики кишечника, формирования каловых масс.

Связывания токсичных соединений в кишечнике.

Переваривание углеводов в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ)

Ферментативный гидролиз сложного соединения до компонентов, способных всасываться

**Ферменты - класс гидролазы, подкласс –
α-1-4- гликозидазы;
α-1-6- гликозидазы;
дисахаридазы
(гидролиз гликозидных связей)**

Переваривание углеводов в ЖКТ

-Ротовая полость - амилаза слюны (α - 1,4-гликозидаза) секретруется слюнными железами.

Крахмал \rightarrow декстрины (олигосахариды), частично до мальтозы;

-Тонкий кишечник-12-перстная кишка - **панкреатическая амилаза (α - 1,4-гликозидаза,) α - 1,6-гликозидаза** секретруется поджелудочной железой

Декстрины \rightarrow мальтоза, изомальтоза

Тонкий кишечник - дисахаридазы - мальтаза, изомальтаза, сахараза, лактаза

Абсолютно специфичны. Секретируются клетками кишечника.

Переваривание частично в ворсинках кишечника – **пристеночное пищеварение.**

Недостаточность ферментов - мальабсорбция.

Нарушение переваривания и всасывания-мальабсорбция

- Причина- врожденная или приобретенная - недостаточная активность **дисахаридаз**.
Неращепленные дисахариды в дистальных отделах кишечника
 - **изменяют осмотическое давление** содержимого кишечника, что вызывают – увеличение кол-ва воды в кишечнике;
 - **подвергаются гидролизу ферментами микробов** , что приводит к образованию органических кислот и CO_2 и др.газов.

Усиливается перистальтика и развивается диарея.

Всасывание моносахаров из полости кишечника в энтероциты

Всасывание моносахаридов

из кишечника в энтероциты - двумя путями:

а. облегченная диффузия;

б. активный транспорт за счет градиента концентраций ионов натрия.

Скорость всасывания различная: галактоза, глюкоза, фруктоза и т.д.

Часть всосавшейся галактозы и фруктозы в клетках кишечника изомеризуется **в глюкозу**.

Всасывание из энтероцитов в кровь - облегченная диффузия.

Транспорт из крови в клетки тканей

Из крови в клетки тканей - облегченная диффузия с участием **белков транспортеров - ГЛЮТ.**

ГЛЮТ - 5 типов - локализованы в клетках разных тканей.

ГЛЮТ - 4 (инсулинзависимый) локализован в клетках **мышц и жировой тканей (наследственный дефект ГЛЮТ-4 – причина развития сахарного диабета 2 типа).**

Без инсулина ГЛЮТ-4 в цитозольных везикулах. Встраивается в мембрану из цитозоля **при участии инсулина. Мышцы и жировая ткань - инсулинзависимые ткани.!!!**

Метаболизм глюкозы в тканях

В клетках всех тканей **первая** реакция метаболизма:

Глюкоза + АТФ → глюкоза- 6- фосфат + АДФ

Фермент – (трансферазы)

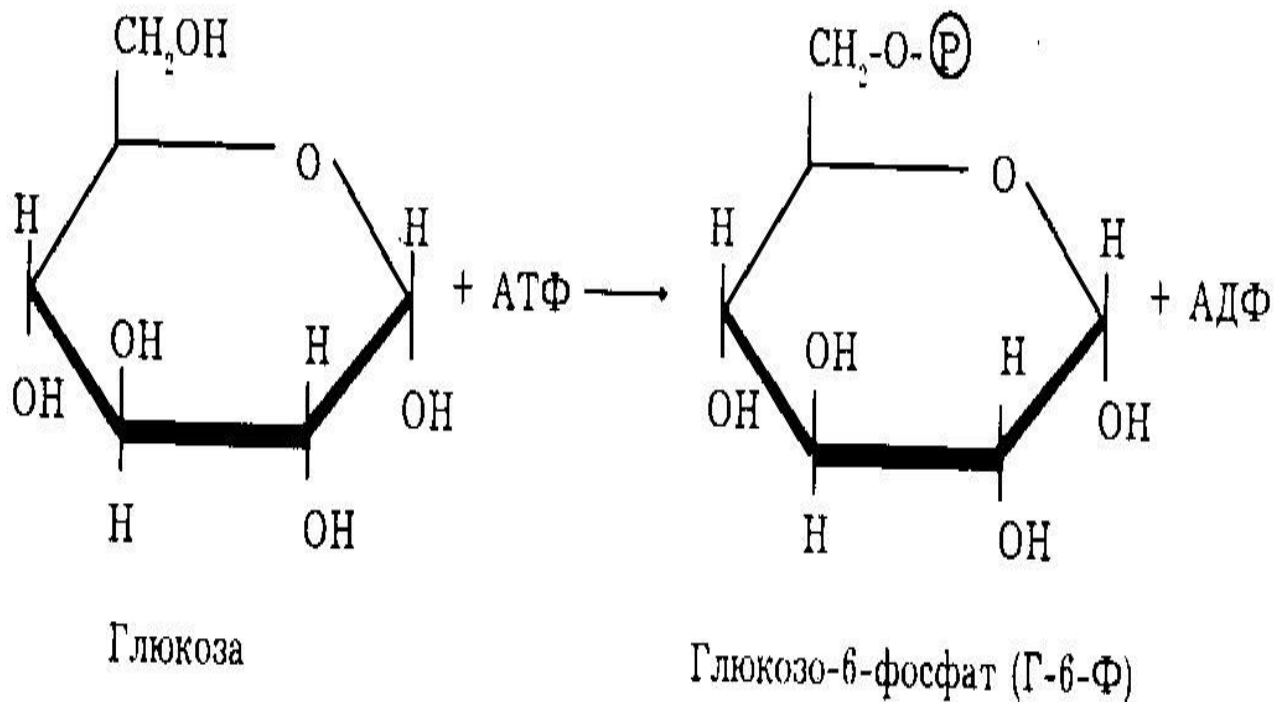
- **гексокиназа**

- **глюкокиназа (органоспецифичный -печень)**

Активируется гормоном **инсулином (образуется в поджелудочной железе)**.

Глюкоза- 6 -фосфат из клетки **выходить не способна!!!!**

Метаболизм глюкозы начинается с её фосфорилирования при участии АТФ. Фермент-гексокиназа (глюкокиназа в печени)



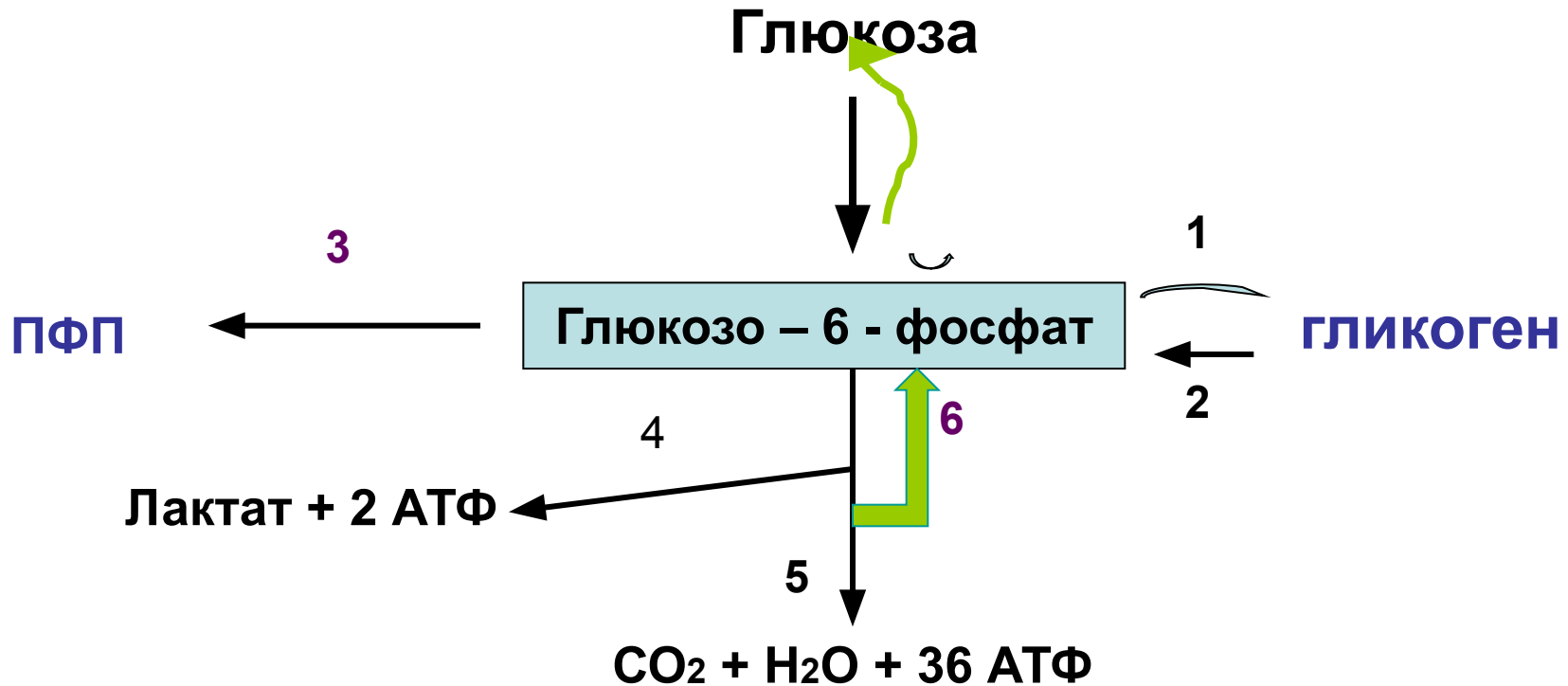
Метаболизм глюкозы в тканях

Глюкоза 6-фосфат в тканях превращается по разным метаболическим путям, скорость которых строго регулируется.

Скорость метаболических путей зависит от **ситуации** и **определяет уровень глюкозы в крови.**

В плазме крови в норме 3,3 – 5,5 ммоль/л

Метаболизм глюкозы в клетке



1. Синтез гликогена;
2. Гликогенолиз
3. ПФП
4. Анаэробный гликолиз;
5. Основной путь окисления глюкозы (аэробный)
6. Глюконеогенез

Метаболизм глюкозы в тканях

Метаболизм глюкозы складывается из следующих метаболических путей:

Пути, поставляющие глюкозу (пути-источники):

1. всасывание в кишечнике пищевых углеводов;

2. распад (мобилизация гликогена) в постабсорбтивный период;

3. глюконеогенез- синтез глюкозы de novo, из продуктов неуглеводной природы в период голодания в печени, почках;

Метаболические пути, потребляющие глюкозу:

1. Синтез гликогена в абсорбтивный период в печени (6% от общей массы органа); в мышцах (1%); **Депо глюкозы**

2. Окисление:

- **Аэробное окисление глюкозы** - основной путь потребления.

Полное окисление - CO_2 , H_2O и 38 мол. АТФ;

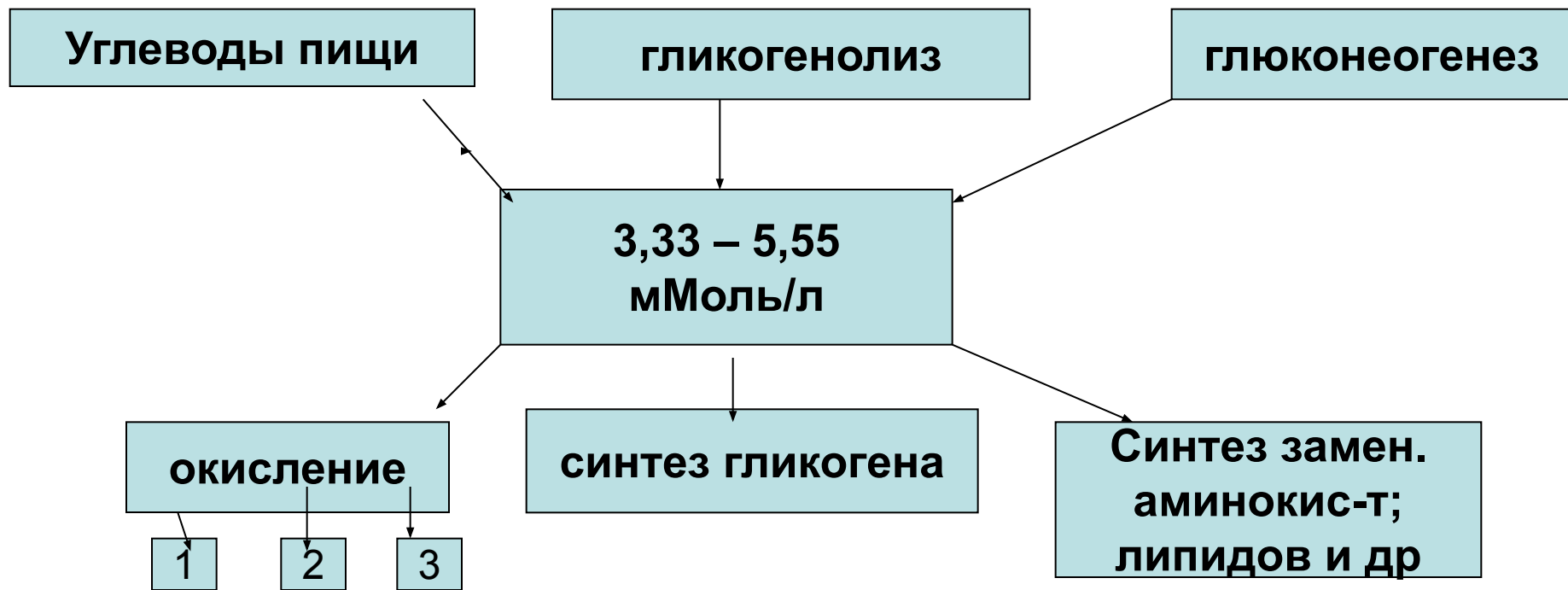
- **Анаэробное окисление** - анаэробный гликолиз.

2 мол. Молочной кислоты и 2 мол. АТФ; в мышцах, эритроцитах.

- **Пентозофосфатный путь**. НАДФН+.рибозы.

3. Синтез липидов, аминокислот, гликопротеинов.

Метаболические пути углеводов.



1. Анаэробное; 2. Аэробное; 3. пентозо-фосфатный путь

Синтез гликогена

Глюкоза – 6- фосфат $\xrightarrow{1}$ глюкоза -1-фосфат $\xrightarrow{+УТФ \quad 2}$

УДФ-глюкоза + гликоген (глюкоза - n) $\xrightarrow{3}$

гликоген (глюкоза n+1)

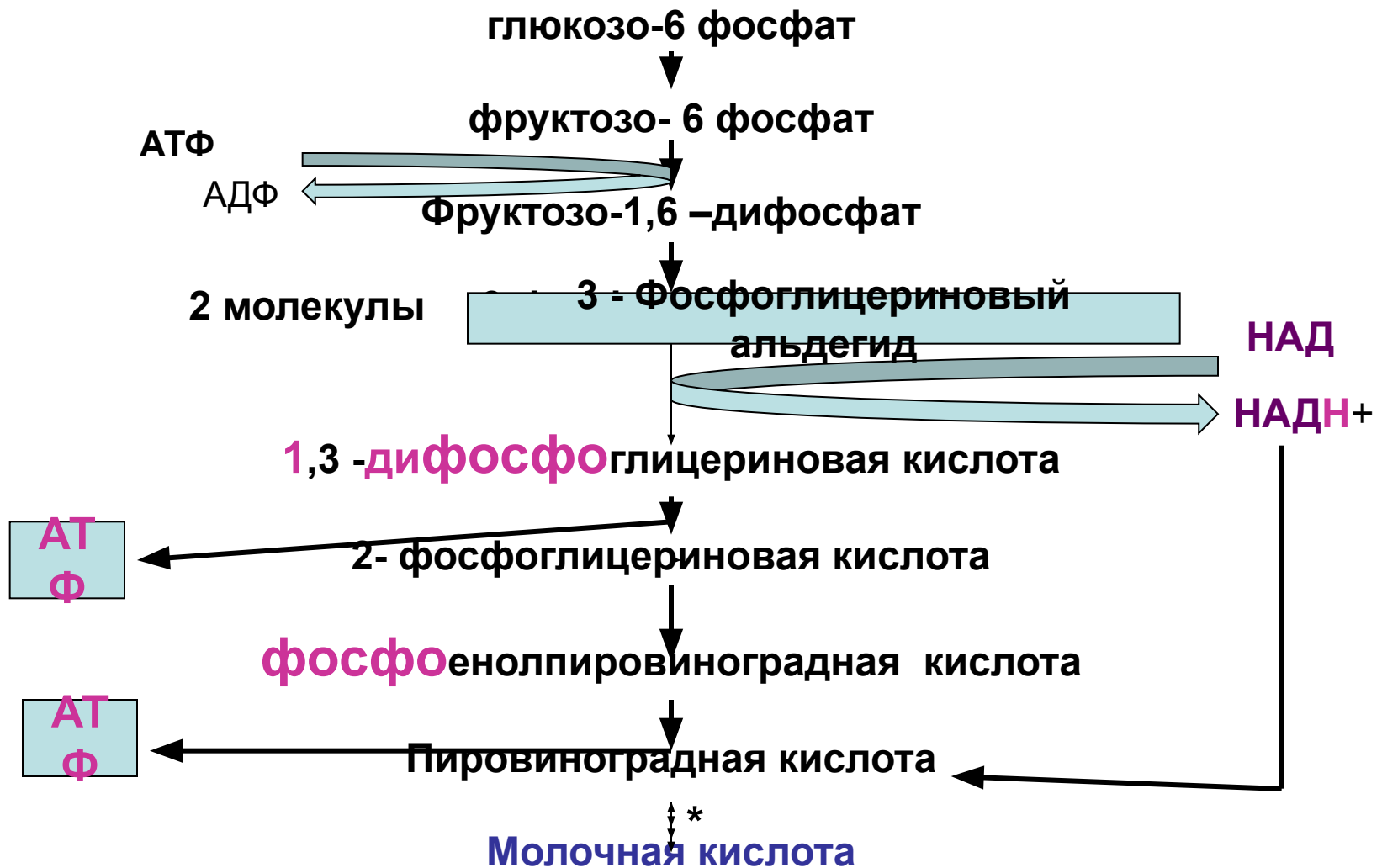
Ферменты:

1. Фосфоглюкомутаза;
2. Глюкозо-1-фосфатуридинтрансфераза
3. Гликогенсинтаза. Регуляторный. Активирует гормон инсулин.





Анаэробный гликолиз



* **Лактатдегидрогеназа** – специфичный фермент анаэробного гликолиза
Энергетический эффект – **2 АТФ субстратное фосфорилирование**

Субстратное фосфорилирование

- В анаэробном гликолизе АТФ синтезируется в процессе **субстратного фосфорилирования**.

- Общая схема:



В процессе гликолиза такими (фосфорилированными макроэргами) метаболитами

являются - **1,3- фосфоглицериновая кислота** и

фосфоенолпировиноградная кислота