

ГБПОУ СК СБМК  
ЦМК лабораторная диагностика  
специальность 31.02.03

# Химия жиров (ЛИПИДОВ)

ПМ.03 проведение лабораторных  
биохимических исследований  
ЦМК лабораторной диагностики  
Преподаватель Цитиридис Е.М.

# БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЛИПИДОВ

- ▶ Термином "липиды" (греч. lípos - жир) называют большую группу разнообразных соединений, характеризующихся различной растворимостью в органических растворителях (эфире, спирте, хлороформе и т.д.) и, как правило, нерастворимые в воде.

- ▶ Содержание липидов в организме человека составляет в среднем 10 -20% от массы тела.
- ▶ Липиды условно можно разделить на два вида: протоплазматический и резервный.

# Протоплазматический (конституционный)

- ▶ ВХОДИТ в состав всех органов и тканей. Он составляют 25% всех липидов организма. Это структурный компонент протоплазмы клеток, который содержится в постоянных количествах, имеет определенный состав, не изменяется при патологических формах ожирения.

# Резервные липиды

- ▶ откладываются в жировой ткани и при недоедании или полном голодании теряются, т.е. количество меняется в зависимости от различных факторов.

- ▶ Биологическое значение липидов в организме велико: они обнаружены в составе всех органов и тканей. Наибольшее количество (до 90%) содержится в жировой ткани, в мозге липиды составляют половину массы органа.

# ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ

- ▶ *Энергетическая.* Липиды на 25-30 % обеспечивают организм энергией: окисление 1 г жира дает 38,9 кДж (9,3 ккал) энергии, что в 2 раза больше, чем дают белки или углеводы.

# ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ

- ▶ *Растворитель* ряда биологических активных веществ - жирорастворимых ВИТАМИНОВ.



# ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ

- ▶ *Источник* ненасыщенных жирных кислот - *витамина F*, необходимых для осуществления нормальных функций организма.

# ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ

- ▶ *Механическая или защитная.*  
Жир образует изолирующую прослойку, предохраняющую тело, органы, сосуды, нервы от повреждения.

# ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ

- ▶ ***Термоизоляционная:***  
предохраняет организм от  
охлаждения.
- ▶ ***Строительная:*** ВХОДИТ В  
состав мембран.

# РОЛЬ ЛИПИДОВ В ПИТАНИИ

- ▶ Липиды являются обязательной составной частью сбалансированного пищевого рациона человека. При сбалансированном питании соотношение белков, липидов и углеводов в пищевом рационе составляет примерно 1 : 1 : 4.

- ▶ В среднем в организм взрослого человека с пищей ежедневно поступает около 80 г жиров, из которых 25-30 % должны быть представлены растительными липидами. В пожилом возрасте, при малой физической нагрузке потребность в жирах снижается. В условиях холодного климата и при тяжелой физической работе потребность в жирах у человека повышается.

# Потребность в липидах различных групп населения

- ▶ Работники, не связанные с физическим трудом  
М 87 (26)\* Ж 73 (22)
- ▶ Работники механизированного физического труда  
М 94 (28) Ж 79 (24)
- ▶ Студенты М 1106 (32) Ж 90 (27)

# Классификация липидов

- ▶ В зависимости от химического строения липиды делят на две большие группы:
- ▶ **I Простые липиды** - истинные нейтральные жиры. К ним относятся сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и ряда жирных кислот.

# Классификация липидов

- ▶ **II Сложные липиды (липоиды)** - жироподобные вещества.

Различают:

- ▶ - фосфолипиды;
- ▶ - стерины и стериды (холестерин);
- ▶ - гликолипиды: цереброзиды и ганглиозиды;
- ▶ - липопротеины.



# Простые липиды

- ▶ - это сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высших жирных кислот, они называются триглицеринами (ТГ).
- ▶ Схематически формула жиров может быть представлена следующим образом:

# Простые липиды

- ▶ В животных тканях глицерин связан с *насыщенными* кислотами -
- ▶ пальметиновой,
- ▶ стеариновой,
- ▶ олеиновой.

# Простые липиды

- ▶ В растительных тканях - с *ненасыщенными* кислотами:
- ▶ линолевой ( $C_{17}H_{31}COOH$ ),
- ▶ линоленовой ( $C_{17}H_{29}COOH$ ) и  
Т.д.

# Простые липиды

- ▶ Некоторые ненасыщенные кислоты в организме не синтезируются и называются *незаменимыми жирными кислотами*. Это линолевая, линоленовая, арахидоновая, объединенные под названием "*витамина F*".
- ▶ Оптимальная потребность в ненасыщенных жирных кислотах составляет 4-8 г в сутки.

# Простые липиды

- ▶ Чтобы определить ненасыщенность жирных кислот, подсчитывают *йодное число*, которое показывает, какое количество йода может быть связано 100 г жира.

# Йодное число

- ▶ Чем больше ненасыщенных кислот, тем больше йодное число. Йодное число для
- ▶ сливочного масла - 30,
- ▶ человеческого жира - 64,
- ▶ соевого масла - 130,
- ▶ конопляного масла - 150

- ▶ В зависимости от состава кислот жир может быть
- ▶ *простым* (содержит одинаковые кислоты),
- ▶ *сложным* (содержит разные кислоты).

# Триглицериды

- ▶ ТГ содержатся в подкожной клетчатке, сальнике, обволакивают органы (почки), предохраняя их от повреждения и играя роль теплоизолятора. Ткани, содержащие ТГ обобщены под названием "**жировое депо**", а их жир называется **депонированным**.  
Содержание ТГ в плазме человека изменяется с возрастом (возрастает).
- ▶ Концентрация ТГ в крови в норме составляет **0,55-1,65 ммоль/л**



# Сложные липиды (липоиды)

- ▶ **1. Фосфолипиды (ФЛ).** В их состав входит спирт, жирные кислоты, фосфорная кислота и азотистые основания. В зависимости от вида входящего спирта **ФЛ** делятся на
  - ▶ фосфоглицерины (спирт - глицерин),
  - ▶ фосфосфингозины (спирт - сфингозин)
  - ▶ фосфоинозитины (спирт - инозит).

- ▶ В организме человека присутствуют:
- ▶ **Фосфатидилхолины (лецитины).** Они содержат азотистое основание **холин**. Это гигроскопические белые воскообразные вещества, которые на воздухе быстро окисляются растворимы в эфире, спирте. Много лецитинов в мозгу, сперме, надпочечниках, эритроцитах, в яичном желтке 8 - 10%.

- ▶ **Фосфатилэтаноламины (кефалины).** В их состав входит этаноламин. Кефалины находятся в тканях вместе с лецитином.
- ▶ **Сфингофосфатиды или сфингомиелины.** Содержат сфингозин, который участвует в образовании миелиновых оболочек нервов.

# Биологическая роль ФЛ

- ▶ являются структурными компонентами клеток и клеточных мембран,
- ▶ регулируют проницаемость мембран,
- ▶ принимают участие в синтезе белка,
- ▶ являются основными компонентами липопротеидов крови,
- ▶ участвуют в транспорте жиров печени в жировую ткань.

# Стерины и стериды

- ▶ Стерины - циклические спирты, производные *циклопентанопергидрофенантрена*; в организме содержатся в виде стеридов - сложных эфиров с жирными кислотами (печень) или в свободном виде (эритроциты, желчь человека). Представителем является **холестерин**

# Содержание холестерина

- ▶ В организме человека массой 70 кг содержится в среднем 140 г холестерина (0,2% массы тела). Больше всего его в надпочечниках, плазме крови, печени, нервной системе, коже, пищеварительном аппарате.
- ▶ Содержание общего холестерина в крови, в норме составляет **3,6 - 5,2 ммоль/л.**

# Роль холестерина

- ▶ является структурным компонентом клеточных мембран,
- ▶ принимает участие в их проницаемости,
- ▶ служит материалом для синтеза стероидных гормонов надпочечников, половых гормонов, витаминов группы Д, желчных кислот.

# Гликолипиды

- ▶ Это сложные соединения липидов и углеводов, типичные липоиды. Входят в состав мозговой и нервной ткани.
- ▶ К ним относятся *цереброзиды* и *ганглиозиды*.



# Цереброзиды

- ▶ состоят из сфингозина (аминоспирта), галактозы, различных жирных кислот; содержатся в клеточных мембранах, особенно много их в мембранах нервных клеток.

# Ганглиозиды

- ▶ состоят из жирных кислот, сфингозина, гексозы, галактозамина и сиаловой кислоты. Находятся на внешней поверхности клеточных мембран, особенно в нервных клетках, Они способны восстанавливать электровозбудимость мозговой ткани, а также специфически связывать (например, токсин столбняка) или инактивировать некоторые бактериальные яды (например, дифтерийный токсин).

# Липопротеины

- ▶ все липиды крови включены в состав отдельных липидно-белковых комплексов, или *липопротеинов* (ЛП). Это "шарики" разных размеров, отличающиеся различным содержанием белка и липидов, основное количество которых сосредотачивается внутри полости частиц ЛП.

# Классификация ЛП

- ▶ липопротеины высокой плотности (ЛПВП, или  $\alpha$ -ЛП),
- ▶ липопротеины низкой плотности (ЛПНП, или  $\beta$ -ЛП),
- ▶ липопротеины очень низкой плотности (ЛПОНП, или пре- $\beta$ -ЛП),
- ▶ хиломикроны (ХМ).

# Хиломикроны

- ▶ являются наиболее крупными из липопротеинов и содержат до 98-99% липидов и 1-2% белка. Они образуются в клетках слизистой оболочки кишечника и обеспечивают транспорт липидов пищи из кишечника в лимфу, а затем в кровь.

# ЛПНП

количество белка составляет 9-20%, а липиды представлены холестерином и ТГ (до 40%).

ЛПНП и ЛПОНП - вносят холестерин и триглицериды в стенку сосуда - **атерогенные ЛП.**

# ЛПВП

Белковая часть ЛПВП колеблется в пределах 35-50%, а липидная представлена ФЛ и холестерином.

ЛПВП удаляют холестерин из стенки сосуда -**антиатерогенные ЛП.**

- ▶ В норме концентрация в плазме о б щ и х л и п и д о в (включающих в себя нейтральные жиры, холестерин, фосфолипиды и некоторые другие вещества липидной природы) составляет **1,98-4,71 ммоль/л**



# МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ

- ▶ Обычно липиды извлекают из высушенных (обезвоженных) тканей соответствующими органическими растворителями (спирты, эфиры, бензол, толуол, бензин, ацетон, пиридин, хлороформ, четыреххлористый углерод, сероуглерод, петролейный эфир и др.).

# МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ

- ▶ Для разделения липидов пользуются неодинаковой растворимостью их в различных растворителях: одни из них хорошо растворимы в эфире, но плохо в ацетоне (например, фосфолипиды), другие растворимы в бензоле, но нерастворимы в спирте (холестерол, цереброзиды и др.) и т. д. Резервный жир (масло) извлекается легко.

# МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ

- ▶ Извлечь связанные липиды можно лишь после разрушения белково-липидных комплексов. Липиды из связанного состояния в свободное переводят либо путем предварительного кипячения материала со спиртом, в последнем случае липиды выделяются в неизменном виде.

# МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ

- ▶ При выделении липидов из биологического материала происходит их окисление и деградация, приводящие к образованию побочных продуктов. Поэтому выделение липидов надо проводить быстро, в условиях, исключающих влияние таких факторов, как повышенная температура, кислород воздуха, свет, загрязнение следами металлов и т.д.

# МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ

- ▶ В настоящее время широко используется эффективный и быстрый метод выделения и очистки липидов в мягких условиях. Для экстракции используют смесь метанола и хлороформа, которая разрушает липопротеидные комплексы и тем самым дает возможность достаточно полно извлечь липиды.

# МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ

- ▶ Для количественного определения общих липидов в сыворотке крови предложено множество способов, среди которых можно выделить следующие группы.

# МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ

- ▶ I группа - гравиметрические методы, состоящие в экстракции липидов сыворотки каким-либо растворителем, очистке липидного экстракта, высушивании и взвешивании сухого остатка на аналитических весах.

# МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ

- ▶ II группа - окислительные методы, в которых применяется окисление липидов бихроматом калия или хромовой кислотой с последующим титриметрическим либо калориметрическим исследованием.



# МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ

- ▶ III группа - методы, основанные на свойстве липидов сыворотки избирательно окрашиваться суданом черным.
- ▶ IV - методы, основанные на сравнении степени мутности стандартного и исследуемого растворов.

# МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ

- ▶ V группа - методы, в которых используется цветная реакция продуктов распада ненасыщенных липидов с реактивом, состоящим из ванилина, фосфорной и серной кислот.

# ЗНАЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ

- ▶ Основным биологическим материалом для проведения биохимической диагностики нарушения состояния обмена жиров и липоидов является кровь больного. Ее главными липидными компонентами являются: свободный холестерин и его эфиры, ФЛ, ТГ, неэстерифицированные жирные кислоты

# ЗНАЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ

- ▶ возрастающее распространение среди населения большинства развитых стран мира заболеваний, связанных с нарушением липидного обмена (атеросклероза, ожирения и некоторых других), заставляет уделять больше внимания их лабораторной диагностике.

# ЗНАЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ

- ▶ Без исследования показателей липидного обмена затруднительно составить объективное представление о функциональной способности целого ряда важных органов (например, печени, почек) при самых различных заболеваниях.





