

## Лекція 10

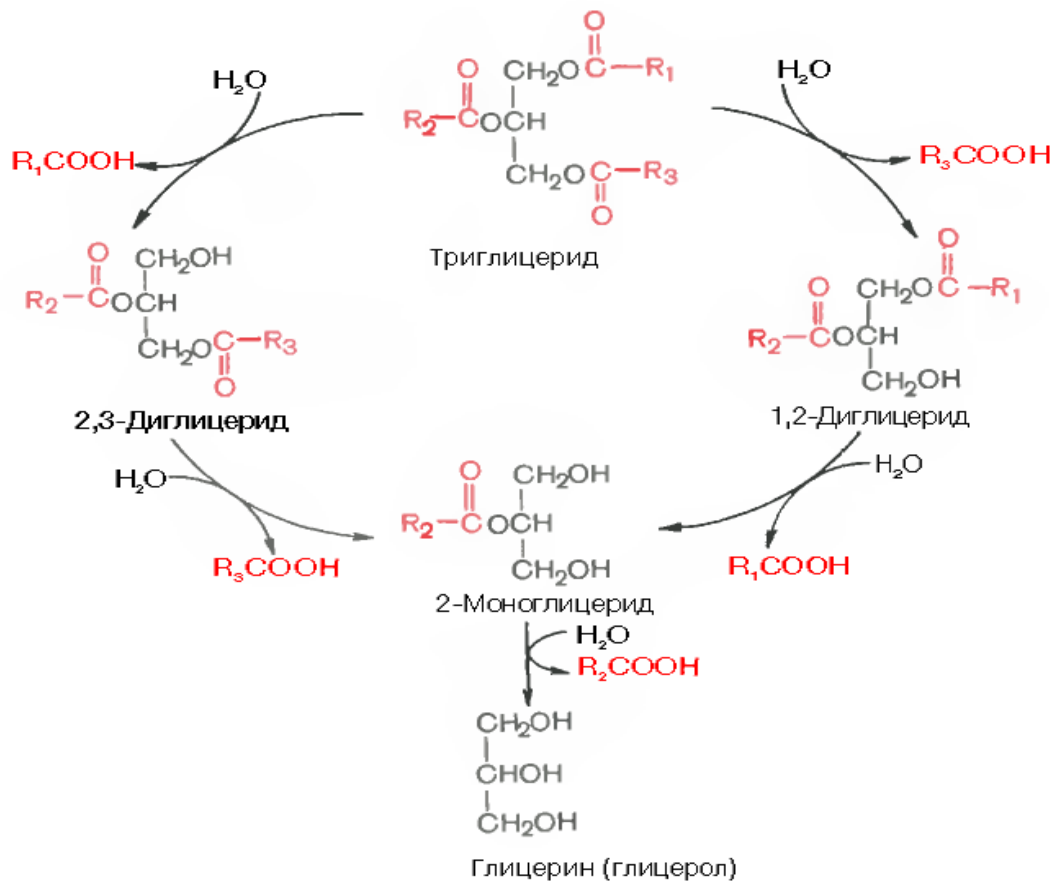
### Тема: Обмін ліпідів

#### План

1. Перетравлення ліпідів в шлунково-кишковому тракті.
2. Окиснення ліпідів.
  - 2.1 Окиснення гліцерину.
  - 2.2 Окиснення вищих жирних кислот.
3. Розщеплення фосфатидів.
4. Синтез та обмін холестерину.
5. Роль різних органів і тканин в обміні ліпідів.

### 1. Перетравлення ліпідів в шлунково-кишковому тракті

Нейтральні жири розщеплюються в кишечнику під дією ферменту ліпази.



Гідроліз фосфатидів каталізується **фосфоліпазами** і призводить до утворення гліцерину, ВЖК, ортофосфорної кислоти та азотистої основи.

Стериди гідролізують під дією ферментів **холестераз** на холестерин та відповідну ВЖК.

Самих ферментів недостатньо для перетравлення жирів.

Велике значення має процес **емульгування**. Умов для цього процесу у шлунку не має та відбувається за допомогою жовчних кислот, які поступають в кишечник з жовчного міхура у виді жовчі.

**Жовч** збільшує доступність жирів до ферментів, емульгує їх, маса жирів збільшується та, відповідно, збільшується доступність.

**Жовчні кислоти** близькі до холестерину. Це похідні **холевої кислоти**: **глікохолева, глікодезоксихолева, урохолева**. Вони знаходяться на поверхні розділу між жиром та водою. У жировій фазі знаходиться їх гідрофобна частина молекули, а в водній фазі гідрофільний залишок глікохола або таурину.

**Гліцерин** добре розчиняється у воді, легко всмоктується слизовою оболонкою кишечника.

**ВЖК** можуть всмоктуватися лише у вигляді водорозчинних комплексів з жовчними кислотами – **холеїнові кислоти**. Ці кислоти розкладаються в епітелії кишкових ворсинок на вільні жирні та жовчні кислоти.

Частково жовчна кислота зворотно поступає в кишечник, а друга її частина за допомогою крові йде в печінку, звідки переходить в склад жовчі.

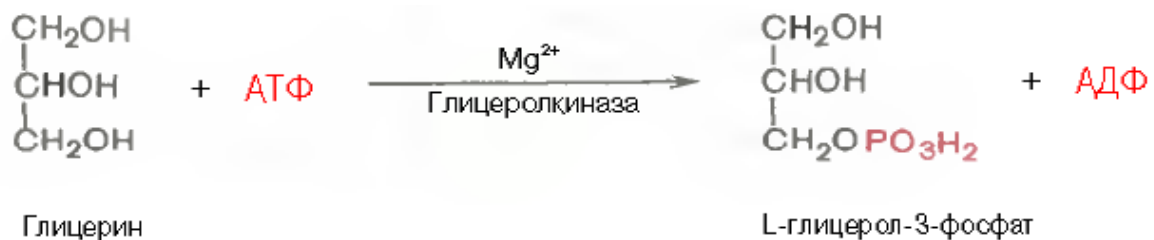
Основна маса ліпідів після всмоктування відкладається в жирових депо: **сальниках, підшкіряній та забрюшинній жировій клітковині**.

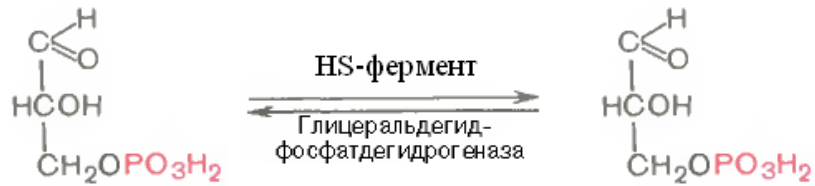
Мобілізація проводиться ліпазами, і через кров ліпіди йдуть в органи, де окислюються в АТФ.

## 2. Окиснення ліпідів

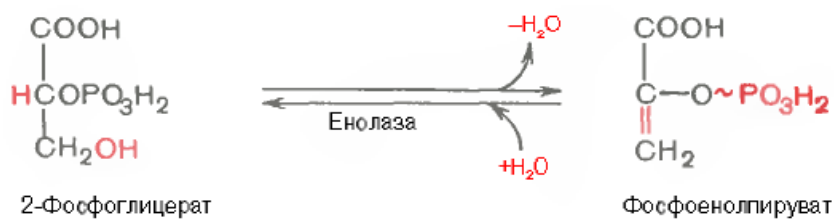
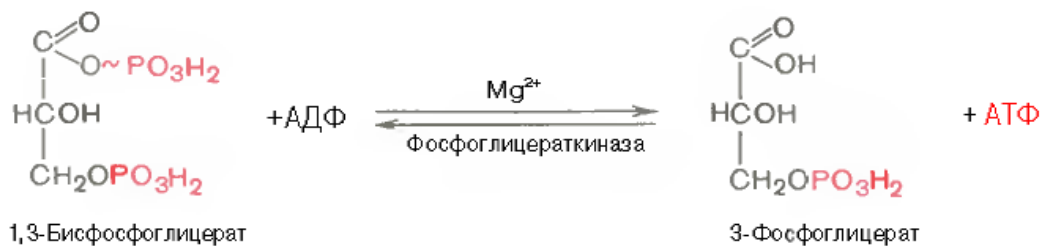
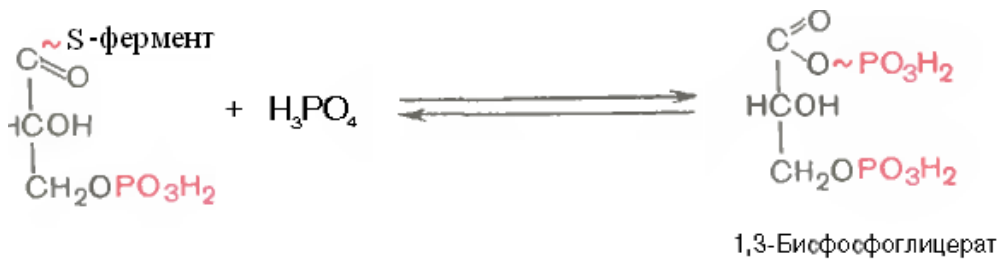
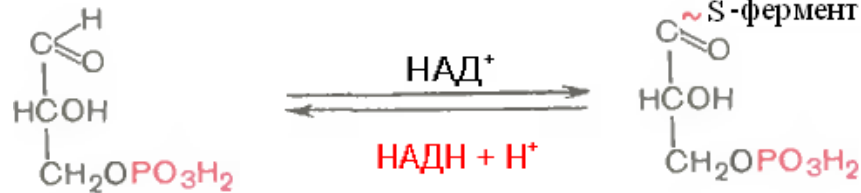
### 2.1 Окиснення гліцерину

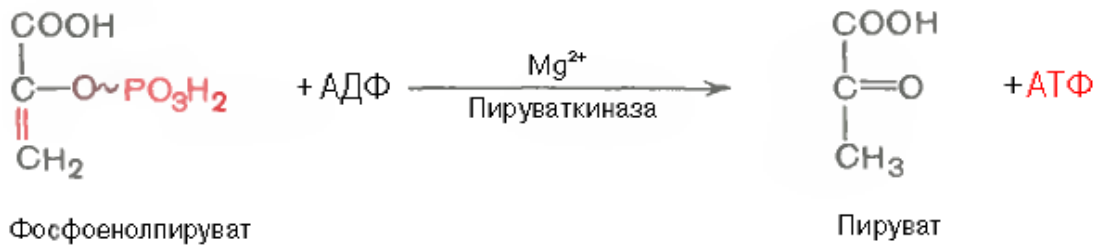
Окиснення гліцерину починається з його **фосфорилювання**.





Глицеральдегид-3-фосфат





## 2.2 Окиснення вищих жирних кислот

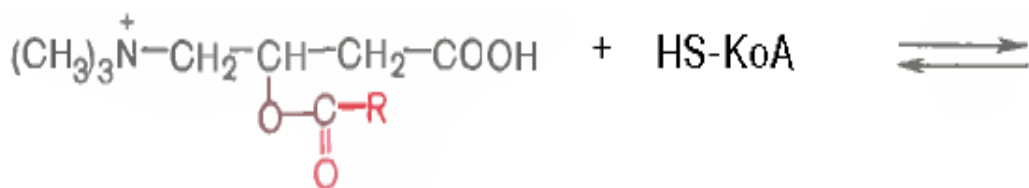
В основі окиснення ВЖК лежить **теорія Кноопа**. Цей біохімік експериментально довів, що молекули ВЖК розкладаються поступово, втрачаючи два атоми карбону кожний раз.

Ця теорія отримала назву – **теорія β-окиснення**, так як окисненню підлягає два атоми карбону в карбоксильній групі та -CH<sub>2</sub>-групі в β-положенні.

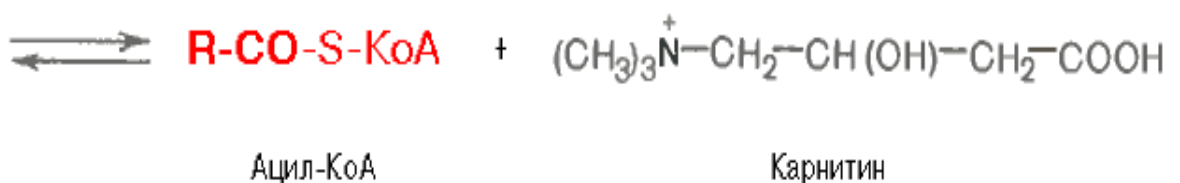
В теперішній час встановлено, що окисненню ВЖК в тканинах передуює взаємодія її з КоА в присутності АТФ.



Взаємодія з карнітином проходить в внутрішній частині мітохондрії.

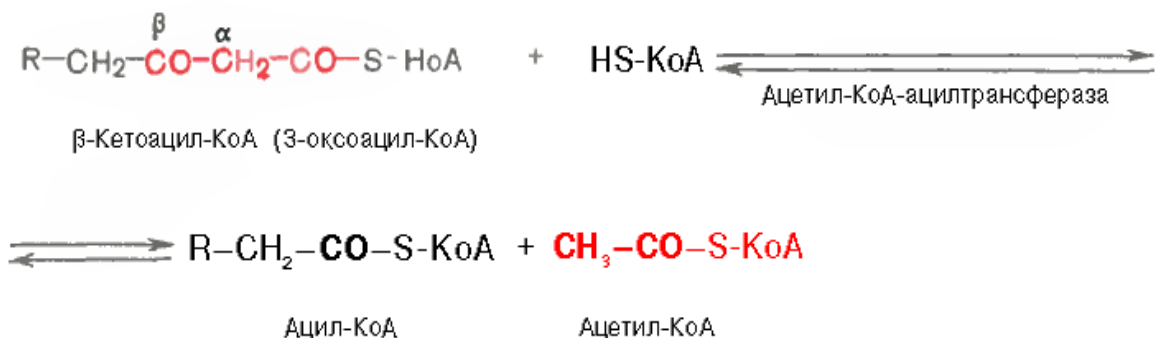


Ацилкарнитин (в мітохондрії)





$\beta$ -гідроксиацил КоА підлягає дегідрогенуванню за допомогою НАД<sup>+</sup>, продукт реакції – кетоацил-КоА. Він розщеплюється з одночасним приєднанням нової молекули КоА до скороченої на два атоми карбону ВЖК.



Ацетил-КоА включається в ЦТК. При окисненні ВЖК, наприклад пальмітинової, утворюється 136 молекул АТФ.

### 3. Розщеплення фосфатидів

Фосфатиди розщеплюються ферментами – **фосфоліпазами**.

Буває повним, тоді розщеплення йде до гліцерину, ВЖК, ортофосфорної кислоти, азотистої основи.

ВЖК обмінюються більш інтенсивно, ніж залишок ортофосфорної кислоти.

Подальші процеси йдуть таким чином: гліцерин розщеплюється по гліколізу, ВЖК по шляху  $\beta$ -окиснення, ортофосфорна кислота використовується для синтезу інших фосфосполук, усі продукти розщеплення використовуються для синтезу фосфатидів з іншими азотистими основами (так, цефаліни використовуються для синтезу серинів).

### 4. Синтез та обмін холестерину

Холестерин відноситься до підгрупи ліпоїдів.

Синтез холестерину відбувається у всіх органах та тканинах.

Вихідним субстратом цього процесу є ацетил-КоА, крім того, в синтезі приймають участь АТФ та відповідні НАДФ.

В організмі холестерин використовується для утворення ряду біологічно активних речовин (гормонів, вітамінів, жовчних кислот).

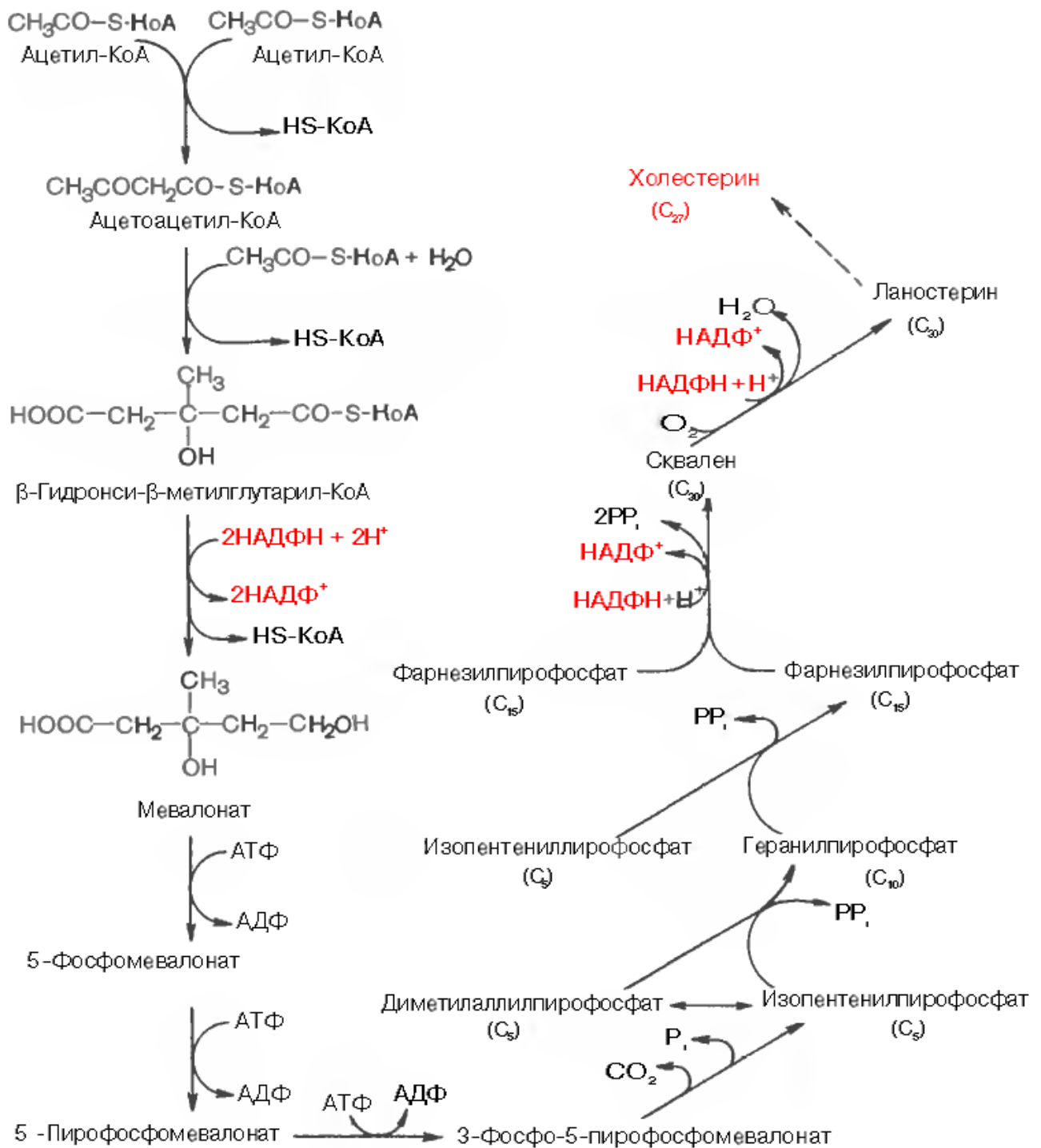
При порушенні обміну холестерину виникає захворювання **атеросклероз**.

Жовчні кислоти, як продукти розпаду холестерину, утворюються в найбільшій кількості.

В печінці холестерин виділяється з жовчу та поступає у кишечник.

Одна частина всмоктується в кров і знову йде в печінку, а друга частина в результаті життєдіяльності кишкової мікрофлори відновлюється в **копlostерин** і виділяється з калом.

З віком склад холестерину та його ефірів в крові підвищується.



Загальна схема синтезу холестерину

## 5. Роль різних органів і тканин в обміні ліпідів

Згідно сучасної літератури використовують та синтезують ВЖК усі клітини організму, окрім клітин мозку. Основним депо ліпідів є жирова тканина, а це місце де найбільше ферментів для синтезу та розщеплення жирів.

Центральним органом проміжного перетворення ліпідів є печінка. В неї через систему воротної вени поступають ліпіди. Значна частина їх затримується

на деякий час в печінці. Через декілька годин печінка віддає їх в жирову тканину. В печінці йдуть процеси подовження, скорочення вуглецевих ланцюгів ВЖК, утворення та гідрування їх подвійних зв'язків, повний синтез жирів.

**Специфічні функції печінки в обміні ліпідів.**

- 1) біосинтез фосфоліпідів плазми крові;
- 2) біосинтез ефірів холестерину;
- 3) утворення жовчних кислот з холестерину;
- 4) утворення кетонових речовин.

В окисненні ліпідів важливу роль відіграють легені. Окиснення кетонових речовин відбувається більш за все у м'язах серця та скелетних м'язах.