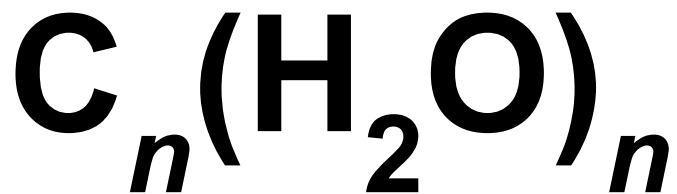


ЛЕКЦИЯ

**Строение и функция углеводов и
жиров**

УГЛЕВОДЫ

- Углеводами или сахарами называются вещества с общей формулой:



и производные этих соединений.

*УГЛЕВОДЫ – это только **УГЛЕ**род и **ВОД**а – отсюда название.*

Термин «углеводы» был предложен проф. К.Г. Шмидтом в 1844г., Дерптский университет (ныне Тартусский).

УГЛЕВОДЫ

- **Углеводы** широко распространены в природе.
Они выполняют в живых организмах важные функции:
- - являются **источниками углерода**, который необходим для синтеза белков, нуклеиновых кислот, липидов и других соединений;
- - выполняют **энергетическую функцию** - обеспечивают до **70%** потребности организма в энергии;
- - **резервную функцию** — запас глюкозы в организме хранится в виде **крахмала** и **гликогена** ;

Суточная потребность в углеводах

- Для не занятых тяжелым физическим трудом, - **300- 400гр.**,
а для спортсменов – 400-700 гр.
- *(гл. образом – из растительной пищи, только лактоза и гликоген – из продуктов животного происхождения).*
- Минимальное их количество не должно быть ниже **50-60гр.**
- При их умеренном недостатке в питании используются **ЖИРЫ.**
- Если их поступление **< 50 г/сут** – то и - аминокислоты
(белки) – **через глюконеогенез в печени.**

Длительный дефицит углеводов

- - нарушает обмен веществ и увеличивает нагрузку на почки (из-за повышенного образования азотистых веществ при распаде белков);
- - нечем заместить гликоген в печени – отсюда дисфункция гепатоцитов и жировая инфильтрация печени.

УГЛЕВОДЫ

- - **структурную функцию:**
 - являются обязательным компонентом большинства внутриклеточных структур; *составляют 2-3% от веса тела.*
 - *целлюлоза* принимает участие в формировании клеточной стенки растений;
- - **защитную функцию:** участвуют в иммунной защите организма (в составе иммуноглобулинов есть углеводные компоненты);
- - **рибоза** участвует в построении АТФ, а вместе с дезоксирибозой – в синтезе нуклеиновых кислот (РНК и ДНК).

УГЛЕВОДЫ

- **Углеводы** делятся на:
- - моносахариды или **простые сахара**;
- - олигосахариды, содержащие в молекуле от **2 до 10** моносахаридных остатков;
- - полисахариды, которые представляют собой длинные цепи из многих **моносахаридов** (как линейные, так и разветвленные);
-

МОНОСАХАРИДЫ

- Все простые сахара – бесцветные кристаллические вещества;
- Они хорошо растворяются в воде, но плохо - в спирте, и совсем не растворяются в эфире;
- Большинство имеет сладкий вкус.

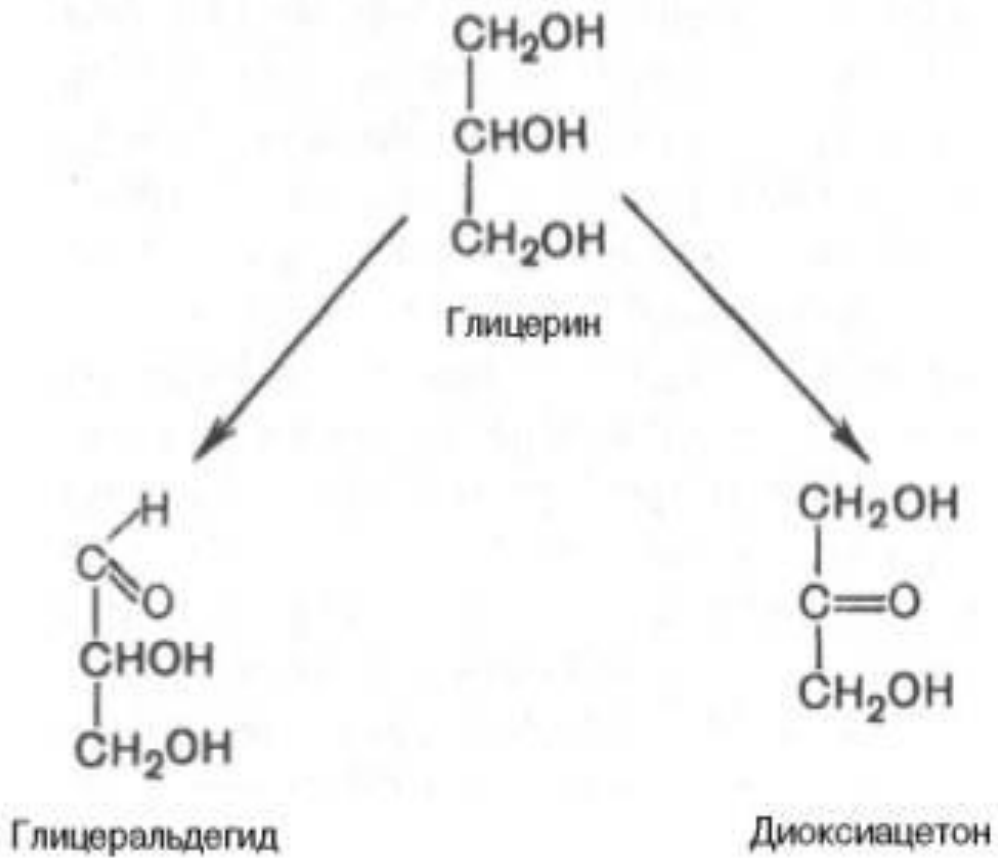
моносахариды

По числу углеродных атомов в составе молекулы *моносахариды* делятся на *триозы, тетрозы, пентозы, гексозы* и т. д.;

В природе наиболее широко распространены *пентозы* и *гексозы*;

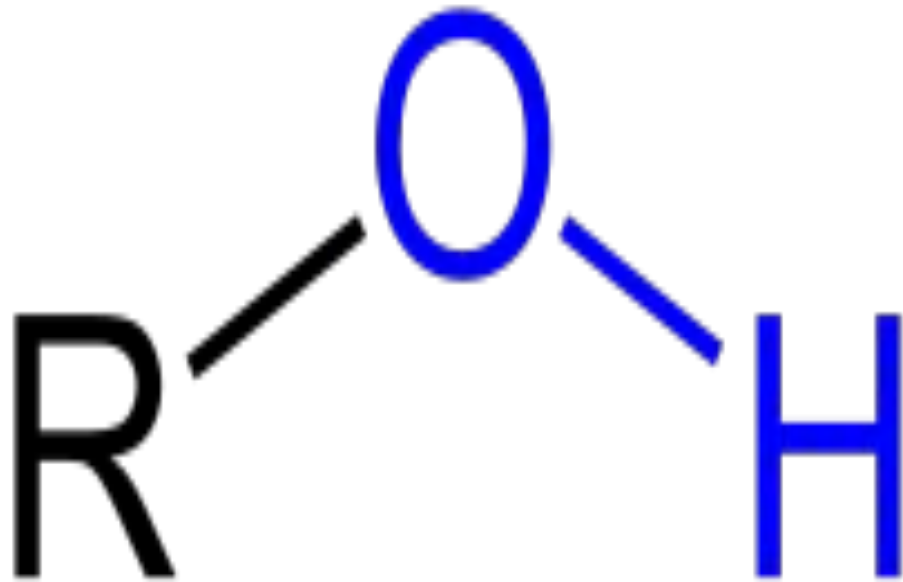
Сахара, имеющие в составе 7 и более углеродных атомов, называются высшими сахарами.

- В молекуле моносахаридов все атомы углерода связаны с гидроксильными группами, кроме одного – он связан с карбонильным кислородом, образуя т.н. карбонильную группу.
- Таким образом карбонильная группа – одна, тогда как гидроксильных



Гидроксильная группа (*гидроксил*) —

функциональная группа **ОН** органических и неорганических соединений, в которой атомы водорода и кислорода **связаны ковалентной связью**. (**R** — углеводородный радикал)



- Если карбонильная группа находится в конце цепи,
то моносахарид представляет собой альдегид и называется альдозой;
- При любом другом положении этой группы моносахарид является кетоном и называется кетозой.

моносахариды

Простейшими представителями

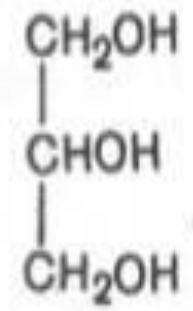
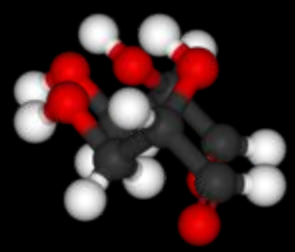
моносахаридов являются **триозы**: глицеральдегид и диоксиацетон;

Они образуются при окислении трехатомного спирта – глицерола;

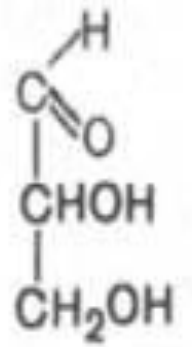
Глицеральдегид – это альдотриоза;

Диоксиацетон – кетотриоза.

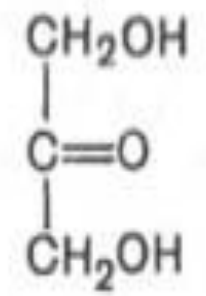
■ *глюкоза – это альдоза, а фруктоза – это кетоза*



Глицерин



Глицеральдегид



Диоксиацетон

■ Важнейшими моносахаридами являются альдопентозы:
- рибоза и дезоксирибоза, которые входят в состав нуклеиновых кислот.

ЕСТЬ еще пентозы:

- ксилоза (древесный сахар), который содержится в древесине, лузге подсолнуха, соломе.

- арабиноза – в пектиновых веществах.

АЛЬДОГЕКСОЗЫ

Самые распространенные: глюкоза, фруктоза, *галактоза и манноза*.

- **Глюкоза** – содержится в крови (около 5 грамм), лимфе, ликворе. В цветах, листьях, плодах и семенах растений. В плодах винограда – 17-20% глюкозы.
- **Фруктоза** – в плодах, меде пчел – 45%, в составе сахарозы. Для усвоения не требует инсулина (при диабете).
- **Манноза** – в цитрусовых (в кожуре апельсинов), в плодах манго, в фисташках. В организме человека манноза определена в слюне, крови, в др.биологических жидкостях и секретах.

- **Галактоза** (от греческого γάλακτ- «молоко») - широко распространена в растительном и животном мире: входит в состав дисахаридов (лактозы, раффинозы) и полисахаридов (агара), гликолипидов, субстанций определяющих группу крови.

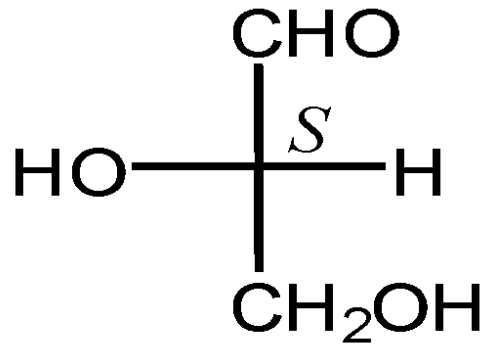
В организме галактоза превращается в глюкозу. Нарушение данного процесса вследствие наследственных ферментопатий – причина врожденного заболевания – галактоземии.

По сладости:

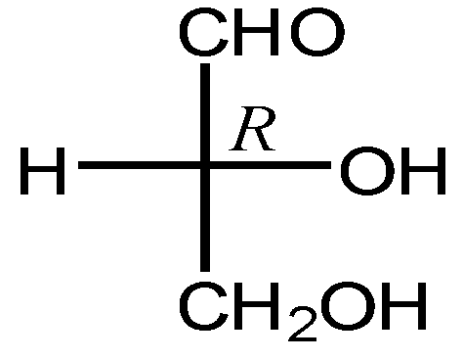
- Самая сладкая – фруктоза.
- Она в 2,5 раза слаще глюкозы;
- В 1,7 раза слаще сахарозы (дисахарида).

МОНОСАХАРИДЫ

- Все моносахариды образуют структурные и оптические изомеры или **стереоизомеры**, принадлежащих к ***D***- или ***L***-ряду.
- В природе в основном встречаются ***D***-изомеры: ***D***-глюкоза, ***D***-галактоза, ***D***-рибоза и др.



L-Глицериновый альдегид

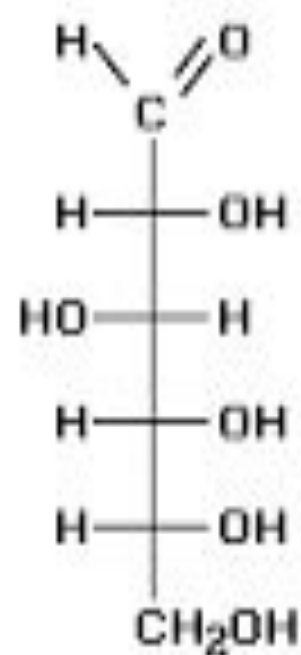


D-Глицериновый альдегид

- ХИМИЧЕСКАЯ формула ГЛЮКОЗЫ и всех гексоз:

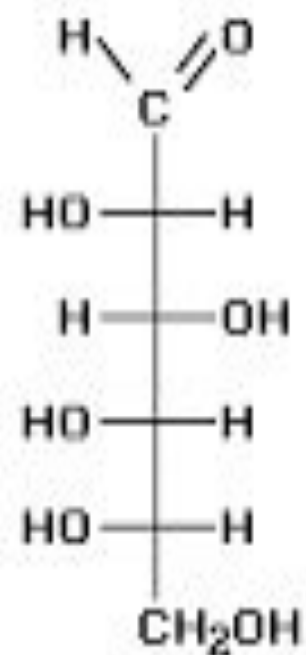


- Отличаются друг от друга пространственным расположением водородной и гидроксильной групп.
- В природе моносахариды образуются в зеленых растениях в результате фотосинтеза, который представляет собой процесс химического связывания углекислого газа и воды за счет использования энергии солнечных лучей растениями.

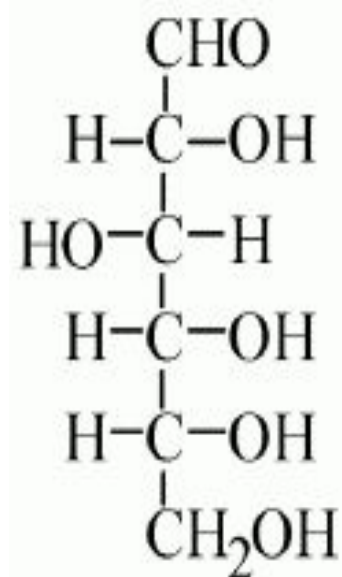


D-глюкоза

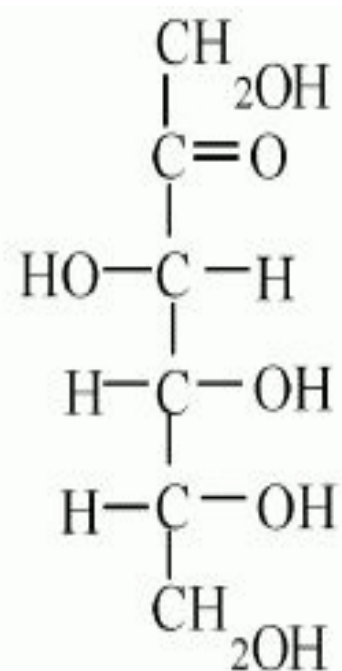
|
зеркало



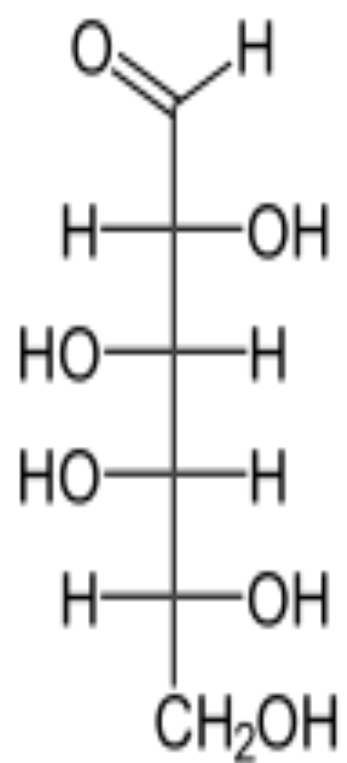
L-глюкоза



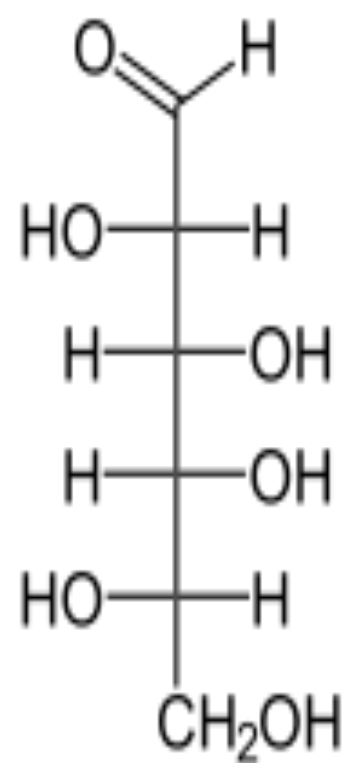
D-глюкоза



D-фруктоза



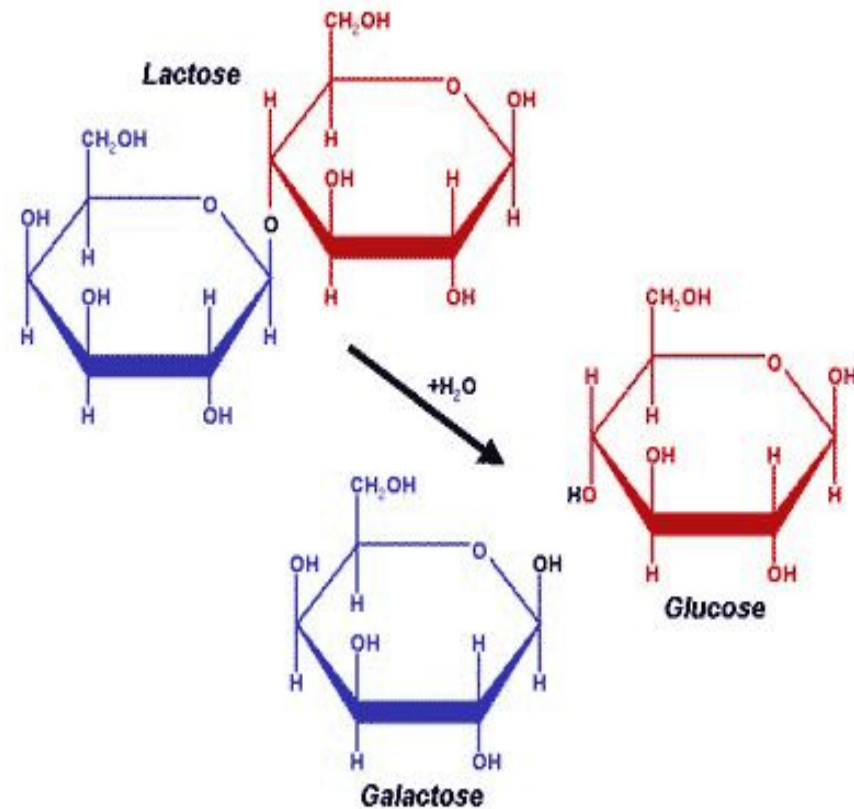
D-Galactose



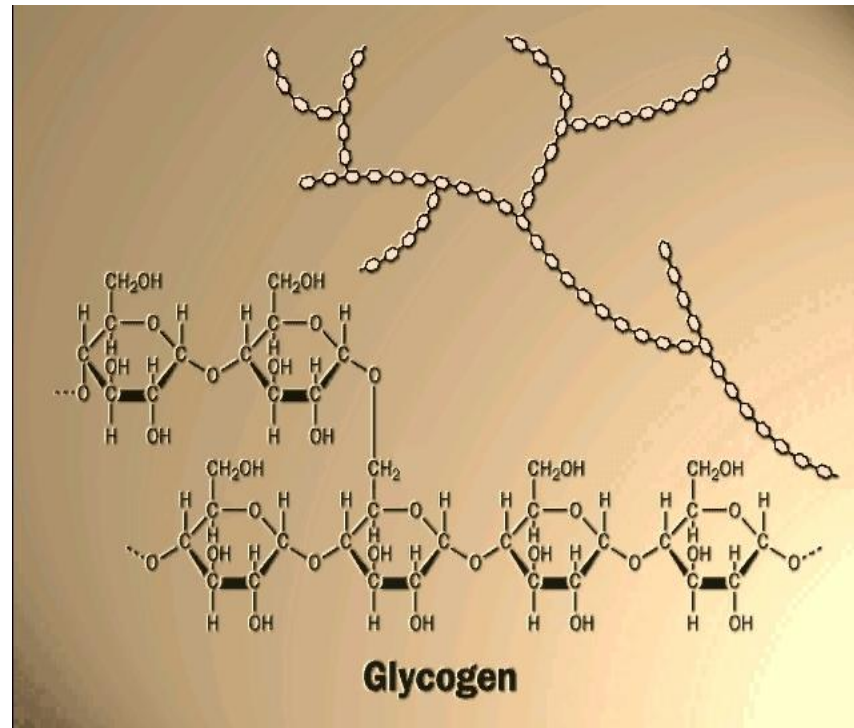
L-Galactose

- Линейная форма присуща только строению ***триоз*** и ***тетроз***.
- ***Альдозы***, содержащие **пять** и более атомов углерода, и ***кетозы***, содержащие ***шесть*** и более атомов углерода, существуют только в **циклической** форме.

Лактоза и галактоза – молочные сахара



Запас углеводов в организме - ГЛИКОГЕН



Олигосахариды

- Олигосахариды *представляют собой короткие полимеры, состоящие из нескольких моносакхаридных единиц, соединённых между собой гликозидной связью.*
- Из олигосахаридов в природе наиболее широко распространены **дисахариды**.
- В природе наиболее распространены такие **дисахариды** как **мальтоза, сахароза и лактоза**.
-

- **Мальтоза (ГЛЮКОЗА+ГЛЮКОЗА) или солодовый сахар** - природный **дисахарид** – образуется в ЖКТ при расщеплении **крахмала** и **гликогена**. В свободном виде встречается в **меде, солоде, пиве, патоке, пыльце и нектаре растений, проросших зернах**.
- **Сахароза (ГЛЮКОЗА+ФРУКТОЗА) или свекловичный сахар** содержится в **сахарном тростнике, сахарной свекле (до 28% от сухого вещества), кленовом соке**. Из этих растений вырабатывается **сахар**.
- **Лактоза (ГЛЮКОЗА+ГАЛАКТОЗА) или молочный сахар** содержится только в **молоке** (до **5%**). В процессе переваривания пищи **лактоза** расщепляется ферментом **лактазой**, активность которого очень велика у **грудных детей**.



ПОЛИСАХАРИДЫ

- В природе большинство углеводов представляют собой полимеры с высокой молекулярной массой, т.е. **полисахариды**.
- Они представляют собой длинные цепи из многих **моносахаридов**.
- По **функциям**, которые полисахариды выполняют в организме, различают **структурные и резервные** полисахариды.

ПОЛИСАХАРИДЫ

- **Целлюлоза** – наиболее распространённый в природе растительный структурный полисахарид.
- Она обладает большой механической прочностью и исполняет роль **опорного материала** растений.
- Древесина содержит **50-70%** целлюлозы, хлопок представляет собой почти **чистую** целлюлозу.
- Структурной единицей целлюлозы является **β -D-глюкоза**.
- В организме позвоночных животных и человека нет **фермента**, способного ее расщеплять.
- Поэтому целлюлоза **не служит пищей**, но необходима для нормального пищеварения.

- Основным **резервным** полисахаридом в клетках растений является **крахмал**.
- Крахмал образуется в растениях при фотосинтезе и откладывается в виде "**резервного**" углевода в **корнях, клубнях** и **семенах**.
- Например, зерна **риса, пшеницы, ржи** и других **злаков** содержат **60-80%** крахмала, клубни **картофеля** – **15-20%**.
- Такую роль в животном мире выполняет полисахарид **гликоген**, "запасающийся", в основном, в **печени**.
- **Крахмал** – это белый порошок, состоящий из мелких зерен, не растворимый в холодной воде.
- **Крахмал** представляет собой **смесь двух полисахаридов**, построенных из **α -D- глюкозных звеньев**:
 - - **амилозы** (10-20%)
 - - **амилопектина** (80-90%).

- Кроме **обычных** полисахаридов в живых организмах широко распространены **комплексы полисахаридов с белками**:
- - **пептидогликаны**;
- - **гликопротеины**;
- **Пептидогликаны**, как правило, выполняют «**строительную**» функцию, образуя **оболочку** вокруг клетки и защищая нежную клеточную мембрану **бактерий** от механических повреждений.
- **Гликопротеины** это сложные белки, в молекуле которых белковая часть связана с **3–8 остатками** олигосахаридов.
- **Гликопротеинами** являются многие **структурные белки, ферменты и рецепторы** организма человека.

ЖИРЫ (ЛИПИДЫ)

- **Липиды - нерастворимые в воде органические вещества, которые содержатся в живых клетках и выполняют различные функции.**
- **Они растворимы только в органических растворителях* и друг в друге**

* - эфир, хлороформ, бензол.

- Все ЛИПИДЫ – сложные эфиры ЖИРНЫХ КИСЛОТ и различных СПИРТОВ (продукт реакции между кислотой и спиртом).
- $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$.
- Уксусная к-та + этиловый спирт = этилацетат (сложный эфир) + вода.

- Большинство ЛИПИДОВ – не полимеры, они состоят из нескольких связанных между собой молекул.

- **ЛИПИДЫ** составляют 10-20% веса человека – примерно 10-12 кг.
- По физиологическому значению их делят на **резервные и структурные.**
- Резервные – нужны как запас энергии, поэтому 98% их – в жировой ткани (в виде триглицеридов);
- Структурные – входят в состав биологических мембран и нервной ткани.

функции липидов

1. - **структурная** – обязательный компонент клеточных мембран;
 - - **энергетическая** – являются источником энергии в организме:
 - калорийность углеводов и белков: ~ 4 ккал/грамм;
 - калорийность жира: ~ 9 ккал/грамм;а также служат формой ее запаса;
- В суточном рационе должно быть 2/3 жиров животного и 1/3 - растительного происхождения***

Нормы потребления жира

В среднем суточная норма потребления жиров около 100 грамм и с возрастом снижается :

- 18-29 лет: мужчинам необходимо 103-158 граммов, женщинам – 88-119 граммов;
- 30-39 лет: мужчинам требуется 99-150 граммов, женщинам – 84-112 граммов;
- старше 40 лет и пожилым людям рекомендуется около 70 граммов жиров в сутки.

Список продуктов с высоким содержанием жиров (содержание в гр. на 100 гр. продукта)

- [подсолнечное](#) и [оливковое масло](#) (и большинство жидких масел) – 100
- [сливочное масло](#) – 82
- [свинина \(подгрудок\)](#) – 68
- [майонез](#) – 67
- [фундук](#) – 67
- [печень трески в масле](#) – 66
- [бразильский орех](#) – 66
- [грецкий орех](#) – 65
- [кедровый орех](#) – 61
- [миндаль](#) – 58
- плавленный сыр – 46
- [бекон](#) – 45
- мягкий сыр – 33
- [чеддер](#) – 32
- [шоколад](#) – 31

- Преимущество жира как энергетического резерва, в отличие от углеводов, – он не связан с водой. Поэтому жировые запасы занимают малый объем.
- В среднем, у человека запас чистых триглицеридов составляет примерно 10-12 кг.
- Этих запасов могло бы хватить на 40 дней голодания в условиях умеренной физической нагрузки.
- Общие запасы гликогена в организме – примерно 400 гр.- при голодании этого количества не хватит даже на одни сутки.

функции липидов

- 3. - **защитная** – жировой слой предохраняет органы от повреждений при внешних механических воздействиях;
- 4. – **транспортная** – участвуют в переносе веществ ч/з биологические мембраны;
- 5. - **теплоизолирующая** – благодаря низкой теплопроводности сохраняют тепло в организме;
- 6. - некоторые вещества, относимые к липидам, обладают высокой биологической активностью – это жирорастворимые витамины, а также некоторые гормоны.

Классификация липидов

- Липиды по их **структуре** делятся на **2** класса:
- - **простые** липиды
- - **сложные** липиды.
- К **простым** липидам относятся только **эфиры** жирных *кислот* и *спиртов*.
- К **сложным** липидам относятся соединения, в **состав** которых помимо жирных кислот входят и **другие** компоненты.
- **Сложные** липиды делятся на фосфолипиды и гликолипиды.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛИПИДОВ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА



Жирные кислоты

- **Структурное** многообразие и свойства липидов обусловлены наличием в их составе **жирных кислот**.
- *Кислота называется жирной, если число углеродных атомов в ее молекуле больше четырех. Преобладают длинноцепочечные жирные кислоты*
- В природе в **свободном** виде жирные кислоты встречаются **редко**.
- Они входят в **состав** различных классов липидов (**ЖИРОВ**) – поэтому так называются;

- В природе обнаружено более **200** жирных кислот.
- Из них наиболее важны для человека и животных около **20**;
- ***Жирные кислоты, входящие в состав липидов высших растений и животных, - содержат не менее 14 атомов углерода ($C_{14}-C_{22}$), с общей формулой:***
- **$CH_3(CH_2)_nCOOH$**

Состав жиров

- В составе жиров присутствуют **насыщенные жирные кислоты**, которые есть в жирах животных и птиц, а также **ненасыщенные**, преобладающие в большинстве растительных масел.
- Полиненасыщенные жирные кислоты определяют приспособление организма человека к неблагоприятным факторам окружающей среды, они также регулируют обмен веществ в организме, в т.ч. холестерина.
- Избыток жиров, богатых насыщенными жирными кислотами, провоцирует расстройство пищеварения, приводит к ухудшению усвоения белков, а также способствует развитию ожирения, диабета, сердечно-сосудистых и др. заболеваний.

- Примерно **75%** всех жирных кислот, входящих в состав липидов, - ненасыщенные * ;

насыщенные жирные кислоты

- **лауриновая** - (C₁₂) CH₃-(CH₂)₁₀-COOH
- **миристиновая** - (C₁₄) CH₃-(CH₂)₁₂-COOH
- **пальмитиновая** - (C₁₆) CH₃-(CH₂)₁₄-COOH
- **стеариновая** - (C₁₈) CH₃-(CH₂)₁₈-COOH
- **лигноцериновая** - (C₂₄) CH₃-(CH₂)₂₂-COOH;

■ *

- По количеству двойных связей в химической формуле жирные кислоты делят на НАСЫЩЕННЫЕ (нет двойных связей), МОНОНЕНАСЫЩЕННЫЕ (есть одна двойная связь) и ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫЕ (две или более двойных связей).

Кислоты НЕНАСЫЩЕННЫЕ ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ

- *пальмитолеиновая* - (C₁₆)
 $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_5-\text{COOH}$
- *олеиновая* - (C₁₈)
 $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$
- *линолевая* - (C₁₈)
 $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$
- *линоленовая* - (C₁₈)
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$
 $\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH};$
- *арахидоновая* - (C₂₀)
 $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}$
 $\text{H}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_5-\text{OON}$

Из них наиболее важны:

- *Линолевая;*
- *Линоленовая;*
- *Арахидоновая*
- Являются **незаменимыми** жирными кислотами (не синтезируются в организме и должны поступать с пищей).
- Иногда их объединяют как «**витамин F**».

■ Альфа линоленовую кислоту и 2 ее производные:

- *эйкозапентаеновая кислота (ЭПК)*
- *докозогексаеновая кислота (ДГК)*

объединяют под названием **омега-3;**

■ Линолевую кислоту и ее производные

- *гамма линоленовая кислота*
- *дигомогамма линоленовая кислота*
- *арахидоновая кислота*

объединяют под названием **омега-6.**

- Выработка энергии
- Диффузия кислорода в кровотоки
- Выработка гемоглобина
- Транспортировка и метаболизм триглицеридов и холестерина
- Образование нервной и мозговой ткани
- Контроль над жидкостью в клеточной мембране
- Снижение высокого уровня холестерина и триглицеридов в крови
- Стабилизация уровней инсулина и сахара
- Лечение артрита
- Противовоспалительный эффект
- Действенность в условиях воспалительных процессов
- Облегчение астматических приступов
- Облегчение при ПМС
- Ослабление аллергических реакций
- Укрепление иммунной системы
- Снижение влагозадержания (участие в удалении натрия и жидкости)
- Улучшение состояния кожи
- Облегчение протекания псориаза

Минимальная суточная норма потребления Омега-3 составляет 250 мг, оптимальная — 1000 мг (1 грамм).

Максимальная безопасная суточная доза зависит от источника Омега-3: не более 7-8 г в виде добавок и неограниченно в виде обычной еды.

Рыбий жир является оптимальной формой приема Омега-3, поскольку входящие в его состав кислоты усваиваются лучше всего.

Омега-3 растительных источников (льняное масло, грецкие орехи) усваивается организмом не более, чем на 5-15%.

Роль незаменимых жирных кислот

- Альфа линоленовая и линолевая кислоты могут метаболизироваться в простагландины.
- **Простагландины** – это гормоноподобные химические вещества, которые регулируют клеточную активность (своего рода тканевые гормоны);
- Простагландины делятся на три группы в зависимости от того, от какой жирной кислоты они метаболизированы.

■ Тип 1

- Простагландины, входящие в первую группу, образуются из гамма линоленовой кислоты. Их называют «хорошими» простагландинами. Название связано с тем, что они улучшают кровообращение, снижают АД, снижают воспаление.
- Предотвращают выработку клетками арахидоновой кислоты (относится к типу 2);
Простагландины типа 1 :
 - Увеличивают синтез белков в мышечных клетках;
 - Повышают чувствительность клеток к инсулину;
 - Повышают выработку [гормона роста](#).
- Поэтому входят в состав специализированного спортивного питания.

■ Тип 2

- Простагландины типа 2 называют «плохими».
- Они образуются из арахидоновой кислоты.
- Способствуют удержанию натрия, воспалению и образованию тромбов.
- Простагландины этого типа повышают выработку кортизона, который является гормоном катаболического действия.

■ Тип 3

- Простагландины типа 3 также относят к «хорошим», поскольку они препятствуют образованию простагландинов типа 2.
- Простагландины типа 2 также нужны организму.
- Они способствуют поддержанию уровня тестостерона у мужчин.
- В организме все должно быть сбалансировано.

- Обычно рекомендуют употреблять незаменимые жирные кислоты в пропорции 4:1 или 3:1 (линолевая кислота : линоленовая кислота). Причиной такого соотношения является то, что линоленовая кислота метаболизируется в 4 раза быстрее, чем линолевая. Поэтому на каждый грамм линоленовой кислоты нужно употреблять 3-4 г линолевой кислоты.

Продукты, содержащие незаменимые жирные КИСЛОТЫ

Омега 3:

- Лосось
- Тунец
- Форель
- Грецкий орех
- Семена льна
- Семена тыквы
- Льняное масло
- Конопляное масло
- Соевое масло

Омега 6:

- Кукурузное масло
- Соевое масло
- Подсолнечное масло
- Сафлоровое масло
- Грецкий орех
- Семена тыквы

- Универсальными источниками полиненасыщенных жирных кислот для нашего организма являются:
 - - морская рыба: скумбрия, сельдь, сардина – суточная потребность покрывается в кол-ве около 100 г/сут;
 - - льняное масло (утром натощак 1 столовая ложка);
 - - рыбий жир в капсулах – суточная доза – 2 грамма.

ПРОСТЫЕ ЛИПИДЫ

- Простые липиды делятся на 2 группы: нейтральные жиры и воска.
- **Нейтральные жиры (Триглицериды) наиболее распространённая в природе группа жиров.**
- ***Нейтральные жиры это сложные эфиры жирных кислот и трёхатомного спирта – глицерина.***
- ***Они называются нейтральными, потому что не содержат функциональных заряженных групп.***

- Нейтральные жиры - самая **компактная и энергоёмкая** форма хранения **энергии** в организме - это и есть их функция;
- Триглицериды делят на жиры и масла:
- Если они остаются твердыми при 20 градусах – жиры;
- Если имеют жидкую консистенцию – масла.
- Триглицериды пр. не растворимы в воде и в ней всплывают.

ЖИРЫ и МАСЛА

- Чем больше в жирах содержание ненасыщенных кислот, тем ниже температура плавления жиров.
- Твёрдые жиры. Содержат остатки насыщенных ВКК. Это Животные жиры. Исключение: Рыбий жир, он жидкий при н/у;
- Смешанные жиры. Содержат остатки насыщенных и ненасыщенных ВКК. Это также животные жиры.
- Жидкие жиры(масла). Содержат остатки ненасыщенных ВКК. Это растительные жиры. Исключения: кокосовое масло, какао масло – они твёрдые при н/у;

Приблизительный состав твёрдых и жидких жиров (триглицеридов)

Триглицериды	Остатки кислот, % по массе				
	Пальмитиновая	Стеариновая	<i>Олеиновая*</i>	<u>Линолевая**</u>	<u>Линоленовая**</u>
Сливочное масло	25	11	34	6	5
Подсолнечное масло	11	4	38	46	-
Оливковое масло	10	2	82	4	-
Льняное масло	5	3	5	62	25
Бараний жир (твёрдый)	38	30	35	3	9
Говяжий жир (твёрдый)	31	26	40	2	2
Свиной жир (твёрдый)	27	14	45	5	5
Жиры в организме человека	25	8	46	10	-

ВОСКА

- **Это сложные эфиры высших жирных кислот и одноатомных спиртов.**
- Они **совершенно не растворимы** в воде.
- Основная **функция** природных восков – **образование защитных покрытий**:
- Перья птиц и шкуры животных имеют восковое покрытие, которое придаёт им **водоотталкивающие** свойства.
- Восковое покрытие листьев и плодов растений **уменьшает** потерю влаги и **снижает** возможность **инфекции**.
- Примером природного воска может служить **спермацет**, который получают из головного мозга кашалота. Спермацет нашёл широкое **применение** в **медицине и парфюмерной промышленности**.

СЛОЖНЫЕ ЛИПИДЫ

- Их два основных класса:
фосфолипиды и гликолипиды;
- **Общий признак для всех фосфолипидов – наличие в их составе фосфорной кислоты.**
- Фосфолипиды делятся на:
- - **глицерофосфолипиды;**
- - **сфингофосфолипиды.**

Сложные липиды

- **(Глицеро)фосфолипиды** - основные липиды, входящие в состав мембран клеток.
- **Сфинголипиды** делятся на :
 1. сфингомиелины,
 2. цереброзиды,
 3. ганглиозиды.
- Все они в больших количествах находятся в **нервной** ткани и ткани головного мозга.

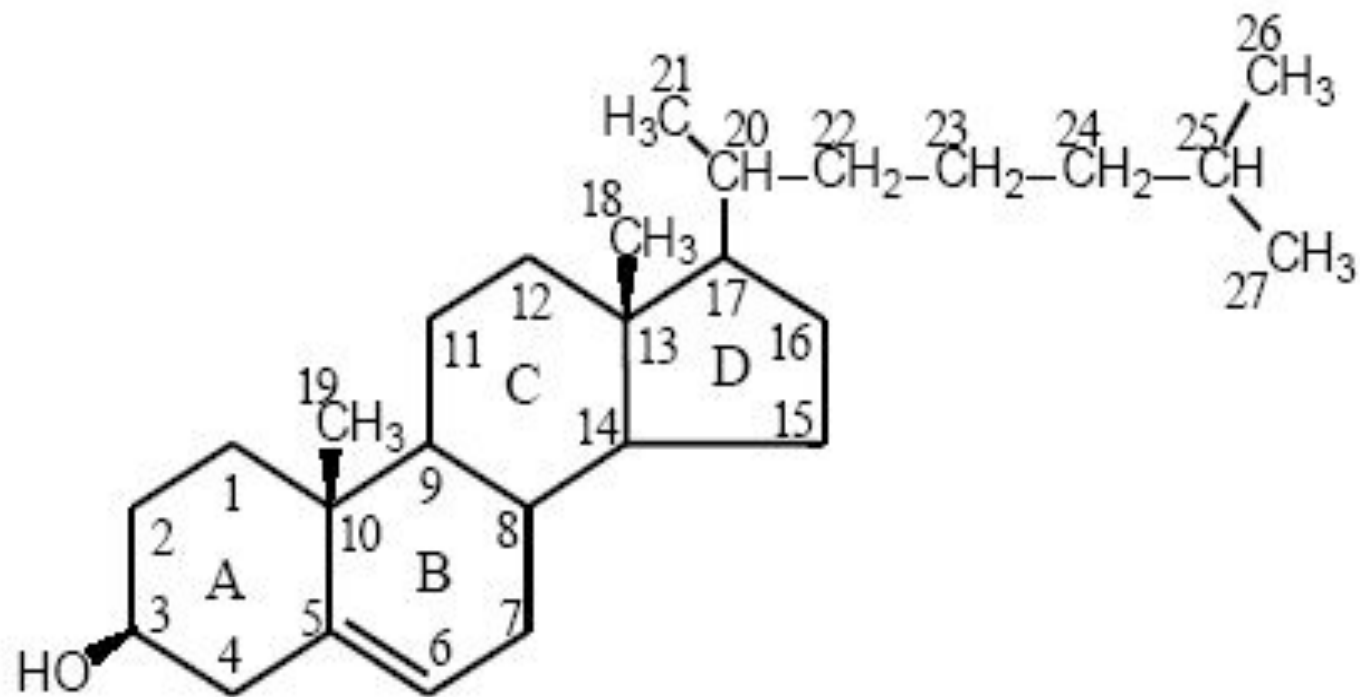
ГЛИКОЛИПИДЫ

- Гликолипиды — сложные липиды, образующиеся в результате соединения липидов с углеводами.
- Гликолипиды (вместе с фосфолипидами) входят в состав клеточных мембран.
- Гликолипиды широко представлены в тканях, особенно в нервной ткани, в частности в ткани мозга.
- Они локализованы преимущественно на наружной поверхности плазматической мембраны.

СТЕРОИДЫ И ТЕРПЕНЫ

- К липидам также относятся СТЕРОИДЫ И ТЕРПЕНЫ.
- К стероидам относятся гормоны коры надпочечников и половые гормоны;
- Но наиболее распространен среди стероидов – ХОЛЕСТЕРИН - один из **главных** компонентов клеточных мембран. Содержание его может достигать до 40%. **Он придает мембране прочность.**
- **ТЕРПЕНЫ – это главные компоненты душистых масел, придающие аромат растениям.**
- **Это гераниол, лимонен, ментол, камфора и др.**
- **К ТЕРПЕНАМ относятся также каротиноиды и природный каучук.**

Стероиды



Холестерин

ФОРМЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ ЛИПИДОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

- 1. В виде жировых клеток - адипоцитов. *Это форма существования **триглицеридов**.*
- 2. В составе биологических мембран. *Они не содержат триглицеридов, в них есть **фосфолипиды, гликолипиды и холестерин**.*
- 3. В соединении с белками – в виде **липопротеинов**. *Которые могут включать в себя липиды всех классов.*


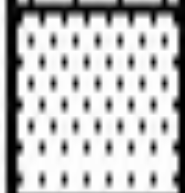
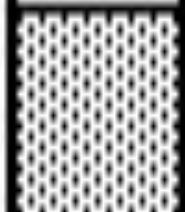
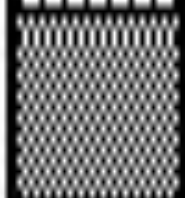
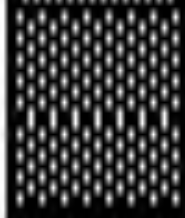
ЛИПОПРОТЕИНЫ

- **Липопротеины** - это сферические частицы, в которых можно выделить водонерастворимую сердцевину из триглицеридов (ТРГ) и эфиров холестерина (ЭХС) и гидрофильную оболочку, в составе которой – фосфолипиды, гликолипиды и белки.



СХЕМА СТРОЕНИЯ ЛИПОПРОТЕИНОВОЙ ЧАСТИЦЫ

- Основная роль липопротеинов – транспорт липидов, поэтому обнаружить их можно в биологических жидкостях.
- Липиды в плазме крови разделяют на группы, так как они отличаются друг от друга по соотношению липидов и белка в составе частицы, и поэтому - по плотности.

	хиломикроны (1-2% белка)
	ЛОНП (липопротеины очень низкой плотности)
	ЛПП (липопротеины промежуточной плотности)
	ЛНП (липопротеины низкой плотности)
	ЛВП (липопротеины высокой плотности - 60% белка)

липопротеины отличаются по своей функции

Их разделение важно для диагностики атеросклероза.

- 1. Хиломикроны (ХМ) - образуются в клетках кишечника, их функция: перенос экзогенного жира из кишечника в ткани (в основном - в жировую ткань), а также - транспорт экзогенного холестерина из кишечника в печень.
- 2. Липопротеины Очень Низкой Плотности (ЛОНП) - образуются в печени, их роль: транспорт эндогенного жира, синтезированного в печени из углеводов, в жировую ткань.
- 3. Липопротеины Низкой Плотности (ЛНП) - образуются в кровеносном русле из ЛОНП через стадию образования Липопротеинов Промежуточной Плотности (ЛПП). Их роль: транспорт эндогенного холестерина в ткани.
- 4. Липопротеины Высокой Плотности (ЛВП) - образуются в печени, основная роль - транспорт холестерина из тканей в печень (**удаление холестерина из тканей !**), а дальше холестерин выводится с желчью.
-

Понятие о плохом и хорошем холестерине

- **Все липопротеины содержат холестерин.**
- *Холестерин не растворим в воде и в плазме крови. Перенос его кровеносной системой в различные ткани организма осуществляется при помощи соединений с белками — липопротеинов (липопротеидов).*
- *С белками холестерин соединяется в клетках кишечника.*
- • липопротеины очень низкой плотности (ЛПОНП, или VLDL) содержат более 45% холестерина;
- • липопротеины низкой плотности (ЛПНП, или LDL): содержат 40—45% холестерина;
- • липопротеины высокой плотности (ЛПВП, или HDL): содержат 20% холестерина.

ЛПВП

- Холестерин липопротеинов высокой плотности (а чаще сами ЛПВП) называют «хорошим» холестерином. Высокомолекулярные липопротеины хорошо растворимы в воде и способны выводить холестерин из сосудистой стенки, препятствуя развитию атеросклероза.
- ЛПВП осуществляют транспорт холестерина от клеток периферических органов (в том числе сосудов сердца, артерий мозга и др.) в печень, и далее он выводится из организма с желчью.

ЛПНП

- **Липопротеиды низкой и очень низкой плотности** – это соединения белков с холестерином, которые транспортируют последний из печени (где он синтезируется) к тканям. Это т.н. **плохой холестерин**. При повышении концентрации ЛПНП в крови накапливается слишком много холестерина. Излишки холестерина внедряются в стенки кровеносных сосудов, где и остаются, сужая просвет сосуда и затрудняя ток крови: образуются так называемые атеросклеротические бляшки.
- Поэтому уровень ЛПНП более точно отражает риск развития атеросклероза чем [концентрация общего холестерина](#).

Норма ЛПНП в крови

Возраст (годы)	мг/дл		ммоль/л	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
0-19	60-140	60-150	1,55-3,63	1,55-3,89
20-29	60-175	60-150	1,55-4,53	1,55-4,14
29-39	80-190	70-170	2,07-4,92	1,81-4,40
40-49	90-205	80-190	2,33-5,31	2,07-4,92
50-59	90-205	90-220	2,33-5,31	2,33-5,70
60-69	90-215	100-235	2,33-5,57	2,59-6,09
70 и более	90-190	90-215	2,33-4,92	2,46-5,57

- **Норма ЛПНП в биохимическом анализе крови < 2,59 ммоль/л; норма для ЛПВП – 1,04-1,55 ммоль/л.**
- *У женщин в среднем значения ЛПВП выше, чем у мужчин. Снижение концентрации ЛПВП ниже 0,90 ммоль/л для мужчин и ниже 1,15 ммоль/л для женщин, а также соотношение липопротеинов низкой плотности к липопротеинам высокой плотности больше 3:1 связывается с повышенным риском атеросклероза.*

Некоторые причины повышения уровня ЛПНП

- алиментарные причины – неправильное питание;
- малоподвижный образ жизни;
- ожирение;
- табакокурение,
- злоупотребление алкоголем;
- сахарный диабет;
- артериальная гипертензия;
- заболевания печени;
- гипотиреоз;
- наследственное нарушение обмена липидов - гиперлиппротеинемия II типа.

ОБМЕН ЛИПИДОВ

- Основная масса липидов тела человека составляют триглицериды жировой ткани. В виде включений они также есть в большинстве тканей и органов.
- Распад (катаболизм) липидов называется гидролизом или ЛИПОЛИЗОМ.
- Т.к. его ускоряет фермент – ЛИПАЗА.
- В результате гидролиза триглицеридов образуется глицерин и три молекулы ВЖК.

ОБМЕН ЛИПИДОВ

- Окисление ЖИРНЫХ КИСЛОТ происходит в митохондриях клеток.
- В результате этого процесса образуются АЦЕТОУКСУСНАЯ и β - (бета) ОКСИМАСЛЯНАЯ кислоты. Они поступают с кровью к мышечной и другим тканям, которые их утилизируют в цикле Кребса.
- Эти 2 кислоты + ацетон получили название КЕТОНОВЫХ ТЕЛ.
- Их усиленное образование в организме - КЕТОЗ.
- Накопление в крови – КЕТОНЕМИЯ;
- Выделение с мочой – КЕТОНУРИЯ.
- ***Повышенное их образование в организме происходит при недостатке ИНСУЛИНА при САХАРНОМ ДИАБЕТЕ.***