

# Обмен липидов

Липопротеины плазмы крови:  
состав, метаболизм, функции

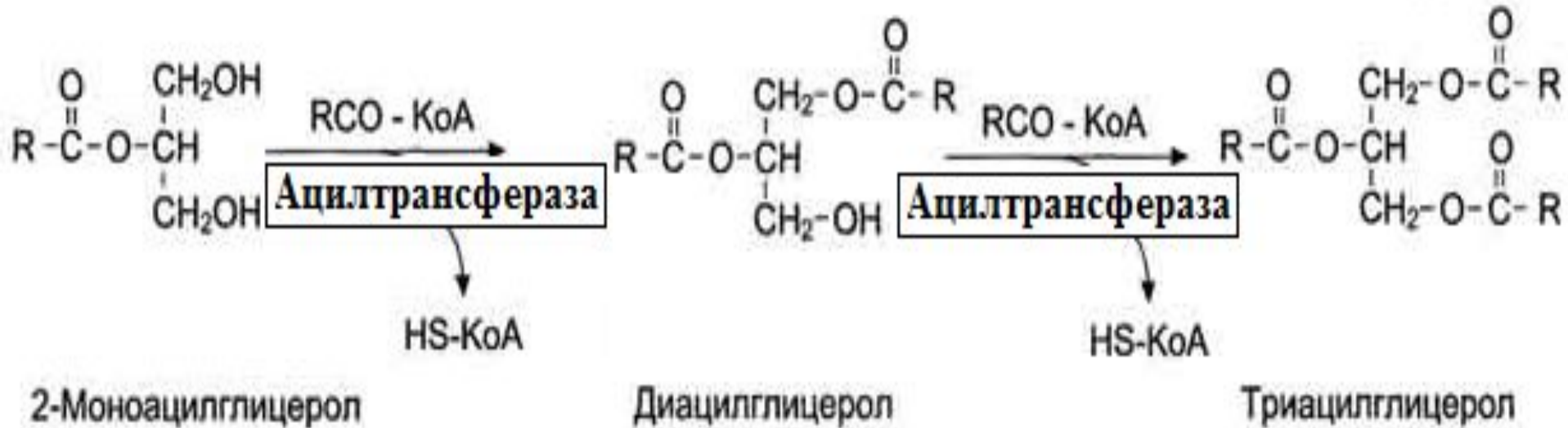
Лекция профессора кафедры  
биохимии им. Г.Я. Городисской  
Обуховой Ларисы Михайловны

## В энтероцитах жирные кислоты активизируются



**и используются для ресинтеза липидов**

# РЕСИНТЕЗ ЖИРОВ В ЭНТЕРОЦИТАХ



В ресинтезе жиров участвуют не только жирные кислоты, всосавшиеся из кишечника, но и жирные кислоты, синтезированные в организме

**ПРОСВЕТ КИШЕЧНИКА**

**ЭНТЕРОЦИТ**

**КРОВЬ**

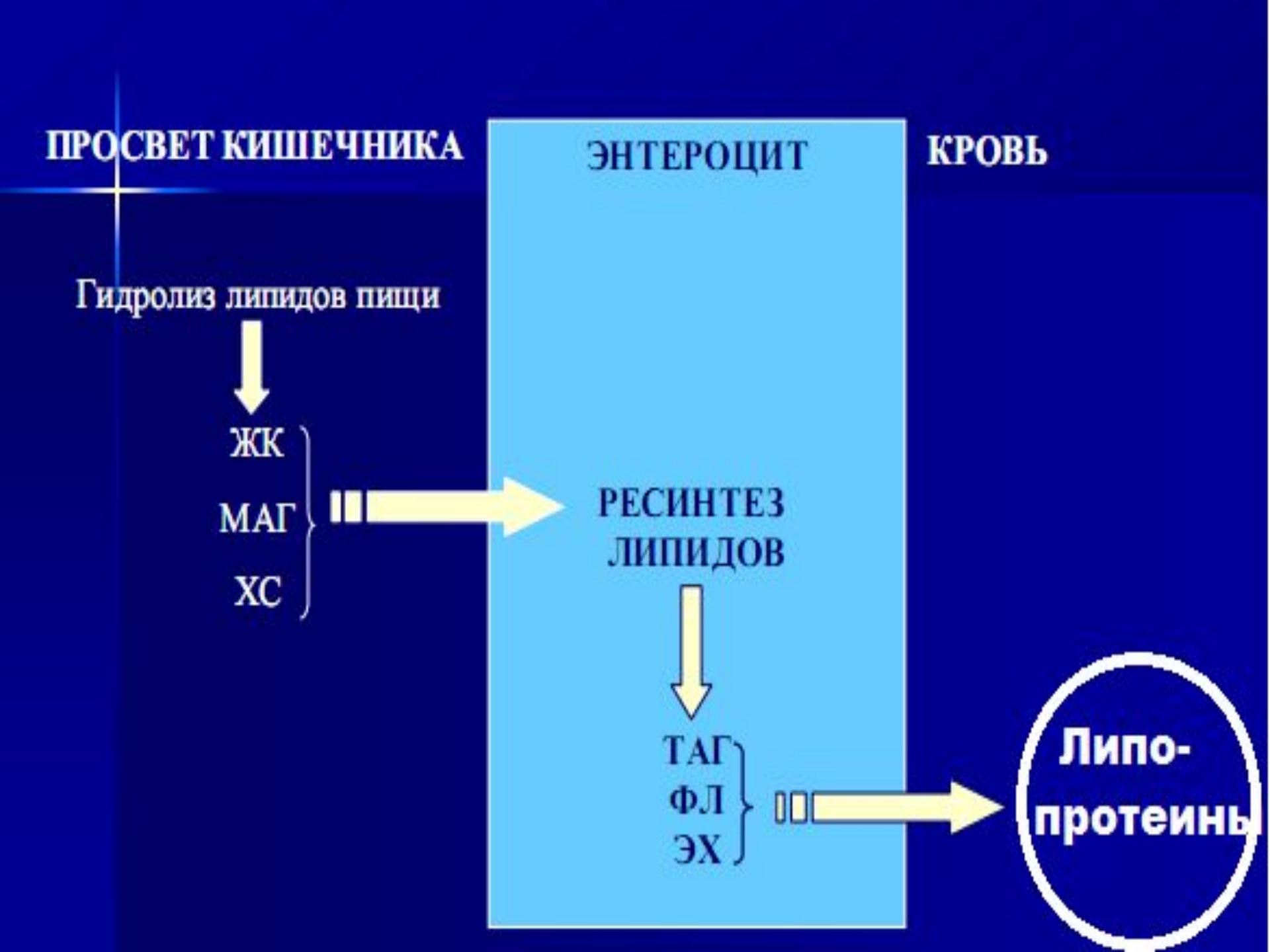
Гидролиз липидов пищи

↓  
ЖК  
} МАГ  
} ХС

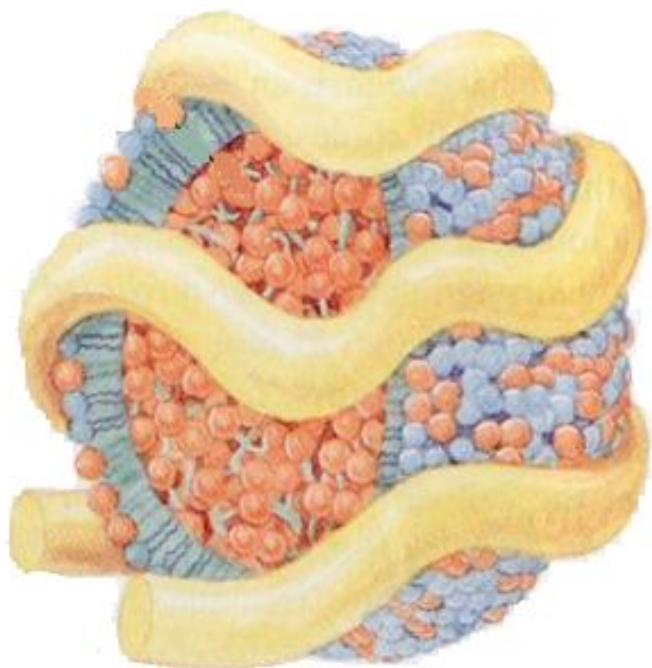
РЕСИНТЕЗ  
ЛИПИДОВ

↓  
ТАГ  
} ФЛ  
} ЭХ

**Липо-  
протеинь**



# СТРОЕНИЕ ЛИПОПРОТЕИНОВ ПЛАЗМЫ КРОВИ



## ЛИПОПРОТЕИНЫ

**Гидрофобное ядро :**  
триацилглицеролы,  
эфиры холестерина,  
жирорастворимые витамины

**Гидрофильный поверхностный слой :**  
апопротеины,  
фосфолипиды,  
холестерол

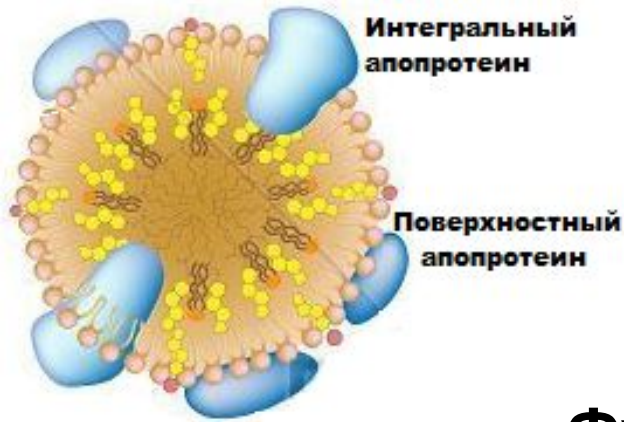
**Гидрофобное ядро**



# АПОПРОТЕИНЫ

**ИНТЕГРАЛЬНЫЕ**  
Апо В-100, В-48

**ПОВЕРХНОСТНЫЕ**  
Апо А-I, А-II; Апо С-I, С-II; Апо Е



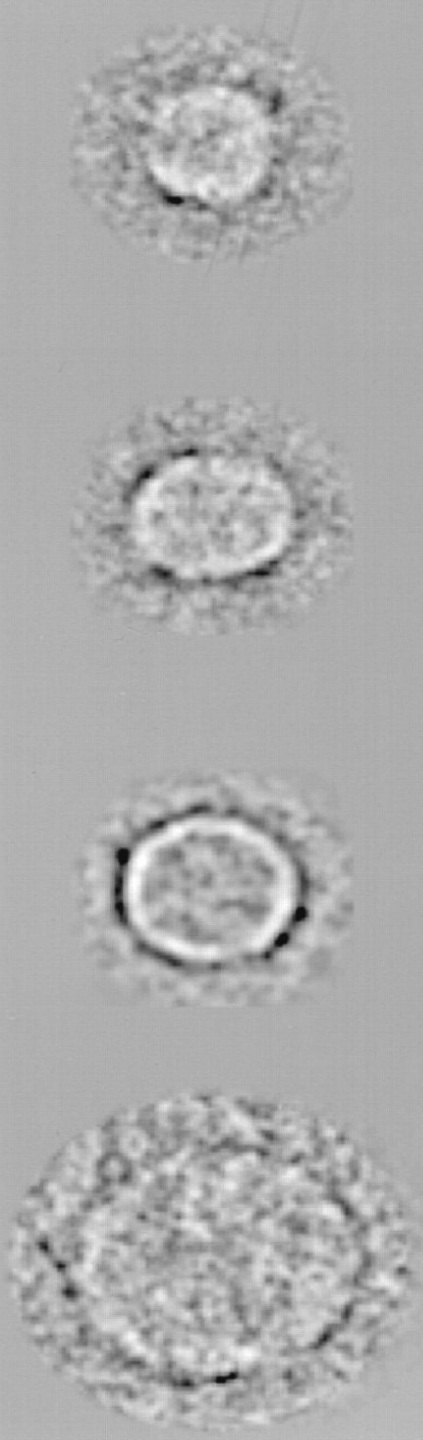
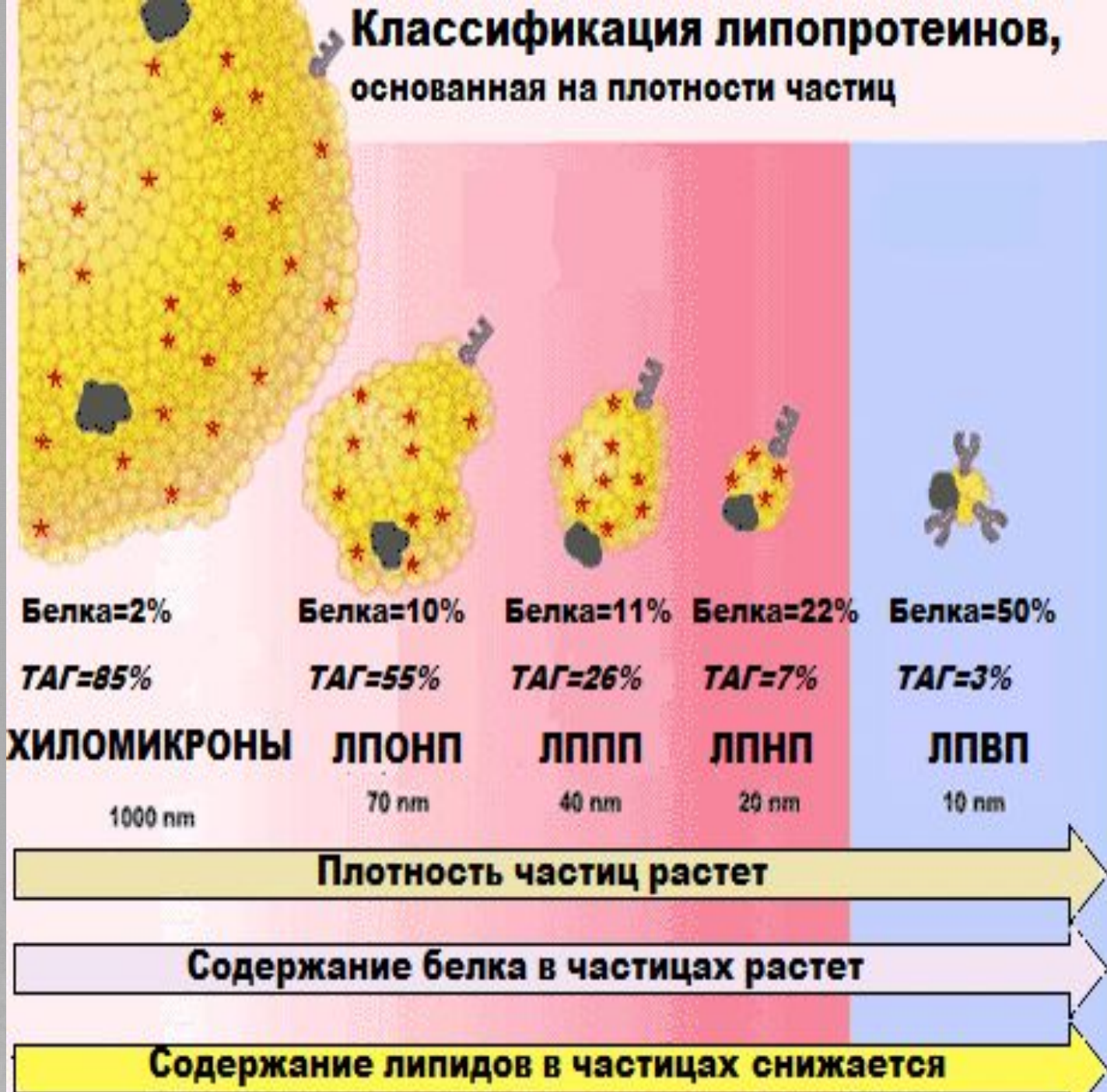
Классы апопротеинов:

- А (апо А-I, апо А-II)
  - В (В-100; и апо В-48)
  - С (апо С-I, апо С-II, апо С-III)
  - Д (апо D)
  - Е (апо Е)
- аномальные апопротеины

## Функции апопротеинов :

1. формируют структуру липопротеинов, обеспечивая взвешенное состояние липидов в кровяном русле
2. взаимодействуют с рецепторами на поверхности клеток, определяя, какими тканями будет захватываться данный тип липопротеинов (АпоВ100, АпоЕ)
3. оказывают коферментное действие (активаторы ферментов, действующих на липопротеины) (Апо-С2 является кофактором ЛП-липазы).

# Классификация липопротеинов, основанная на плотности частиц



# Разделение липопротеинов методом электрофореза



Разделение липопротеинов плазмы крови электрофорезом на агарозном геле



# ХИЛОМИКРОНЫ

Хиломикроны – липопротеины, образующиеся в энтероцитах кишечника, функция которых транспорт экзогенных липидов из кишечника в ткани.

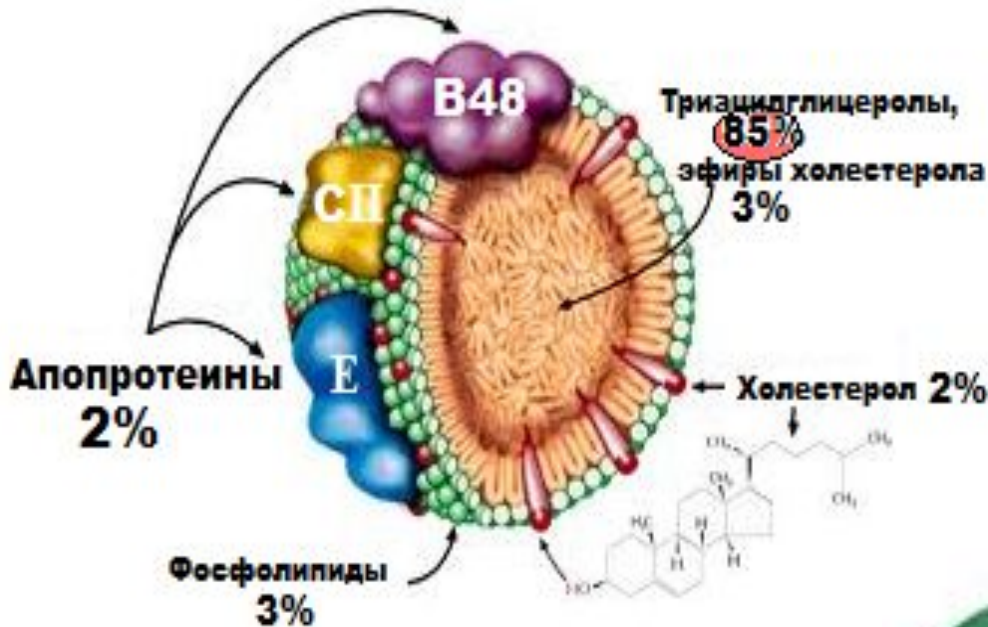
Содержат **85% ТАГ**, 2% белка.

Основной апопротеин В-48.

В крови:

получают от ЛПВП апо СII и апо Е:

становятся **зрелыми хиломикронами**

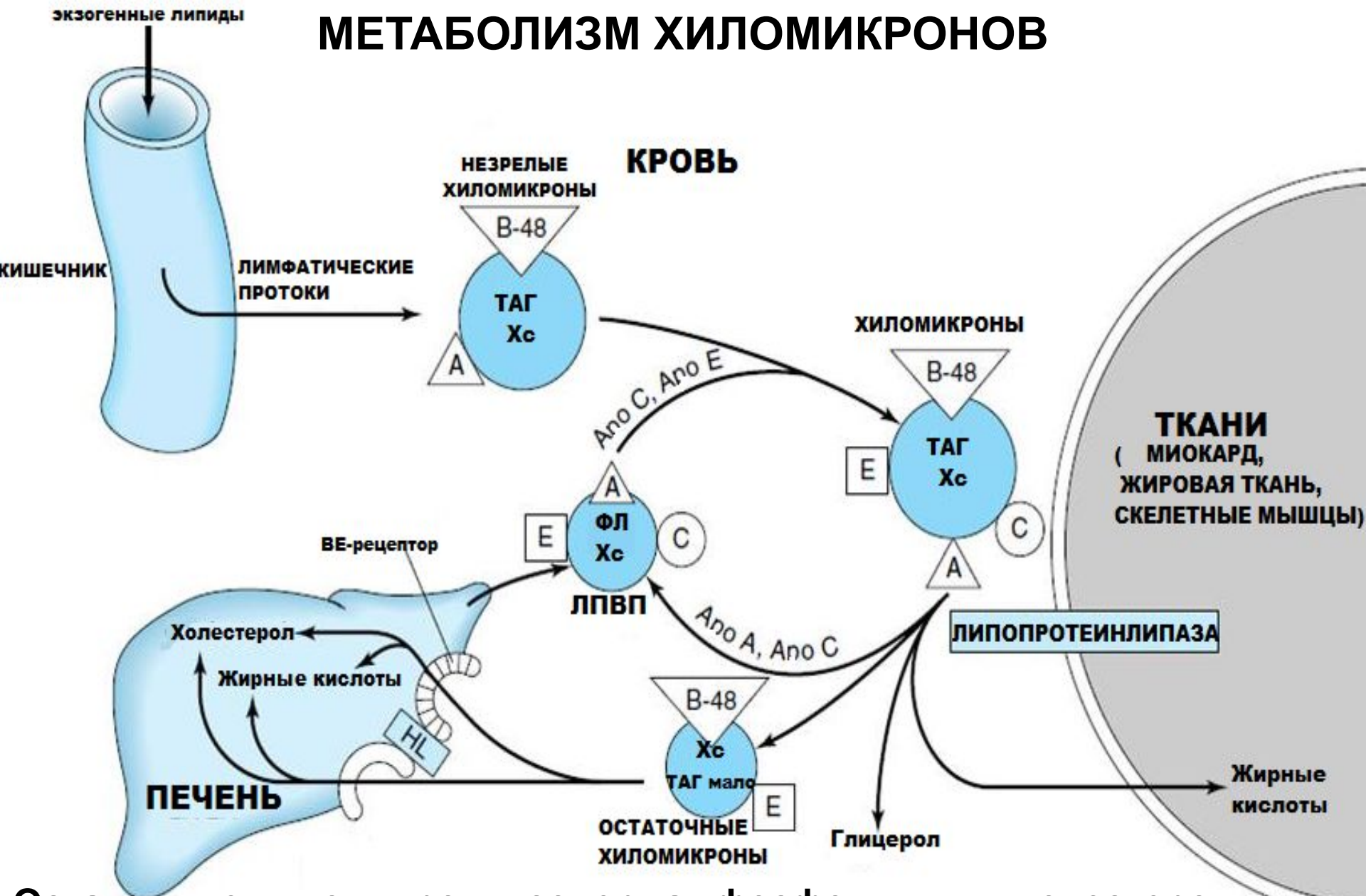


## Липопротеинлипаза

(находящаяся на эндотелии сосудов жировой, скелетной тканей, в миокарде) осуществляет гидролиз ТАГ в составе хиломикронов. Активируется апо СII.



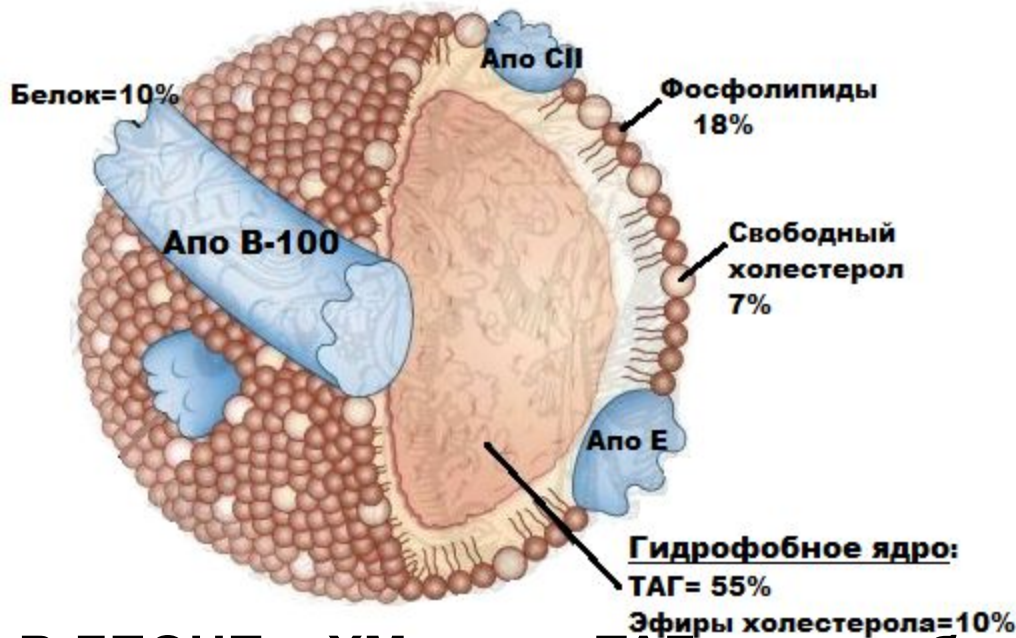
# МЕТАБОЛИЗМ ХИЛОМИКРОНОВ



Остаточные хиломикроны содержат фосфолипиды, холестерол, жирорастворимые витамины и апопротеины В-48 и Е. Остаточные ХМ захватываются гепатоцитами

# ЛПОНП (прев- липопротеины)

**ЛПОНП** – липопротеины, образующиеся в клетках печени, функция которых- транспорт эндогенных липидов из печени в ткани.



Содержат 55% ТАГ, 10% белка.

Основной апопротеин В-100.

В крови:

получают от ЛПВП апо С II и апо Е:  
становятся зрелыми ЛПОНП

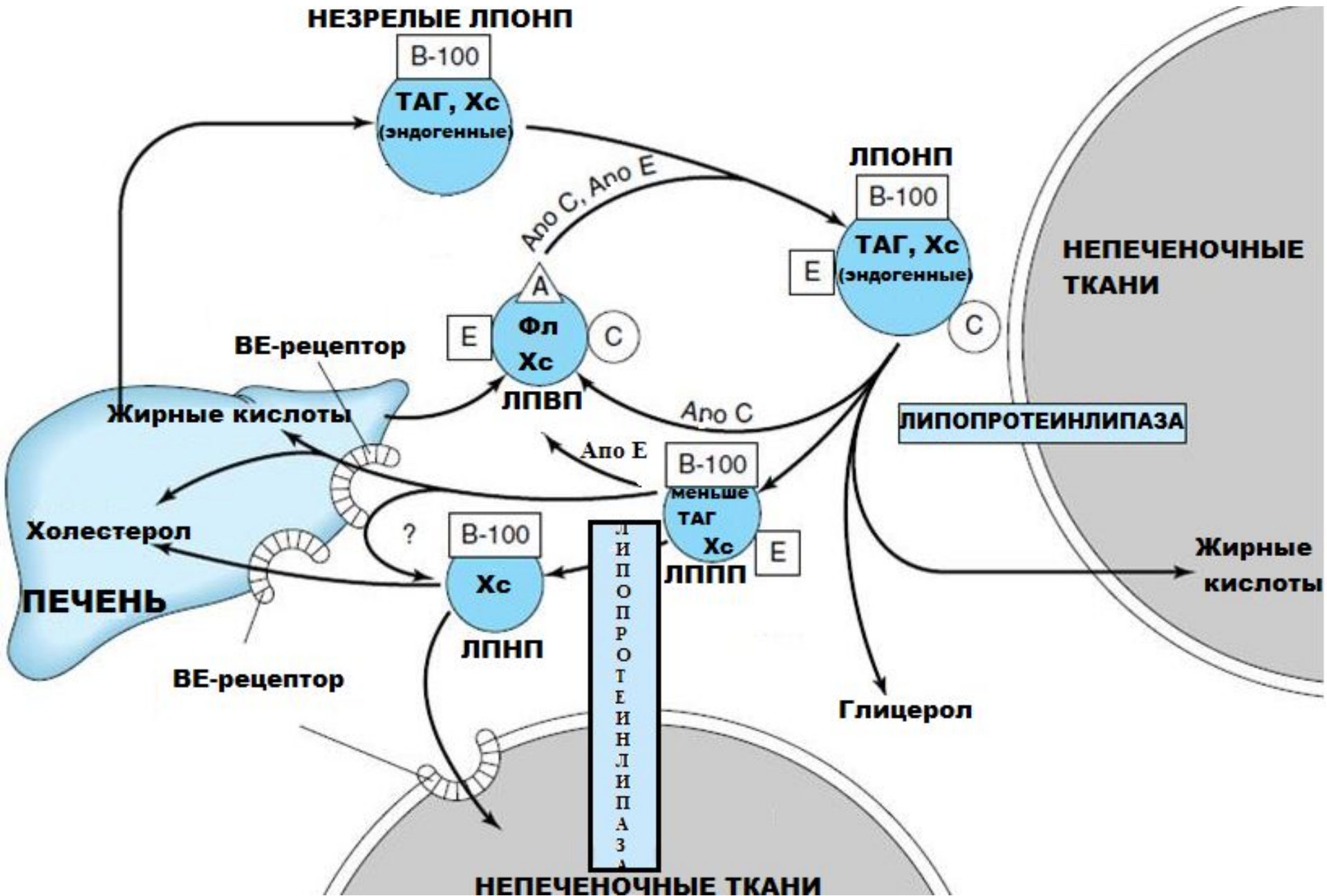
**В ЛПОНП и ХМ много ТАГ- их метаболизм связан с действием фермента липопротеинлипаза.**

**На метаболизм ЛПОНП и ХМ влияет:**

- 1. Активность липопротеинлипазы**
- 2. Наличие апо С II и его синтез**
- 3. Скорость обмена апобелками ХМ и ЛПОНП с ЛПВП**

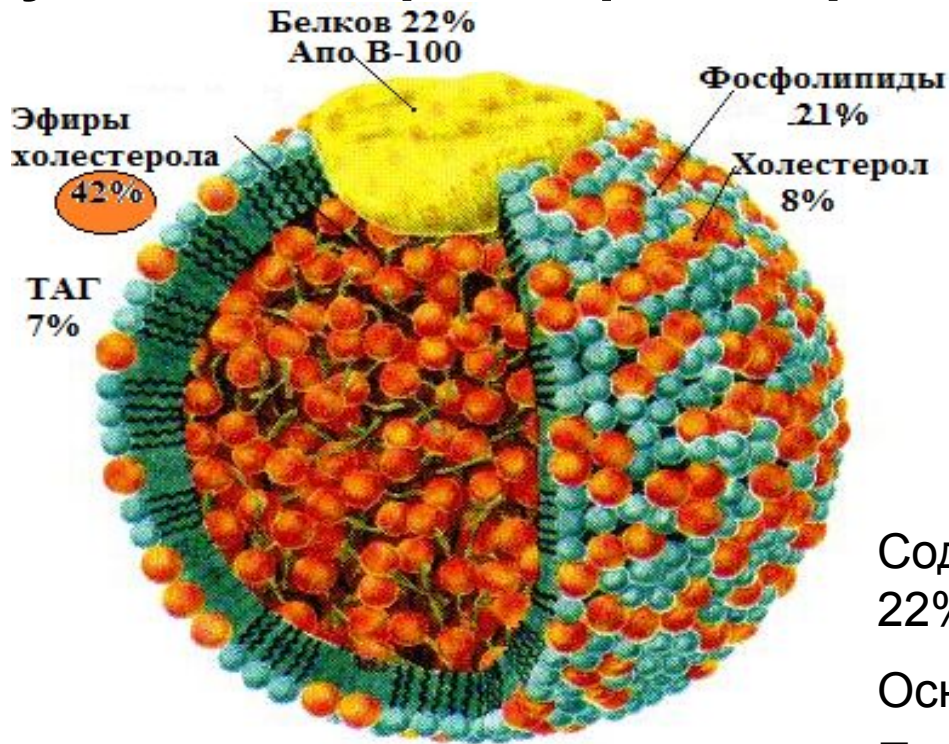
# МЕТАБОЛИЗМ ЛПОНП и ЛПНП

НЕЗРЕЛЫЕ ЛПОНП



# ЛПНП ( $\beta$ -липопротеины)

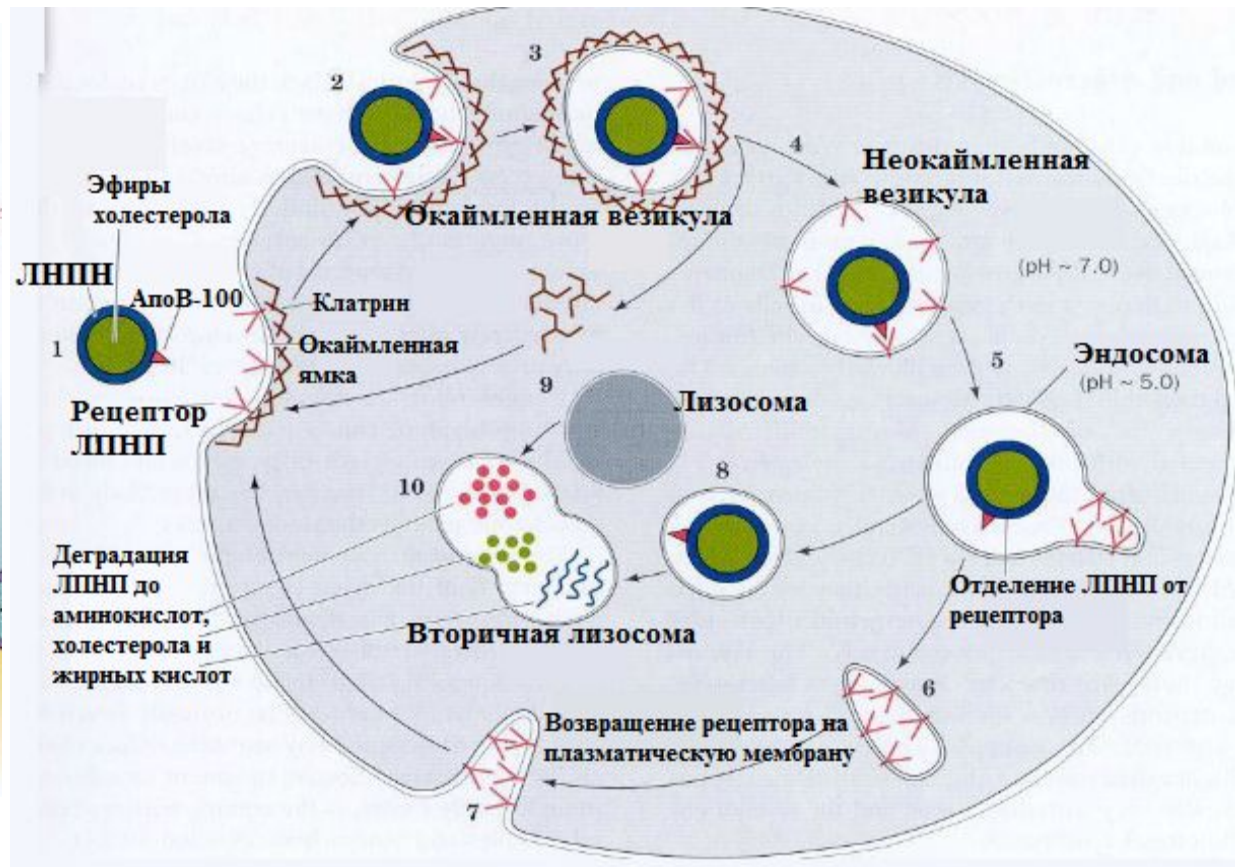
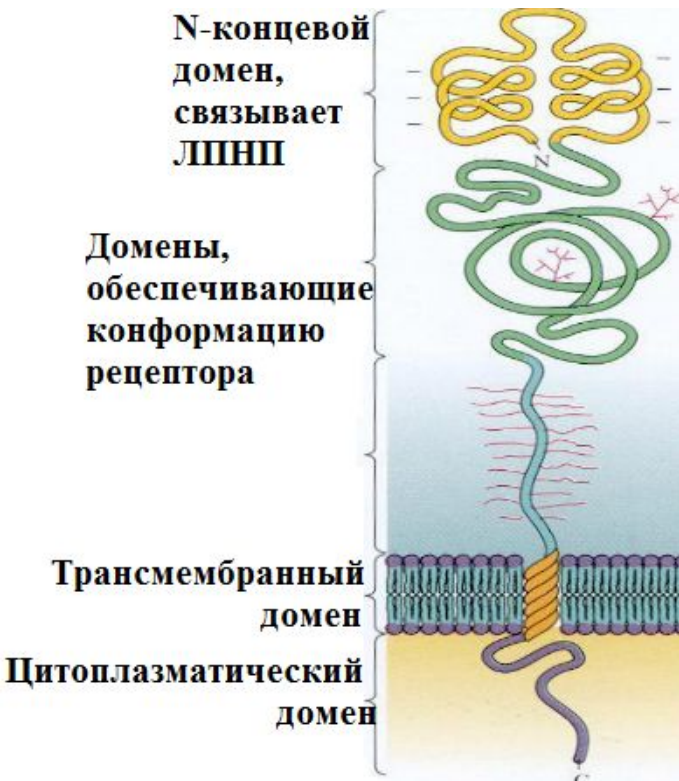
**ЛПНП** – липопротеины, образующиеся в крови из ЛПОНП, функция которых- транспорт холестерина в ткани.



Содержат **42%** эфиров холестерина, 22% белка.

Основной апопротеин В-100.

Поступают в ткани благодаря взаимодействию тканевых рецепторов ЛПНП (ВЕ-рецепторов) с апо В-100.



Структура рецептора ЛПНП

Механизм поступления холестерина в клетку

## Механизмы, контролирующие поступление холестерина в клетку

1. Поступление экзогенного Хс ингибирует синтез собственного Хс
2. Путем изменения активности и количества рецепторов ЛПНП
3. Изменение скорости синтеза/гидролиза эфиров холестерина
4. Избыток Хс удаляется с желчью (синтез желчных кислот)
5. Использование Хс на синтез стероидных гормонов



# ЛПВП ( $\alpha$ -липопротеины)

**ЛПВП** – липопротеины, синтезирующиеся в печени, которые удаляют избытки холестерина из клеток и других липопротеинов и являются донорами апобелков.

Содержат:

**50% белка,**

**27% фосфолипидов,**

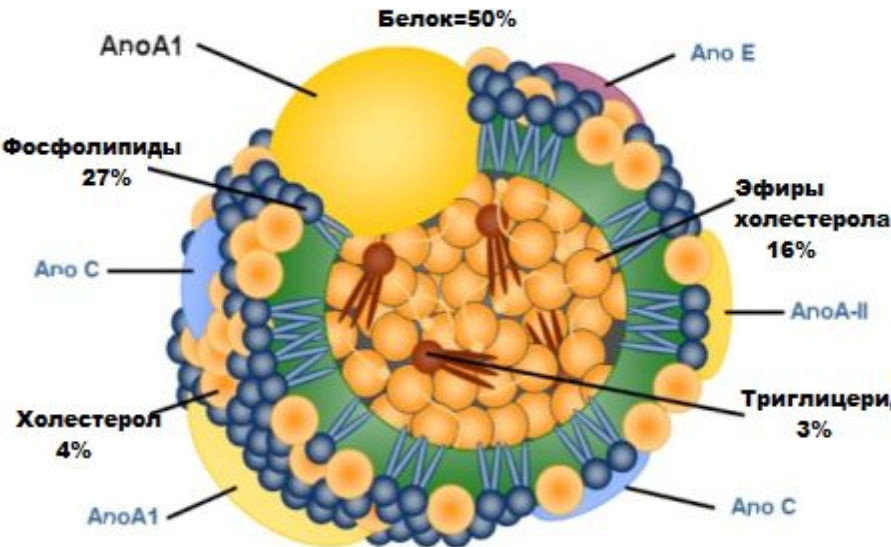
16% эфиров холестерина, 4% холестерина,

3% ТАГ.

Основные апопротеины A-I, E, C-II .

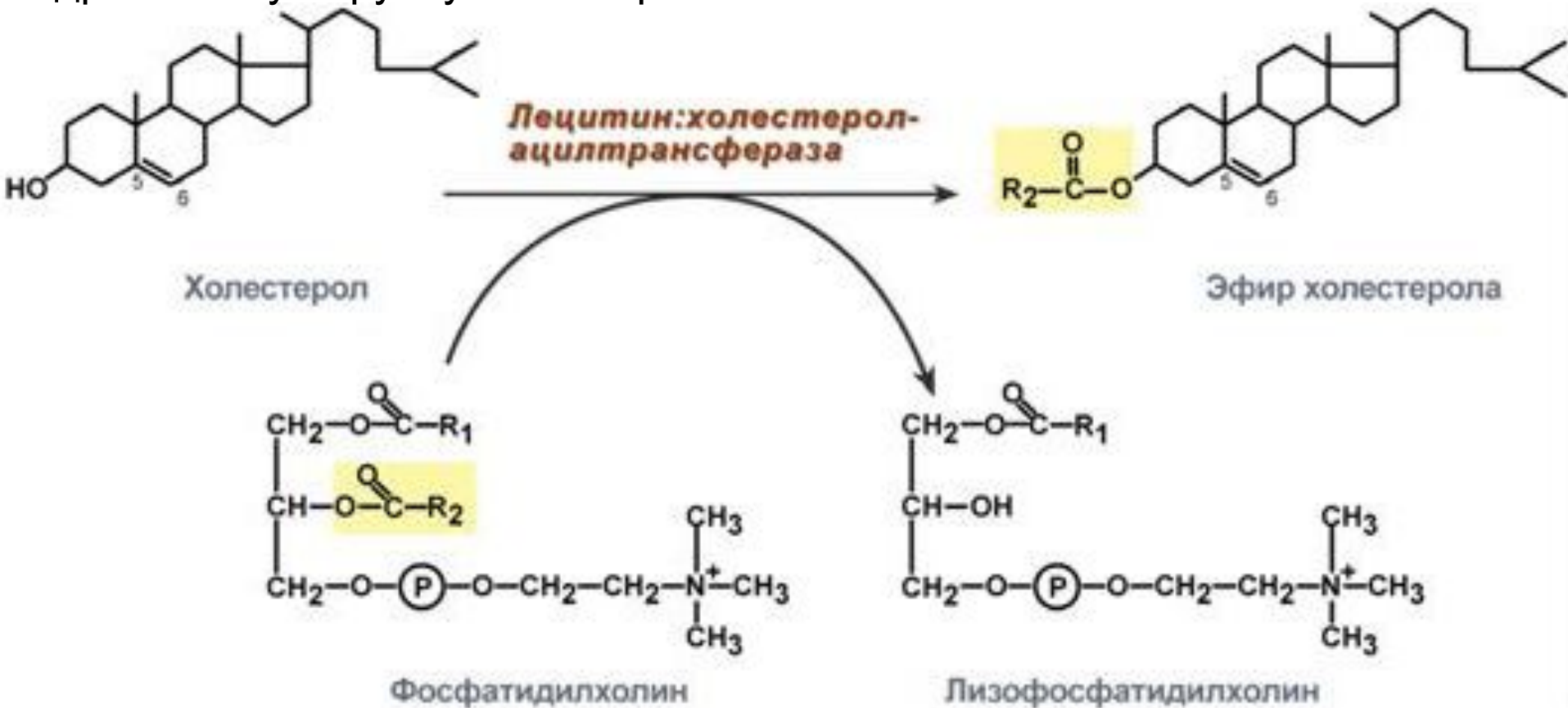
В их состав входит фермент ЛХАТ

В крови:отдают апо CII и апо E на хилмикроны и ЛПОНП



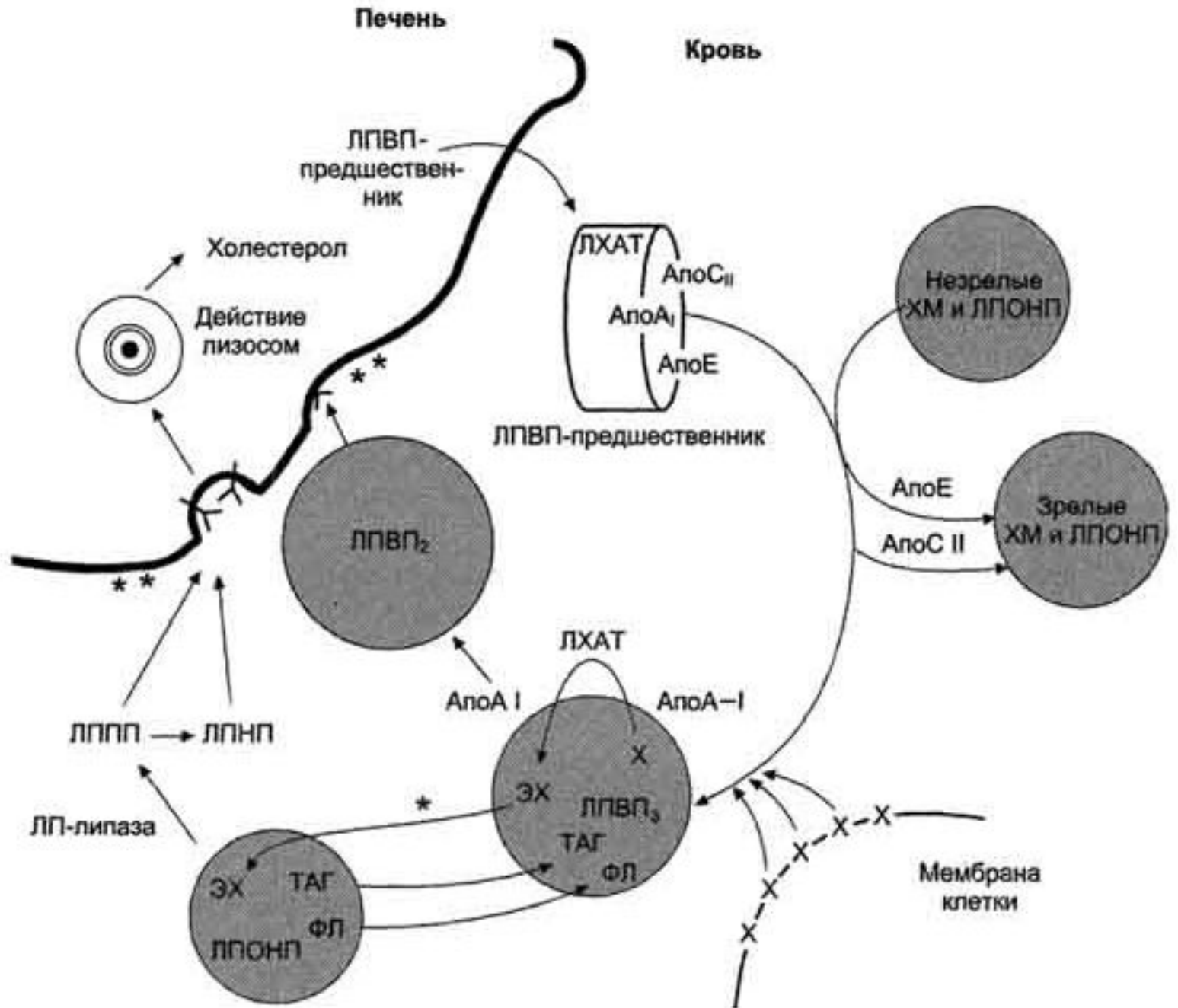


**Лецитинхолестерол-ацилтрансфераза (ЛХАТ)** превращает холестерол, имеющий гидроксильную группу, выступающую на поверхность липопротеинов или мембран клеток, в эфиры холестерола. Радикал жирной кислоты переносится от фосфатидилхолина на гидроксильную группу холестерола.



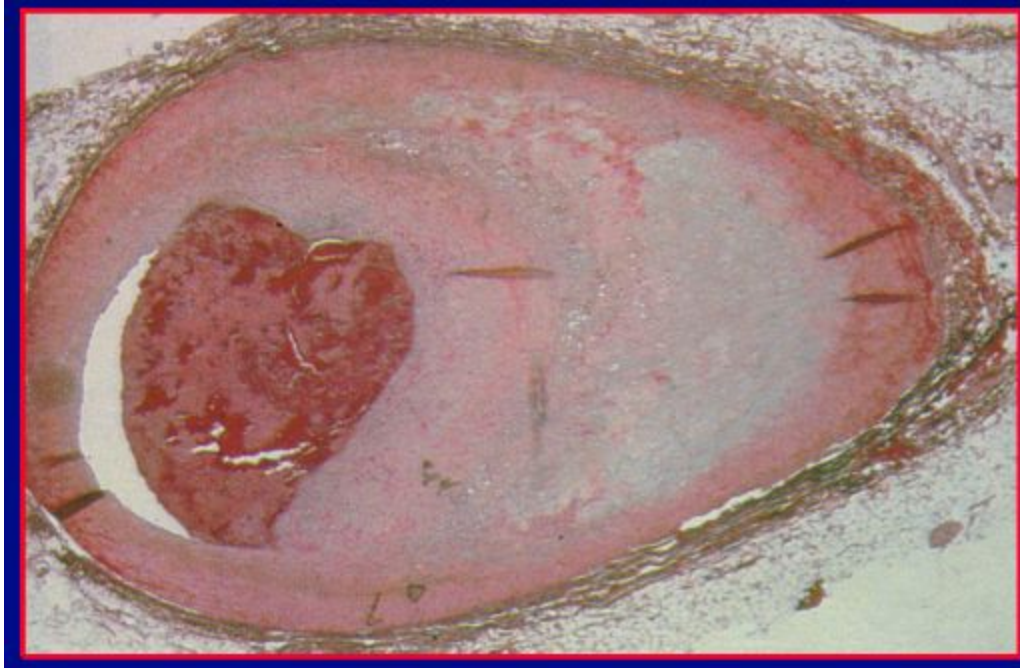
Реакция активируется апопротеином A-I, входящим в состав ЛПВП

# МЕТАБОЛИЗМ ЛПВП



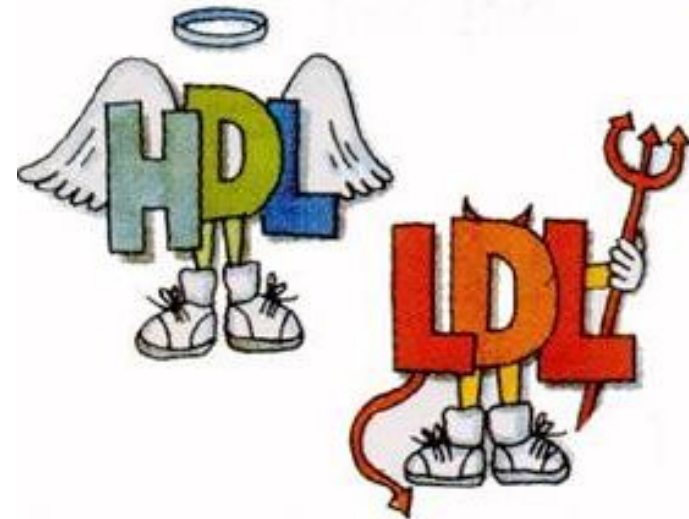
Дислипидопротеинемии - нарушения обмена ЛП крови .

Нарушения обмена холестерина чаще всего приводят к гиперхолестеролемии и последующему развитию атеросклероза



ЛПНП- атерогенная фракция липопротеинов

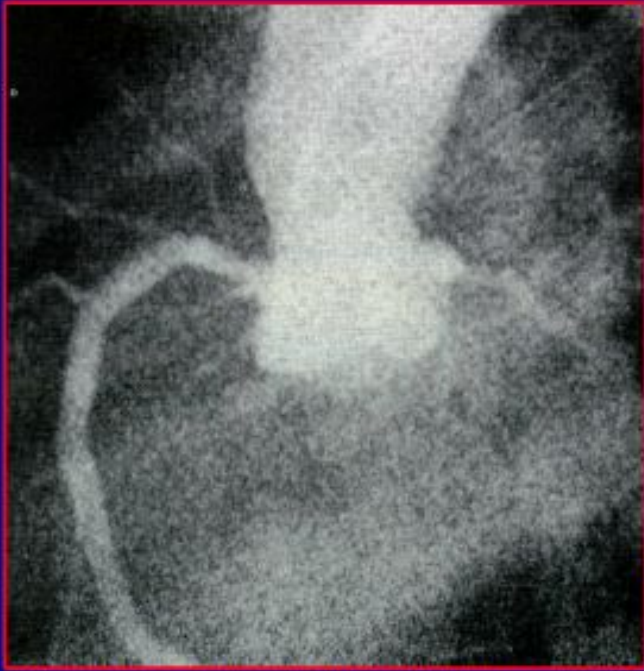
ЛПВП- антиатерогенная фракция липопротеинов



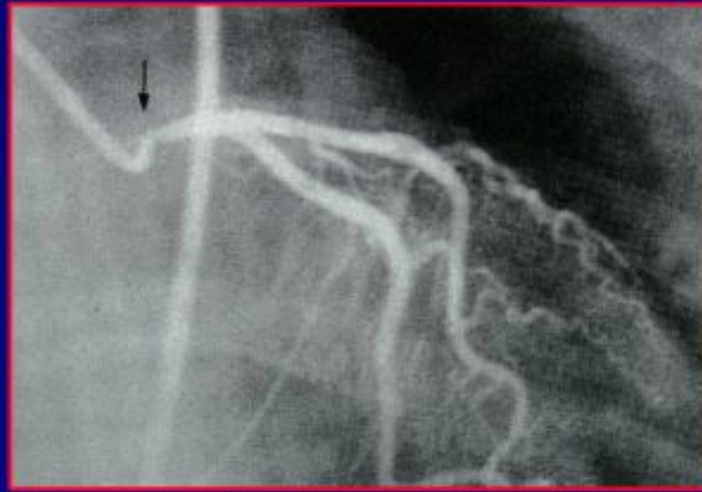
# ТИПЫ ДИСЛИПОПРОТЕИНЕМИЙ

Тип и название дислипидемии	Генетический дефект	Изменения липидного обмена
Тип I (наследственная недостаточность ЛП-липазы)	Дефект структуры ЛП-липазы Дефект структуры апоС-II	↑ в крови ХМ и ЛПОНП, нет риска атеросклероза, гипертриглицеролемия
Тип II (семейная гиперхолестеролемия)	Дефект рецепторов ЛПНП или мутация гена апоВ-100	↑ концентрации ЛПНП, гиперхолестеролемия, ранний атеросклероз, ксанто-матоз
Тип III (семейная комбинированная гиперлипидемия, нарушение удаления остаточных липопротеинов из крови)	Дефект в структуре апоЕ, синтез изоформы апоЕ <sub>2</sub> , которая не взаимодействует с рецепторами	↑ концентрации остаточных ХМ, ЛПОНП, ЛППП, ЛПНП Гиперхолестеролемия, гипертриглицеролемия, ранний атеросклероз, ксантоматоз
Типы IV и V (семейная гипертриглицеролемия)	Генетически гетерогенная группа заболеваний. Избыточная продукция ЛПОНП как результат гиперинсулинемии	↑ концентрации ЛПОНП, ЛПНП, гипертриглицеролемия, умеренная гиперхолестеролемия Атеросклероз, снижение толерантности к глюкозе, ксантоматоз

# НАСЛЕДСТВЕННАЯ ГИПЕРХОЛЕСТЕРОЛЕМИЯ



**отложение липидов в клапанах сердца**



**сужение левой коронарной артерии**



**Ксантоматозные бляшки**



**Атеросклеротическая арка**

# Особенности липопротеидного состава крови у детей



- Общее содержание липопротеинов у детей ниже, чем у взрослых
- У новорожденных отсутствуют хиломикроны
- У новорожденных гораздо меньше ЛПОНП