



Углеводы и липиды: строительный материал и источник энергии клетки



Два класса веществ, одна задача:
энергия и структура клетки.



Почему эти вещества так важны



Клетки непрерывно тратят АТФ на синтез, транспорт и движение. Углеводы быстро покрывают текущие потребности, а липиды обеспечивают более ёмкий запас энергии и участвуют в построении мембран, особенно в тканях с высоким обменом веществ, таких как мозг и мышцы.

Углеводы: состав, строение и основные группы



01

Элементный состав

Углеводы образованы атомами углерода, водорода и кислорода. Во многих молекулах соотношение водорода и кислорода близко к 2:1, что отражает их общий химический характер и связанность с водой.

02

Моносахариды

К простейшим углеводам относятся глюкоза, фруктоза и галактоза. Эти молекулы легко включаются в обмен веществ и быстро используются клеткой как источник энергии или как исходный материал для синтеза других соединений.

03

Дисахариды

Сахароза, лактоза и мальтоза состоят из двух остатков моносахаридов. После расщепления в пищеварительной системе они превращаются в более простые формы, которые могут быть всосаны и использованы организмом.

04

Полисахариды запаса

Крахмал у растений и гликоген у животных выполняют преимущественно запасную функцию. Их крупные молекулы позволяют откладывать углеводы в компактной форме и при необходимости быстро высвобождать глюкозу.

05

Полисахариды структуры

Целлюлоза служит строительным материалом клеточных стенок растений. В отличие от запасных углеводов, она обеспечивает прочность и устойчивость, а не быстрое получение энергии.

Глюкоза как главный энергетический субстрат клетки



○ Универсальное топливо

Глюкоза используется большинством клеток как основной источник энергии. Она особенно важна там, где обмен идёт постоянно и без длительных перерывов, поскольку даёт быстрый доступ к АТФ.

○ Источники поступления

Глюкоза поступает с пищей и может образовываться при распаде запасного гликогена. Так организм поддерживает её уровень, даже если приём пищи был давно.

○ Клеточное окисление

Внутри клетки глюкоза последовательно вовлекается в гликолиз, цикл Кребса и дыхательную цепь. Именно эти этапы обеспечивают основную часть энергии, заключённой в молекуле.

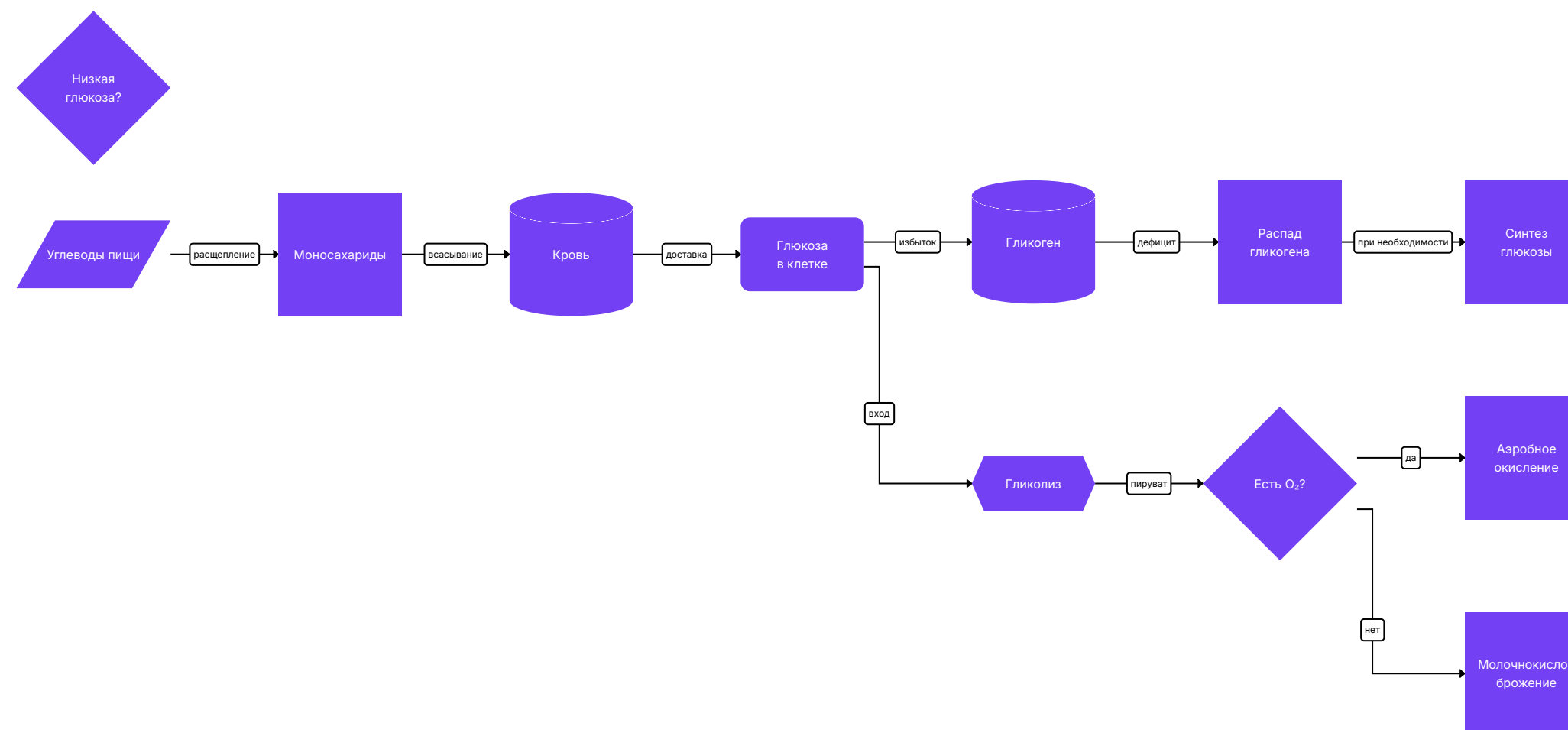
○ Особые потребности тканей

Эритроциты получают энергию только за счёт глюкозы, а нервная ткань нуждается в её постоянном поступлении. Поэтому даже кратковременное снижение доступности глюкозы отражается на работе организма.

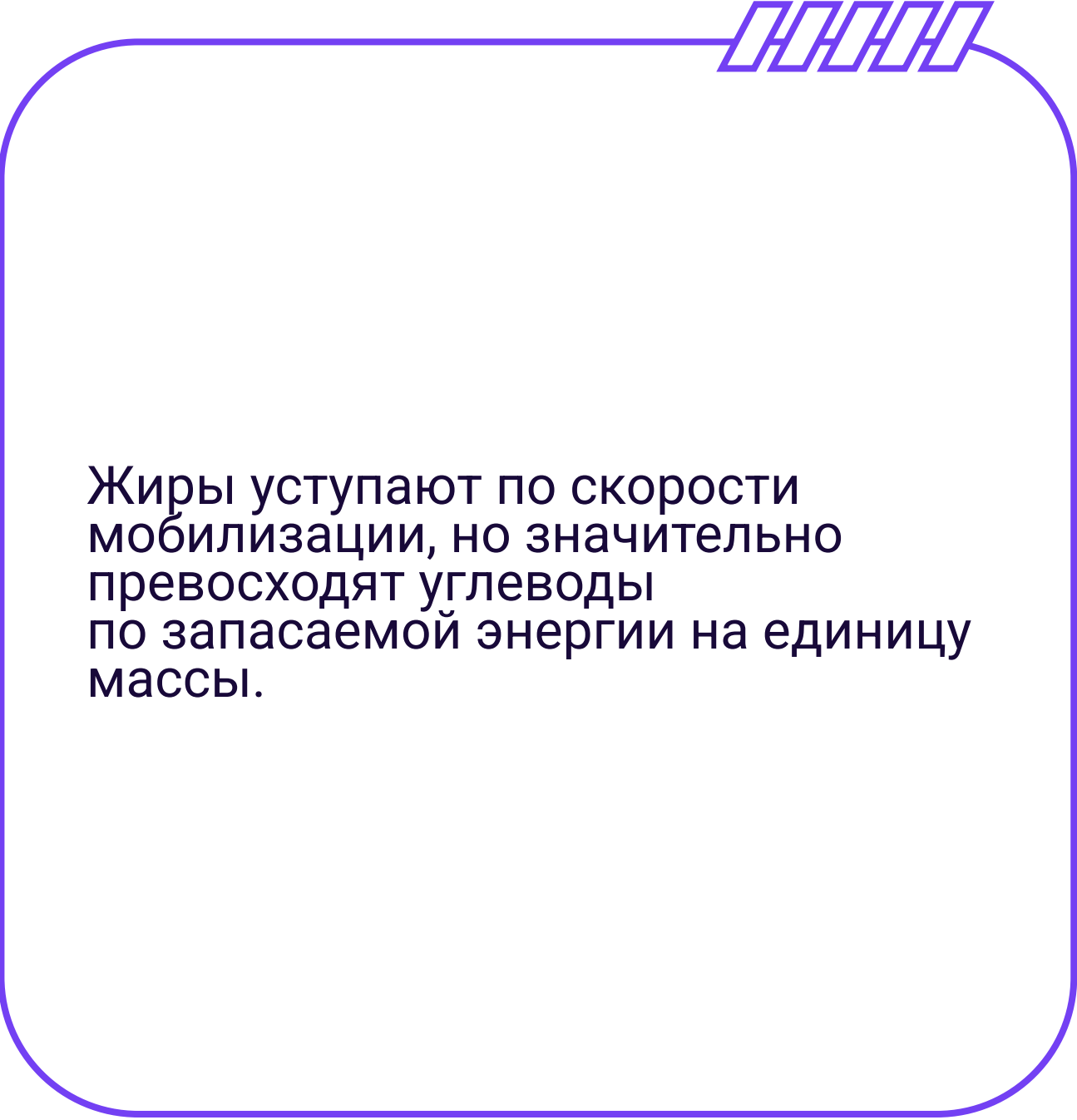


Пути превращения углеводов в организме и клетке

Показаны основные этапы усвоения, использования и запасаания углеводов.



Сравнение энергетического выхода глюкозы и жиров



Жиры уступают по скорости мобилизации, но значительно превосходят углеводы по запасаемой энергии на единицу массы.

Школьный курс биологии; данные по полному окислению субстратов (АТФ на молекулу)

Показатели подтверждают: для краткой работы удобнее глюкоза, а для длительного резерва выгоднее липиды.



2

главных депо гликогена
у человека — печень и скелетные
мышцы.

Школьный курс биологии

Эти два депо выполняют разные
задачи: одно поддерживает уровень
глюкозы в крови, другое
обеспечивает работу самих
мышечных клеток.

Липиды: разнообразие, свойства и биологическая роль



□ Основные группы

К липидам относят триацилглицеролы, фосфолипиды, стероиды и воски. Это не одно вещество, а целое семейство соединений с разными функциями в клетке и организме.

□ Свойства молекул

Липиды плохо растворяются в воде и являются гидрофобными. В крови и тканевых жидкостях они часто переносятся в составе белково-липидных комплексов, что облегчает их транспорт.

□ Запас энергии

Триацилглицеролы служат главным долговременным энергетическим резервом. Они компактны, содержат много химической энергии и могут откладываться в значительном количестве без резкого увеличения объёма.

□ Структура мембран

Фосфолипиды образуют основу клеточных мембран, а холестерин регулирует их прочность и текучесть. Благодаря этому липиды определяют не только запасаение энергии, но и свойства клеточной оболочки.



Сравнение углеводов и липидов по ключевым признакам



Школьный курс биологии



Таблица показывает, как разные свойства определяют роль каждого класса веществ в обмене энергии и в запасании ресурсов.

Признак	Углеводы	Липиды	Вывод
Растворимость	хорошая	низкая	липиды компактнее
Энергия и запас	быстрый запас	долгий резерв	функции дополняют

Углеводы обеспечивают быстрый доступ к энергии, а липиды выгодны для длительного хранения и мембранных структур.



Почему жиры дают больше энергии, чем углеводы

Больше восстановленных связей

В молекулах липидов много связей C–H и сравнительно мало кислорода. При окислении такое строение даёт больший энергетический выход, чем у большинства углеводов.

1

Компактное хранение

Жировые запасы почти не связаны с водой, поэтому они занимают меньше объёма и массы. Это делает их особенно удобными для длительного хранения в организме.

2

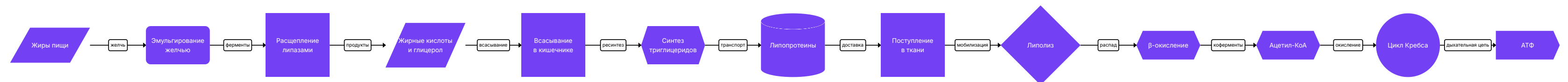
Низкая энергетическая плотность углеводов

Углеводы запасаются вместе с водой, а их резервы ограничены. Поэтому они лучше подходят для быстрого, но краткосрочного обеспечения клеток энергией, чем для длительного запаса.

3

Обмен липидов: от пищи к получению АТФ

Путь жиров от пищеварения до клеточного дыхания



Где организм хранит энергию



Гликоген служит
кратковременным резервом,
а жиры — главным
долговременным депо.
На единицу массы липиды
запасают энергию значительно
компактнее.

Школьный курс биологии; обобщённые сведения
о запасах энергии в организме человека

Основная масса энергетических запасов
приходится на жировую ткань; гликоген
ограничен и удерживает больше воды.

Липиды как структурная основа клеточной мембраны



01

Фосфолипидный каркас

Фосфолипиды самопроизвольно выстраиваются в бислой, потому что их гидрофильные части обращены к воде, а гидрофобные — друг к другу. Так формируется основа мембраны клетки и органоидов.

02

Роль холестерина

Холестерин встраивается между молекулами фосфолипидов и помогает мембране сохранять нужную текучесть. Благодаря этому оболочка остаётся достаточно прочной, но не теряет гибкости при изменении условий.

03

Мембранные взаимодействия

Гликолипиды участвуют в распознавании клеток и межклеточных контактах. На их поверхности располагаются «метки», по которым клетки различают собственные и чужеродные структуры.

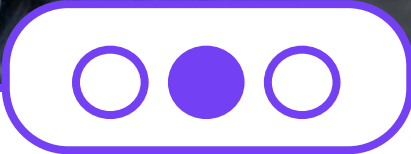
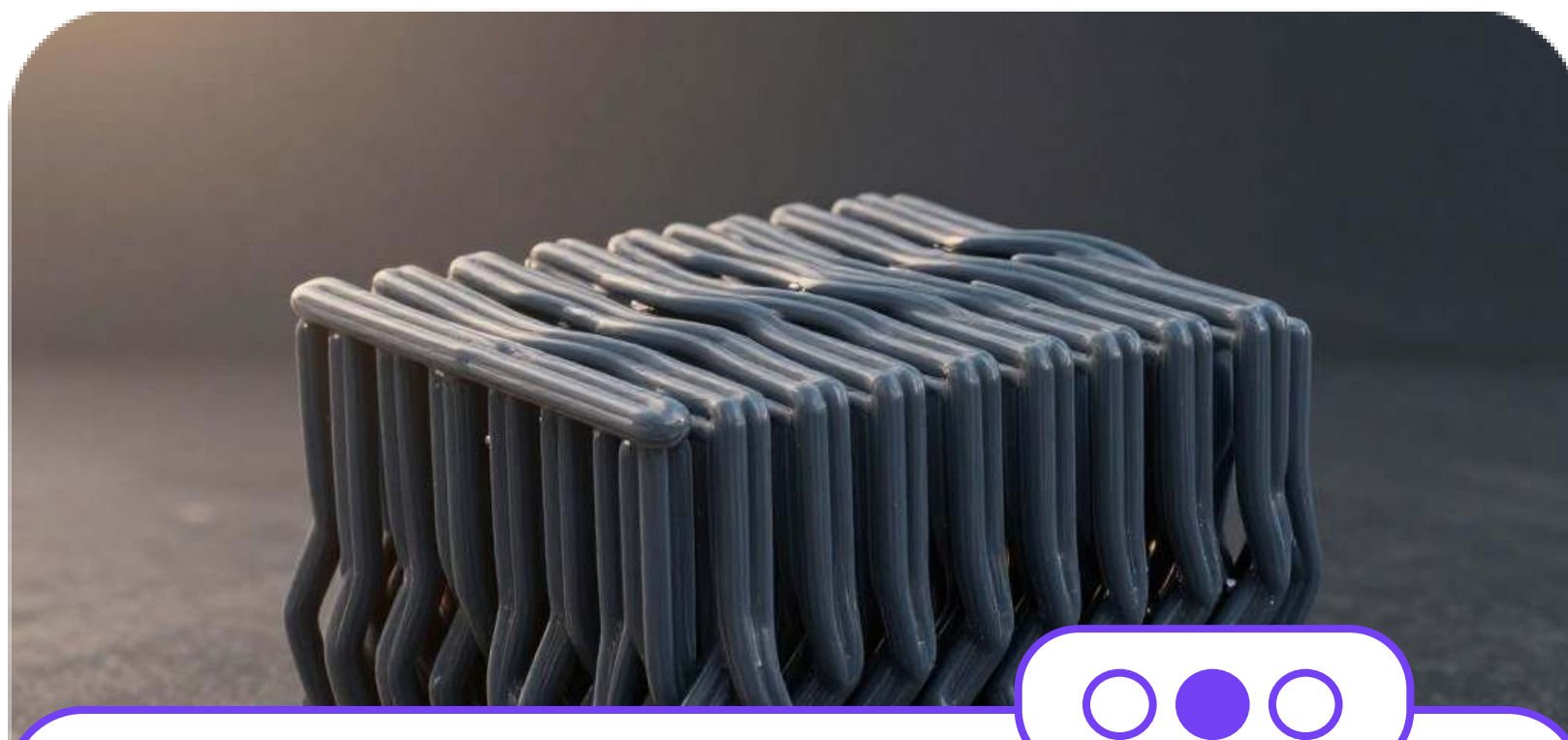
04

Функциональный смысл

Строение мембраны определяет избирательный транспорт веществ, работу рецепторов и поддержание постоянства внутренней среды. Поэтому липиды важны не только как запас, но и как часть живой границы клетки.

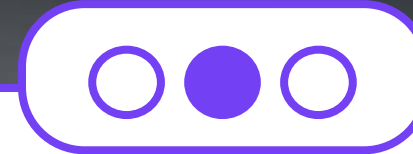
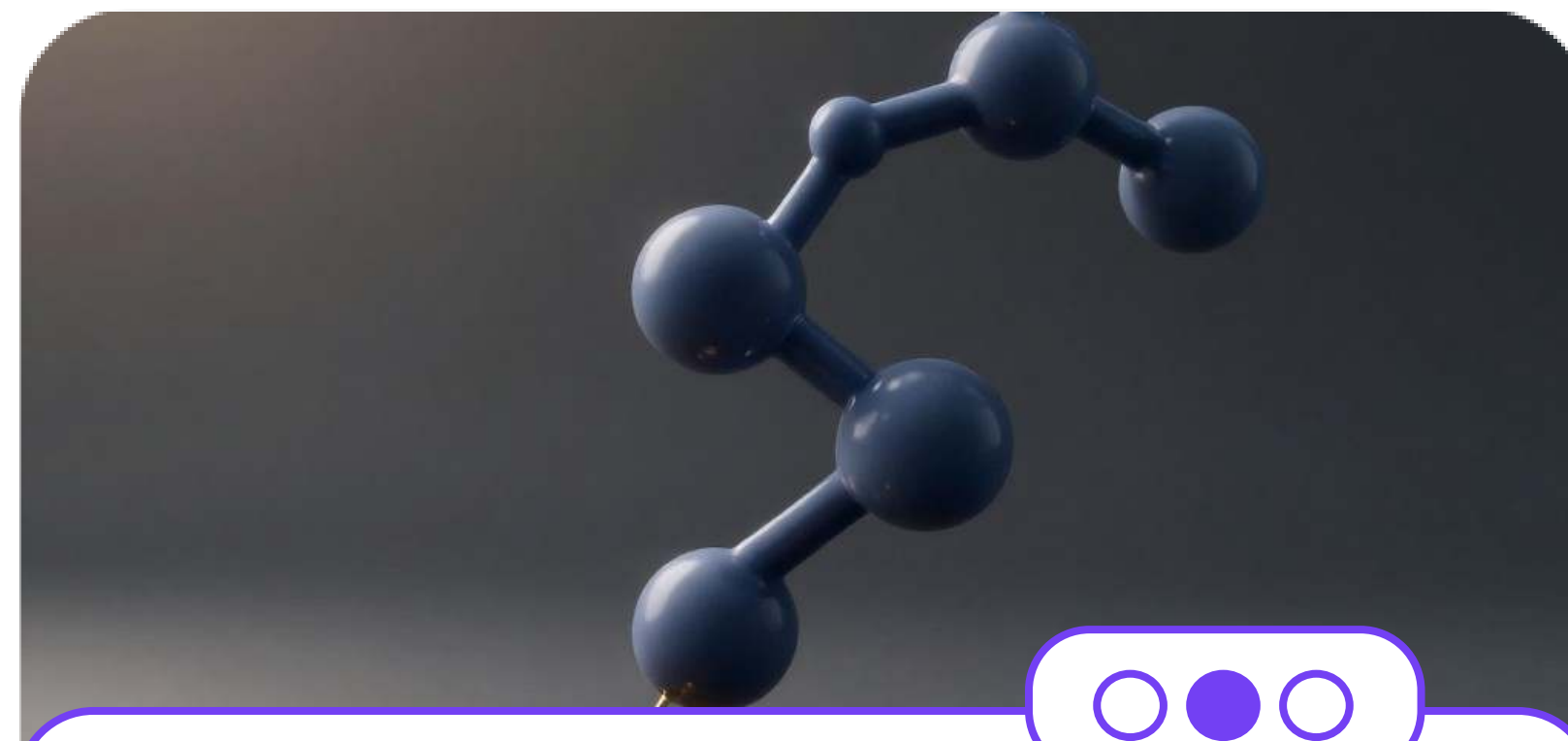


Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты



Прямая цепь без двойных связей

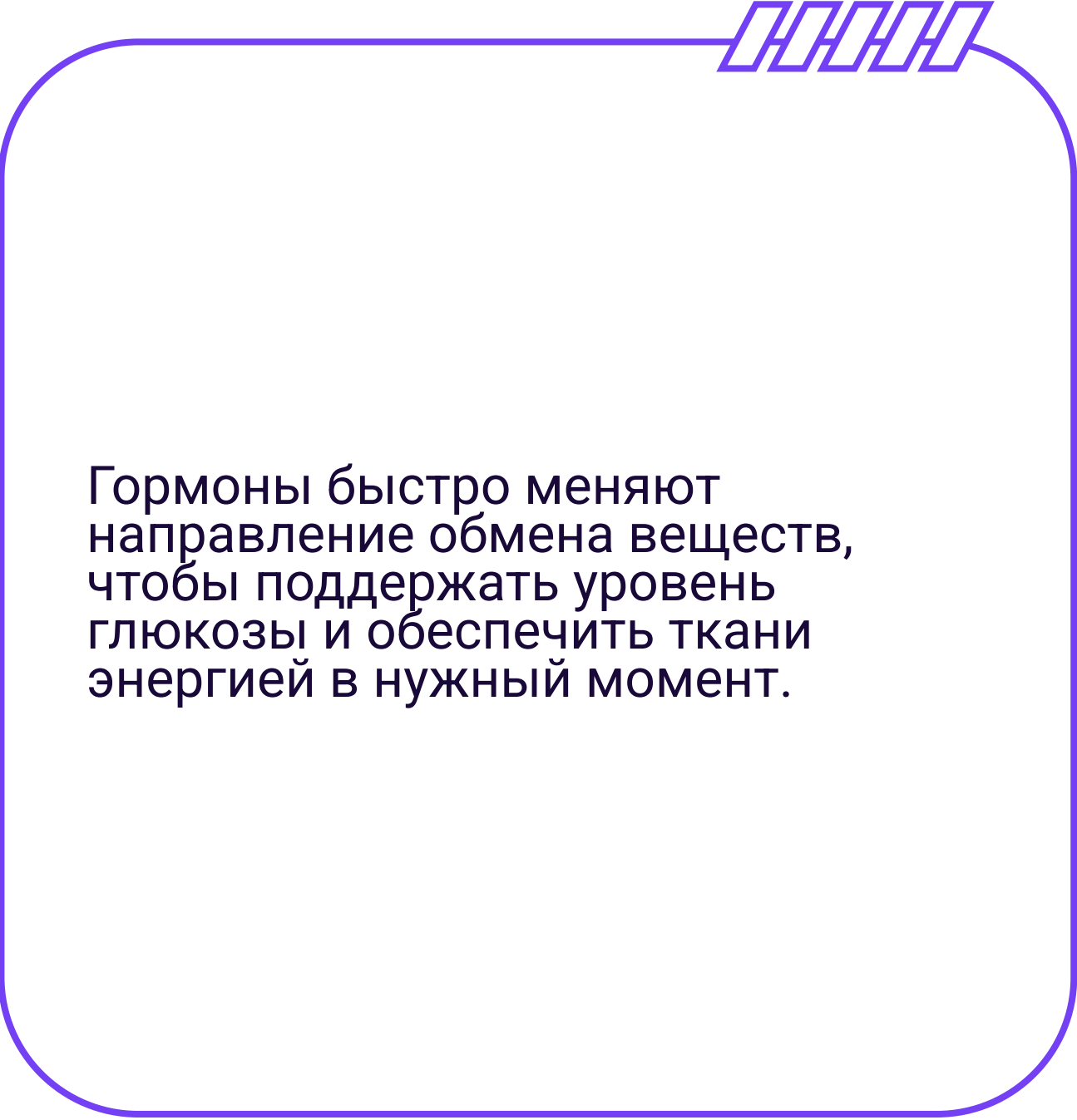
Насыщенные жирные кислоты можно представить как более «плотно упакованные» молекулы: между атомами углерода нет двойных связей. Из-за этого их цепи легче сближаются, а жиры с таким составом чаще бывают твёрдыми при комнатной температуре.



Изгибы, которые делают жир жидким

В ненасыщенных жирных кислотах есть одна или несколько двойных связей, и они создают изгибы в цепи. Молекулам труднее плотно уложиться друг рядом с другом, поэтому такие жиры обычно остаются жидкими и легче входят в состав мембран.

Гормональная регуляция обмена углеводов и липидов



Гормоны быстро меняют направление обмена веществ, чтобы поддержать уровень глюкозы и обеспечить ткани энергией в нужный момент.

Школьный курс биологии; обобщение функций инсулина, глюкагона и адреналина

Инсулин переводит обмен в режим накопления, а глюкагон и адреналин — в режим мобилизации запасов.

Связь обмена углеводов и липидов



○ **Общий промежуточный путь**

Оба вида обмена сходятся на ацетил-КоА, поэтому превращения углеводов и жиров нельзя рассматривать отдельно. Через этот узел клетка направляет вещества либо на получение энергии, либо на синтез запасов.

○ **Избыток углеводов**

Когда глюкозы поступает больше, чем нужно, её часть превращается в жирные кислоты и откладывается в виде триацилглицеролов. Это помогает организму хранить энергию в более компактной форме.

○ **Дефицит глюкозы**

При нехватке глюкозы усиливается расщепление жиров и окисление жирных кислот. Такой переход позволяет клеткам дольше сохранять выработку АТФ, особенно в условиях между приёмами пищи.

○ **Голодание и кетоновые тела**

Если голодание затягивается, печень образует кетоновые тела из жировых субстратов. Некоторые ткани могут использовать их как дополнительный источник энергии, снижая зависимость от глюкозы.



Источники углеводов и липидов в питании человека

Школьный курс биологии; общие сведения о пищевых источниках углеводов и липидов

Группа	Примеры	Особенность
Углеводы	хлеб, крупы, картофель	быстрый и запасной источник
Липиды	масла, орехи, рыба	высокая энергия

В таблице показаны основные пищевые источники энергии и примеры продуктов с разным типом липидов.

Для здоровья важны не только количество энергии, но и её качество: предпочтительны сложные углеводы и источники ненасыщенных жиров.

Нарушения обмена веществ: ожирение и сахарный диабет



Когда энергии поступает слишком много

Если человек регулярно получает больше энергии, чем тратит, избыток начинает откладываться в виде жира. Постепенно масса тела увеличивается, а риск сердечно-сосудистых заболеваний возрастает из-за перегрузки регуляторных систем организма.



Ожирение как следствие дисбаланса

Ожирение связано не с одной причиной, а с длительным нарушением энергетического баланса. На рисунке это можно показать как ситуацию, где поступление и расход энергии перестают быть уравновешенными, и запасы растут.

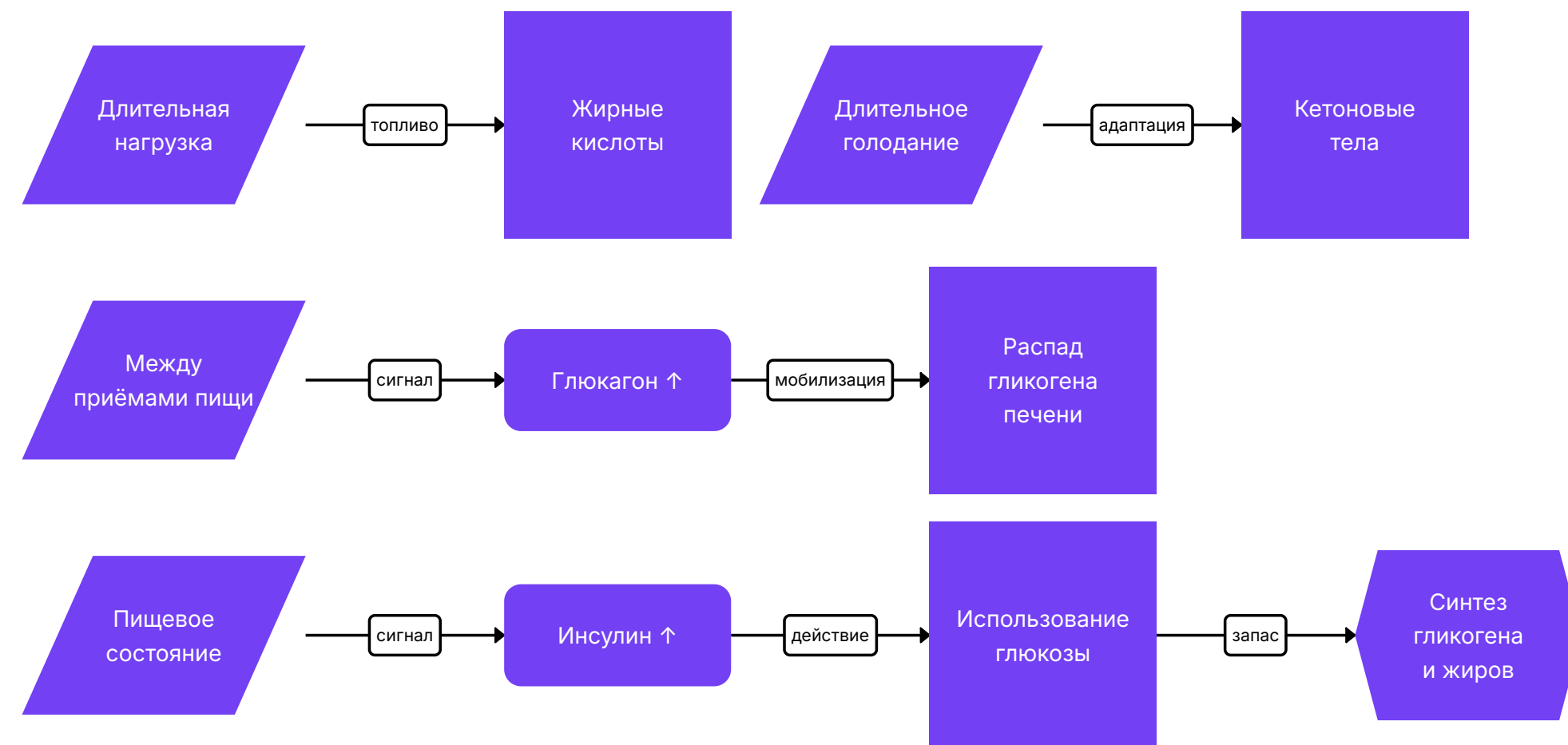


Сахарный диабет и глюкоза в крови

При сахарном диабете клетки хуже усваивают глюкозу, поэтому её уровень в крови остаётся повышенным. На схеме это выглядит как разрыв между наличием глюкозы в крови и её использованием тканями для получения энергии.

Как клетка выбирает источник энергии в разных условиях

Смена режимов обмена в зависимости от гормонов и потребностей тканей





Итог: разные пути к одной цели

Углеводы быстро снабжают клетку энергией, а липиды создают более ёмкий и долговременный резерв. Вместе они поддерживают мембраны, обмен веществ и адаптацию организма к меняющимся условиям.

