

Гомельский государственный  
медицинский университет  
Кафедра нормальной физиологии

# ОБМЕН ВЕЩЕСТВ



лекция для студентов 2 курса

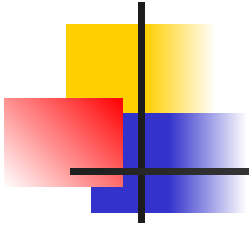
Ст. преподаватель Медведева Г.А.



## *ПЛАН ЛЕКЦИИ*

---

- 1. Общая характеристика обмена веществ. Пластическая и энергетическая роль питательных веществ.
- 2. Обмен белков. Азотистый баланс, его виды.
- 3. Обмен жиров.
- 4. Обмен углеводов.



---

**ОБМЕН ВЕЩЕСТВ** – совокупность изменений, которые претерпевают вещества с момента их поступления в пищеварительный тракт, до образования конечных продуктов распада.



## **Этапы обмена веществ:**

---

- **1. Поступление веществ в организм (питание и дыхание);**
- **2. Метаболизм (*анаболизм* — ферментативный синтез, *катаболизм* — ферментативное расщепление питательных веществ);**
- **3. Выведение конечных продуктов распада.**



# *Закон сохранения энергии*

---

ПРИ ВСЕХ ЯВЛЕНИЯХ ПРИРОДЫ  
**ИЗМЕНЯЕТСЯ** ТОЛЬКО  
**ФОРМА ВЕЩЕСТВА,**  
**КОЛИЧЕСТВО** ЖЕ ЕГО ОСТАЁТСЯ  
**ПОСТОЯННЫМ.**



***Метаболизм*** – совокупность

**физических, химических и физиологических процессов, обеспечивающих получение и доставку к клеткам энергии из экзо- и эндогенных источников, обеспечение пластических потребностей с целью обновления структур и выведения из организма продуктов обмена.**

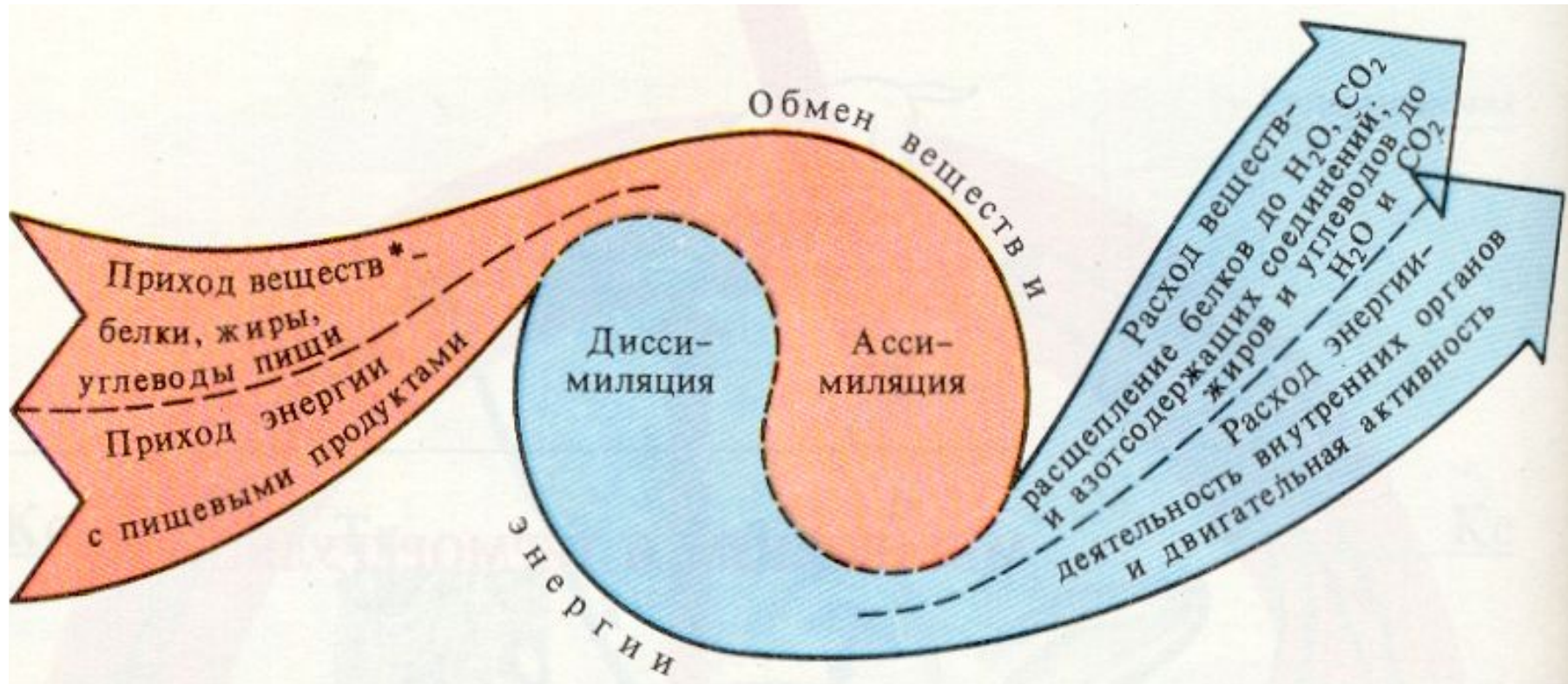


# **Промежуточный обмен веществ**

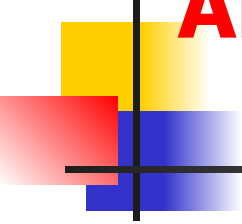
---

**– совокупность химических превращений питательных веществ с момента поступления их в кровь до начала выделения конечных продуктов жизнедеятельности из организма.**

# ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ





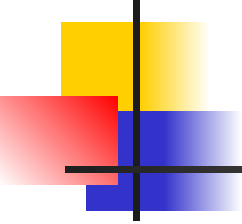


**Анаболизм / пластический обмен** – ферментативный синтез из простых органических молекул сложных клеточных компонентов.

**Протекает с поглощением энергии.**

**Катаболизм / энергетический обмен** – ферментативное расщепление крупных органических молекул на более простые.

**Протекает с выделением энергии.**



# *ОБМЕН БЕЛКОВ*

# Функции белков:

- Пластическая / структурная
- Энергетическая (1 г белка – 17,6 кДж энергии)
- Каталитическая / ферментативная
- Регуляторная (белки-гормоны)
- Защитная (иммуноглобулины, гемостаз)
- Транспортная (ионный канал, гемоглобин, альбумины)
- Двигательная / сократительная (актин, миозин)
- Рецепторная (родопсин)
- Буферная
- Реологическая (вязкость крови)
- Сигнальная



# Превращение белков в организме

- ❖ 1 – путь – белки пищи используются для синтеза специфических белков и других веществ
- ❖ 2 – путь – эндогенный гидролиз белков, который направлен на обновление белков ткани

# Типы белкового синтеза

- **Синтез роста**, связанный с развитием организма в целом. Он заканчивается, приблизительно, к 25-ти годам, то есть к моменту прекращения физиологического роста.
- **Стабилизирующий синтез**, определяющий репарацию белков, утраченных в процессе диссимиляции и лежащих в основе их самообновления на протяжении жизни.
- **Регенерационный синтез**, проявляющийся в период восстановления после белкового истощения, кровопотерь и т.д.
- **«Функциональный синтез»** - образование белков, выполняющих специфические функции: ферментов, гормонов, иммуноглобулинов и т.д.

Пути использования аминокислот после их всасывания (участие в синтезе компонентов некоторых видов обмена веществ)

**ВСАСЫВАНИЕ АМИНОКИСЛОТ В КИШЕЧНИКЕ**

**участие в синтезе следующих компонентов обмена веществ**

**обмен белков и пуринов:**  
- белки  
- пептиды  
- др. аминокислоты  
- пурины и пиримидины  
- мочевины

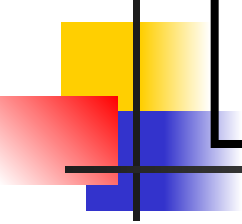
**углеводный обмен:**  
- глюкоза

**обмен липидов:**  
-  $\alpha$ -кетокислоты

**обмен порфиринов**  
- гем  
- Hb  
- цитохромы

**синтез ферментов и коферментов:**  
- никотинамид  
- НАД

**прочее:**  
- холин  
- креатин  
- катехоламины  
- тироксин  
- биогенные амины  
- меланины  
- аммиак



Период полураспада белков  
**80 суток**

Мышечных белков – **180** суток

Белков плазмы – **10** суток

Белков – гормонов – **неск. минут**

# **БЕЛКИ – биологические полимеры, состоящие из аминокислот**



---

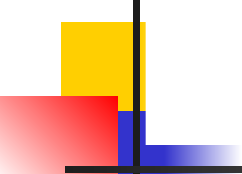
**ЗАМЕНИМЫЕ**

- Аланин
- Цистеин
- Тирозин
- Пролин
- Серин
- Глицин
- Глутамин
- Глутаминовая кислота
- Аспарагин
- Аспарагиновая кислота
- Аргинин (у взрослых)
- Гистидин (у взрослых)

**НЕЗАМЕНИМЫЕ**

- Лейцин
- Изолейцин
- Валин
- Метионин
- Лизин
- Треонин
- Фенилаланин
- Триптофан
- Аргинин (у детей)
- Гистидин (у детей)





# Суточная потребность в белках

---

**80 – 100 г**

**(физиологический оптимум –  
1 г на 1 кг массы тела)**

**При физической нагрузке –  
до 150 г**

**Азотистый баланс** – разность между

количеством азота поступившего с пищей и выделенного с продуктами метаболизма.

**16 г азота – 100 г белка**

**1 г азота – 6,25 г белка**

- **Азотистое равновесие** – количество поступившего азота = количеству выделенного азота.
- **Положительный азотистый баланс** – количество поступившего азота больше выделенного.
- **Отрицательный азотистый баланс** – количество выделенного азота больше поступившего.

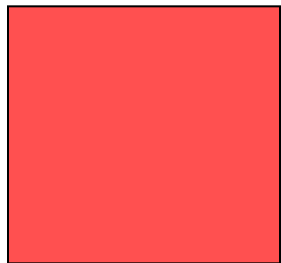
# Азотистый баланс

**Азот пищи  
(приход N)**

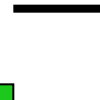
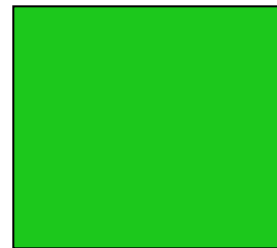
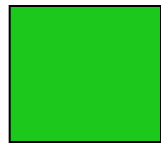
**=**

**Азот мочи  
+ Азот пота  
(расход N)**

*Азотистый коэффициент  
6,25*

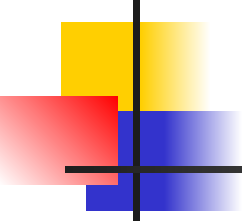


**Положительный  
азотистый  
баланс**



**Отрицательный  
азотистый  
баланс**





# ***Коэффициент изнашивания Рубнера***

---

**-минимальное количество белка,  
постоянно распадающегося в  
организме.**

**0,028 – 0,065 г азота  
на 1 кг массы тела**

# Регуляция белкового обмена

## Синтез белка

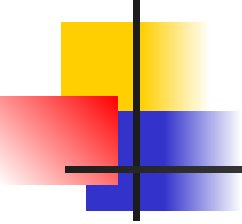
контролируют:

- ❖ Соматотропин
- ❖ Инсулин
- ❖ Андрогены
- ❖ Тиреоидные гормоны (недостаток)
- ❖ Глюкокортикоиды (в печени)

## Распад белка

контролируют :

- ❖ Адреналин
- ❖ Тиреоидные гормоны (избыток)
- ❖ Глюкокортикоиды (в тканях)



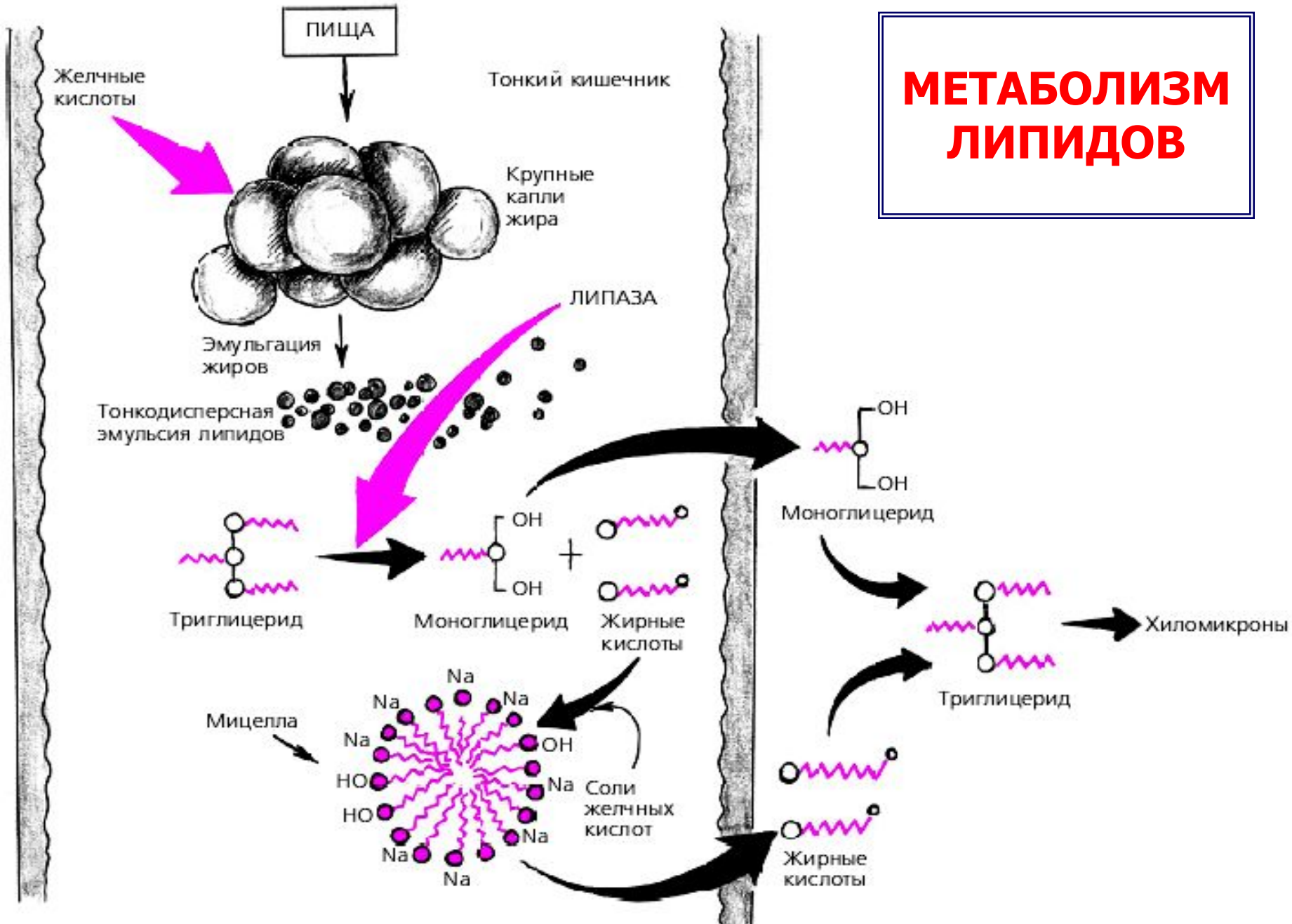
---

# *ОБМЕН ЖИРОВ*

# **Функции липидов:**

- Пластическая / структурная (компонент биомембран)
- **Энергетическая (1 г липидов – 38,9 кДж)**
- Источник эндогенной воды (100 г жиров – 107 г воды)
- Запасающая
- Терморегуляторная (теплоизоляция)
- Регуляторная (стероидные гормоны)
- Механическая (прослойки между органами, амортизация)
- Транспортная (транспорт жирорастворимых витаминов)
- Изолирующая (миелиновые оболочки нервных волокон)
- Адаптация к стрессу

# МЕТАБОЛИЗМ ЛИПИДОВ







# Высшие жирные кислоты

---

## Насыщенные

(не содержат двойных связей)

- *Пальмитиновая*
- *Стеариновая*

Входят в состав **твёрдых** жиров

## Ненасыщенные

(содержат двойные связи)

- *Олеиновая*
- *Линолевая*
- *Линоленовая*
- *Арахидоновая*

Входят в состав **жидких** жиров / масел



# **Роль жирных ненасыщенных кислот:**

---

- **Регулируют рост и развитие организма;**
- **Активируют ферменты;**
- **Влияют на деятельность сердечно-сосудистой и нервной систем;**
- **Регулируют синтез простагландинов и половых гормонов;**
- **Участвуют в формировании мембран клеток головного мозга.**

# Холестерин

```
graph TD; A[Холестерин] --> B[Строительство клеточных структур]; A --> C[Источник для синтеза других компонентов]; A --> D[Управление биохимическими процессами]; B --> B1[Миелино-вые оболочки]; B --> B2[Билипид-ный слой эритро-цитов]; C --> C1[Кортико-стероид-ные гормоны]; C --> C2[Стероид-ные гормоны]; C --> C3[Витамин Д]; C --> C4[Желчь]; D --> D1[Глико-нео-генез];
```

Строительство  
клеточных  
структур

Миелино-  
вые  
оболочки

Билипид-  
ный слой  
эритро-  
цитов

Источник для  
синтеза других  
компонентов

Кортико-  
стероид-  
ные  
гормоны

Стероид-  
ные  
гормоны

Витамин  
Д

Желчь

Управление  
биохимическими  
процессами

Глико-  
нео-  
генез



# Общий пул холестерина:

---

- **Экзогенный холестерол (400 мг/сут)**
- **Эндогенный холестерол (1000 мг/сут)**



Жир пищи

Пищеварение

Соли желчных кислот разрушают жир

Пищеварительные ферменты превращают жир в жирные кислоты, которые поступают в кровоток

Холестерин превращается в печени в соли желчных кислот

Жирные кислоты

К печени

ЛНП

ЛВП присоединяют холестерин

ЛНП откладывают холестерин

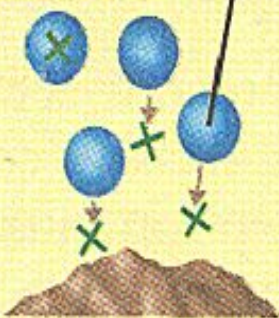
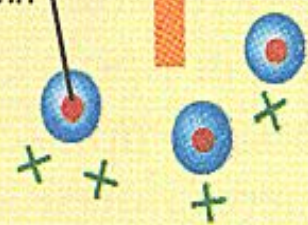
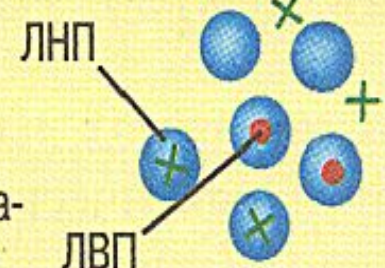
ЛВП

Печеночные ферменты превращают жирные кислоты в ЛНП и ЛВП

Кровоток

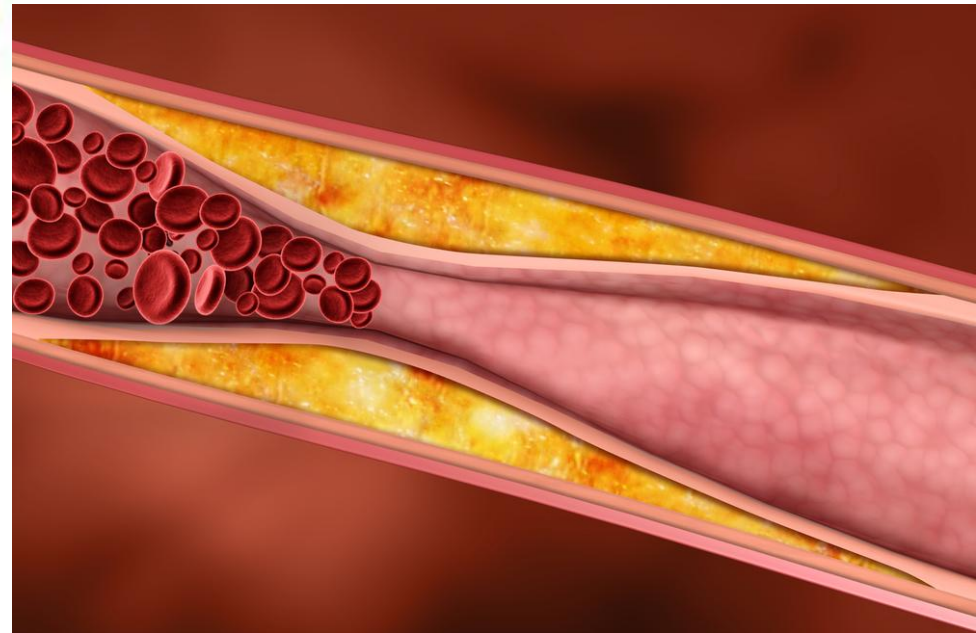
Жировые отложения в кровеносных сосудах

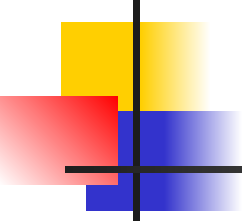
Жир пищи расщепляется, превращаясь в ЛНП и ЛВП в процессе пищеварения и под воздействием печеночных ферментов. ЛНП откладывают холестерин на стенках кровеносных сосудов, в то время как ЛВП помогают удалить его.





# Формирование атеросклеротической бляшки





# *Суточная потребность в жирах*

---

**70 – 125 г**

**70% животного : 30% растительного**  
**(физиологический оптимум –**  
**1 – 5 г на 1 кг массы тела)**

**Суммарное количество жиров в**  
**организме – 10-20 %,**  
**предельно допустимая граница - 25%**



# Должная масса тела и ожирение

---

Избыток массы тела, по сравнению с должным, для данного пола, роста и возраста на 20 % и более считается *ожирением*.

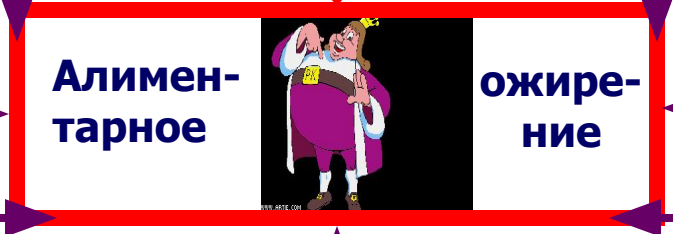
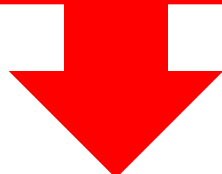
Должную массу тела можно рассчитать по следующей формуле:


**должная масса тела = рост (в см) – 100 + по 2 кг  
за каждые 10 лет после 20 лет**

У женщин должная масса тела может быть на 5 кг больше расчётной по приведенной выше формуле.




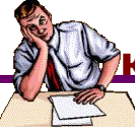
# ПЕРЕЕДАНИЕ



наследственные факторы 

гиподинамия 

центральные нейрогенные механизмы 

психологические и социальные влияния 

нарушения эндокринной регуляции 

метаболические особенности 

гиперплазия жировой ткани 

*алиментарное ожирение как фактор риска  
различных заболеваний*



# Нервная регуляция обмена жиров

## Гипоталамус:

- Повреждение **латерального ядра** - потеря аппетита, **исхудание**;
- Повреждение **вентромедиального ядра** – повышение аппетита, **ожирение**.

## ВНС

- **Симпатическая НС** – тормозит синтез триглицеридов, усиливает их распад;
- **Парасимпатическая НС** – способствует отложению жира.

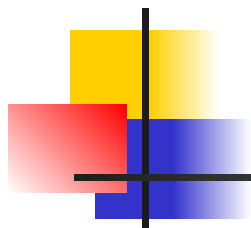
# Гуморальная регуляция обмена жиров

**Усиливают** мобилизацию жиров:

- Соматотропный гормон;
- Пролактин;
- АКТГ;
- Тироксин;
- Инсулин;
- Адреналин, норадреналин.

**Тормозят** мобилизацию жиров:

- АКТГ;
- Глюкокортикоиды.

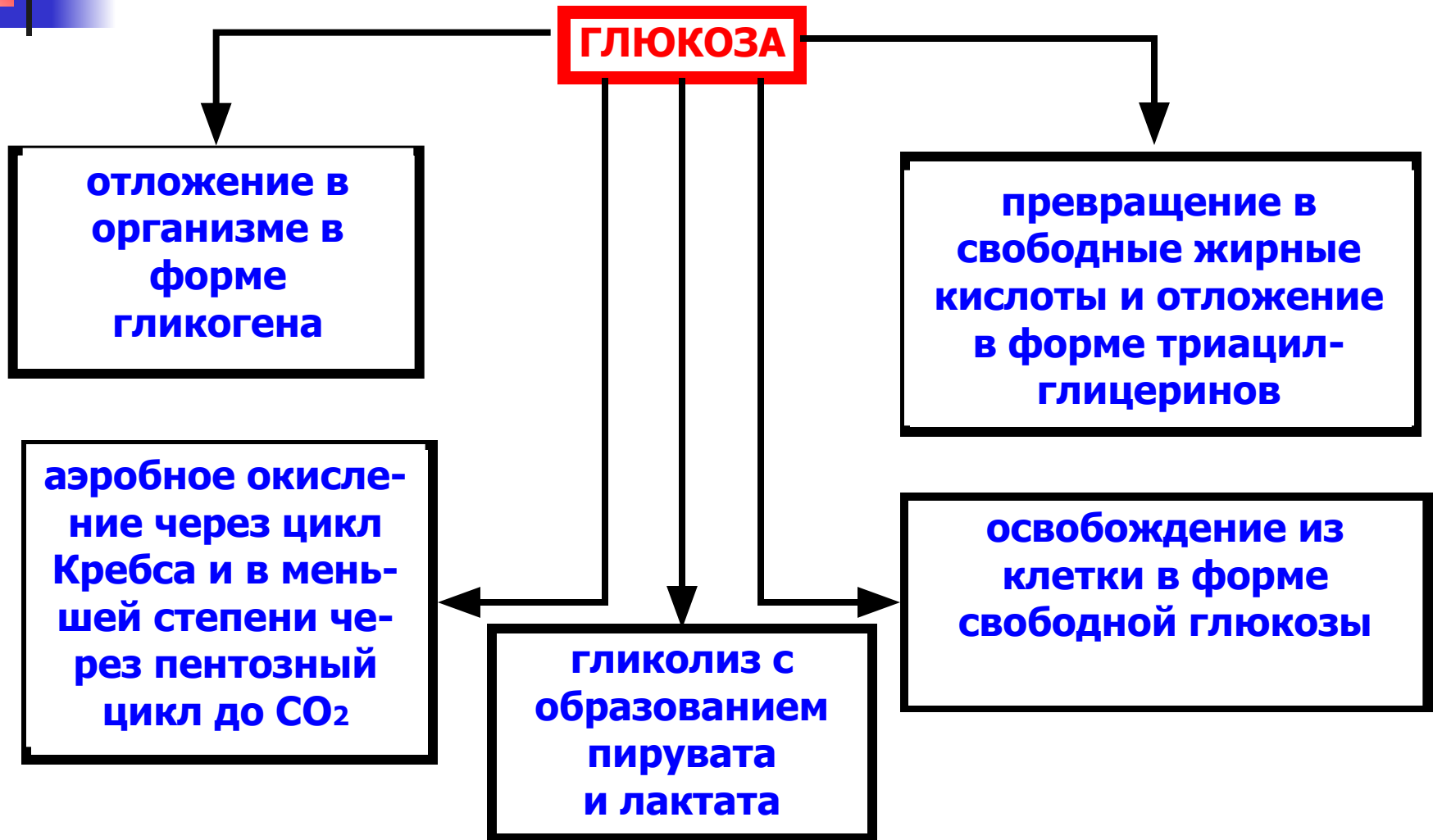


# *ОБМЕН УГЛЕВОДОВ*

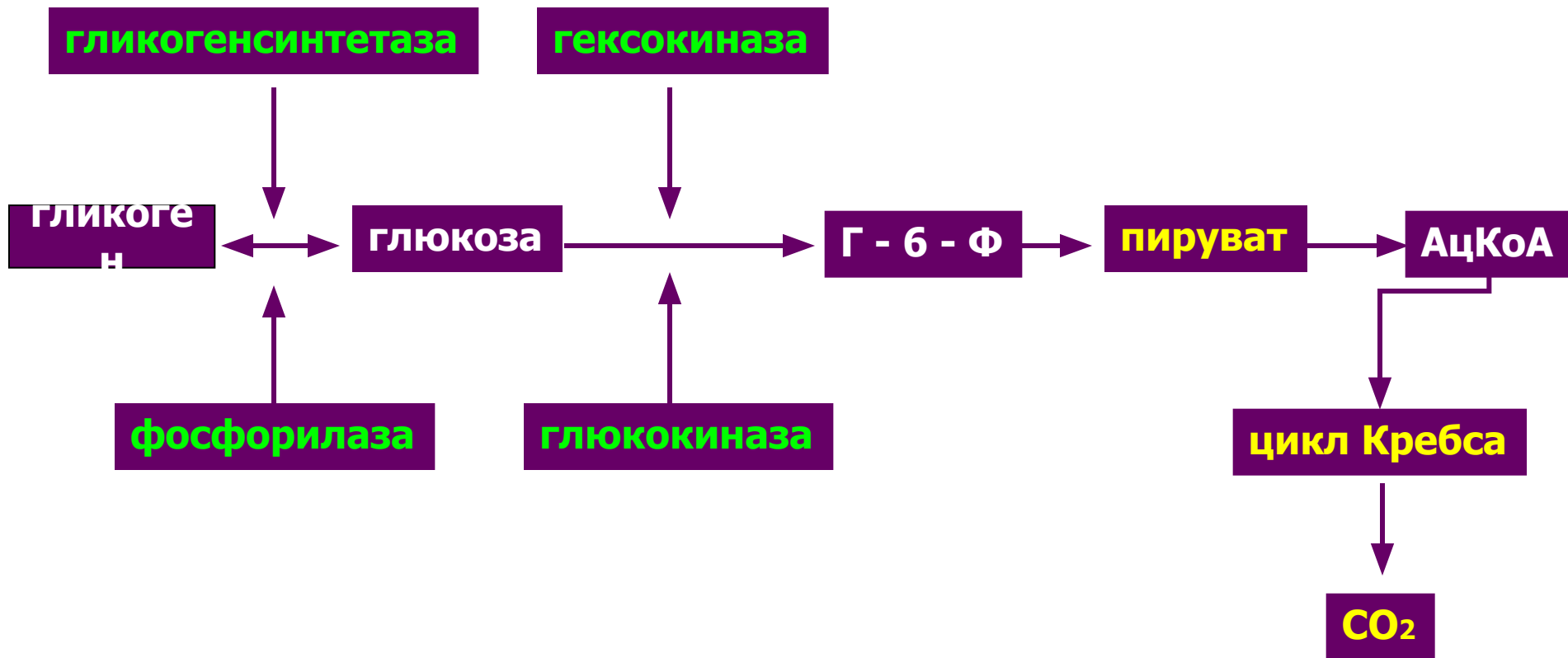
## *Функции углеводов:*

- Пластическая / структурная (компонент нуклеотидов, биомембран, хрящевой и соединительной тканей)
- **Энергетическая (1 г углеводов – 17,6 кДж)**
- Запасающая (гликоген)
- Защитная (слизь бронхов, ЖКТ)

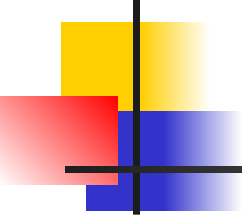
# Основные пути метаболизма глюкозы в организме



# Метаболизм глюкозы в организме







# *Суточная потребность в углеводах*

---

**500 г**

**(физиологический оптимум –  
*5 – 7 г на 1 кг массы тела*)**

**минимальная граница – 100–150 г**

# Регуляция обмена углеводов определяется поддержанием уровня **глюкозы** в крови (3,3 – 5,55 ммоль/л)

## *Нервная регуляция:*

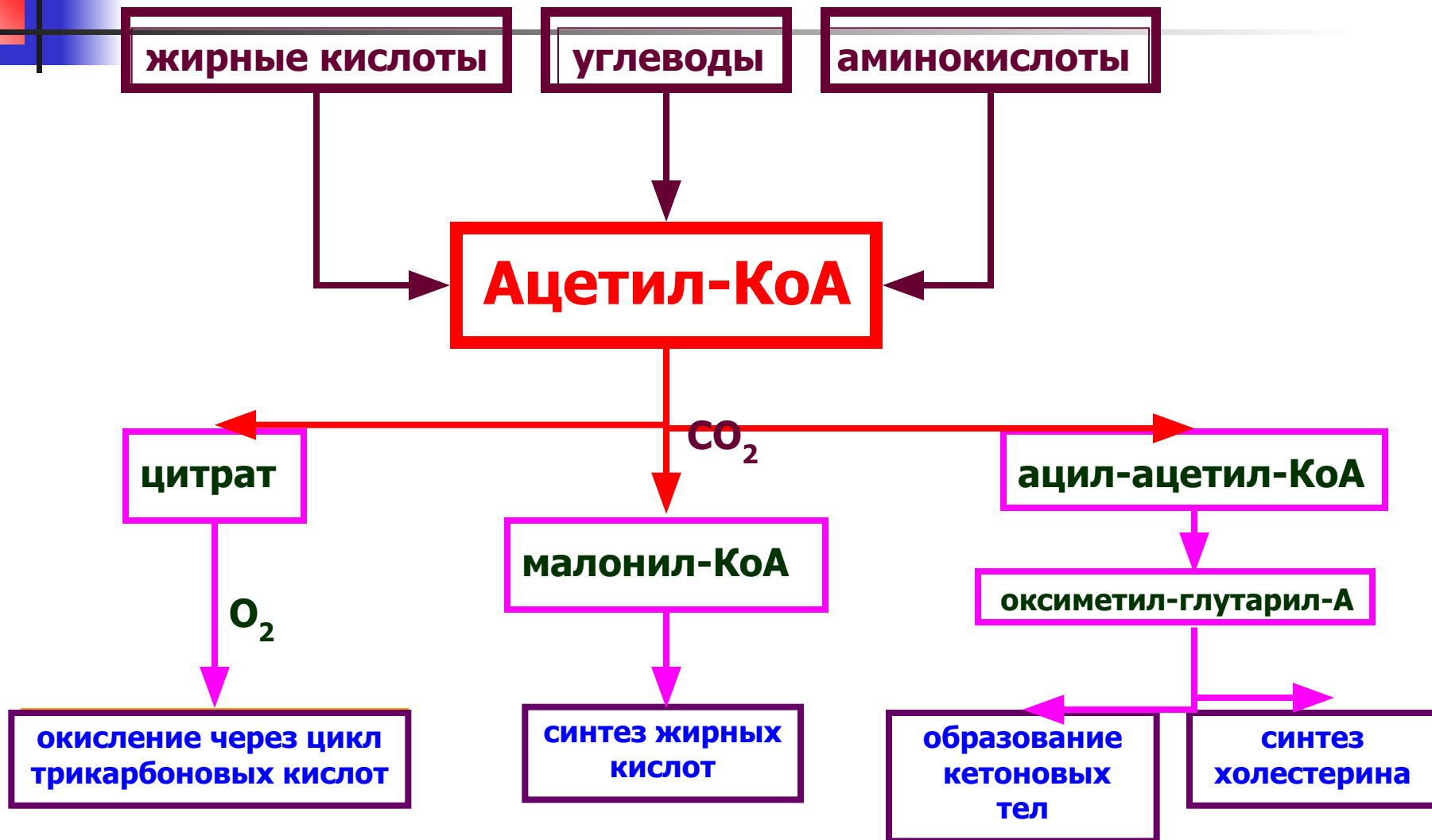
- Гипоталамус
- Продолговатый мозг (дно IV желудочка)
- КБП

**Увеличивают**  
содержание  
глюкозы в крови

## *Гуморальная регуляция:*

- а) **снижение** уровня глюкозы в крови:  
**инсулин**
- б) **увеличение** уровня глюкозы в крови:
  - Глюкагон
  - Адреналин
  - Глюкокортикоиды
  - Соматотропный гормон
  - Тироксин,  
трийодтиронин

# Интеграция белкового, липидного и углеводного обменов



***Благодарю за внимание !***

