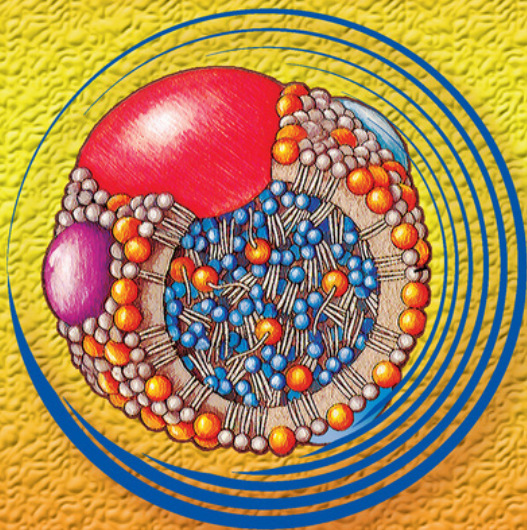




Б. М. Липовецкий

# НАСЛЕДСТВЕННЫЕ ДИСЛИПИДЕМИИ

*Руководство для врачей*



Санкт-Петербург  
СПЕЦИАТ

# Борис Маркович Липовецкий

## Наследственные дислипидемии

[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=10245518](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=10245518)

*Наследственные дислипидемии:*

*ISBN 978-5-299-00414-4*

### Аннотация

Краткое руководство по клинической генетике дислипидемии знакомит с патогенезом дислипидемии, диагностикой и современными подходами к их коррекции. Каждый тип нарушения липидного состава крови проиллюстрирован клиническими примерами, что делает представленный материал доступным для всех практикующих врачей.

Особое внимание уделено антиатерогенным липопротеидам, роль которых обычно недооценивается, но часто определяет течение и прогноз дислипидемических состояний.

В руководстве сопоставлено течение моногенных и полигенных гиперхолестеринемий, проанализирован эффект лечения больных в этих двух группах.

Данное руководство пополнит знания врачей по липидологии и позволит более успешно заниматься профилактикой и лечением атеросклероза и его осложнений со стороны сердца, мозга, аорты и артерий нижних конечностей.

*Предназначено для практикующих врачей различных специальностей – терапевтов, кардиологов, кардиохирургов,*

*сосудистых хирургов, эндокринологов, неврологов – и студентов  
медицинских вузов.*

# Содержание

Список русскоязычных сокращений	5
Список англоязычных сокращений	7
ПРЕДИСЛОВИЕ	9
Глава 1	11
Глава 2	21
Конец ознакомительного фрагмента.	29

# **Б. М. Липовецкий**

## **Наследственные дислипидемии**

### **Список русскоязычных сокращений**

АГ – артериальная гипертензия

АД – артериальное давление

АПФ – ангиотензинпревращающий фермент

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ГЛП – гиперлипидемия

ГМК – гладкомышечные клетки

ГТГ – гипертриглицеридемия

ГХС – гиперхолестеринемия

ДАД – диастолическое артериальное давление

ДЛП – дислипидемия (дислипопротеидемия)

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота

ДЭ – дисциркуляторная энцефалопатия

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИМ – инфаркт миокарда

КА – коэффициент атерогенности

ЛП – липопротеиды

ЛПВП – липопротеиды высокой плотности

ЛПЛ – липопротеидная липаза

ЛПНП – липопротеиды низкой плотности

ЛПОНП – липопротеиды очень низкой плотности

ЛППП – липопротеиды промежуточной плотности

ЛХАТ – лецитин-холестерин-ацилтрансфераза

МИ – мозговой инсульт

Омега-3-ПНЖК – омега-3-полиненасыщенные жирные

кислоты

ПГХС – полигенная гиперхолестеринемия

ПДРФ – полиморфизм длины рестрикционных фрагмен-

тов

ДНК ПЦР – полимеразная цепная реакция

ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография

РМК – регионарный мозговой кровоток

РНК – рибонуклеиновая кислота

РЭС – ретикуло-эндотелиальная система

САД – систолическое артериальное давление

СГХС – семейная гиперхолестеринемия

ТГ – триглицериды

ХМ – хиломикроны

ХС – холестерин

ЦВП – цереброваскулярные поражения

ЭхоКГ – эхокардиография

ЭХС – эстерифицированный холестерин

# Список англоязычных сокращений

ABCA-1 – Binding Cassete transporter A-1 – транспортный белок, участвующий во внутриклеточном переносе свободного ХС к апоА-1 ЛПВП (на клеточной мембране)

ABCG (5, 8) – стериновые транспортеры, способствующие выходу стеринов из клетки

Apoproteins (A, B, C, E) – аполипопротеины (апопротеины) А, В, С, Е (апоА, апоВ и т. д.) APP (А-бета-PP) – белок – предшественник амилоида

ARH – Autosomal Recessive Hypercholesterolemia – аутомно-рецессивная ГХС

ATP – транспортный белок, переносящий апоА-1

CEPT – Cholesteryl Ester Transfer Protein – транспортный белок, переносящий холестеринэстеры и триглицериды

Cleavage – Activating Protein – комплекс из двух белков, один из которых частично расщеплен протеазой; комплекс транспортируется в клеточный аппарат Гольджи специализированными белками-транспортерами эндоплазматического ретикулума. Комплекс необходим клетке для метаболизма жирных кислот и стеринов

DNA – ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота

FCH – Familial Combined Hyperlipidemia – семейная комбинированная ГЛП

FDP – Familial Defective Protein B-100 – «неклассическая»

форма семейной ГХС, связанная с генетическим дефектом белка В-100

LCAT – ЛХАТ – лецитин-холестерин-ацилтрансфераза

MTHFR – метилентетрагидрофолатредуктаза

PCSK-9 – Proprotein Convertase Subtilisin Kexin, type 9 –

пропротеинконвертаза, при генетическом дефекте которой развивается одна из форм семейной ГХС

PPAR-alpha – Peroxisome-Proliferator-Activated Receptor alpha – пероксисам-пролифератор, активирующий (ядерный) рецептор SCAP – SREBP-1

SR-B-I – скевенджер – рецептор класса В, тип I – печеночный рецептор ЛПВП, захватывающий его ЭХС

SREBP (1, 2) – Sterol Regulation Element Binding Protein – белково-стериновый участник метаболизма жирных кислот и стеринов, он же трансмембранный белок эндоплазматического ретикулума

SSCP – Single Strand Conformation Polymorphism – метод, анализирующий конформационный полиморфизм одонитевых фрагментов ДНК

USF – Upstream Stimulatory Factor – регулятор работы многих генов, участвующих в метаболизме липидов и глюкозы

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Генетически обусловленные (наследственные) дислипидемии (ДЛП) – первично возникшие нарушения липидного состава крови, в происхождении которых ведущая роль принадлежит одному или нескольким генетическим дефектам. При этом в их развитии во многих случаях предполагается определенное дополнительное влияние факторов внутренней среды (другие заболевания) или внешней среды (особенности питания, вредности в быту и на производстве, стрессы и др.).

Первичные ДЛП надо отличать от вторичных нарушений липидного состава крови, являющихся симптомами других заболеваний (гипотиреоза, сахарного диабета, билиарного цирроза печени, хронического гломерулонефрита). С учетом такой вероятности, первая задача врача, сталкивающегося с ДЛП, – дифференцировать первичный характер этой патологии от ДЛП как признака какой-то иной самостоятельной болезни.

К сожалению, до настоящего времени многие врачи продолжают ассоциировать нарушения липидного состава крови только с высоким уровнем общего холестерина (ХС), не придавая значения содержанию триглицеридов (ТГ) и антиатерогенных липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) в плазме крови. Такая недооценка может повлечь за собой

серьезные последствия, так как больные останутся без мероприятий по первичной и вторичной профилактике атеросклероза и его осложнений.

В книге Б. М. Липовецкого «Клиническая липидология» (2000) из наследственно обусловленных ДЛП рассматривалась только семейная гиперхолестеринемия (ГХС). С тех пор генетика ушла вперед и прояснила целый ряд закономерностей других наследственно обусловленных ДЛП. Как оказалось, эти нарушения гетерогенны и зависят от характера мутации, ее локализации в том или ином гене, от взаимодействия между генами, наличия одной или нескольких нуклеотидных замен – генетических полиморфизмов. По существу все первичные ДЛП можно считать генетически обусловленными.

В последнее время описано много новых моногенных и полигенных ДЛП, которые встречаются довольно часто и занимают центральное место в патогенезе и клинике таких мультифакториальных заболеваний, как атеросклероз, метаболический синдром, сахарный диабет II типа.

В 90-х годах XX века в повседневную врачебную практику внедрились мощные лекарственные средства, нормализующие липидный состав крови, но их адекватное применение требует соответствующих знаний.

# *Глава 1*

## **ОБЩИЕ ВОПРОСЫ КЛИНИЧЕСКОЙ ГЕНЕТИКИ**

Широко известно, что подавляющее большинство психофизических характеристик человека генетически обусловлено, то есть зависит от особенностей, полученных по наследству от родителей, иначе говоря, от генотипа.

Генотип представляет собой полный набор генов, переданный биологическими родителями; он заложен в хромосомах всех клеток новорожденного и материализован в виде дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Этот генетический комплекс, по современным представлениям, состоит примерно из 25 тыс. генов, контролирующих синтез всех белков организма.

Внешняя среда, условия роста, воспитание, образование, профессия, другие жизненные обстоятельства окончательно формируют фенотип индивида, хотя его генотип остается неизменным. Фенотип надо рассматривать как индивидуальную особенность генотипа (Баранов В. С. [и др.], 2000).

ДНК образована из нуклеотидов, состоящих из азотистого основания и аниона фосфорной кислоты. Различают 4 типа нуклеотидов, отличающихся между собой разными азотистыми основаниями; их определяют как аденин (А), тимин

(Т), гуанин (G) и цитозин (С). Аденин и гуанин относятся к группе пуринов, тимин и цитозин – к группе пиримидинов (Баранов В. С. [и др.], 2000). Аденин всегда становится в пару с тимином, а цитозин – с гуанином. Эти же буквенные обозначения (А, Т, G, С) используются для идентификации соответствующих нуклеотидов, образующих ДНК.

В пространственном отношении ДНК представляет собой двойную нитевидную спираль, причем одна из двух спиралей имеет отцовское происхождение, другая – материнское. Двойная спираль ДНК разделена на 23 пары фрагментов, распределенных в 46 хромосомах. Только половые клетки содержат половинный набор хромосом, то есть имеют не 46, а 23 хромосомы, поэтому при слиянии сперматозоида и яйцеклетки образуется зигота с обычным для всех других клеток числом хромосом (46).

Спирали ДНК способны легко расходиться наподобие двух половинок застежки-молнии. Важнейшим свойством ДНК является ее способность к саморепликации (удвоению) и транскрипции (копированию). Здесь ДНК выступает как матрица, а ее негативное отражение – комплементарная цепочка нуклеотидов – получила название информационной РНК (рибонуклеиновой кислоты). Процесс перехода информации от ДНК к РНК назван транскрипцией, то есть процессом создания информационной РНК. Дальнейшая передача информации от РНК на белок совершается с помощью небольших молекул транспортной РНК, она обозначается

как трансляция (Баранов В. С. [и др.], 2000).

РНК, также состоящая из нуклеотидов, «работает» триплетами, имеющими средство к определенным аминокислотам.

Информационная РНК выходит из ядра клетки в цитоплазму и посредством рибосом синтезирует в клетке белковые структуры, избирая необходимые для этого аминокислоты.

Известно 20 видов аминокислот (серин, валин, лейцин и др.), последовательность которых в белковой цепи контролируется нуклеотидными триплетами РНК. Средство (специфичность) нуклеотидных триплетов к аминокислотам не абсолютное, т. е. захват одной и той же аминокислоты может контролироваться не одним триплетом нуклеотидов, а несколькими. Это означает, что изменение структуры нуклеотидного триплета не каждый раз будет отражаться на аминокислотной последовательности при построении полипептида или белка (Горбунова В. Н., Баранов В. С., 1997).

Существуют 64 возможные комбинации нуклеотидных триплетов РНК, кодирующие порядок выстраивания 20 разных аминокислот с последующим синтезом белка. Итак, место каждой аминокислоты в белковой цепи кодируется определенным нуклеотидным триплетом, от чего и будут зависеть морфофункциональные свойства образовавшегося белка.

Каким образом можно характеризовать современное по-

нятие о гене?

Дадим определение гена по Инге-Вечтомову (1998): *ген – это «картируемый на хромосоме локус, ответственный за тот или иной фенотипический признак».*

Полный набор молекул ДНК или генов, по определению R. Levontin (1993), составляет *генотип*, который формирует в организме все, что генетически обусловлено.

*Фенотип*, по данным того же источника, характеризует все проявления, свойственные организму в каждый конкретный момент жизни. Фенотип только частичное (индивидуальное) отражение генотипа, он должен рассматриваться как уникальное следствие генотипа, проявляющееся определенным образом в конкретных условиях.

R. Levontin полагает, что на гены следует смотреть как на «чертежи», а на организм – как на модель, построенную в конкретных условиях среды.

Любой ген состоит из двух родительских половинок или *аллелей*, которые могут быть одинаковыми или разными по своим генетическим характеристикам. Аллели – это альтернативные формы генов. Если родительские гены, контролирующие данный признак, имеют одну и ту же аллельную форму, их носителя называют *гомозиготным*, если же эти гены принадлежат к разным аллельным формам, они должны определяться как *гетерозиготные*.

Гетерозиготные аллели обладают неодинаковой силой воздействия на тот или иной признак. Если доминирует один

из аллелей, его называют доминантным. В связи с этим принято различать *доминантное и рецессивное наследование*.

Рецессивное наследование проявляет себя в полную силу только в том случае, если оба рецессивных «родительских» аллеля оказались гомологичными, тогда они будут действовать в одном направлении и наследственный признак проявит себя полностью.

Это касается как «здоровых», так и «патологических» генов, то есть «патологические гены», связанные с передачей генетически детерминированных болезней, тоже могут быть доминантными (семейная ГХС) или рецессивными (муковисцидоз).

Если родители будущего ребенка являются носителями одного и того же рецессивного признака, который у них не проявлялся, так как сами они были гетерозиготами по этому признаку, то вероятность рождения гомозиготного по данному признаку ребенка резко возрастает. Так возникают сравнительно редкие, рецессивно наследуемые болезни. Именно в связи с этим крайне нежелательными являются браки между родственниками, поскольку в этих случаях вероятность проявления «патологических генов» (как доминантных, так и рецессивных) у потомков значительно увеличивается.

Если патологический ген расположен в половой хромосоме, то наследуемое заболевание будет сцеплено с полом, например гемофилия.

Половые клетки у женщин содержат хромосомы XX, по-

ловые клетки мужчин – хромосомы XY. Из этих двух хромосом у мужчин наибольшей функциональной активностью обладает X-хромосома. При наличии мутации по гемофилии патологический ген находится в одной из X-хромосом, но девочка не заболевает гемофилией, так как этот патологический ген будет скомпенсирован нормальным геном другой X-хромосомы. Если же такая «мутантная X-хромосома» (пришедшая от матери) достанется мальчику, у него разовьется гемофилия, поскольку отцовская Y-хромосома не содержит необходимого нормального гена, который кодирует белок, участвующий в процессе свертывания крови. Таким образом, этот мутантный ген может передаваться и мальчикам, и девочкам, но заболевают гемофилией только лица мужского пола; женщины же выступают здесь только как носители и передатчики.

Этническая принадлежность человека тоже должна учитываться при распознавании генетически обусловленной патологии. Так, у афроамериканцев (среди черного населения США) в 8 – 10 % случаев можно идентифицировать патологический ген серповидноклеточной анемии, завезенный ими из Африки, где это заболевание встречается с частотой 1 на 400 человек.

У выходцев из Голландии, живущих в Южной Африке, чаще, чем в других популяциях, встречается такое серьезное заболевание, как острая перемежающаяся порфирия.

У европейских евреев-ашкенази, когда-то живших на тер-

ритории Литвы, с частотой 1 на 500 человек можно обнаружить так называемую литовскую мутацию, ответственную за развитие семейной гиперхолестеринемии (СГХС). Высока частота СГХС также среди франкоканадцев Квебека (Hobbs H. [et al.], 1989) и ливанских христиан финского происхождения.

Такие примеры в генетике называют «эффектом основателя». Под этим подразумевается ситуация, когда у проживающих в данной географической зоне представителей обособленного этноса часто встречается какая-то мутация, ведущая к большому распространению среди этих лиц определенного наследственного заболевания. Патологические мутации могут не только передаваться от родителей детям, но и возникать первично вследствие экспозиции какого-то вредного фактора (радиоактивного, рентгеновского облучения, другого токсического воздействия), приводящего к сбою процесса копирования ДНК.

Если в структуре ДНК возникли отклонения, они могут закрепиться, воспроизводиться и передаваться потомкам по законам наследования.

Изучение генома практически здоровых индивидов почти во всех случаях позволяет обнаружить ряд генетических аномалий, но они могут никак себя не проявлять, поскольку чаще всего бывают рецессивными или для своей экспрессии им необходимы дополнительные условия. Впрочем, иногда и один патологический аллель (из двух возможных), даже ес-

ли он является рецессивным, может оказать отрицательное влияние на зависимый признак, например ослабить активность специального фермента, нарушить какое-то физиологическое звено. Все же экспрессивность (проявляемость) такого аномального гена чаще всего мала. Так, дети одного из родителей – альбиноса – могут частично утратить способность к выработке пигмента.

Генетики дифференцируют разные типы мутаций: точечные замены нуклеотидов – нонсенс-мутации, миссенс-мутации – и делеции (выпадения целых фрагментов ДНК), а также транслокации (перемещения фрагментов ДНК). При нонсенс-мутациях в кодирующей части гена образуется так называемый «стоп-кодон» или образуется триплет нуклеотидов, который прекращает трансляцию на аминокислоты, что останавливает синтез белка. При миссенс-мутациях образуется иной, чем в норме, нуклеотидный триплет, что ведет к встраиванию в полипептидную цепь чуждой аминокислоты, а это может резко изменить свойства синтезированного белка. Описывают также точечные мутации, при которых имеет место выпадение одного из нуклеотидов либо внедрение в цепочку ДНК дополнительного нуклеотида. Это нарушает рамку считывания информации, которую передают ДНК – РНК на белок, что тоже может быть причиной генетического дефекта с развитием наследственно обусловленного заболевания.

Помимо очевидных (относительно «грубых») генетиче-

ских дефектов (обычно это моногенные мутации – мутации «главных» генов), гораздо чаще встречаются небольшие генные аномалии – однонуклеотидные замены, которых может быть несколько. Это так называемые полигенные нарушения; в совокупности или при взаимодействии с некоторыми вредными факторами среды они тоже способны привести к той или иной наследственно обусловленной патологии (Милунски О., 1981).

При полигенных аномалиях потомкам может передаваться лишь наследственное предрасположение к болезни, так что сама болезнь начинает развиваться под влиянием каких-то внешних или внутренних факторов риска со временем, нередко к 40 – 50 годам.

По данным Б. В. Ильинского и С. К. Ключевой, среди практически здоровых членов семей с наследственной отягощенностью по ИБС за 7 – 10 лет наблюдения проявления ИБС появились у 36 % наблюдавшихся; у лиц же из семей без «отягощенного анамнеза» признаки ИБС за такой же период наблюдения были отмечены только в 6 % случаев.

Большое значение в механизме развития подобных мультифакториальных заболеваний приобретают условия жизни индивида, влияние климатических, социальных или иных факторов окружающей среды, а также какие-то приобретенные сопутствующие заболевания. В этих случаях говорят о генах предрасположенности. По-видимому, в первую очередь это касается таких патологических состояний, как

атеросклероз, метаболический синдром, сахарный диабет II типа, артериальная гипертензия, злокачественные опухоли, некоторые психические нарушения (Мандельштам М. Ю., Васильев В. Б., 2008). Таким образом, здесь надо рассматривать проблему взаимодействия генетических и средовых факторов риска, когда последние приобретают патологическое значение главным образом у лиц с наследственным предрасположением (Ковалев Ю. Р., Шварц Е. И., 2004).

Нельзя считать, что мутации – это явление с однозначно отрицательным знаком. Благодаря мутациям происходит процесс эволюции всего живого, развивается приспособляемость к новым условиям существования. Вместе с тем, наследуются мутации, несущие патологию. Это «генетический груз», объем которого составляет примерно 5 % в расчете на европейские популяции, из них 1 % – это моногенные болезни и 4 % – мультифакториальные заболевания (Бочков Н. П., 1997).

## *Глава 2*

# **ЛИПОПРОТЕИДЫ ПЛАЗМЫ КРОВИ, ИХ НОРМАЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ И НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ ОБМЕНА. ПОНЯТИЕ ОБ АТЕРОГЕННОСТИ**

Лipoproteиды (лиipoproteины) – это белково-липидные соединения, состоящие из свободного холестерина (ХС), эстерифицированного ХС (ЭХС), фосфолипидов, триглицеридов (ТГ) и белков – аполиipoproteинов А, В, С, Е. При этом каждый из этих аповелков чаще всего имеет несколько разновидностей, которые обозначают цифрами, например А-I, В-100 и т. д.

Главные липиды плазмы – ТГ и ХС (а также фосфолипиды) надо рассматривать как основу метаболического ресурса живых клеток организма (Lipoprotein Metabolism and Regulation, 1988). ТГ образуются из одной молекулы глицерина и трех молекул жирных кислот и являются главным источником энергии. ХС жизненно необходим для биосинтеза клеточных мембран, стероидов, некоторых гормонов и желчных кислот.

Жирные кислоты легко образуют комплексы с альбумином плазмы и свободно циркулируют в составе этих комплексов в крови. ТГ и ХС – гидрофобные соединения, но они тоже должны переноситься плазмой крови (водной средой) и доставляться ко всем клеткам, которые в них постоянно нуждаются.

ТГ и ХС, как упоминалось, входят в состав липопротеидных частиц, состоящих из липидов (свободного ХС, фосфолипидов, холестерина-эстеров, триглицеридов) и аполипопротеинов, организованных в соединения, способные растворяться в плазме. Схематическая структура липопротеидов (липопротеинов) представлена на цв. вкл. (рис. 1).

Наружная поверхность липопротеидной частицы представляет собой амфипатический щит, состоящий из молекул фосфолипидов и свободного ХС. Эти молекулы с двумя оконечностями характеризуются тем, что один конец у них аполярный, гидрофобный (нерастворим в воде), другой конец – полярный, растворимый в водной среде. Аполярный конец направлен внутрь липопротеидной частицы, полярный конец обращен вовне. На поверхность липопротеидной частицы выступают и аполипопротеины, свойства которых определяют тип липопротеидов, т. е. их функциональность и особенности метаболизма.

Описанная структура позволяет липопротеидной частице свободно переноситься плазмой крови.

Аполипопротеины выполняют три главные функции: вхо-

дят в состав амфипатического щита липопротеидной частицы, являются лигандами (соединительными мостиками) для специфических клеточных рецепторов, захватывающих липопротеидные частицы, а также выполняют функцию активаторов ряда энзимов, участвующих в метаболизме липидов. Так, например, апоВ-100 связывают липопротеиды низкой плотности (ЛПНП) с клеточными рецепторами, апоЕ тоже участвуют в этом процессе, но помимо этого, они транспортируют ХС-эстеры циркулирующей крови, участвуют в перераспределении ХС в тканях.

АпоА-I и апоС активируют лецитин-холестерин-ацилтрансферазу (ЛХАТ), которая способствует эстерификации свободного ХС в составе ЛПВП и превращает их из насцентных дисковидных (новообразованных) форм в зрелые, сферические формы (см. цв. вкл., рис. 2).

АпоС-III активирует липопротеидную липазу крови, расщепляющую ХМ и липопротеиды очень низкой плотности (ЛПОНП). Избыток свободного ХС в клетках может эстерифицироваться свободными жирными кислотами и далее сохраняться в клетке в виде липидных капель. С помощью специализированных белковых транспортеров ХС-эстеры далее переносятся в печень, вступают в связь с апопротеинами или выделяются с желчью.

В печеночных клетках ХС включается в состав ЛПОНП, которые, поступая в кровь, подвергаются воздействию липопротеидной липазы. В результате липолиза образуются

«осколки» ЛПОНП – ремнанты. Примерно 50 % ремнантов вновь захватываются печеночными апоВ/Е-рецепторами (они же рецепторы ЛПНП), остальные ремнанты обогащаются ХС и превращаются в ЛПНП, предназначенные для снабжения периферических органов и тканей холестерином, поскольку в нем нуждаются все клетки.

Небольшая часть ЛПНП, а возможно и липопротеиды других классов, способны захватываться клетками и нерепепторным путем, но этот механизм пока остается нераскрытым.

В зависимости от размера липопротеидных частиц и содержащихся в них компонентов они дифференцируются на классы. Различают самые крупные липопротеидные частицы, имеющие наименьшую плотность (они синтезируются в кишечной стенке), – хиломикроны (ХМ), далее следуют липопротеиды очень низкой плотности, затем липопротеиды низкой плотности, липопротеиды промежуточной плотности (ЛППП) и липопротеиды высокой плотности.

Главные переносчики ХС – ЛПНП (70 %) и ЛПВП. Наиболее насыщены холестерином ЛПНП.

Разделение липопротеидов на классы, перечисленные выше, впервые было проведено с помощью ультрацентрифугирования в специальном растворе определенной плотности (Gofman J. [et al.], 1949). Это разделение основано на разной скорости флотации липопротеидов (ЛП) в указанных условиях, что и позволило разделить их таким образом.

Многочисленными исследованиями установлено, что наибольшей атерогенностью обладают ЛПНП, в числе которых особо отмечают мелкие плотные субфракции (Рагино Ю. И., 2004). У этих ЛПНП устойчивость к быстрому окислению снижена, что способствует их модификации, а значит, увеличивает их атерогенность.

На гетерогенность ЛПНП впервые указал R. Krauss (1995), который дифференцирует несколько субклассов этих частиц в зависимости от их размеров и плотности, что отражается на способностях к модификации и к отложению в сосудистую стенку.

В руководстве D. Betteridge & J. Morrell (2003), в книге В. О. Константинова (2006) представлена наглядная схема, демонстрирующая отличие четырех субклассов ЛПНП по диаметру и плотности, а также разницу между содержанием четырех субфракций ЛПНП в плазме крови здоровых женщин, здоровых мужчин и мужчин с ИБС. В соответствии с этой схемой, ЛПНП наибольшего диаметра в основном свойственны здоровым женщинам, ЛПНП среднего диаметра – здоровым мужчинам, а ЛПНП наименьшего диаметра в самой высокой концентрации встречаются в плазме крови больных ИБС.

По сравнению с ЛПНП, ЛПОНП менее атерогенны; но их тоже разделяют на частицы с более мелким и более крупным диаметром. Мелкие ЛПОНП во многом способны вести себя так же, как и ЛПНП, то есть после различного рода модифи-

каций они тоже могут захватываться макрофагами и проникать в их составе во внутреннюю оболочку артерий эластического типа. Самые крупные ЛПОНП не обладают атерогенностью, но в процессе обмена они расщепляются на ремнанты, которые в дальнейшем тоже могут стать субстратом для образования атеросклеротических бляшек.

Количество белка в ЛПНП-частицах остается постоянным, количество же ХС в них может широко варьировать. Так, при семейной ГХС отношение ХС/белок высокое, при ГТГ это соотношение значительно ниже (Thompson G., Wilson P., 1992).

Количество ЛПНП-частиц более точно отражает концентрация апоВ, а не содержание ХС ЛПНП. Описана даже такая форма нарушения липидного состава крови, как гиперapoBемия с эндогенной ГТГ и атеросклерозом (Sniderman A. [et al.], 1982).

Полагают, что концентрация apoB-частиц в плазме более информативна для прогноза ИБС, чем концентрация ХС ЛПНП.

Антиатерогенными свойствами характеризуются лишь ЛПВП, что обусловлено их способностью забирать избыток ХС с клеточных мембран и передавать его печеночным клеткам, которые могут выделять ХС с желчью или метаболизировать его.

ЛПВП способны отбирать ХС (возможно, и ТГ) от ХМ и ЛПОНП и оказывать антиоксидантное действие, они активи-

вируют синтез оксида азота в клетках эндотелия и вызывают таким образом сосудорасширяющий эффект (Климов А. Н., 2006).

В ряду липопротеидов отдельное место занимают липопротеиды (а). В их состав прежде всего входит апопротеин (а) – высокогликолизированный (гликированный) полипептид (Климов А. Н., Никульчева Н. Г., 1995). Повышение концентрации ЛП (а) в плазме крови ассоциируют с наличием атеросклероза и его быстрым прогрессированием. Предполагают, что аполипопротеины (а) вступают в связь с аполипопротеинами В, входящими в состав ЛПНП, и задерживают их деградацию рецепторами ЛПНП, т. е. перекрывают наиболее эффективный и физиологичный путь регуляции уровня этих соединений в крови. Это приводит к задержке ЛПНП в циркулирующей крови и повышает их плазменную концентрацию с вытекающими отсюда последствиями.

Установлен ген, кодирующий продукцию апопротеина (а), который локализуется в 6-й хромосоме. В настоящее время апопротеин (а) считают самостоятельным (независимым) фактором риска ИБС.

Исключительное значение для современного понимания обмена липидов и ЛП в организме сыграли работы нобелевских лауреатов J. Goldstein and M. Brown (1974, 1975, 1977). В этих работах впервые были описаны клеточные рецепторы к апоВ (и к апоЕ) – рецепторы ЛПНП, благодаря которым осуществляется основной захват ЛПНП из плазмы крови.

Эти же исследования помогли понять природу самой распространенной семейной формы гиперхолестеринемии (ГХС), сущность которой заключается в мутации гена, кодирующего синтез клеточных рецепторов ЛПНП в печеночных и других соматических клетках.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.