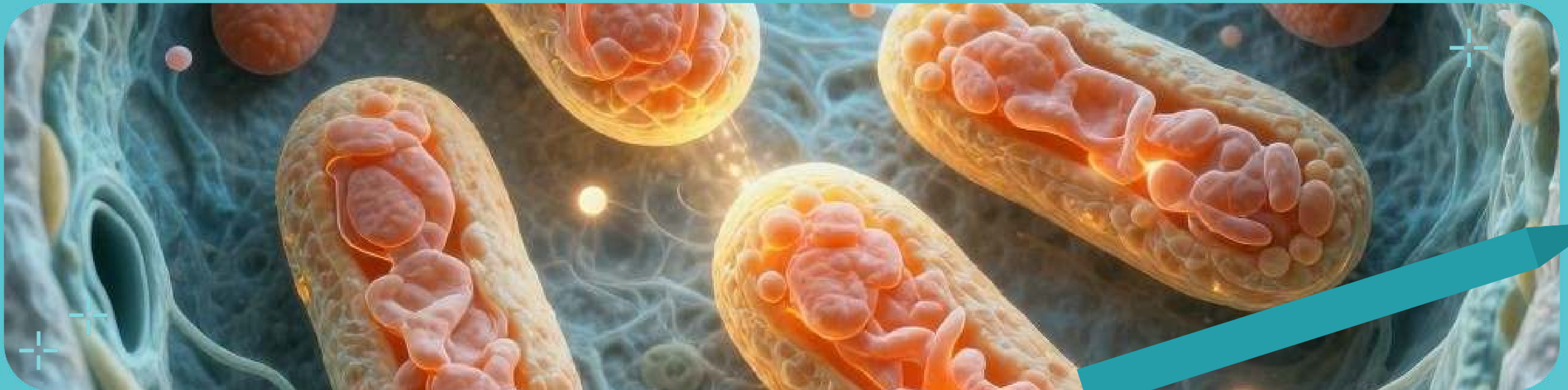


Общий обзор: обмен веществ и энергия в клетке

Обмен веществ связывает химические реакции клетки, обеспечивая жизнь и энергию через АТФ.



Историческая перспектива изучения метаболизма

Начало исследований обмена веществ связано с XIX веком и трудами Либиха и Пастера, заложившими основы биохимии и молекулярной биологии.



Определение обмена веществ

Обмен веществ представляет собой непрерывную цепь химических реакций, которые преобразуют поступающие вещества и выделяют энергию, поддерживая жизнедеятельность клетки.

Катаболизм отвечает за разрушение сложных органических соединений с выделением энергии, необходимой для работы клетки и организма в целом.

Анаболизм обеспечивает синтез сложных молекул из простых компонентов, поддерживая структурные и функциональные потребности организма.



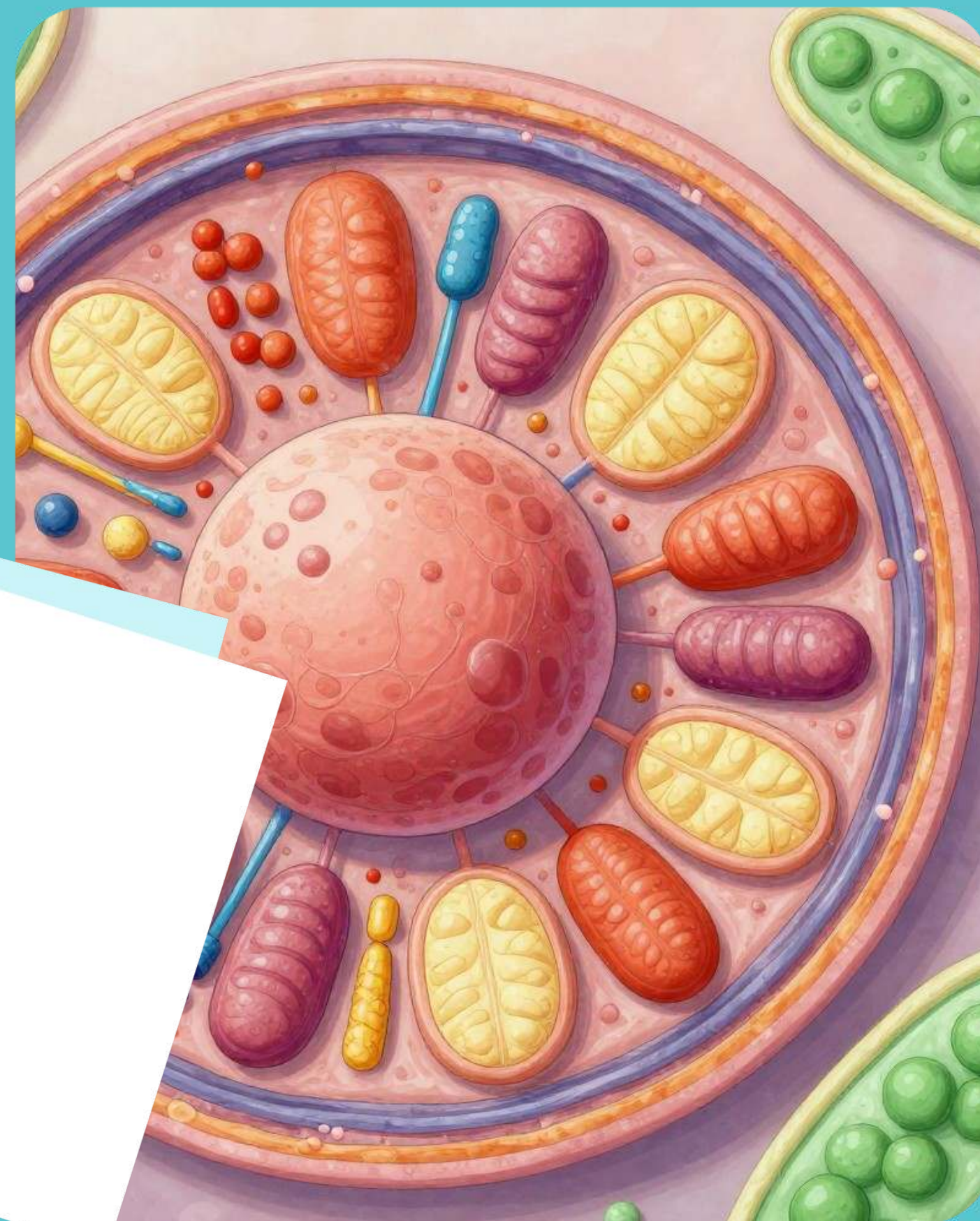
Строение и функции клетки как единицы обмена веществ

Органеллы и их роль

Клетка содержит структуры с уникальными функциями: митохондрии генерируют энергию, рибосомы синтезируют белок, ядро управляет генетической информацией.

Типы клеток и метаболизм

Метаболические особенности зависят от типа клетки: растительные клетки имеют хлоропласты для фотосинтеза, прокариоты обладают простым строением без ядра.



Катаболизм: процессы распада органических веществ

Гликолиз расщепляет глюкозу до пирувата, обеспечивая энергией в анаэробных условиях.

Бета-окисление преобразует жирные кислоты в ацетил-КоА, поступающий в цикл Кребса для дальнейшего окисления.

Цикл лимонной кислоты (Кребса) окисляет ацетил-КоА до CO_2 , производя энергетические переносчики НАДН и ФАДН₂.

Дыхательная цепь электронами транспортирует энергию к кислороду, синтезируя максимальное количество АТФ и поддерживая клеточное дыхание.



Анаболизм: процессы биосинтеза

В рибосомах происходит сборка белков из аминокислот, обеспечивающая структуру и функцию клеток.

Липидный синтез осуществляется в эндоплазматическом ретикулуме, формируя клеточные мембраны и запасные жиры.

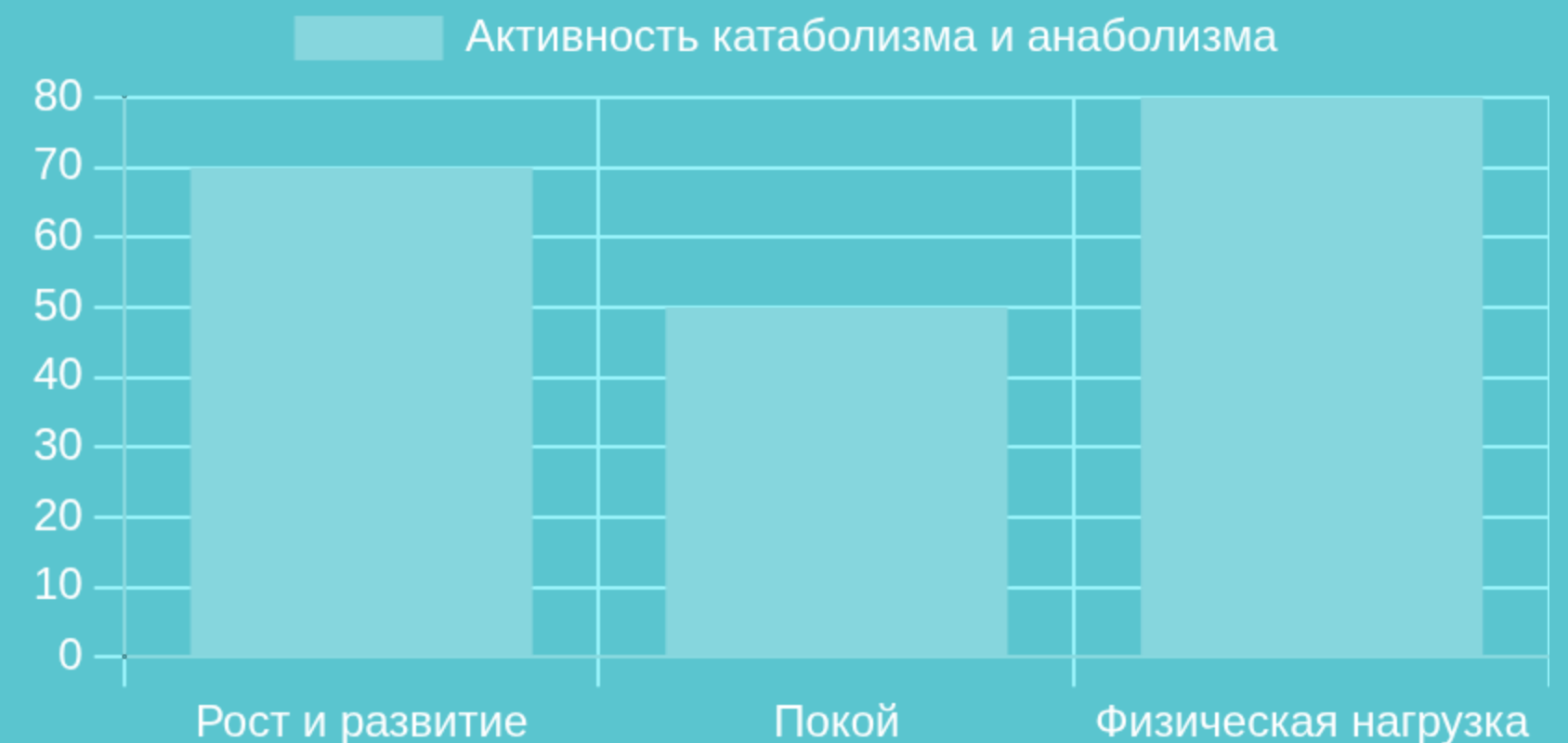
Гликогеногенез превращает глюкозу в гликоген для накопления энергии и регуляции уровня сахара в крови.



Соотношение катаболизма и анаболизма в разных фазах жизнедеятельности

Катаболизм доминирует при нагрузках, анаболизм активен в период роста, равновесие — в покое.

Энергетический баланс адаптируется в зависимости от физиологического состояния организма.

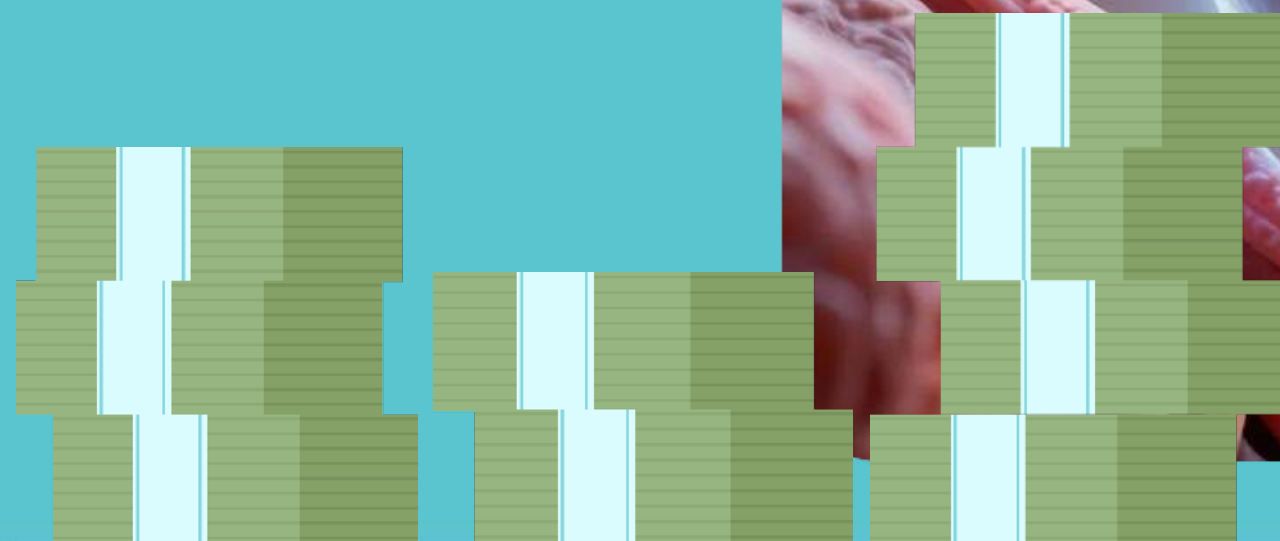
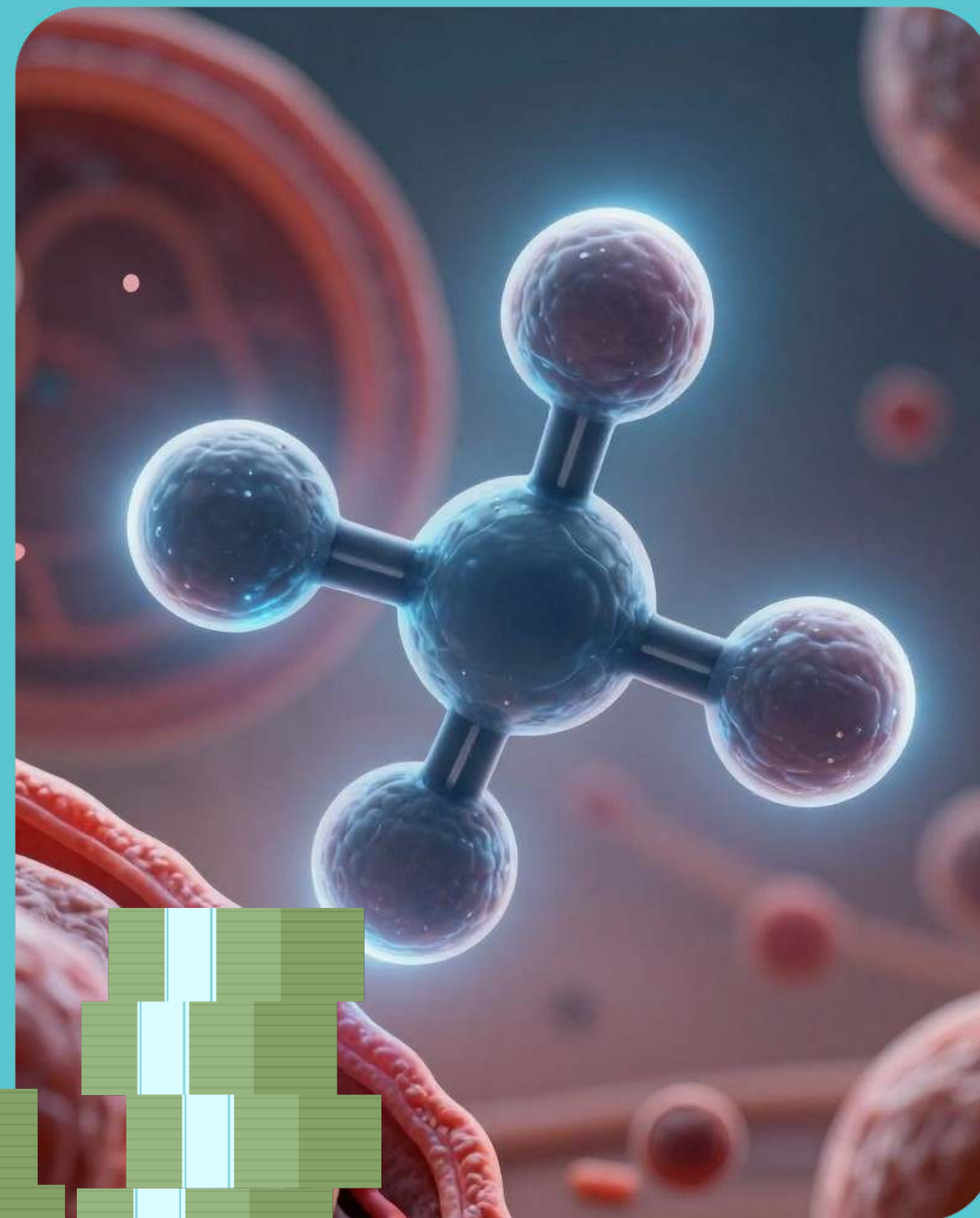


Обзор биохимических исследований, 2023



Роль АТФ как универсального переносчика энергии

- АТФ содержит высокоэнергетические связи, распад которых выделяет около 30,5 кДж/моль, обеспечивая энергией клеточные процессы.
- Ежедневно в организме взрослого человека синтезируется до 40 кг АТФ, поддерживая биосинтез, транспорт веществ и мышечную активность.



Сравнение основных метаболических путей клетки



Путь метаболизма	Локализация	Кислород	АТФ (молекул)	Конечные продукты
Гликолиз	Цитоплазма	Анаэробный	2	Пируват, НАДН
Цикл Кребса	Митохондрии	Аэробный	2	CO ₂ , НАДН, ФАДН ₂
Дыхательная цепь	Митохондрии	Аэробный	до 34	H ₂ O

Учебник биохимии, 2022

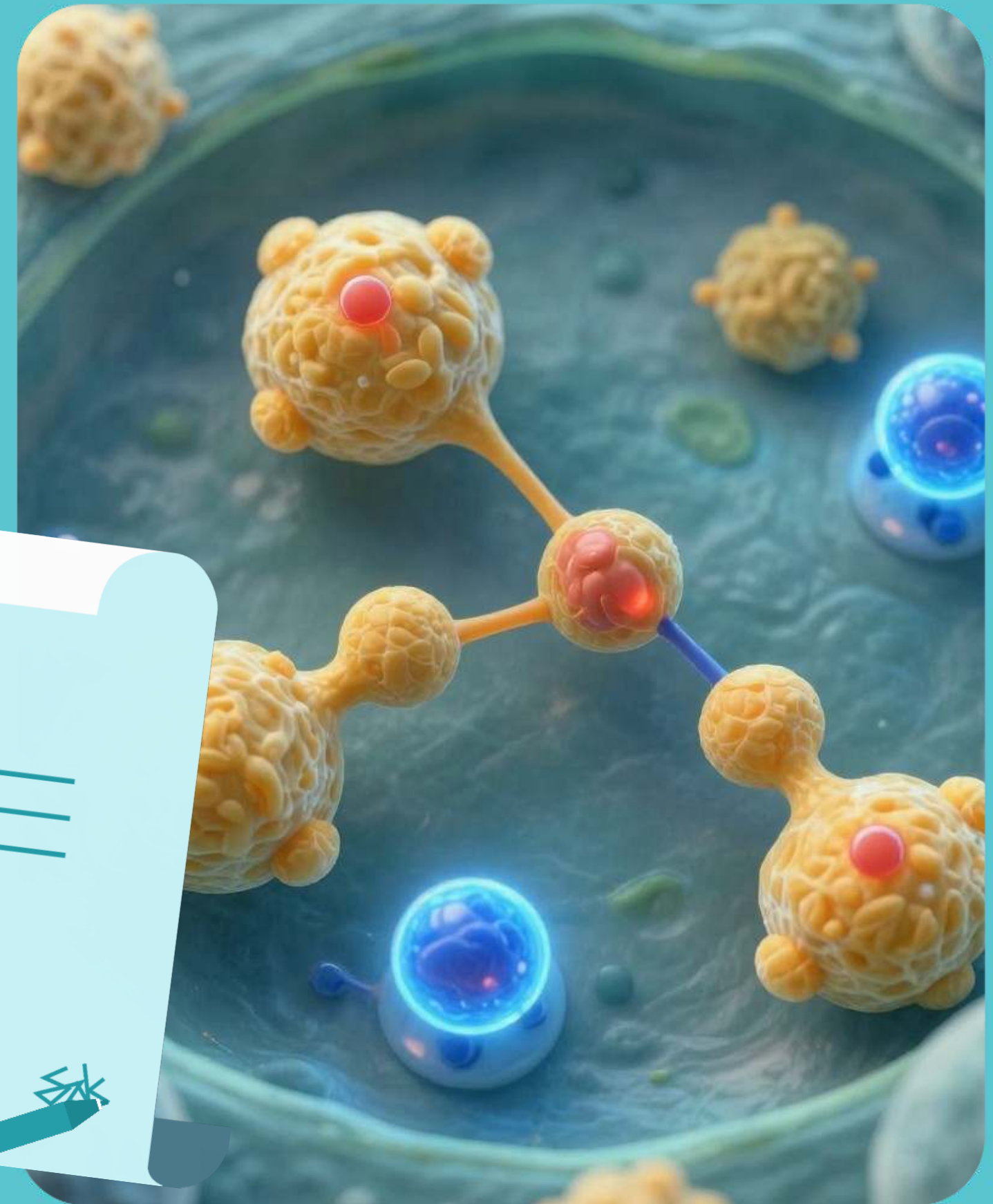
Таблица отражает локализацию, использование кислорода и выход АТФ в ключевых метаболических процессах.

Гликолиз работает без кислорода, в то время как цикл Кребса и дыхательная цепь требуют аэробных условий и обеспечивают высокую выработку АТФ.



Гликолиз: этапы, продукты, биологическая роль

1. Гликолиз состоит из десяти ферментативных реакций в цитоплазме, в результате чего образуются 2 молекулы пирувата и 2 АТФ.
2. Процесс важен при дефиците кислорода, обеспечивая энергией такие ткани, как мышцы и эритроциты, в условиях гипоксии.

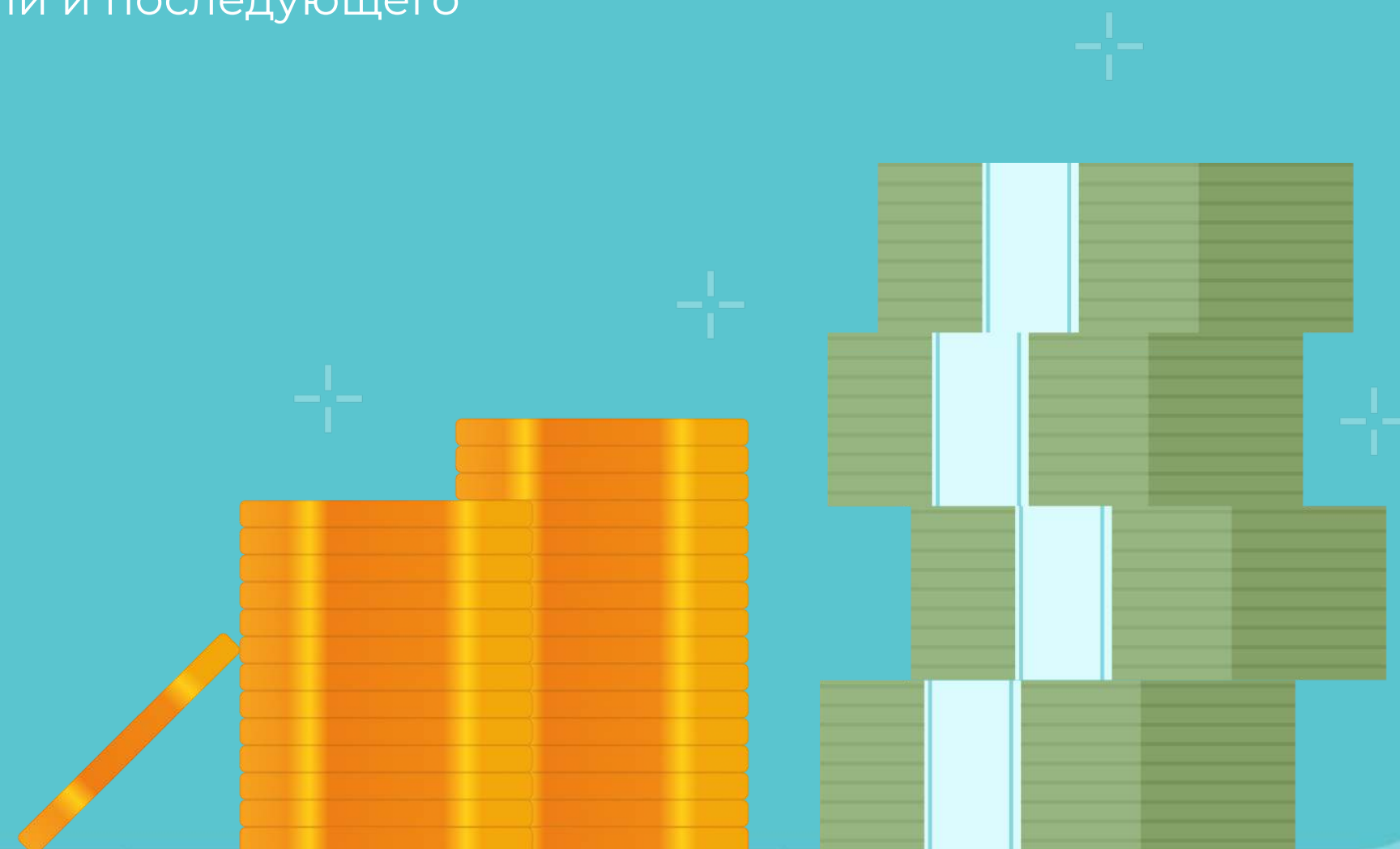


Цикл Кребса: центральное звено аэробного метаболизма

Цикл Кребса происходит в матриксе митохондрий, где происходит окисление ацетил-КоА до углекислого газа с выделением энергии, которая запасается в высокоэнергетических носителях.

Каждый оборот цикла генерирует 3 НАДН, 1 ФАДН₂ и 1 ГТФ (или АТФ), обеспечивая субстраты для дыхательной цепи и последующего синтеза АТФ.

Этот цикл является ключевым этапом аэробного метаболизма, критически важным для эффективного утилизации органических соединений при наличии кислорода.



Суммарный энерговыход: гликолиз, цикл Кребса и дыхательная цепь

Общий выход энергии при полном аэробном расщеплении глюкозы достигает примерно 38 молекул АТФ, что обеспечивает клетке значительный запас энергии.

Данные показывают, что дыхательная цепь обеспечивает до 90% энергии, делая её наиболее продуктивным этапом энергетического обмена.



Источник: Учебная биохимия, 2020



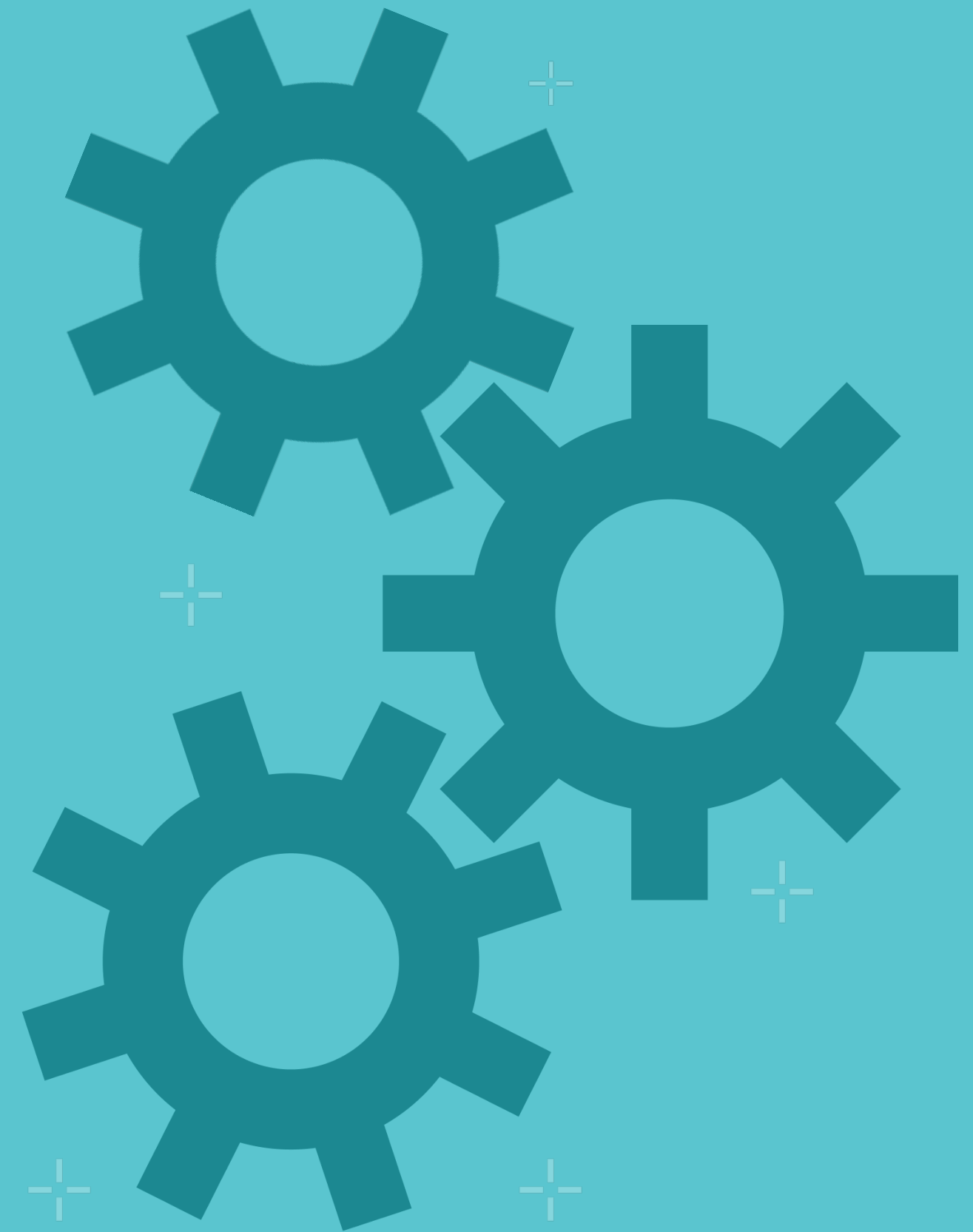
Дыхательная цепь и окислительное фосфорилирование

Дыхательная цепь — это комплекс белков внутренней мембраны митохондрий, где электроны переносятся от НАДН и ФАДН₂ к кислороду с выделением воды.

При прохождении электронов создаётся протонный градиент, который стимулирует работу АТФ-синтазы, обеспечивая синтез молекул АТФ из АДФ и фосфата.

Этот процесс является наиболее энергоёмкой частью метаболизма, формируя основное количество клеточной энергии, потребляемой организмом.

Конечный акцептор электронов — кислород, а вода является конечным продуктом, что подчёркивает важность дыхания для обмена веществ.



Фотосинтез: превращение энергии света в химическую

Световая фаза фотосинтеза

В световой фазе хлоропласты поглощают свет, синтезируют АТФ и НАДФН, а также расщепляют воду с выделением кислорода, обеспечивая энергию для последующих реакций.

Темновая фаза фотосинтеза

Темновая фаза использует продукты световой фазы для фиксации CO_2 через цикл Кальвина, формируя углеводы, необходимые для роста и обмена веществ растений.

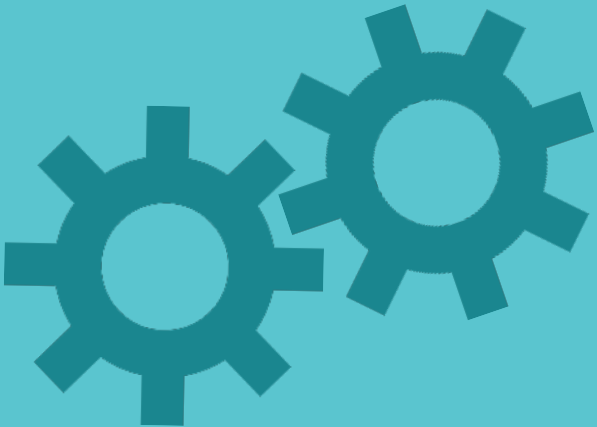


Сравнение энергетического обмена у животных и растений

Характеристика	Фотосинтез	Клеточное дыхание
Конечные продукты	Глюкоза, O ₂	CO ₂ , H ₂ O
Необходимость кислорода	Нет	Да
Локализация	Хлоропласты	Митохондрии

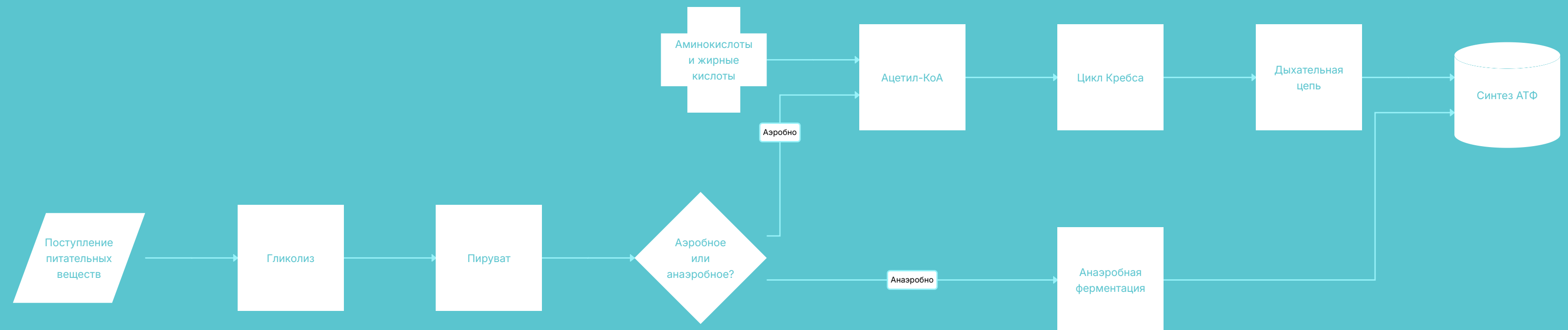
В таблице представлены ключевые различия фотосинтеза и клеточного дыхания по продуктам, энергии, необходимости кислорода и органеллам, в которых происходят процессы.

Растения способны как производить энергию через фотосинтез, так и использовать её в дыхании, в отличие от животных, полагающихся только на клеточное дыхание.



Основные метаболические пути в клетке

Последовательность и взаимосвязь этапов энергетического обмена



Регуляция обмена веществ: роль гормонов и ферментов

Секреция инсулина

После приёма пищи инсулин стимулирует поглощение глюкозы клетками и активацию анаболических процессов, способствуя синтезу гликогена и жиров.

Высвобождение глюкагона

При понижении уровня глюкозы в крови глюкагон инициирует катаболизм, расщепление гликогена и высвобождение энергии.

Активация адреналина

В стрессовых ситуациях адреналин усиливает катаболизм, обеспечивая быстрый приток энергии для мышц и органов.

Регуляция тироксином

Тироксин повышает общий обмен веществ, увеличивая количество митохондрий и активность ферментов, отвечающих за энергетический обмен.



Нарушения обмена веществ: причины и последствия



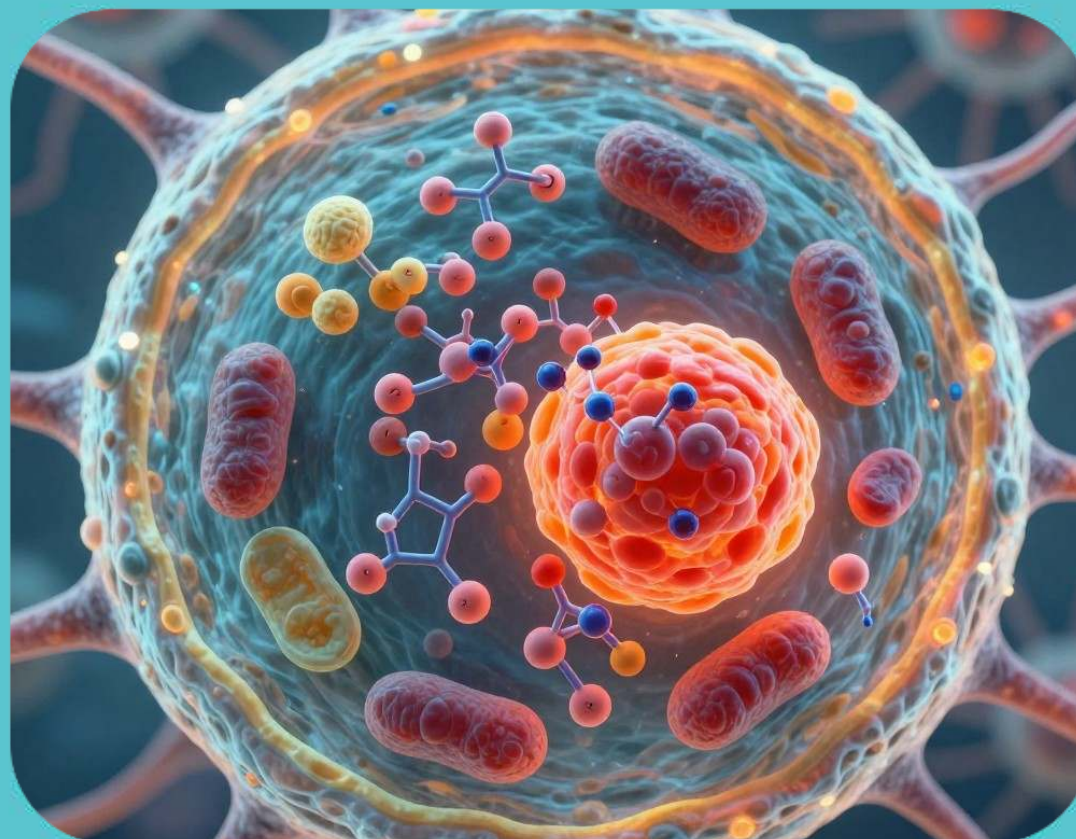
Сахарный диабет

Это хроническое заболевание связано с нарушением усвоения глюкозы, что приводит к гипергликемии и осложнениям в различных системах организма. Требуется постоянный контроль и лечение.



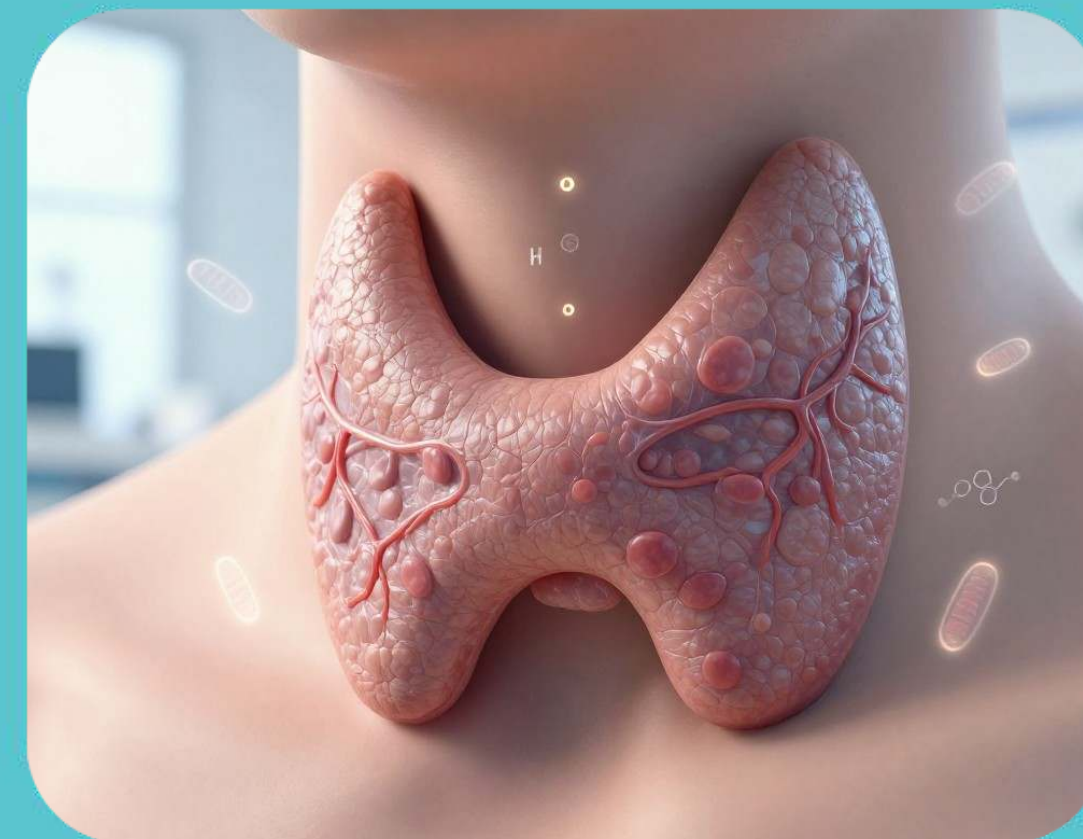
Фенилкетонурия

Наследственное нарушение обмена аминокислот вызывает накопление токсичных веществ, что приводит к повреждению нервной системы. Раннее обнаружение и диета важны для предотвращения осложнений.



Гипотиреоз

Недостаток гормонов щитовидной железы снижает общий уровень обмена веществ, вызывая слабость, набор веса и другие симптомы, требующие длительной гормональной терапии.



Значение обмена веществ для организма человека



Обеспечение энергии

Метаболизм поставляет необходимые молекулы АТФ для всех функций организма, включая работу сердца и поддержание температуры тела.



Поддержание гомеостаза

Стабильность внутренней среды достигается за счёт равновесия катаболизма и анаболизма, что критично для здоровья и адаптации.

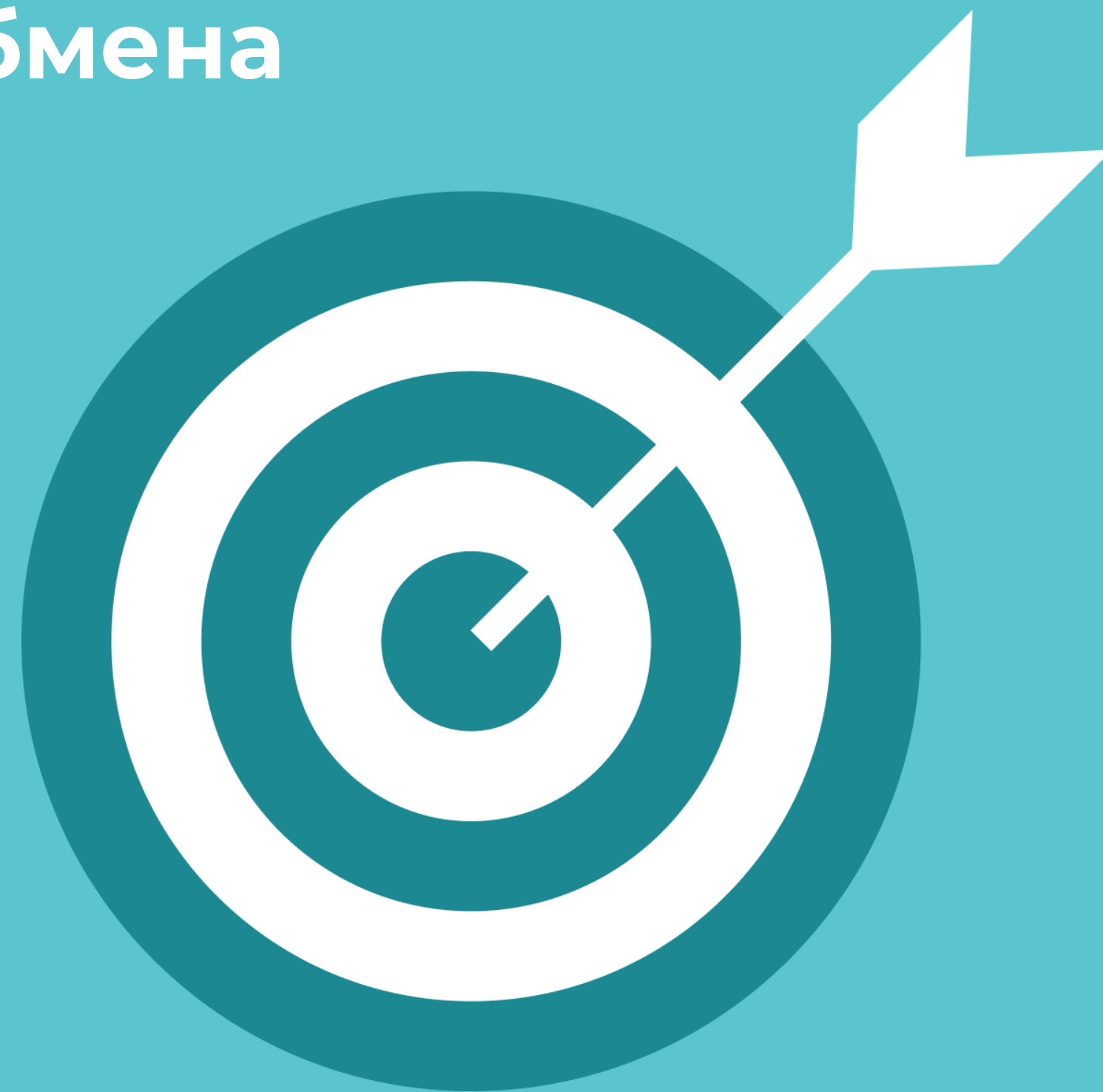


Обновление клеток и тканей

Постоянное обновление осуществляется благодаря обмену веществ, способствуя регенерации и защите организма от повреждений и стрессов.



Заключение: значение и перспективы изучения обмена веществ



Обмен веществ — основа жизни и адаптации. Продолжающиеся исследования открывают новые возможности медицины и биотехнологий для здоровья и продления жизни.