



Углеводный обмен

Дорофейков Владимир Владимирович

Заведующий кафедрой биохимии НГУ физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, профессор кафедры лабораторной медицины и генетики НМИЦ им. В.А. Алмазова, д.м.н., профессор



Санкт-Петербург

17.11.2021

БЕЛКИ

100 г

ЛИПИДЫ

100 г

УГЛЕВОДЫ

400 г

Аминокислоты

**Жирные
кислоты,
глицерин**

Глюкоза

ПИРОВИНОГРАДНАЯ
**ПИРОВИНОГРАДНАЯ
КИСЛОТА**

Ацетил-КоА

ЦТК

**Конечные
продукты —
CO₂ и H₂O
продукт**

Примеры макроэргических соединений

АТФ гидролиз 1 моля АТФ = 12 ккал

АДФ

Креатинфосфат (только в мышцах и головном мозге)

- **Ацетил КоА** (митохондрии)
- **Сукцинил КоА** (митохондрии)

Метаболизм углеводов

Углеводы — это альдегиды или кетоны многоатомных спиртов, а также их производные

Углеводы — это класс органических молекул, включающий в себя моносахариды и вещества, гидролизуемые до моносахаридов

Общая формула углеводов — $C_m(H_2O)_n$

Функции углеводов

- Энергетическая
- Структурная
- Регуляторная (пример: ФСГ, ЛГ, ТТГ, рецепторные белки)
- Антигенная (группы крови, резус-фактор)
- Защитная (пример: полисахарид гепарин)

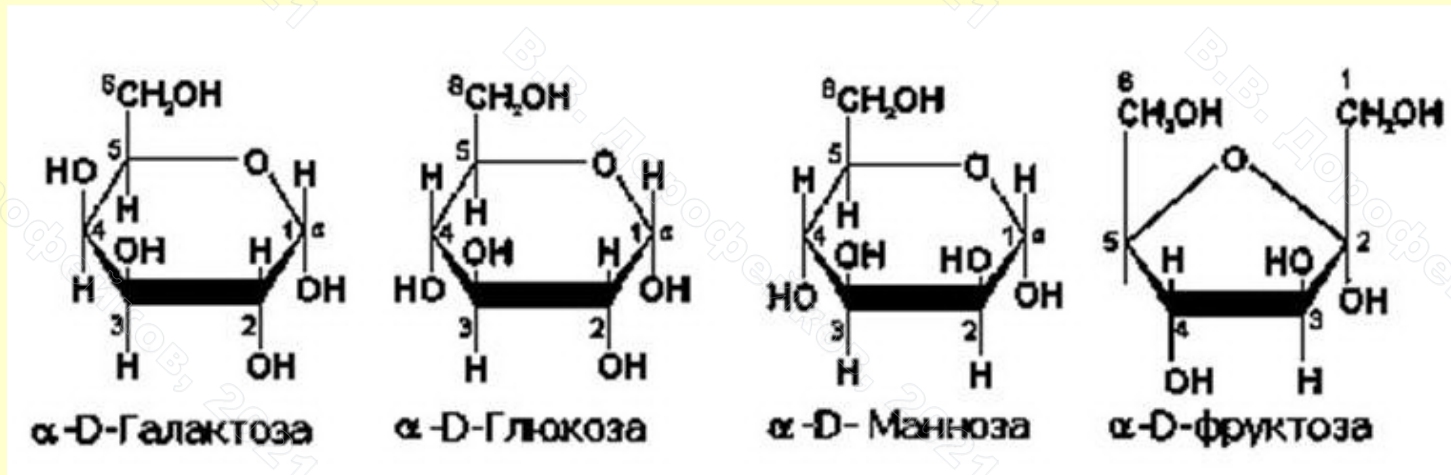
Классификация углеводов

1. Моносахариды

Среди них различают:

- Триозы, тетрозы, пентозы, гексозы и т.п.
- Альдозы и кетозы

Наиболее важные гексозы



Избыток фруктозы в организме

- Коррелирует с повышением ХС ЛПНП, СРБ, мочевой кислоты
- Одновременное поступление насыщенных жиров и фруктозы приводит к синергизму их влияния на организм
- Мочевая кислота, в свою очередь, может способствовать липогенезу, а также выступать посредником в других патологических процессах, которые играют важную роль в развитии метаболического синдрома, высокого артериального давления и подагры
- Отрицательные метаболические эффекты фруктозы усугубляются ее неспособностью, в отличие от глюкозы, вызывать чувство насыщения. Это может быть причиной чрезмерного потребления пищи, богатой фруктозой

Глюкоза и Гликемический индекс (англ. glycemіc (glycaemic) index) **GI**

1981 году Дэвид Дж. А. Дженкинс, профессор университета Торонто в Канаде

Метод. Изменение уровня глюкозы в крови в течение 2 ч после употребления продукта, содержащего 50 г углеводов

GI глюкозы принят за 100 Ед.

Десять здоровых добровольцев натошак в течение 15 минут употребляют порцию продукта, содержащую 50 граммов углеводов. В течение следующих двух часов через каждые 15 минут у них измеряют уровень сахара в крови

Площадь под кривой называется IAUC — Incremental Area Under the (blood glucose response) Curve

Аналогично для каждого из добровольцев определяют IAUC эталона (50 г глюкозы)

Затем IAUC исследуемого продукта каждого из добровольцев делят на его IAUC чистой глюкозы и умножают на 100. Гликемическим индексом продукта называют среднее арифметическое полученных значений

$$\text{GI продукта} = (\text{IAUC продукта} / \text{IAUC глюкозы}) * 100$$

Гликемический индекс

и причины, по которым следует придерживаться рациона с низким GI
(Glycemic Index Foundation):

- Легче управлять уровнем сахара при диабете
- Рекомендован Международной федерацией акушерства и гинекологии при гестационном диабете
- Для достижения и поддержания нормального веса
- Для здорового протекания беременности
- Для поддержания здоровья сердца
- Для поддержания запасов энергии на необходимом уровне
- Для повышения умственного потенциала
- Для улучшения спортивных показателей

Для продуктов питания:

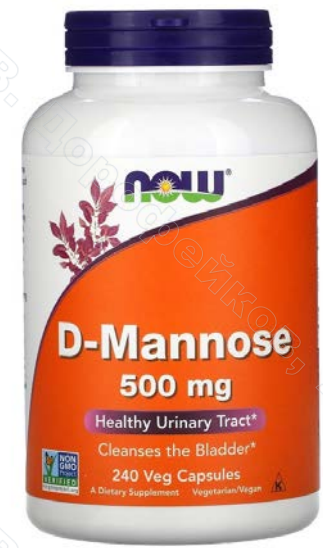
Низкий GI: 55 и ниже

Средний GI: 56-69

Высокий GI: выше 70

Манноза

Содержится в: **клюква**, апельсины, яблоки, персики, черника, манго, крыжовник, черная смородина, красная смородина, помидоры, лисички



Похожа по свойствам на глюкозу, сладкий вкус, быстро всасывается, но не метаболизируется, 90% от поступившей с пищей маннозы в течение 60 минут оказывается в мочевом пузыре

Предотвращает там адгезию патогенных бактерий (кишечная палочка, стрептококки, клебсиелла, энтерококки) к уротелию, применяют для лечения и особенно профилактики циститов (БАДы, по 500-1000 мг капсулы)

Фруктоза

Фруктоза — самый сладкий из природных сахаров.

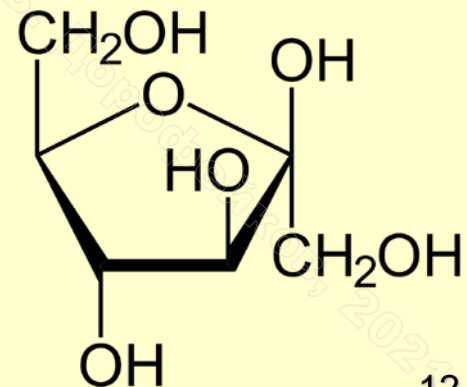
Кристаллическая фруктоза в 1,8 раза слаще сахарозы.

Это позволяет использовать фруктозу как подсластитель, который обеспечивает такую же сладость, как сахароза, но при этом имеет более низкую пищевую ценность. Сладость фруктозы в растворах зависит от температуры, pH и концентрации: она повышается при охлаждении раствора (это объясняют повышением доли более сладких пиранозных форм) и при подкислении раствора.

Частично превращается в *глюкозу* в кишечнике

Инулин — это УВ, который получают из корней цикория (15-20% от общей массы) и клубней артишока

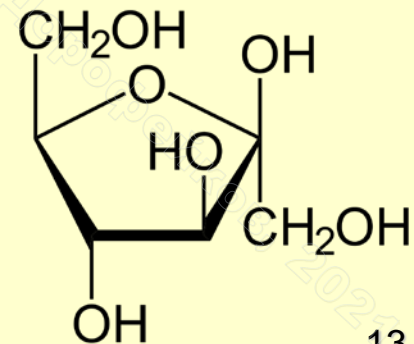
Фруктозу получают в промышленных масштабах из крахмала, сахарозы и инулина



Фруктоза (применение)

Повышенная сладость и синергетическое действие с другими подсластителями позволяет добавлять в продукты меньше сахара, поэтому фруктозу часто используют в низкокалорийной пище

- Способна усиливать фруктовые вкусы
- Обладает высокой растворимостью при низких температурах, поэтому её используют в производстве мороженого, где эти свойства важны для текстуры продукта
- Применяется в напитках (газированных, спортивных, низкокалорийных и т. д.), замороженных десертах, выпечке, консервированных фруктах, шоколаде, конфетах и молочных продуктах. Благодаря хорошей растворимости в этаноле она применяется в сладких ликёрах



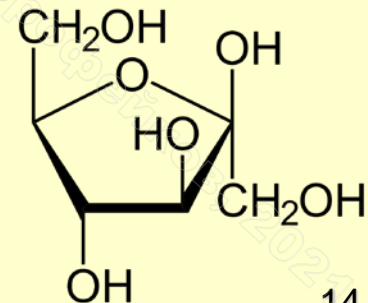
Фруктоза (здоровье)

Влияние фруктозы на уровень глюкозы в крови незначительно
Её гликемический индекс = 32, что объясняется её частичным превращением в глюкозу в печени

Фруктоза слабо стимулирует секрецию инсулина и может проникать в клетки без его участия, поэтому она рекомендована как подсластитель для диабетиков

Считают, что чрезмерное потребление продуктов, богатых фруктозой, приводит к негативным последствиям для здоровья

В отличие от глюкозы, метаболизм которой более жестко контролируется ФФК, метаболизм и регулирование обмена фруктозы происходит менее сложным способом. Фермент фруктокиназа, активирующий фруктозу внутриклеточно для включения ее в метаболизм, не подвергается отрицательному обратному контролю со стороны последующих промежуточных звеньев гликолиза, цикла Кребса или АТФ. Это может приводить к избытку ацетил-КоА и активации биосинтеза жирных кислот



Гликемический индекс продуктов, важные замечания и ограничения

Высокий GI

Сахароза (Сахар белый, коричневый) — от 70 до 110

Варёный белый рис — до 112, Белый хлеб — до 100

Варёный и запеченный картофель — до 118

Сухие завтраки из кукурузных хлопьев — до 132

Мальтодекстрин (в спортивном питании, детском питании) — 105-135

Пельмени равиоли — 70

Низкий GI

Виноград 40, Молоко, творог, йогурт, кефир — 30

Фруктоза — 20

Шпинат, Брокколи, Капуста кочанная, Сельдерей, Цветная капуста — 15

Авокадо, Листовой салат, Грибы, Перец зеленый — 10

Петрушка, базилик, ванилин, корица — 5

Сыры, мясо любое, сало, яйца куриные, сухие вина — 0 (расчет невозможен из-за отсутствия УВ)

Например, рассчитать для сметаны GI. Продукт содержит УВ — 3%, чтобы съесть 50 г углеводов, необходимо, чтобы добровольцы за 15 мин проглотили 1500 мл сметаны

Гликемический индекс GI

К сожалению, полностью полагаться даже на авторитетные справочные источники данных о GI нельзя. Это связано с тем, что GI конкретного продукта может зависеть от множества факторов, таких как использованное сырье и технология производства.

Например, GI макаронных изделий может колебаться от 39 до 77. Разные макаронные изделия могут быть отнесены как к продуктам с низким (ниже 55), так и к продуктам с высоким GI (выше 70)

Очень сильно меняется GI в процессе приготовления пищи, например, при варке мяса, птицы, т.к. часть продукта переходит в бульон

Каждый человек с глюкометром может сам рассчитать GI продукта или блюда, что и делают больные гестационным диабетом по указанию врача-эндокринолога

Гликемическая нагрузка (GL)

Формула $GL = (\text{содержание чистого углевода на } 100\text{г продукта})/100 * GI$

Например, для арбуза $GL = 5/100 * 72 = 3.6$ Ед

(GI арбуза 72, содержание углеводов в арбузе 5 г в 100 г без учета корки)

GL выше 19 — высокая нагрузка, GL от 11 до 19 — средняя, до 11 — низкая

При похудении или при диабетическом питании с целью нормализации уровня инсулина гликемическая нагрузка должна составлять не более 60-80 Ед в сутки

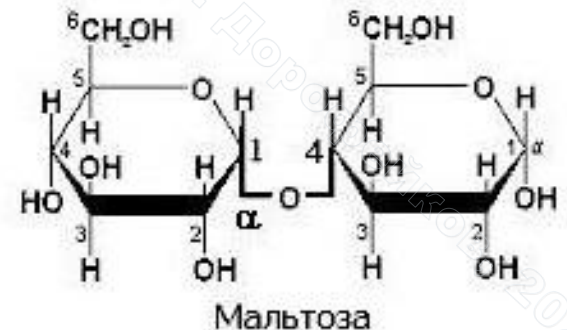
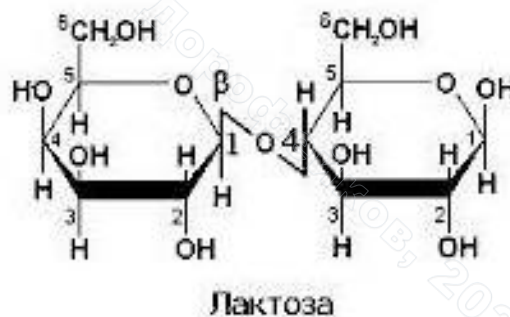
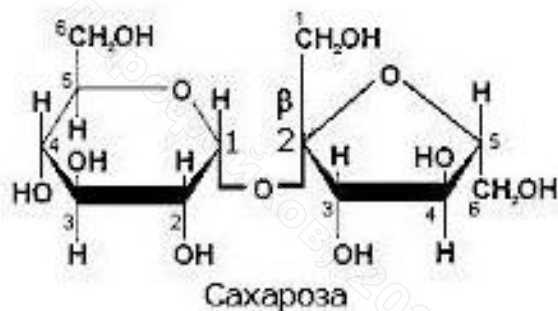
Банан	100 г	GI 62	GL 13
Молоко	100 г	GI 32	GL 1

Классификация углеводов

2. Дисахариды

Состоят из двух моносахаридных звеньев, связанных между собой гликозидной связью, которая может быть альфа-гликозидной (например, в мальтозе) или бета-гликозидной (например, в лактозе)

Наиболее важные энергетические дисахариды



Лактоза. переваривание фермент III класса — лактаза

Лактаза кодируется геном LCT, находящимся на длинном плече хромосомы 2 в 21-м районе (локус 2q21). Прилежащий к нему ген MCM6 содержит регуляторный элемент, который контролирует изменение экспрессии LCT в зависимости от возраста. Известно по крайней мере четыре различных мутации в регуляторном элементе MCM6, которые обеспечивают синтез лактазы, и следовательно, способность усваивать лактозу, в течение всей жизни

У многих людей лактоза не усваивается.

Симптомы: диарея, боли и вздутие живота, тошнота и рвота после употребления молочных продуктов. У этих людей лактаза отсутствует или производится в недостаточном количестве. Лактоза остаётся в кишечнике в исходном виде и связывает воду, что вызывает диарею. Кроме того, кишечные бактерии вызывают брожение молочного сахара, в результате чего происходит вздутие живота

Непереносимость молочного сахара довольно распространена. Так, в Швеции и Дании непереносимость лактозы встречается примерно у 3% взрослых лиц, в Финляндии и Швейцарии — у 16%, в Англии — у 20-30%, во Франции — у 42%, а в странах Юго-Восточной Азии и у афроамериканцев в США и китайцев и индейцев — почти у 100%. Неperеносимость лактозы часто встречается среди коренного населения Африки, Америки и ряда стран Азии, что связано с отсутствием в этих регионах традиционного молочного животноводства. Например, в племенах масаев, фулани и тасси в Африке выращивают молочный скот, и у взрослых представителей этих племен непереносимость лактозы встречается относительно редко. Частота этого явления в России составляет в среднем около 17%

Лактоза

Анализ ДНК останков жителей Европы возрастом 3800-6000 лет показал, что переносимость лактозы тогда ещё не была обычна. Популяции в это время уже занимались разведением животных, дающих молоко, но потребляли его преимущественно в ферментированной форме — в виде творога и сыров, поскольку они бедны лактозой. Мутации, оставляющие ген лактазы активным во взрослом возрасте, у жителей Восточной Африки отличны от таковых у жителей Европы. В Африке три разные мутации, позволяющие переносить лактозу, появились между 2700 и 6800 годами назад. Хорошая переносимость молочного сахара дала носителям этого гена преимущества в борьбе за выживание и позволила широко распространиться

Непереносимость лактозы в зависимости от возраста:

в возрасте 3 лет, 6 лет и 10 лет частота составляет соответственно:

18%, 30% и 47% для мексиканцев, проживающих в США

30%, 80% и 85% для китайцев

У жителей Северной Европы непереносимость лактозы обычно развивается после 20 лет

У японцев симптомы непереносимости проявляются при употреблении более 200 мл молока

Диагностика и профилактика

Установить у себя непереносимость каждый пациент может сам с помощью характерных симптомов. Если при уменьшении потребления молочных продуктов симптомы проходят, но возвращаются, когда пациент опять употребляет молочные продукты, то, скорее всего, дело в непереносимости лактозы

Существуют также специальные врачебные методы диагностики. Например, пациент принимает 50 граммов лактозы, после чего измеряется содержание водорода в выдыхаемом воздухе.

Лактоза в толстой кишке перерабатывается бактериями. При этом образуется водород, который выдыхается через лёгкие. Если количество водорода в воздухе, выдыхаемом пациентом, поднимается до уровня выше 20 ppm, а глюкоза в крови поднимается меньше чем на 1 ммоль/л, то ставится диагноз непереносимости лактозы (**дыхательный водородный тест**)

Проблемы недостаточности характерны для молочных продуктов, которые подвергались термической обработке, и не были употреблены в пищу в первые часы после нагревания выше 40 С. Люди, страдающие от непереносимости лактозы, могут употреблять сырое молоко или термически обработанное молоко в первые часы после нагревания. Это связано с тем, что во всех сырых продуктах содержатся ферменты для его самопереваривания (индуцированный аутолиз), которые при нагреве начинают разрушаться

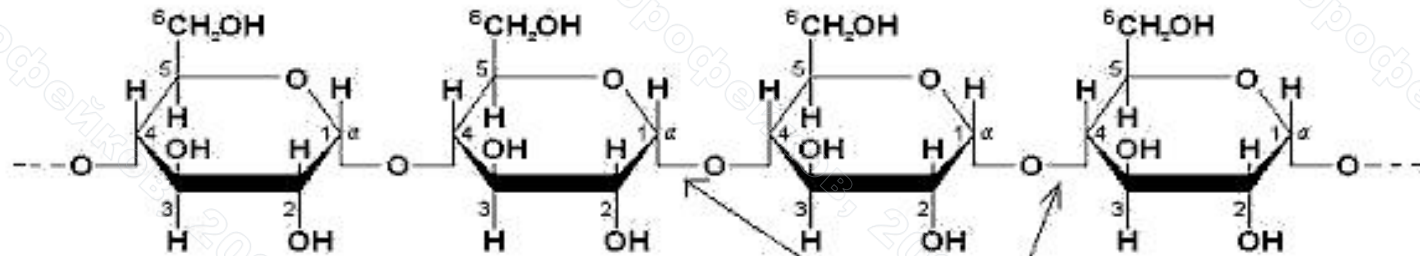
Диета

Для людей с непереносимостью лактозы существует несколько вариантов **питания**: некоторые из них в состоянии переносить продукты, прошедшие процесс молочнокислого брожения, например сыр, кефир, творог и йогурт, так как в них молочный сахар бактериями переводится в молочную кислоту

Те, у которых непереносимость развита слишком сильно, могут употреблять специальные молочные продукты, содержащие весьма небольшое количество лактозы

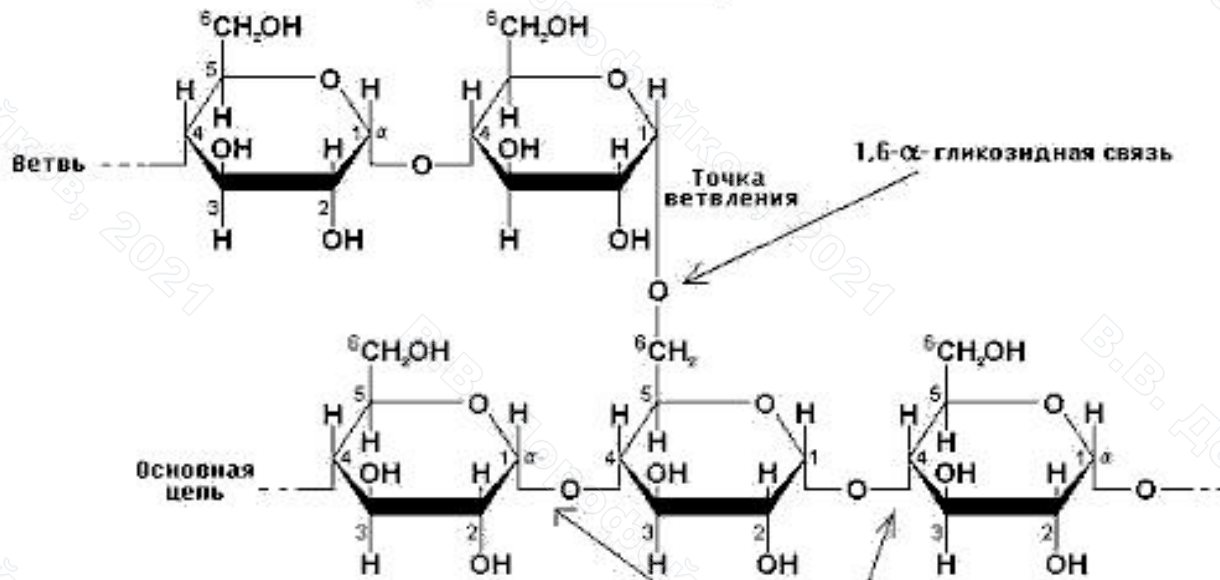
Вместе с тем тот факт, что люди с непереносимостью лактозы, как правило, без всяких осложнений употребляют **мороженое и сладкое сгущённое молоко**, стал причиной исследований природы данной дисфункции. Лактоза, как и любой ди- или олигосахарид (в данном случае, состоящий из остатков галактозы и глюкозы) может расщепляться не только лактазой (β -галактозидазой), атакующей галактозную группу, но и α -глюкозидазой, атакующей остаток глюкозы. Проблема состоит в том, что для выделения α -глюкозидазы продукт должен ощущаться организмом как сладкий, (у детей, с их повышенной остротой ощущений, данная проблема не стоит так остро, чем, в основном, и объясняют относительно меньшее число страдающих данным расстройством). Клинические эксперименты показали, что добавка сахарозы в молочный продукт в количестве 1,0-5,0% от массы продукта повышает переносимость лактозы до 48-96%. Ингибиторы α -глюкозидазы используют для уменьшения переваривания и всасывания сахаров (Акарбоза, «глюкобай») у больных диабетом 2 типа (метеоризм из-за поступления в толстую кишку непереваренных УВ)

Крахмал и гликоген



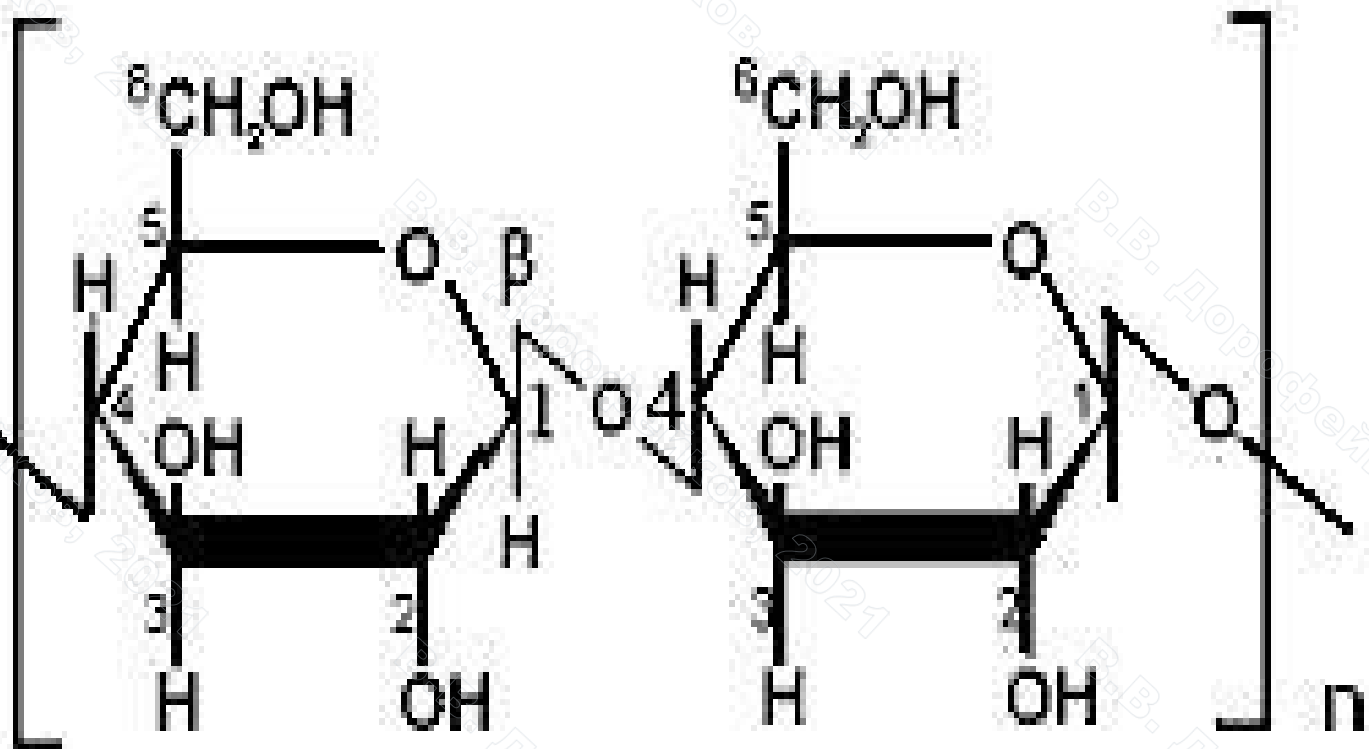
АМИЛОЗА

1,4- α -гликозидные связи



АМИЛОПЕКТИН (ГЛИКОГЕН)

1,4- α -гликозидные связи



Целлюлоза (фрагмент молекулы)

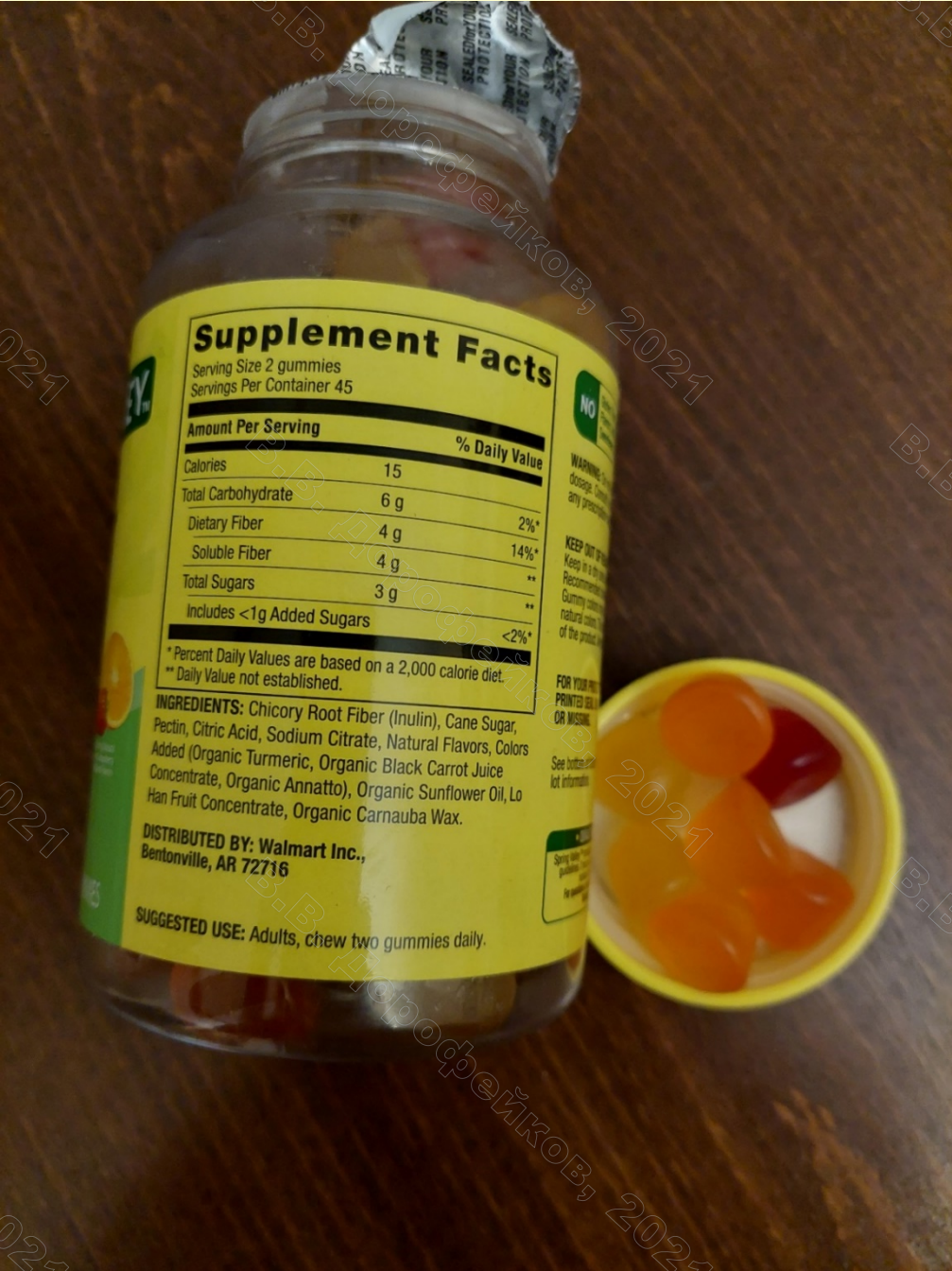
Пищевые волокна (fiber), клетчатка

Сумма полисахаридов и лигнина, которые не перевариваются
Эндогенными секретами желудочно-кишечного тракта человека

Суточная потребность 20-25 г

Растворимые и нерастворимые

- ЛИГНИН (В анализе древесины лигнин рассматривают как её негидролизующую часть. Древесина лиственных пород содержит 18-24% лигнина, хвойных — 23-50%, солома злаков — 12-20%)
- Некрахмальные полисахариды
- Целлюлоза и гемицеллюлозы
- Нецеллюлозные полисахариды
- Пектиновые вещества (растворимы, в промышленных масштабах пектиновые вещества получают в основном из яблочных и цитрусовых выжимок, сахарной свёклы, корзинок подсолнечника, тыквы; отличные сорбенты)
- Камеди
- Слизи
- Запасные полисахариды, подобные инулину (растворим)



Supplement Facts

Serving Size 2 gummies
Servings Per Container 45

Amount Per Serving	% Daily Value
Calories	15
Total Carbohydrate	6 g
Dietary Fiber	4 g 2%*
Soluble Fiber	4 g 14%*
Total Sugars	3 g **
Includes <1g Added Sugars	<2%*

* Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet.
** Daily Value not established.

INGREDIENTS: Chicory Root Fiber (Inulin), Cane Sugar, Pectin, Citric Acid, Sodium Citrate, Natural Flavors, Colors Added (Organic Turmeric, Organic Black Carrot Juice Concentrate, Organic Annatto), Organic Sunflower Oil, Lo Han Fruit Concentrate, Organic Carnauba Wax.

DISTRIBUTED BY: Walmart Inc., Bentonville, AR 72716

SUGGESTED USE: Adults, chew two gummies daily.

WARNING: Do not exceed recommended dosage. Consult your physician if you are pregnant, nursing, or taking any prescription medications.

KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN. See bottom of bottle for more information. For your protection, please check the printed seal on the cap for tampering or missing seal.

Функции пищевых волокон

- Усиливают перистальтику, обеспечивают достаточный объем каловых масс и влияют на скорость их прохождения через пищеварительный тракт — снижают уровень холестерина в крови
- Связывают желчные кислоты
- Немного снижают уровень глюкозы крови (так как замедляется гидролиз углеводов), нормализуют состав микрофлоры ЖКТ
- Проявляют пребиотическое действие (способствуют бактериальному синтезу витаминов B₂, B₆, PP)
- Волокна являются источником энергии — 50% пищевых волокон под действием бактерий распадается до жирных кислот, водорода и метана
- Способствуют выведению из организма токсинов, тяжелых металлов и радионуклидов
- Могут связывать и выводить из организма жирорастворимые витамины и важные микроэлементы такие как кальций, магний, железо, цинк, медь

Содержание пищевых волокон в продуктах

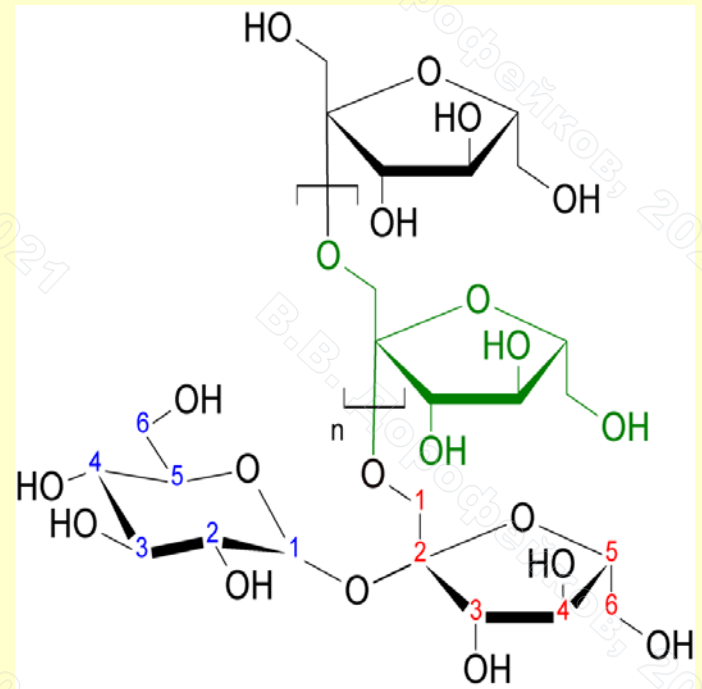
	ккал	г/100 г продукта
Пшеничные отруби	165	43,0
Хлеб из ржаной муки	200	8,0
Хлеб бородинский	201	7,9
Хлеб зерновой	228	6,1
Каша гречневая	101	2,7
Каша овсяная	109	1,9
Хлеб пшеничный из муки 1С	240	3,2
Хлеб пшеничный из муки В/С	250	2,3
Макароны отварные	135	1,1
Каша манная	100	0,8
Грибы жареные	172	6,8
Курага	242	18,0
Яблоки сушеные	253	14,9
Изюм	281	9,6
Фасоль стручковая	16	2,5
Помидоры	24	1,4
Белокочанная капуста	28	2,0
Петрушка, укроп, салат	30	2,0
Морковь	35	2,4
Апельсин	43	2,2
Смородина чёрная	44	4,8

Инулин

Гомополисахарид, содержащий до 35 остатков фруктозы, запасной УВ в корнях цикория, топинамбура, агавы, лопуха (до 60% массы корней)

Всасывается в кровь, не метаболизируется, фильтруется в почках, не реабсорбируется

Для расчета почечного клиренса



Калорийность пищи и углеводов

Калория (лат. calor — тепло, жар) — внесистемная единица количества теплоты; энергия, необходимая для нагревания 1 грамма воды с 19.5 до 20.5° C. (ккал — 1000 мл воды)

1 кал = 4,1868 Дж; 4 ккал/ 1 г УВ

Под калорийностью, или энергетической ценностью пищи, подразумевается количество энергии, которое получает организм при полном её усвоении

Чтобы определить полную энергетическую ценность пищи, её сжигают в калориметре и измеряют тепло, выделяющееся в окружающую его водяную баню

Аналогично измеряют и расход энергии человеком: в герметичной камере калориметра измеряют выделяемое человеком тепло и переводят его в «сожжённые» калории — так можно узнать физиологическую энергетическую ценность пищи



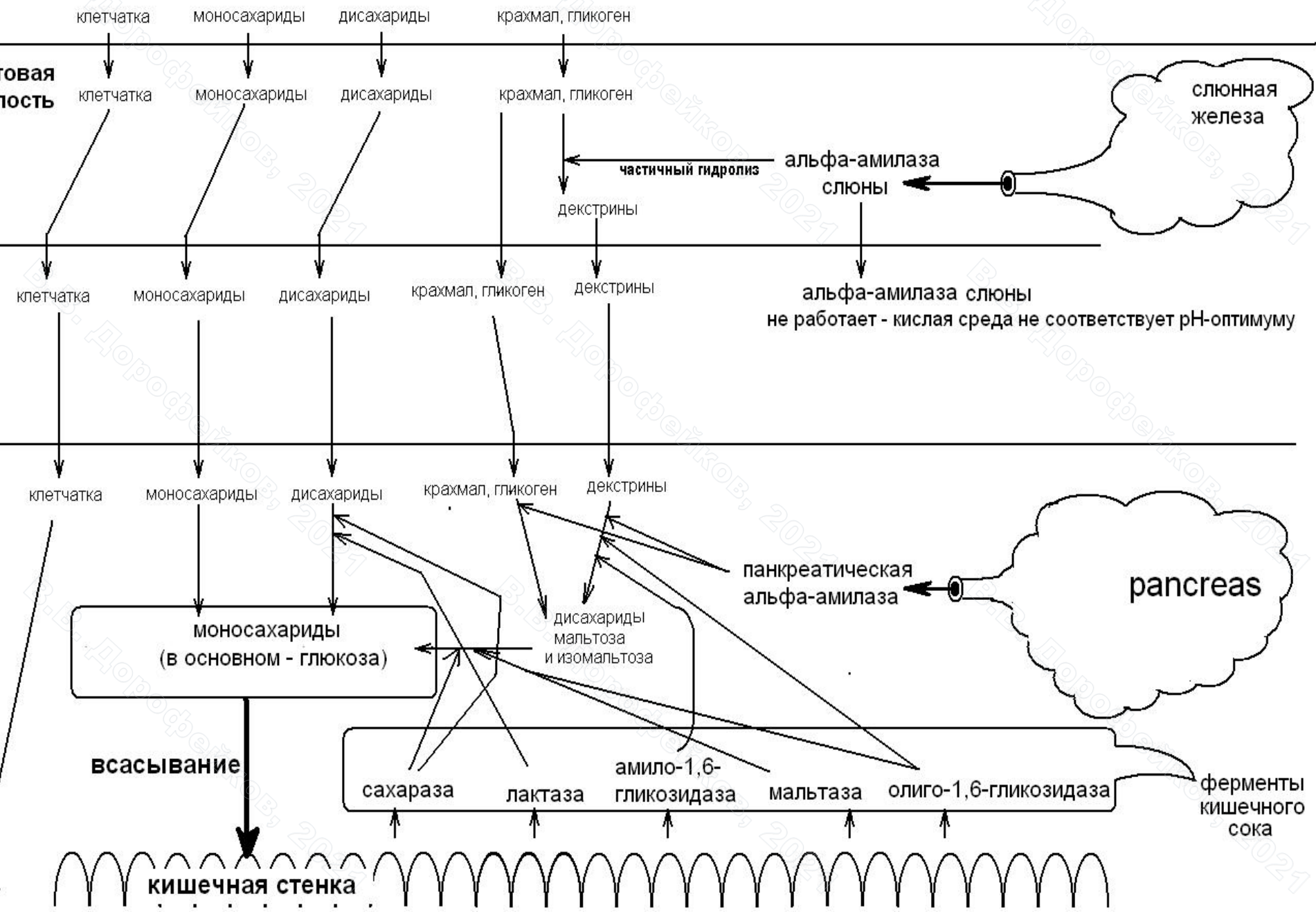
Определение Калорийности по Лавуазье (музей в Париже)

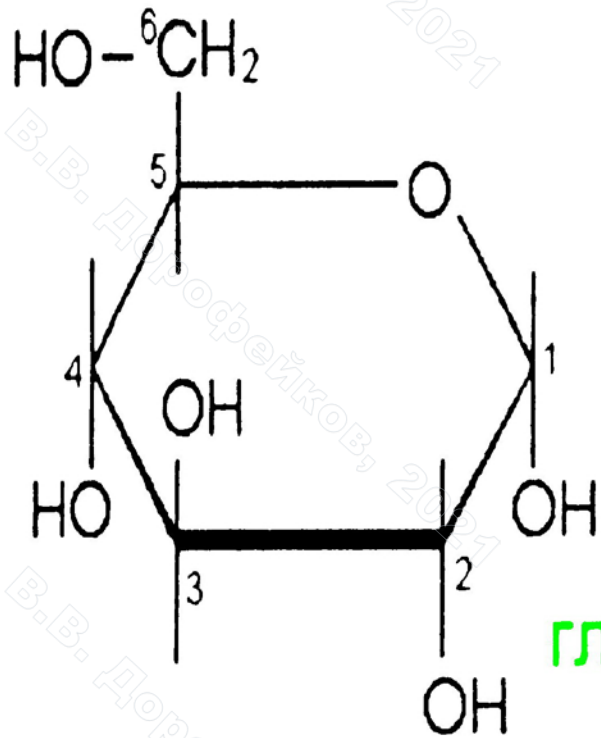
Карл Фойт (Мюнхен)

Потребность в УВ — 500 г, белки 113 г
— на основе питания в середине XIX века
зажиточных немцев

Компонент пищи	ккал/г
Жиры	9,3
Белки	4,1 (не служат для энергетических целей)
Углеводы	4,1
Карбоновые кислоты (лимонная кислота и др.)	2,2 (часто пренебрегают)
Многоатомные спирты (глицерин)	2,4
Этиловый спирт	7,1
Пищевые волокна	1,9

Переваривание углеводов в желудочно-кишечном тракте





глюкоза

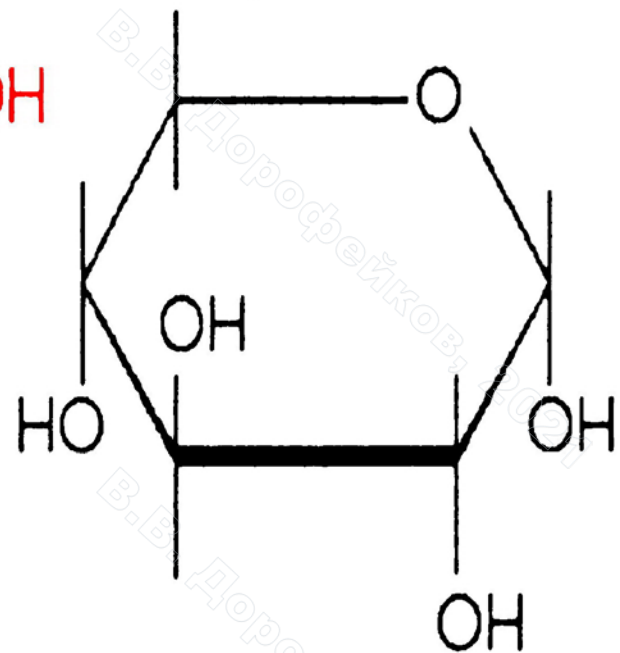
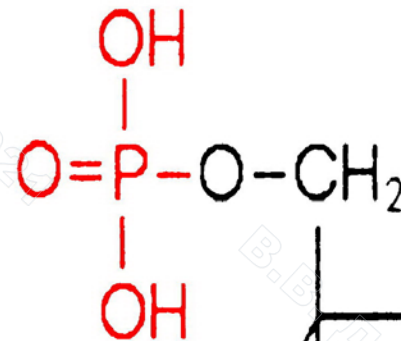
гексокиназа
АТФ → АДФ



← В печени!



глюкозо-6-фосфатаза



глюкозо-6-фосфат

кровь

глюкоза

ЦИТОЗОЛЬ

глюкоза

глюкозо-6-фосфат

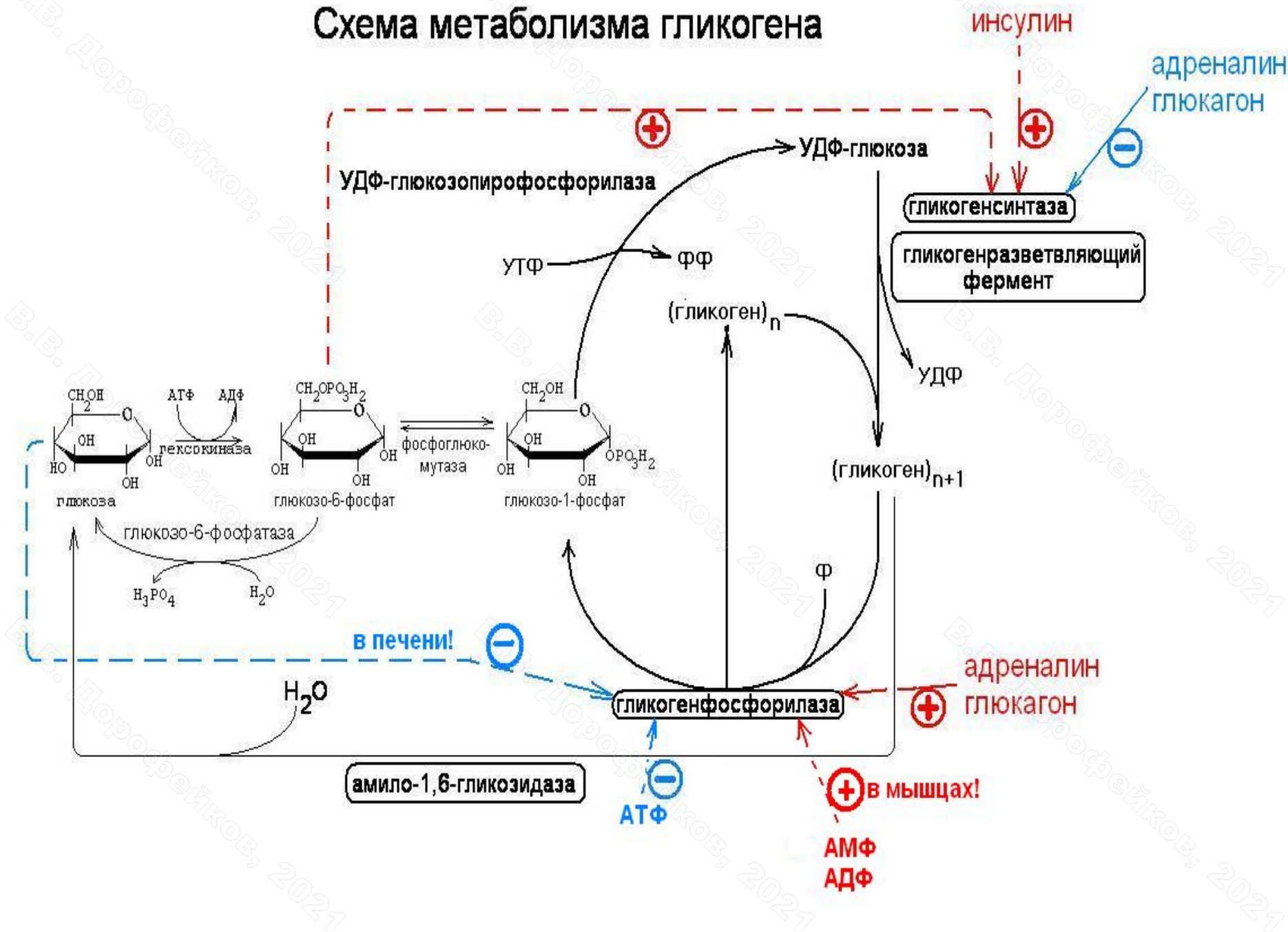
биогенез
структурных
углеводов

ГМФ-путь
(распад)

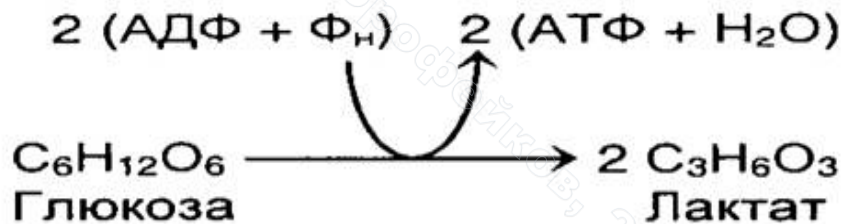
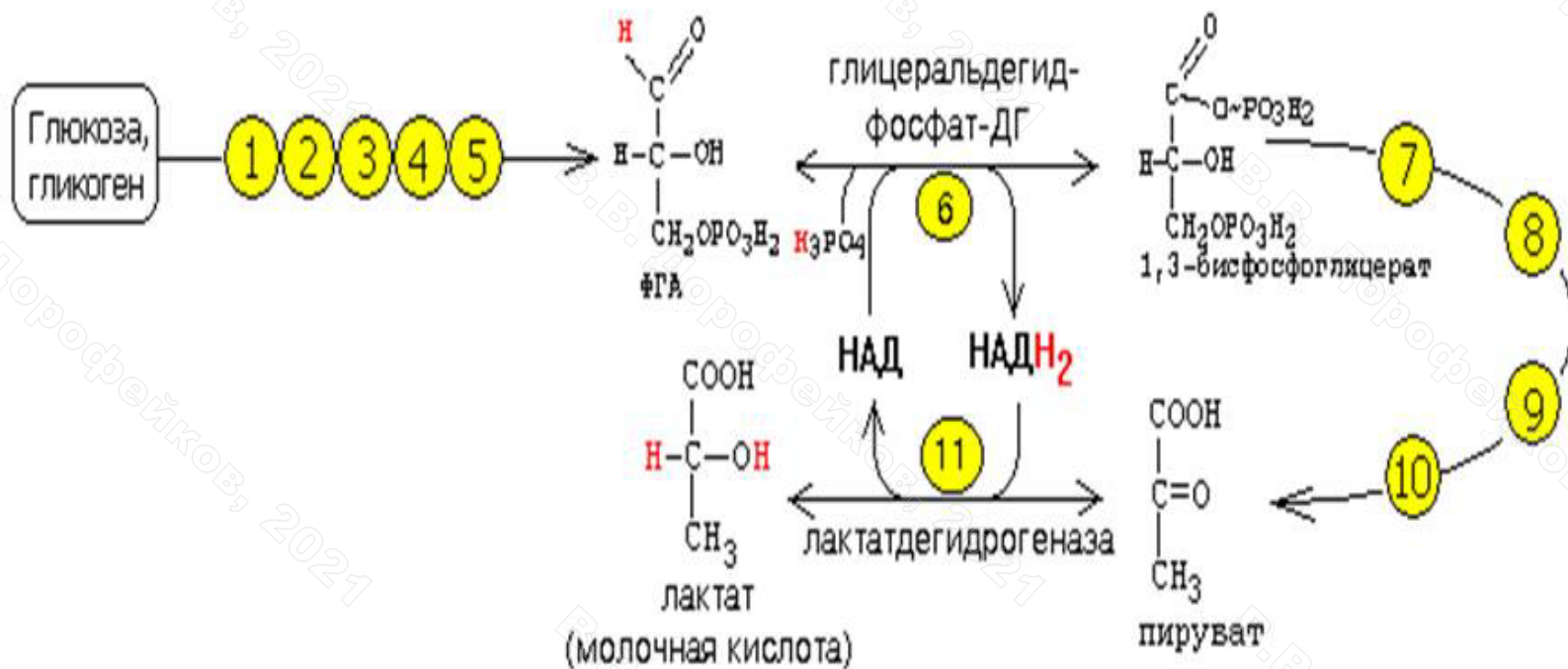
ГБФ-путь
(распад)

синтез гликогена

Схема метаболизма гликогена

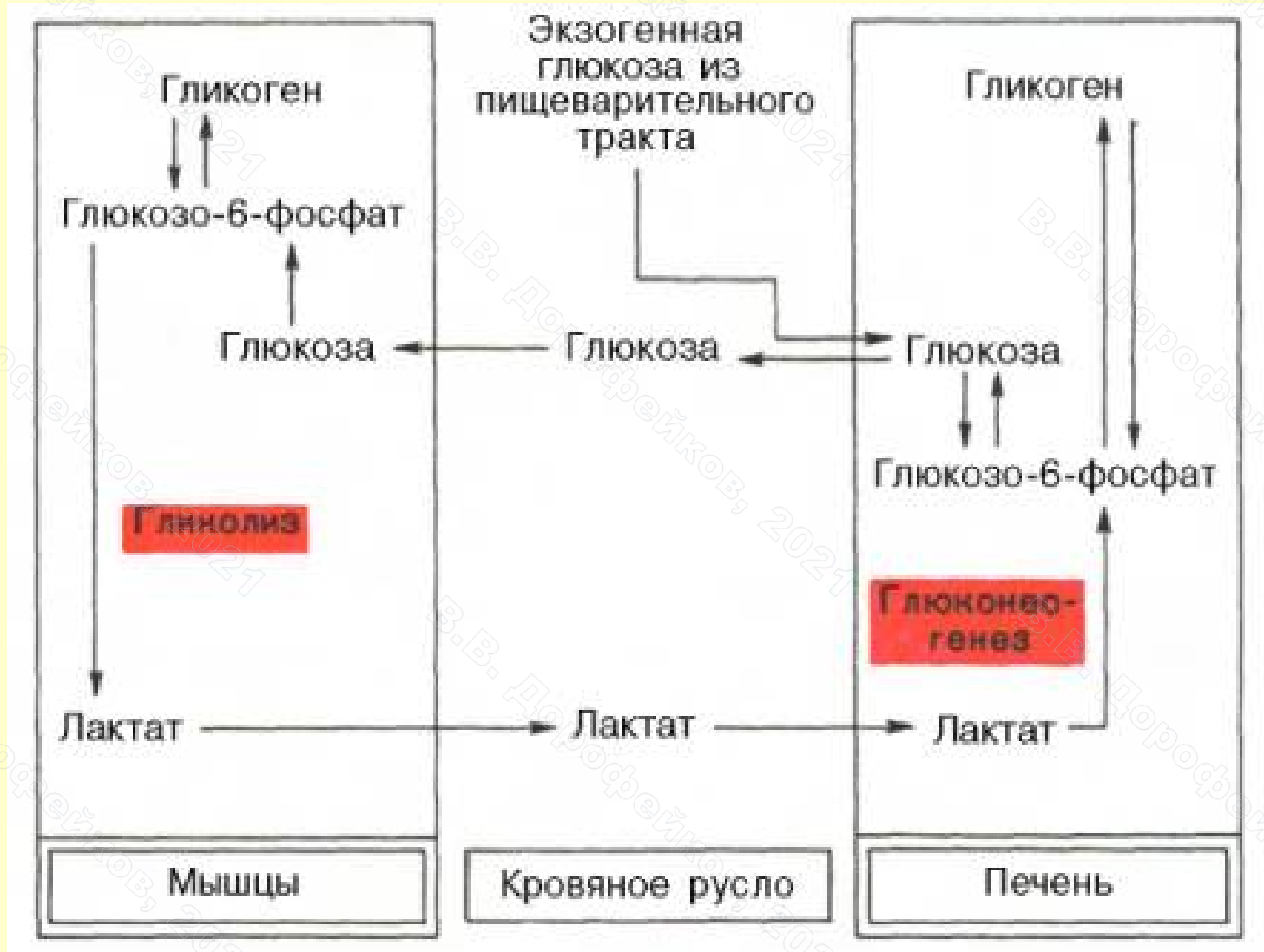


Гликолиз. Реакции гликолитической оксидоредукции



Итоговое уравнение гликолиза.

Цикл Кори





Отто Варбург

1883-1970 гг.

Нобелевская премия 1931 г.

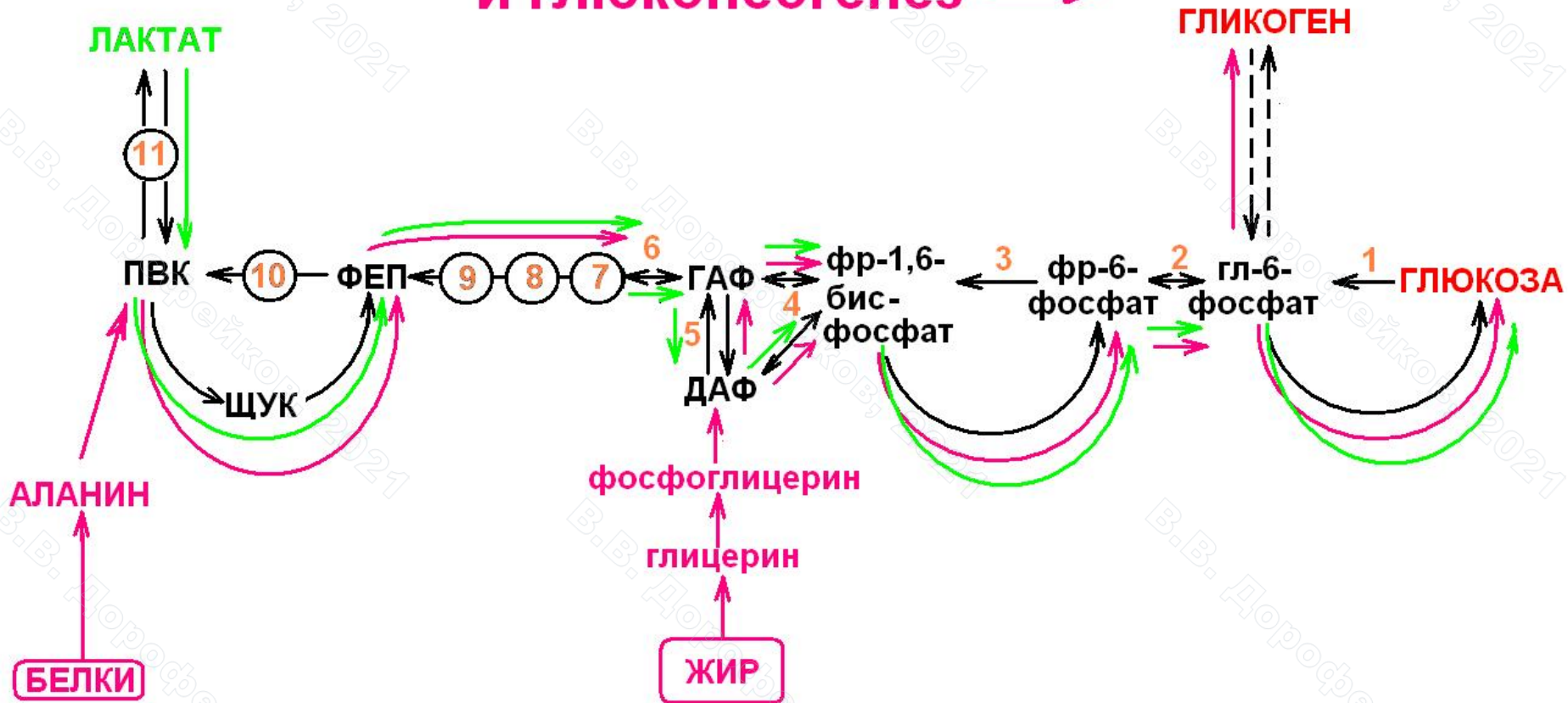
(открытие ферментов митохондриального окисления, коферменты ФАД, ФМН, «желтый» энзим Варбурга)

Эффект Варбурга — склонность большинства раковых клеток производить энергию преимущественно с помощью анаэробного гликолиза с образованием молочной кислоты, а не посредством окисления пирувата в митохондриях с использованием кислорода как в большинстве нормальных клеток

В клетках быстро растущей злокачественной опухоли уровень гликолиза почти в 200 раз выше, чем в нормальных тканях. При этом гликолиз остаётся предпочтительным даже в условиях, когда кислорода много

Эффект открыт немецким биохимиком в 1920-х годах

Обращение гликолиза → и глюконеогенез →



Факторы риска острого инфаркта миокарда

Популяционный риск ОИМ — 90%

Факторы риска	Относительный риск
АпоВ/АпоА	3,25
Курение	2,87
Сахарный диабет	2,37
АГ	1,91
Абдоминальное ожирение	1,12
Стресс и депрессия	2,67
Регулярная физическая активность	0,86
Регулярное употребление овощей и фруктов	0,7
Регулярное употребление малых доз алкоголя	0,91

52 страны, 15152 пациента, случай-контроль

Лабораторные маркеры атерогенеза

Цит. Дорофейков В.В. Современные лабораторные технологии и риск сердечно-сосудистых осложнений. Трансляционная медицина 2015, СПб., Под ред. академика РАН Е.В. Шляхто. С.290-321

Липидограмма, включая коэффициент атерогенности (ОМС)

Прямое определение ХС ЛПНП (300 руб.)

Липопротеин (а) (выше 0.5 г/л) (1000-1200 руб.)

Аполипопротеины В, А1, В/А1 (500 руб. каждый)

Фибриноген (кинетический метод)

Гомоцистеин (выше 12-15 мкмоль/мл) (1100-1800 руб.)

Инсулинорезистентность, нарушения толерантности к глюкозе

Высокочувствительный С-реактивный белок (более 2 мг/л) (300-400 руб.)

Концентрация одного из сердечных тропонинов, определенная высокочувствительным методом (800-1200 руб.)

Мозговой натрийуретический пептид (3000-3500 руб.)

Риск (SCORE), %	Уровень ХС ЛНП (ммоль/л)				
	< 1,5	1,5-2,4	2,5-3,9	4,0-4,8	≥ 4,9
< 1 низкий					
Класс / уровень	I/C	I/C	I/C	I/C	IIa/A
≥ 1 и < 5 умеренный					
Класс / уровень	I/C	I/C	IIa/A	IIa/A	I/A
≥ 5 и < 10 высокий					
Класс / уровень	IIa/A	IIa/A	IIa/A	I/A	I/A
≥ 10 очень высокий					
Класс / уровень	IIa/A	IIa/A	I/A	I/A	I/A

Изменить (модифицировать) образ жизни (желтый цвет шкалы SCORE)

- Снижение избыточной массы тела
- Повышение физической активности
- Прекращение курения

Изменить (модифицировать) образ питания (рекомендации ESC, РКО 2019-20 гг.)

- Снижение насыщенных жиров, трансжиров, увеличение полиненасыщенных ЖК, фитостеролов
- Снижение потребления быстрых УВ (моно и ди-сахаридов, в том числе фруктозы) и картофеля
- Добавление красного риса и сои
- Снижение потребления ХС
- Умеренное потребление алкоголя

Витамин D влияет на...

Участвует в регуляции пролиферации и дифференциации клеток всех органов и тканей, в том числе клеток крови и иммунокомпетентных клеток

Он регулирует синтез рецепторных белков, ферментов, гормонов, причем не только регулирующих обмен кальция (паратгормон, кальцитонин), но и ТТГ, *глюкокортикоидов*, пролактина, гастрина, *инсулина* и др.

Ответственен за поддержание функциональной активности многих органов и систем, в том числе сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, печени, поджелудочной железы и т.д.

Витамин D: рекомендации по тестированию и мониторингу*

- При остеопорозе или при высоком риске развития остеопороза
- Все онкологические пациенты, проходящие лечение
- **Все пациенты с гипертензией или кардиологическими рисками**
- Беременные и пациенты с риском разрежения кости
- **Диабетические пациенты и пациенты с ожирением**
- Пациенты с хроническими заболеваниями почек
- Пациенты с аутоиммунными заболеваниями или высоким риском развития таких заболеваний
- Пациенты, перенёвшие операции по пересадке органов
- Пациенты, получающие лечение кортикостероидами

1. Dawson-Hughes B et al. IOF position statement: vitamin D recommendations for older adults. Osteoporos Int 21, 1151 – 1154, 2010.

2. National Kidney Foundation. K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Bone Metabolism and Disease in Chronic Kidney Disease. AmJ Kidney Dis 42: S1 – S202, 2003 (suppl 3) Guideline 7. Prevention and Treatment of Vitamin D Insufficiency and Vitamin D Deficiency in CKD Patients.

3. Souberbielle et al. Vitamin D and musculoskeletal health, cardiovascular disease, autoimmunity and cancer: Recommendations for clinical practice, Autoimmun Rev (2010), doi:10.1016/j. autrev.2010.06.009.

Меню биохимических исследований на примере биохимического анализатора на 2021 год в РФ

95 адаптированных тестов

Биохимия крови

Acid Phosphatase

Albumin

Alkaline Phosphatase

ALT

AST

Amylase

Alpha Amylase

(pancreatic)

Ammonia*

Bilirubin, Total

Bilirubin, Direct

Bilirubin, Neonatal

Bile Acid

CO₂

CK

CK-MB UV

Calcium

Cholinesterase

медь

Creatinine

Cholesterol

GGT

Glucose

Iron

LD

Lactic Acid

D HDL

D LDL

Lipase

Magnesium

Phosphorus

TIBC

Triglyceride

Total Protein

Urea Nitrogen

Uric Acid

UIBC

Zinc**

Glucose

Protein

Электролиты

Sodium

Potassium

Chloride

Моча

Amylase

β-2 Microglobuline

Calcium

Chloride

Creatinine

Glucose

Magnesium

Phosphorus

Potassium

Sodium

Protein

Urea Nitrogen

Uric Acid

albumin

Белки крови

α-1-Antitrypsin

α-1-Glycoprotein

β-2 Microglobuline

Apolipoprotein A1

Apolipoprotein B

ASLO

C3

C4

Ceruloplasmin

CRP

CRP Ultra

CRP wide range

D-Dimer

Ferritin

Haptoglobin

IgA

IgE

IgG

IgM

Lp (a)

Myoglobin

Prealbumin

Transferrin

RF

k & l Light Chain

Лекарства в крови

Amphetamines

Barbiturates

Benzodiazepine

THC 50

Cocaine

Opiates (300, 2000)

PCP/Phencyclidine

Propoxyphene

Methadone

Ethanol (S/ P/ U)

Carbamazepine

Phenobarbital

Theophylline

Phenytoin

Digoxin

Digitoxin

Valproic Acid

Gentamicin*

Другие

HbA1C

Fructosamine

Основные лабораторные маркеры диагностики и контроля

1. Глюкоза в крови
2. Плазме
3. Сыворотке
4. Моче
5. Глюкозотолерантный тест — OGTT
6. Гликированный гемоглобин — HbA1c
7. Фруктозамин

Диабет и беременность

Уровень гликемии на протяжении 6 месяцев до зачатия и в течение I триместра беременности коррелирует с ее исходом

Жесткий контроль за уровнем глюкозы (HbA1c) позволяет снизить частоту пороков развития плода с 33 до 2%



С-реактивный белок и диабет 1-го типа

У пациентов с диабетом 1-го типа, но без осложнений, СРБ повышен в 2-3 раза

У пациентов с осложнениями СРБ повышен более чем в 5 раз

hsCRP — предиктор осложнений при диабете 1-го типа



НbA1с и контроль осложнений диабета

Риски обратимы

Согласно трем независимым широкомасштабным исследованиям, снижение уровня НbA1с на 1% приводило к значительному снижению риска

- Ретинопатий
- Нефропатий
- Нейропатий
- Сердечно-сосудистых заболеваний

Lower A1C Reduces Incidence of Complications

A1C	<u>DCCT</u> 9 → 7%	<u>Kumamoto</u> 9 → 7%	<u>UKPDS</u> 8 → 7%
Retinopathy	63%	69%	17-21%
Nephropathy	54%	70%	24-33%
Neuropathy	60%	—	—
Macrovascular disease	41%*	—	16%*

*Not statistically significant.

Diabetes Control and Complications Trial (DCCT) Research Group. *N Engl J Med.* 1993;329:977-986.

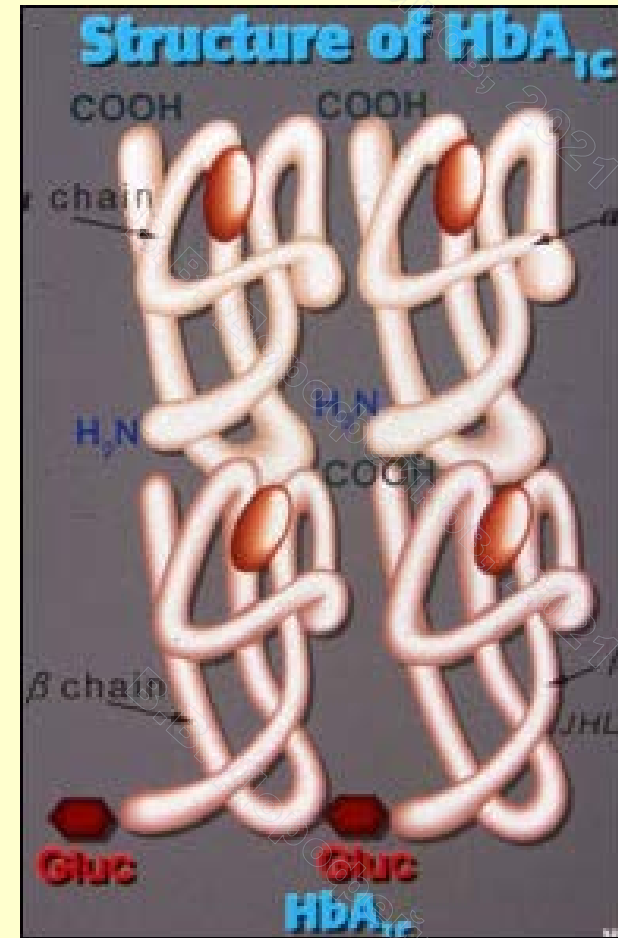
Ohkubo Y et al. *Diabetes Res Clin Pract.* 1995;28:103-117.

UK Prospective Diabetes Study Group (UKPDS) 33. *Lancet.* 1998;352:837-853.

HbA1c — «память» о сахаре в крови

HbA1c — гликозилированный гемоглобин — результат неэнзиматической реакции между гемоглобином А, содержащимся в эритроцитах, и глюкозой сыворотки крови

Скорость гликозилирования HbA1c (и его концентрация) обусловлены средним уровнем глюкозы, который существует в течение жизни эритроцита



О чем говорит HbA1c

Эритроциты имеют разный возраст, для усредненной характеристики уровня глюкозы, связанной с HbA1c, ориентируются на полупериод жизни эритроцитов — 60 суток

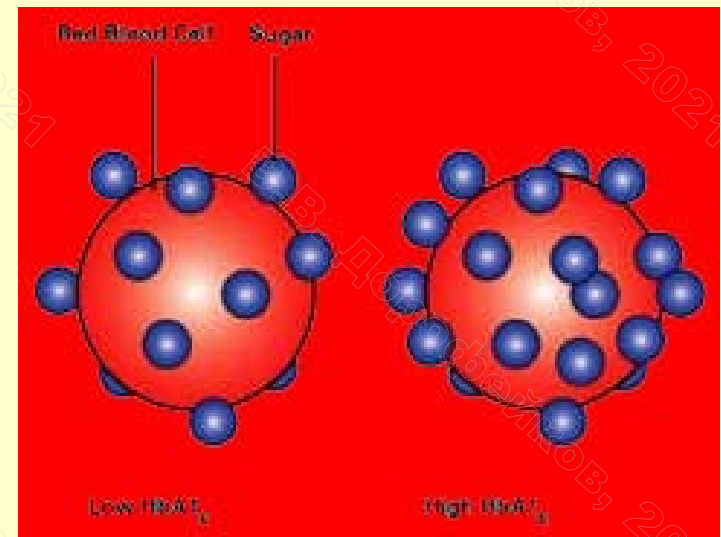
Уровень HbA1c свидетельствует:

- об уровне глюкозы натошак
- о препрандиальном и постпрандиальном уровнях глюкозы **одновременно**

HbA1c характеризует средний уровень глюкозы на протяжении последних 1-2 месяцев

Референсное значение:
Нет диабета 4-6% от Hb
Целевое значение для больных диабетом 6,5-7,5% (глюкоза плазмы 8-10 ммоль/л)

НО — точно ли мы его измеряем?



НbA1с и тяжесть повреждений коронарных артерий

Ангиография и определение уровней НbA1с у больных диабетом 2 типа с сердечной болью

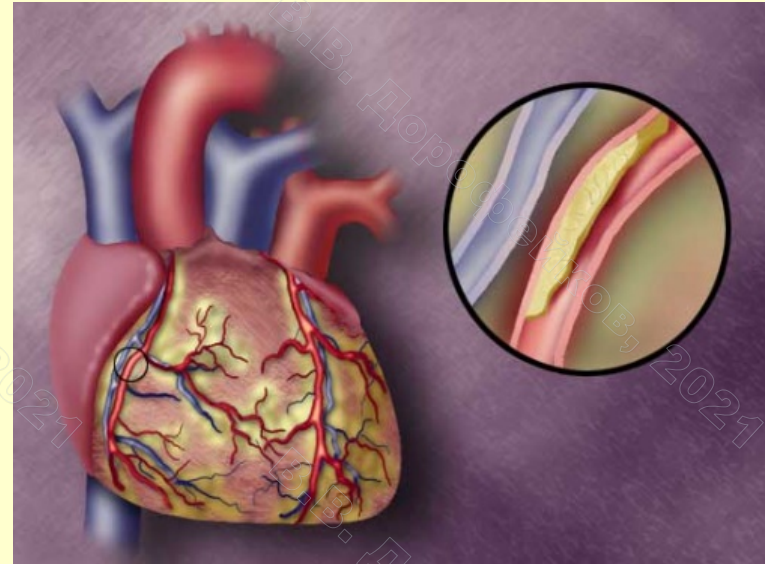
Нb A1с — до 6.7% — стенозов в сосудах нет

Нb A1с — 8.0% — стеноз одного сосуда

Нb A1с — 8.83% — стеноз двух сосудов

Нb A1с — 10.4% — стеноз в 3-4 сосудах

«Чем выше НbA1с — тем больше поврежденных коронарных сосудов»

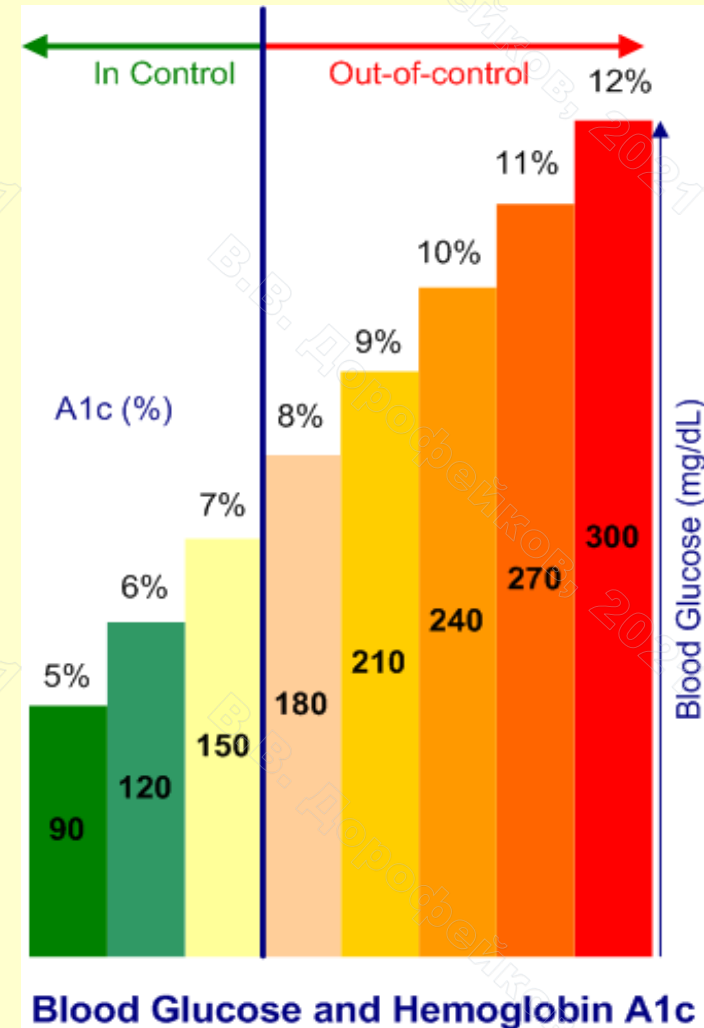


Как нормализовать HbA1c

Повышение HbA1c на 1% связано с повышением среднего уровня глюкозы примерно на 2 ммоль/л

При контроле эффективности лечения диабета рекомендуется поддерживать уровень HbA1c менее 7% и изменять терапию при HbA1c выше 8%

Нормализация уровня HbA1c происходит на 4-6 неделе после достижения нормального уровня глюкозы



Фруктозамин

1. Диагностика и скрининг сахарного диабета
2. Мониторинг эффективности лечения сахарного диабета на раннем этапе
3. Определение уровня компенсации диабета через 1-3 недели лечения

Нормальные показатели 205-285 мкмоль/л

До 320 мкмоль/л — удовлетворительная компенсация диабета

Дополнительные показатели — альбуминурия

У больных диабетом уровень альбумина в моче может превышать норму в 10-100 раз

У больных СД 1 типа определение альбуминурии проводят ежегодно

У больных СД 2 типа — 1 раз в 3 месяца с момента диагностики заболевания

Повышенный альбумин мочи также является показателем риска сердечно-сосудистых осложнений при диабетах 1 и 2 типов



Нутрициология или наука о питании

Это наука о пище, пищевых веществах и других компонентах, содержащихся в продуктах питания, их действии и взаимодействии, роли в поддержании здоровья или возникновении заболеваний, о процессах их потребления, усвоения, переноса, утилизации и выведения из организма

Кроме того, наука о питании изучает мотивы выбора пищи человеком и механизмы влияния этого выбора на его здоровье

Энергозатраты являются суммой нескольких величин:

- Основного обмена
- Специфического динамического действия пищевых веществ
- Расхода энергии в результате мышечной деятельности, который зависит от:
 - Продолжительности
 - Интенсивности
 - Характера физических нагрузок, т.о.

Суточные энергозатраты = величина основного обмена + 10% калорийности рациона + дополнительные энергозатраты

ФОРМУЛА СБАЛАНСИРОВАННОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ

БЕЛКИ : ЖИРЫ : УГЛЕВОДЫ

1 : 1 : 4 (г/кг веса)

СТРУКТУРА ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВ:

- Белки, из них **50%** — белки животного происхождения (мясо, рыба, творог, яйца)
 - 50%** — белки растительного происхождения (овощи, крупы, бобовые)
- Углеводы
 - **65-70%** — полисахариды (крахмал, картофель, крупы, макароны)
 - **25-30%** — легкоусвояемые углеводы (сахар, конфеты, мед, ягоды)
 - **5%** — пищевые волокна (ржаные и пшеничные отруби, овощи)
- Жиры, из них **25-30%** — жиры растительного происхождения
- Повышенное потребление витаминов А, D, В₁, В₂, С, Е, В₅, В₆, РР
- Повышенное потребление минеральных веществ: К, Mg, Са, Р, Fe

- Повышенная потребность в минеральных веществах при интенсивных нагрузках, что связано с:
 - Усиленным потоотделением и диурезом
 - Высокой скоростью метаболизма
- Увеличение кратности приемов пищи (пяти- и шестиразовый прием в тяжелой атлетике, бодибилдинге, гребле и др.), в связи с необходимостью применения пищевого рациона большего объема (за счет повышенного содержания белков и углеводов) и более полноценного усвоения пищевых веществ и их лучшего использования
- Применение специализированных продуктов питания спортсменов и биодобавок к пище, что связано с невозможностью удовлетворения высокой потребности спортсменов в белках, углеводах, витаминах, минеральных веществах за счет традиционного питания

Формула сбалансированного питания при тренировке на выносливость :

белки — 15%

углеводы > 60%

жиры < 25%

от общей калорийности питания

Рекомендуется:

- Повышенное потребление витаминов
- Прием углеводных напитков, фруктовых соков в течение дня в сочетании с физическими нагрузками
- Прием витаминоподобных веществ (карнитин)
- Применение белковых смесей и аминокислот (лейцин, изолейцин, валин)
- *Ключевая стратегия — употребление небольших порций углеводов в течение 24 часов, предшествующих тренировке, в количестве 7-12 г/ кг массы тела (4-6 раз в день)*

Формула сбалансированного питания спринтеров:

белки — 18%

углеводы — 52%

жиры — 30%

от общей калорийности питания

Рекомендуется:

- Прием препаратов креатина (по 3-5 г не менее 2 раз в сутки)
- Применение аминокислотных смесей (метионин, аргинин, глицин)
- Применение витаминоподобных веществ (холин) и БАД с лецитином
- **Прием углеводных и белковых смесей в период восстановления после физической нагрузки (не позднее 60 минут). 1,2 г/кг МТ — углеводов и 0,25 г/кг МТ — белков**

Диетические стратегии для увеличения окисления жиров при нагрузках

Кетогенная диета — (<20 г в сутки углеводы и высокое содержание жиров до 80% энергии)

Низкоуглеводная высокожировая диета (LCHF) — ограничение углеводов до 15-20% энергии, с высоким содержанием жира (60-65% энергии)

Краткосрочная адаптация к диете с высоким содержанием жиров и 1 день высокой доступности углеводов

Было показано, что количество макронутриентов и их временное действие оказывают влияние на клеточную адаптацию и физиологический ответ на физические упражнения. Диеты с высоким содержанием жиров повышают потенциал бета-окисления в покое и во время тренировки, но ограничения диеты с высоким содержанием жиров (включая краткосрочную адаптацию) связаны со снижением интенсивности физической нагрузки

Низкоуглеводная загрузка (train low) — это общий термин, описывающий тренировку с низким потреблением углеводов. Такое низкое содержание углеводов может означать низкий уровень мышечного гликогена, гликогена печени, пониженное потребление углеводов во время или после нагрузки

Снижение эндогенного и/или экзогенного содержания углеводов в течение короткого периода тренировок на выносливость (например, 3-10 недель) повышает активность митохондриальных ферментов и содержание протеинов, повышает окисление внутримышечных жиров, повышает физическую работоспособность

Эти данные привели к инновационной модели «**тренировочный — низкий уровень УВ, соревновательный — высокий**», предполагающий, что спортсмены целенаправленно завершают часть (период) своей тренировочной программы со сниженным содержанием углеводов с тем, чтобы увеличить тренировочные адаптации, **но при этом всегда обеспечивать высокое содержание углеводов перед и во время соревнований для достижения максимальной мощности**

Резюме ежедневных потребностей в углеводах

Организация	Уровень физической активности	Потребность, г/кг МТ в сутки
ACSM	Спортсмены	6-10
ISSN	Общая физическая активность, 30-60 мин / сутки, 3-4 раза в неделю	3-5
	От умеренной до высокой интенсивности, 2-3 часа в сутки, 5-6 раз в неделю	5-7
	Большие, интенсивные упражнения, 3-6 ч / сутки, 1-2 сеанса, 5-6 раз в неделю	6-10
IОС	Низкой интенсивности или профессиональная деятельность	3-5
	Умеренная программа упражнений, ~ 1 час/сутки	5-7
	Тренировка на выносливость от средней до высокой интенсивности	6-10
	Спортсмены силовых видов спорта	4-7
	Чрезмерная нагрузка умеренной или высокой интенсивности	8-12

Потребности в углеводах при физических нагрузках различной длительности

Длительность нагрузки	Количество Углеводов	Тип углеводов	Дополнительные рекомендации
30-75 мин	 <p>Ополаскивание</p>	Один или несколько усвояемых углеводов	Рекомендовано питание
2 -3 часа	 <p>30 г / час</p>	Один или несколько усвояемых углеводов	Рекомендовано питание
1 – 2 часа	 <p>60 г / час</p>	Один или несколько усвояемых углеводов	Питание очень рекомендовано
> 2,5 часов	 <p>90 г / час</p>	Несколько усвояемых углеводов	Существенное Питание

Время задержки пищевых продуктов в желудочно-кишечном тракте

ПРОДУКТЫ	ВРЕМЯ
1. Вода, чай, какао, кофе, молоко, бульон, яйца всмятку, фруктовые соки, картофельное пюре	1-2 часа
2. Какао с молоком, яйца вкрутую, рыба отварная, телятина отварная, мясо тушеное, вареный картофель, овощи тушеные	2-3 часа
3. Хлеб, сырые фрукты, вареные овощи, сыры	3-4 часа
4. Жареное мясо, сельдь, сладкая сметана, тушеные бобы, фасоль	4-5 часов
5. Жирные выпечные изделия, рыбные консервы в масле, шпиг, свинина, салаты с майонезом	5-7 часов

Можно ли верить уровням глюкозы?

Измерение сахара в крови оценивает текущий (сиюминутный) уровень глюкозы, который может зависеть:

- от приема (или не приема) пищи
- от ее состава
- от физических нагрузок и их интенсивности
- от эмоционального состояния пациента
- от времени суток
- и даже от погодных условий

Велика вероятность того, что определение текущего уровня глюкозы не отражает действительную степень компенсации диабета, это может привести к неправильной дозировке лечебных препаратов



Глюкоза венозной плазмы натощак

Натощак венозная глюкоза у беременных ниже
5.1 ммоль/л — норма

от 5.1 до 7.0 — диагноз ГСД

более 7.0 — манифестный СД

Глюкоза натощак у беременных

правила

- Только венозная кровь (не капиллярная)
- Только с антикоагулянтом (плазма)
- Только со фторидом (предотвратить гликолиз при хранении)

Клинические рекомендации (протокол лечения) от 17 декабря 2013 г. «Гестационный сахарный диабет: диагностика, лечение, послеродовое наблюдение», утвержденные зам. министра здравоохранения Т.В. Яковлевой

Рекомендации ВОЗ

Норма: глюкоза натощак < 6.0 ммоль/л и после нагрузки через 2 часа PPG < 7.8 ммоль/л

Нарушенный уровень глюкозы натощак: от 6.0 до 7.0 ммоль/л

Нарушенная толерантность к глюкозе: через 2 часа после приема пищи от 7.8 до 11.0 ммоль/л

Диабет:

Симптомы* + случайная глюкоза плазмы $> 11,0$ ммоль/л
или глюкоза плазмы натощак > 7.0 mmol/L

Или глюкоза плазмы > 11.0 ммоль/л через 2 часа после 75 г нагрузки глюкозой

†--случайная проба — в любое время дня, независимо от времени после приема пищи

*--полиурия, жажда или необъяснимая потеря веса

Согласно «Консенсусу-2012», при уровне глюкозы венозной плазмы натощак более 5,1 ммоль/л, но менее 7,0 ммоль/л сразу устанавливается диагноз ГСД

К группе **высокого риска** по развитию ГСД относят беременных, имеющих один из следующих признаков:

- Ожирение
- Наличие сахарного диабета типа 2 у ближайших родственников
- Любые нарушения углеводного обмена в анамнезе
- Наличие глюкозурии

Контроль качества лабораторных исследований

По результатам ФСВОК в 2019 году, коэффициент межлабораторной вариации составил 8,7% среди всех принявших участие более 2500 КДЛ РФ, диапазон допустимых значений при целевом уровне контрольного материала 5,8 ммоль/л составил от 5,3 до 6,35 ммоль/л

На границе принятия решения о наличии ГСД (5,1 ммоль/л) результаты различных лабораторий могут колебаться от 4,6 до 5,6 ммоль/л

ОГТТ

Тест с 75 г **чистой** глюкозы считают безопасным нагрузочным диагностическим тестом. Тест выполняют на фоне обычного питания (не менее 150 г углеводов в день) в течение трех дней, предшествующих исследованию. Тест проводят утром натощак после 8–14-часового ночного голодания. Последний прием пищи должен обязательно содержать 30-50 г углеводов

ОГТТ не проводят:

- При раннем токсикозе беременности (рвота, тошнота)
- При необходимости соблюдения строгого постельного режима (до момента расширения двигательного режима)
- На фоне острого воспалительного или инфекционного заболевания
- При обострении хронического панкреатита или наличии демпинг-синдрома (синдром резецированного желудка)

Последовательность выполнения ОГТТ

- 1-й этап ОГТТ.** После забора первой пробы плазмы венозной крови натощак уровень глюкозы измеряют немедленно, т.к. при получении результатов, указывающих на СД, нагрузку глюкозой не проводят и тест прекращают
- 2-й этап ОГТТ.** При продолжении теста пациентка должна в течение 5 минут выпить раствор глюкозы, содержащий 75 г безводной глюкозы в 250 мл питьевой воды. Обычно в медицинских учреждениях используют моногидрат глюкозы (аптечная глюкоза), для проведения теста необходимо 82,5 г вещества. Начало приема раствора глюкозы считают началом теста
- 3-й этап.** Второй забор венозной крови для определения уровня глюкозы плазмы производят через 60 минут после нагрузки глюкозой. При получении результатов, указывающих на наличие ГСД после второго забора крови (более 10 ммоль/л), тест прекращают
- 4-й этап.** Третий забор венозной крови производят через 120 минут после нагрузки глюкозой (для беременных более 8.5 ммоль/л, а для небеременных 7.8/11.1 ммоль/л)

Как поступить с пациентами, которые не переносят ОГТТ, что бывает достаточно часто?

Высококонцентрированный гиперосмолярный раствор глюкозы может вызывать раздражение желудка, задержку эвакуации содержимого желудка, ведущие к тошноте и рвоте. В связи с этим были разработаны разные альтернативы ОГТТ, обладающие лучшей переносимостью

Однако, все эти методы имеют меньшую чувствительность и не проходили оценку в масштабных клинических исследованиях

Периодическое измерение глюкозы натощак и через два часа после еды, предпринятое в случайные дни (*колебания сахара*), является *возможным вариантом* для неспособных пройти ОГТТ

Глюкоза — в чем измерять?

1. Капиллярная кровь (персональные глюкометры)
2. Сыворотка (как получать?)
3. Плазма венозная (с ингибитором гликолиза)

Транспортировка

Глюкоза (ммоль/л)

- Натощак уровень глюкозы в капиллярной крови ниже на 10-14%, чем в венозной плазме
- На максимуме после ОГТТ разница достигает 20-25% и еще больше — при лейкоцитозе
- В плазме уровень глюкозы в среднем на 5% выше, чем в сыворотке ($\text{Пл} = 1,047 \cdot \text{С} + 0,137$)

Глюкоза — методы определения

Гексокиназный или глюкозооксидазный методы определения или специальные электроды

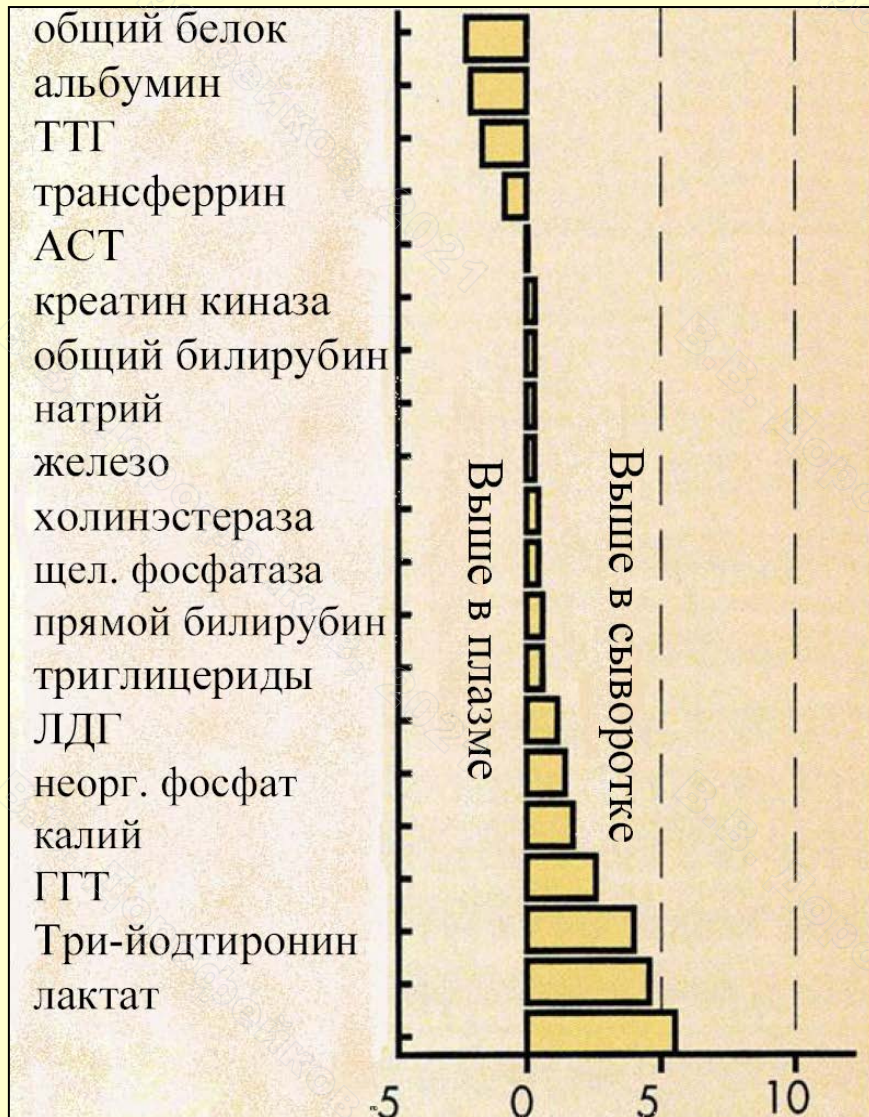
- Специфичны для глюкозы
- Определяются низкие концентрации
- Легко автоматизировать
- Легко использовать в портативных системах
- Дешевы

Глюкоза — некоторые практические советы

Желательно сдавать анализ глюкозы натошак там, где происходит его выполнение (без транспортировки)

Глюкозотолерантный тест (ОГТТ) — только из венозной крови в специализированном учреждении

Лабораторные показатели в плазме и сыворотке



W. Guder et al. (1996)

СЫВОРОТКА:

- Почти нет клеток
- Большой список анализов и тестов
- Большинство анализов стабильно
- Требуется выждать 30 мин – 1 час при комн. Т° до ЦФ для образования сгустка
- У пациентов, принимающих антикоагулянты, возможно отсроченное образование фибринового сгустка
- М.б. Ложная гиперкалиемия, особенно при тромбоцитозе
- Не рекомендуется для исслед-я глюкозы и нестабильных гормонов

ПЛАЗМА:

- Быстрое получение: кровь можно центрифугировать сразу после взятия
- Выход плазмы на 15-20% больше
- В плазме больше тромбоцитов
- Меньшая стабильность нек. анализов
- Меньшее кол-во лабораторных тестов
- Возможно влияние антикоагулянтов и фибриногена на результаты анализов

Стабильность аналитов в стеклянных, сывороточных гелевых и плазменных (Li-Heparin) пробирках при хранении биоматериала при 4 и 25°C в течение 2-24 час (4 часа!)

Stability of biochemical analytes on serum or plasma.

Analytes	To	Tube	TCL	Mean difference%								Acceptable delays	
				T2h		T4h		T6h		T24h			
				4 °C	25 °C	4 °C	25 °C	4 °C	25 °C	4 °C	25 °C	4 °C	25 °C
K ⁺	4.3 mmol/L	Glass tube	± 28%	+0.7	-0.6	+1.0	+1.5	+2.8	-1.0	+20.6 ^a	+0.1	6 h	24 h
		SST		+1.1	+0.6	+1.3	NT	+0.6	+1.3	+0.9	+1.1	24 h	24 h
		Li heparin		+0.8	+1.2	+1.4	-1.8	NT	NT	NT	NT	>4 h	>4 h
Bicarbonate	28.9 mmol/L	Glass tube	± 8.6%	+2.6	+0.3	+1.7	0.0	-6.5	-7.5	-2.0	-5.5	24 h	24 h
		SST		+2.8	+0.6	+2.7	0.0	-7.3	13.0 ^a	-8.8 ^a	-13.2 ^a	6 h	4 h
		Li heparin		+1.0	-0.1	-0.5	-0.8	NT	NT	NT	NT	>4 h	>4 h
Inorganic phosphorous	1.09 mmol/L	Glass tube	± 5.2%	+0.3	+1.9	+0.4	+0.9	-1.8	0.0	-0.4	+7.0 ^a	24 h	6 h
		SST		+0.8	+1.1	+0.5	+2.1	+0.1	-0.8	+2.6	+3.8	24 h	24 h
		Li heparin		+0.6	+0.5	+0.9	+0.7	NT	NT	NT	NT	>4 h	>4 h
Lactate	1.33 mmol/L	Fluoride	± 17.8%	NT	NT	NT	NT	+8.8	+3.1	+11.8	+6.8	24 h	24 h
LD	158 UI/L	Glass tube	± 6.40%	NT	NT	NT	NT	-0.6	+1.5	+1.2	+4.1	24 h	24 h
		SST		NT	NT	NT	NT	+3.8	+5.8	4.2	+6.9 ^a	24 h	6 h
Glucose	4.73 mmol/L	Glass tube ± 4.5%	± 4.5%	-0.5	+1.7	-0.6	0.0	-2.6	-6.6 ^a	-11.9 ^a	-17.7 ^a	6 h	4 h
		SST		+1.2	+0.8	+0.9	+2.0	+0.9	+1.7	+1.1	+0.6	24 h	24 h
		Li heparin		-1.1	0.0	-1.9	-2.8	NT	NT	NT	NT	>4 h	>4 h
Magnesium	0.86 mmol/L	Glass tube	± 5.5%	NT	NT	NT	NT	0.0	0.0	0.0	0.0	24 h	24 h
		SST		-0.3	-0.7	-0.8	-0.1	-0.1	+0.6	+0.5	+2.5	24 h	24 h
		Li heparin		-0.8	-0.6	0.0	-1.0	-0.4	+1.1	+0.1	+1.4	24 h	24 h
				-0.5	-0.6	-0.5	+0.1	NT	NT	NT	NT	>4 h	4 h

Стабильность некоторых аналитов в сыворотке, плазме (Li-Heparin) и плазменных гелевых пробирках в ходе хранения при +4°C 24 и 48 час (-11 и 21%)

Analyte	Type of Analyte	N	means at 3 times (n)			Statistical Significance at T ₀	RV (%) (T ₄₈ - T ₀)/T ₀	TE (%)	Clinical Significance
			0	24	48				
AST (U/L)	S	40	27.7	27.5	28.2	S-P(n)	1.8	15.2	n
	P	40	27.4	28.6	29.6	P-G(s)	8.0		n
	G	40	26.5	27.3	28.0	S-G(s)	5.7		n
TP (g/L)	S	40	68.0	67.8	69.1	S-P(s)	1.6	3.4	n
	P	40	70.4	72.1	74.6	P-G(n)	6.0		s
	G	40	70.5	70.7	72.8	S-G(s)	3.3		n
ALP (U/L)	S	40	79.6	79.3	80.0	S-P(s)	0.5	11.7	n
	P	40	78.0	75.4	75.6	P-G(n)	-3.1		n
	G	40	78.1	76.5	75.8	S-G(s)	-2.9		n
LDH (U/L)	S	40	183.1	181.4	191.7	S-P(s)	4.7	11.4	n
	P	40	172.8	181.5	204.5	P-G(n)	18.3		s
	G	40	171.1	171.5	189.5	S-G(s)	10.8		n
GLU (mmol/L)	S	40	4.84	4.76	4.82	S-P(s)	-0.4	6.9	n
	P	40	4.74	3.93	3.19	P-G(n)	-32.7		s
	G	40	4.79	4.22	3.80	S-G(n)	-20.7		s
K ⁺ (mmol/L)	S	40	4.45	4.28	4.57	S-P(s)	2.7	5.8	n
	P	40	4.08	4.99	6.48	P-G(n)	58.8		s
	G	40	4.07	4.13	4.40	S-G(s)	8.1		s
Phosphorus (mmol/L)	S	40	1.24	1.31	1.40	S-P(s)	12.9	10.2	s
	P	40	1.19	1.38	1.70	P-G(n)	42.9		s
	G	40	1.20	1.25	1.37	S-G(s)	14.2		s

Вакуумные системы для определения ГЛЮКОЗЫ

Содержат:

- **Фторид** — ингибитор гликолиза
- **ЭДТА / оксалат** — антикоагулянты

Применение: Определение уровня глюкозы (> 2 час), лактата, HbA1c, этанола, гомоцистеина

