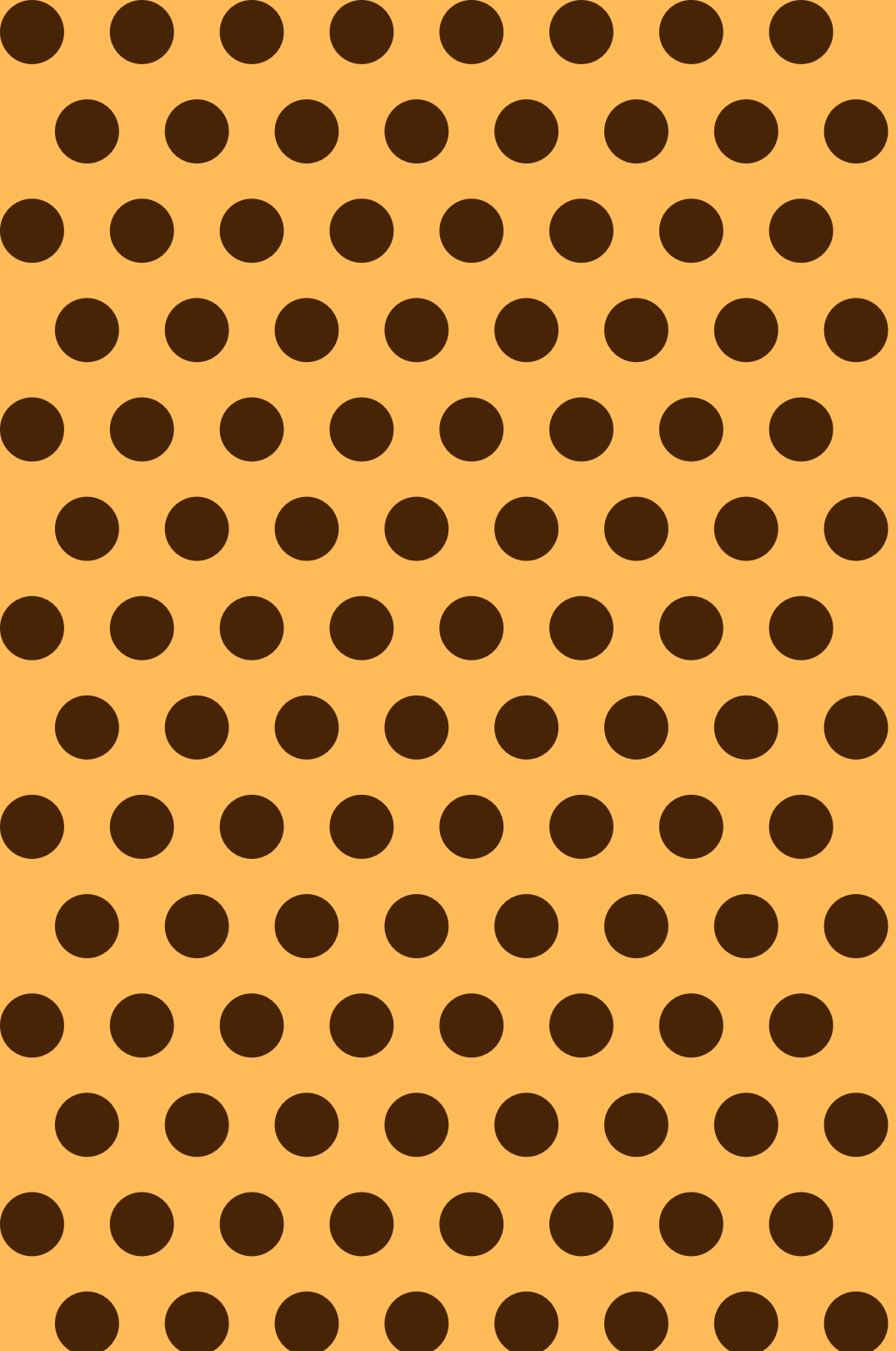
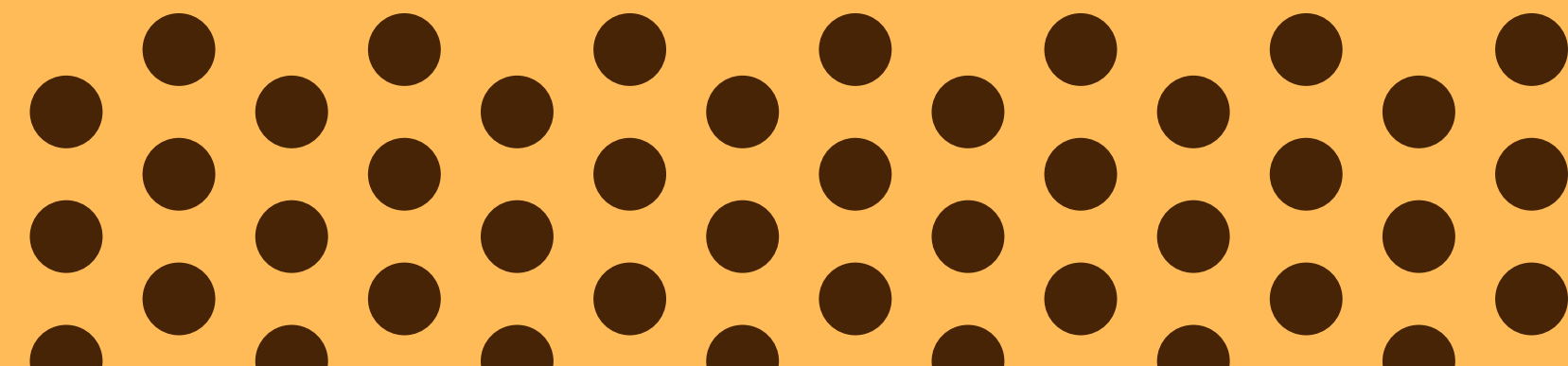




Обмен веществ и превращение энергии: ключевые понятия биологии клетки

Метаболизм — основа жизни, обеспечивающая энергию и рост клеток.



Исторический контекст и значение изучения метаболизма

Исследования метаболизма начались в XIX веке с опытов Вёлера. Позже учёные Михаэлис, Ментен и Кребс выявили химические пути, которые объяснили процессы в живых клетках, открыв новую эру биохимии и медицины.



Метаболизм: определение, основные характеристики

.1

Метаболизм — совокупность химических реакций в клетке, обеспечивающих жизнедеятельность и поддержание клеточных функций.

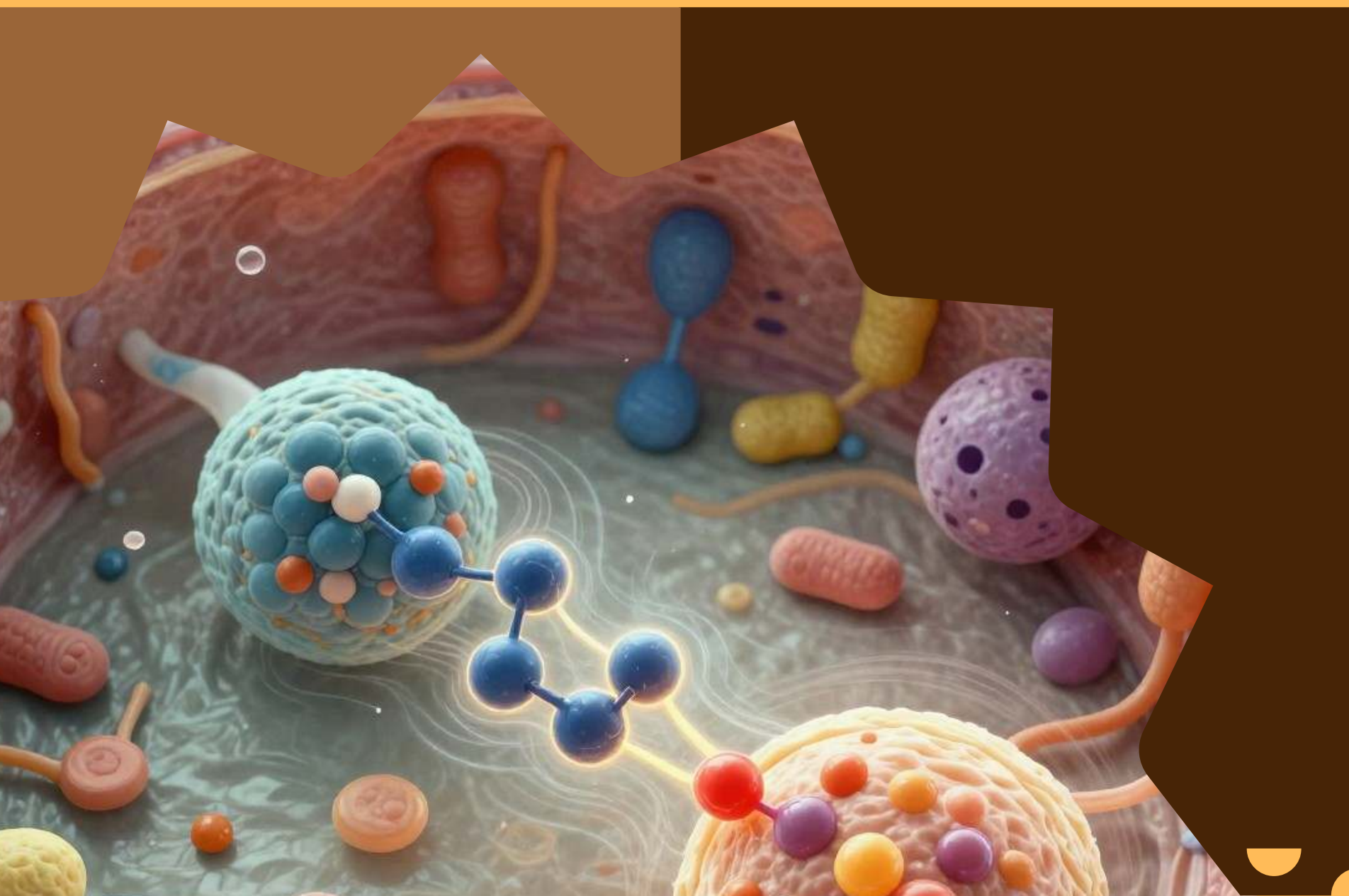
.2

Два направления метаболизма — катаболизм, который разрушает вещества с высвобождением энергии, и анаболизм, создающий новые молекулы с затратой энергии.

.3

Основные реакции метаболизма катализируются ферментами, организованными в последовательные пути, координирующие обмен веществ.

Катаболизм и анаболизм: характерные особенности



- Катаболизм включает процессы распада сложных молекул на простые с выделением энергии, например, расщепление глюкозы до пирувата.

- Анаболизм — синтез сложных соединений, таких как белки и нуклеиновые кислоты, который требует энергии, получаемой из катаболических реакций.

Ферменты: биологические катализаторы клеточных реакций

.1

Ферменты — белковые молекулы, ускоряющие биохимические реакции за счёт снижения энергии активации.

.2

Каждый фермент имеет специфичность к определённому субстрату и типу химической реакции, обеспечивая точность метаболизма.

.3

Активность ферментов регулируется концентрацией субстрата, а также наличием активаторов и ингибиторов в клетке.

.4

Условия среды, включая pH и температуру, также существенно влияют на ^{надежность} эффективность ферментативных реакций.

Ключевые метаболические пути в клетке

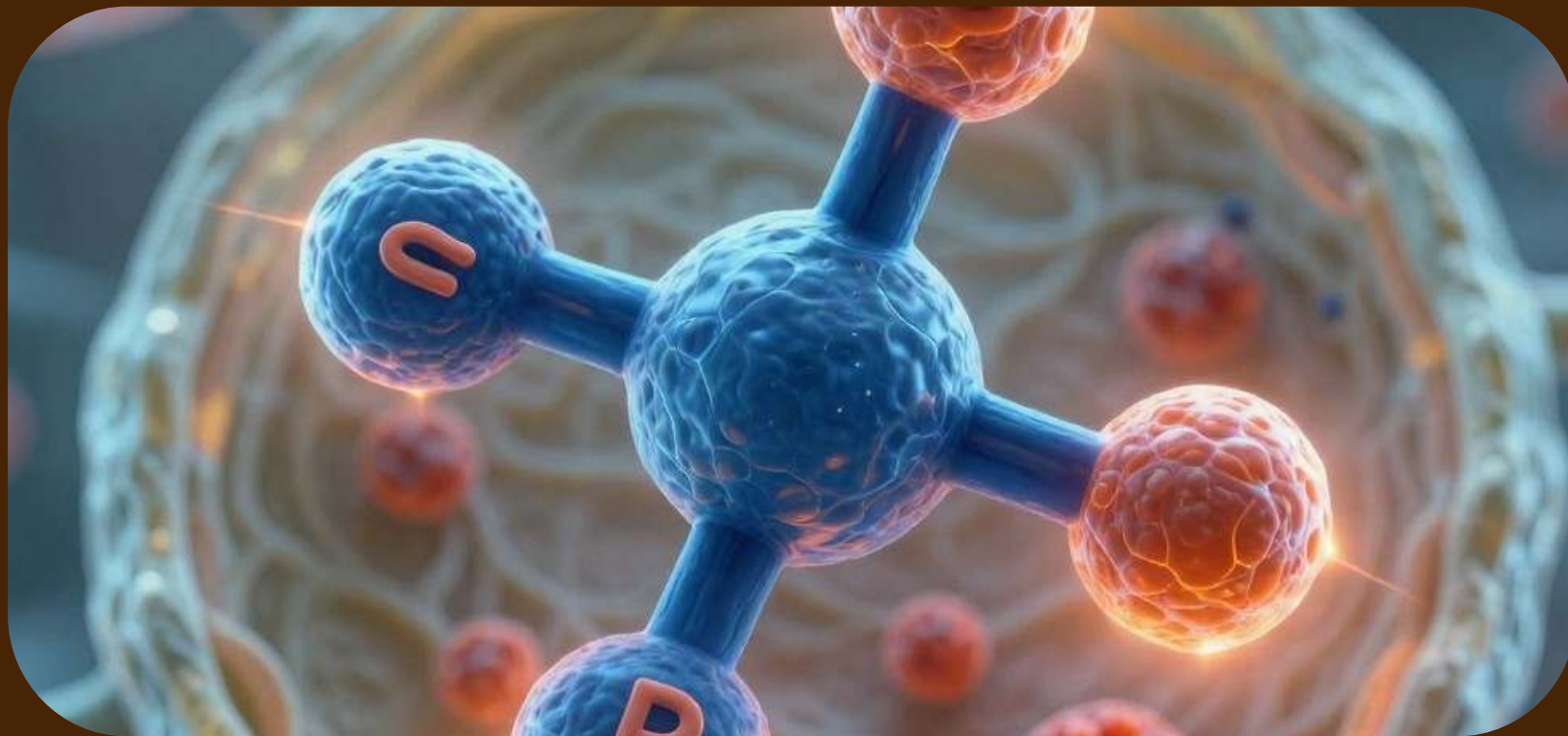
Основные пути обмена веществ, их функции и продукты, обеспечивающие энергию и строительные блоки.

Все пути взаимосвязаны и адаптируются под энергетические нужды клетки.

Campbell Biology

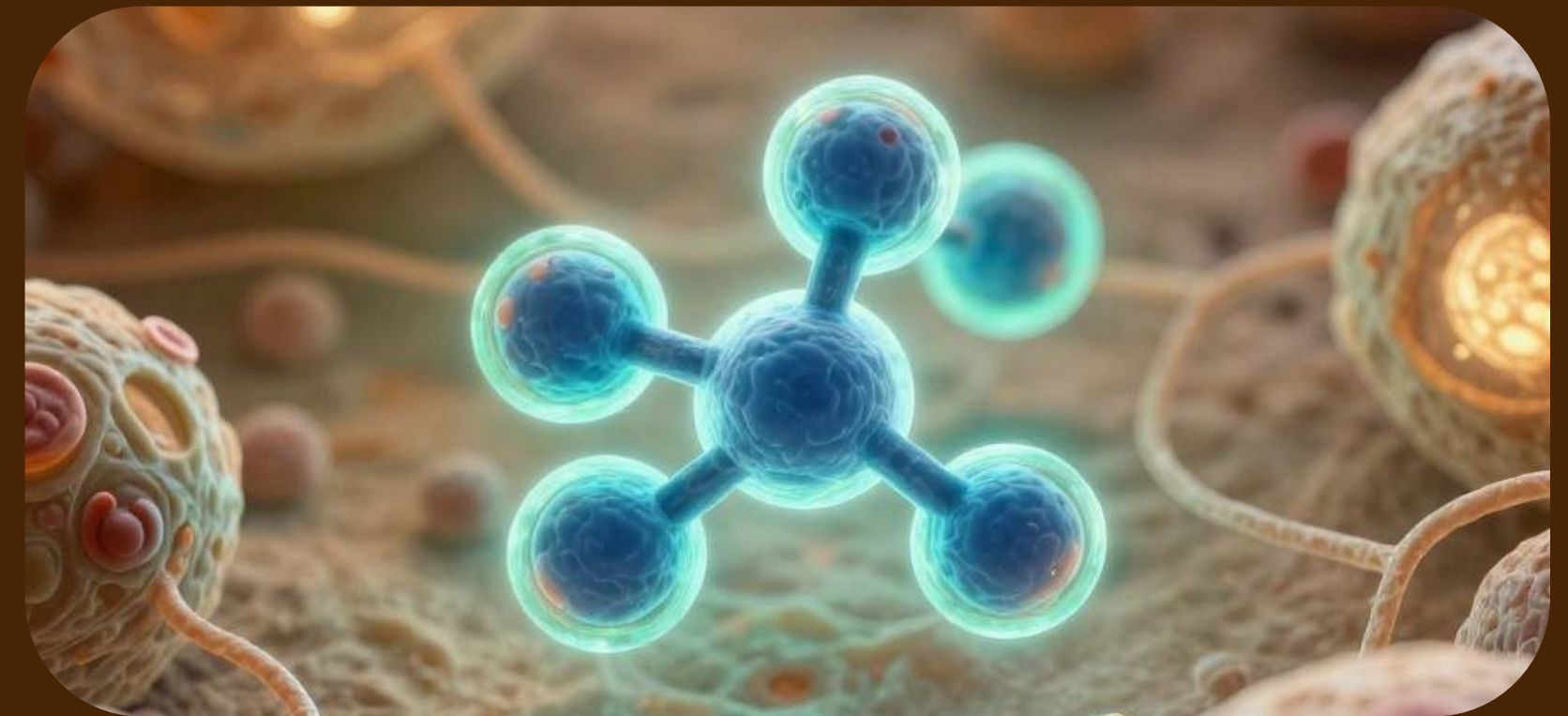
Путь	Основная функция	Продукты
Гликолиз	Расщепление глюкозы	АТФ, пируват
Цикл Кребса	Окисление пирувата	NADH, FADH ₂ , CO ₂
Пентозофосфатный путь	Синтез NADPH и рибозы	NADPH, рибоза
Гликогенолиз	Расщепление гликогена	Глюкоза-6-фосфат

АТФ — центральный энергетический носитель клетки



Структура и функции АТФ

АТФ аккумулирует энергию в фосфатных связях, обеспечивая быструю передачу энергии для клеточных процессов. Он синтезируется главным образом в митохондриях.



Роль АТФ в жизнедеятельности клетки

АТФ участвует в синтезе макромолекул, транспорте и движении. Его непрерывное образование и расход жизненно необходимы для функционирования клеток.

Энергетический обмен: ключевые стадии

Гликолиз и цикл Кребса

Гликолиз расщепляет глюкозу, цикл Кребса окисляет продукты до CO_2 и восстановленных коферментов.

Синтез АТФ

АТФ-синтаза использует градиент для образования АТФ, которая расходуется на клеточные функции.

Поступление питательных веществ

Органические молекулы, например глюкоза, поступают в клетку для дальнейшего метаболизма.

Дыхательная цепь

Электроны передаются по белкам, создавая протонный градиент через мембрану митохондрий.

Гликолиз: этапы и конечные продукты

.1

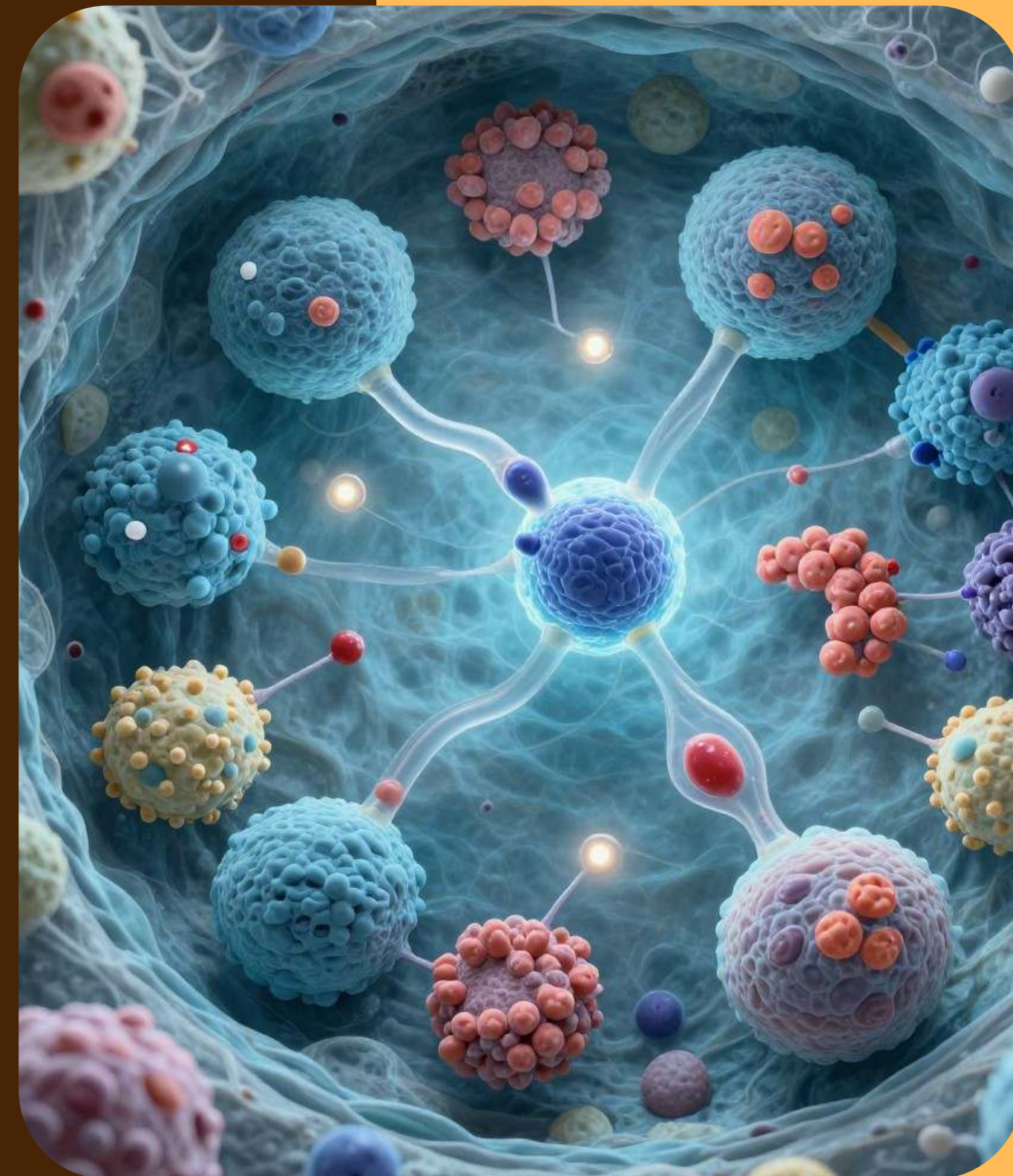
Процесс и локализация

Гликолиз происходит в цитоплазме клеток и включает десять ферментативных стадий, обеспечивая анаэробное получение энергии.

.2

Результаты и значение

В результате образуются 2 молекулы пирувата, чистая прибавка 2 АТФ и 2 NADH, что важно для дальнейших энергетических процессов.



Сравнение энергоэффективности катаболизма

Аэробный метаболизм значительно превосходит анаэробный по количеству вырабатываемой энергии.

Аэробные процессы обеспечивают клетки примерно в 19 раз большим количеством АТФ, что критично для энергоёмких функций.

Современные учебные материалы по биохимии, 2023



Цикл Кребса: функции и значение для клетки

.1

Цикл Кребса происходит в митохондриальном матриксе и задействует ацетил-КоА, образующийся из продуктов расщепления углеводов, жиров и белков, как исходное соединение для цикла.

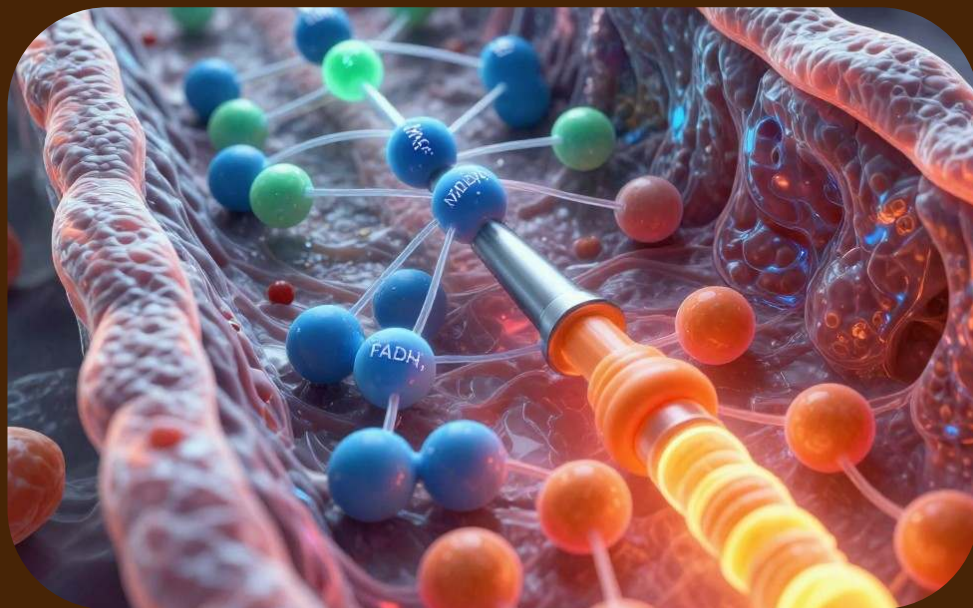
.2

В процессе цикла синтезируются высокоэнергетические переносчики электронов NADH и FADH_2 , которые впоследствии участвуют в дыхательной цепи для производства АТФ.

.3

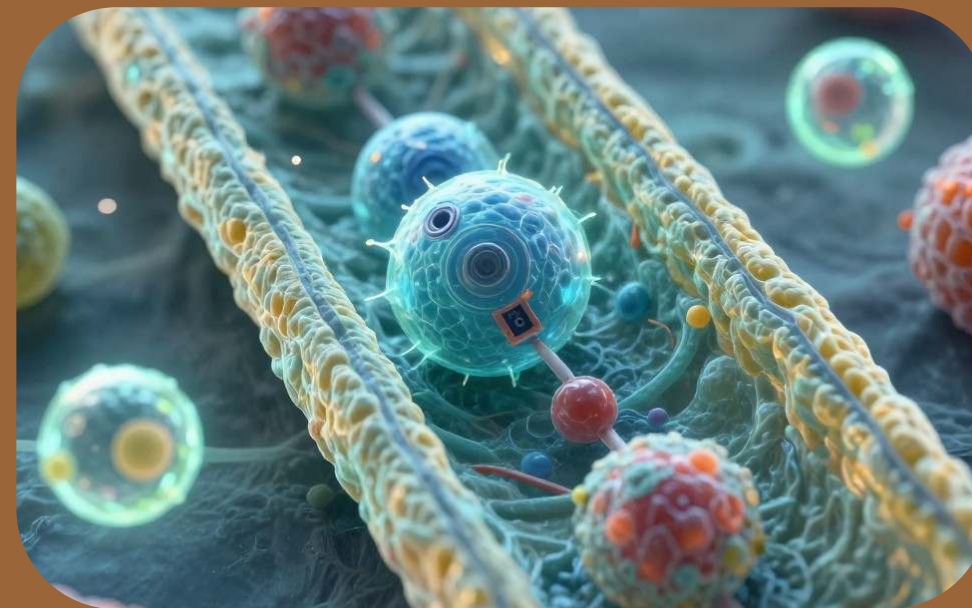
Одновременно выделяется углекислый газ как конечный продукт; этот цикл является центральным звеном аэробного энергетического обмена и поддерживает функционирование клетки.

Дыхательная цепь и окислительное фосфорилирование: этап синтеза АТФ



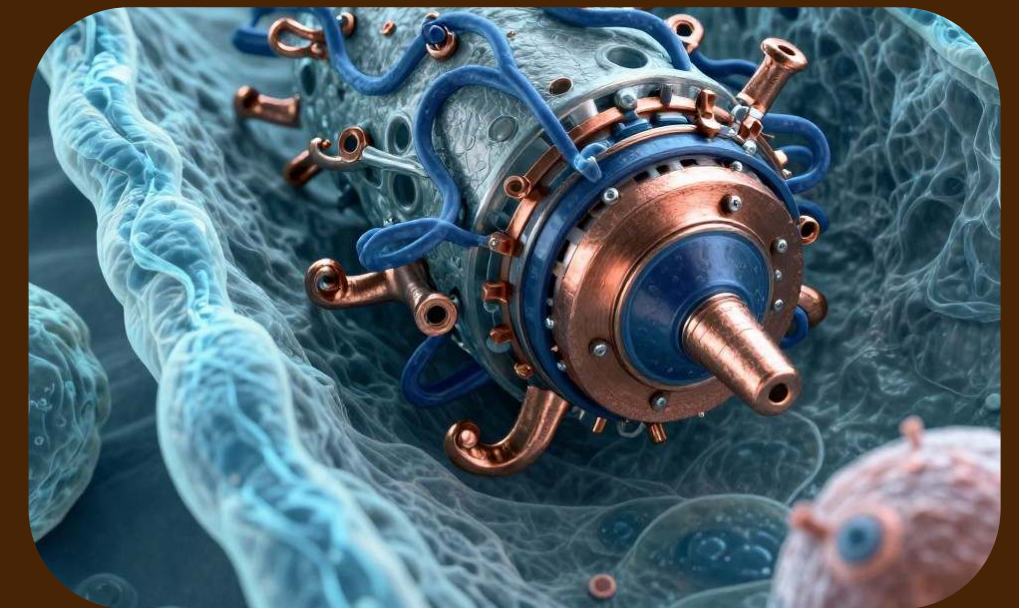
Путь электронов по митохондриальной цепи

Электроны, перенесённые NADH и FADH_2 , передаются через ряд белковых комплексов, расположенных во внутренней мембране митохондрий. Этот процесс создаёт протонный градиент, необходимый для дальнейшего синтеза энергии.



Роль кислорода в энергетическом процессе

Кислород выступает в качестве конечного акцептора электронов в дыхательной цепи, обеспечивая превращение энергии в форму, пригодную для использования клеткой. Без него процесс останавливается и нарушается производство АТФ.



Синтез АТФ с помощью АТФ-синтазы

Фермент АТФ-синтаза использует энергию протонного градиента для фосфорилирования АДФ в АТФ. Этот сложный белковый комплекс обеспечивает основное производство энергетического запаса клетки во время окислительного фосфорилирования.

.1

Молочнокислое брожение происходит в мышцы при недостатке кислорода, превращая пируват в лактат и обеспечивая организм энергией при гипоксии.

.2

У молочнокислых бактерий этот процесс обеспечивает получение энергии и создает лактат, используемый в пищевой промышленности для производства йогуртов и кисломолочной продукции.

.3

Спиртовое брожение характерно для дрожжей, при котором пируват преобразуется в этанол и углекислый газ, что используется для изготовления хлеба и алкогольных напитков.

.4

Оба пути поддерживают выработку АТФ при отсутствии кислорода и имеют важное практическое значение в биотехнологии и пищевой промышленности благодаря биохимическим преобразованиям.

Анаэробные пути: молочнокислое и спиртовое брожение

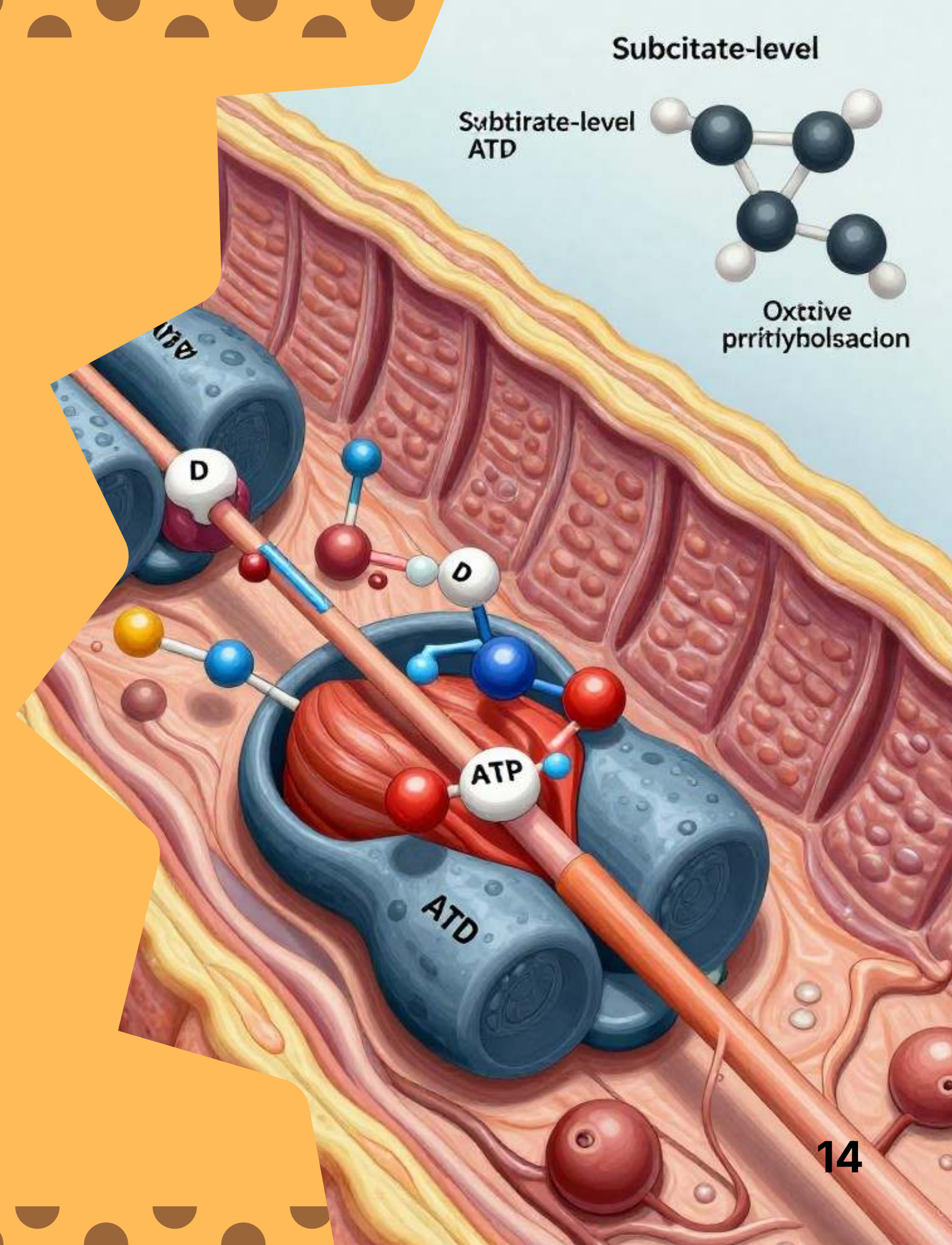
АТФ: механизм синтеза и освобождения энергии

Синтез АТФ: пути и механизмы

АТФ образуется при присоединении фосфата к АДФ как в ходе субстратного, так и окислительного фосфорилирования. Это ключевой процесс, связывающий катаболизм с энергоснабжением клетки.

Освобождение энергии и её использование в клетке

При гидролизе АТФ энергия высвобождается, обеспечивая работу ферментов, транспорт веществ через мембраны и мышечные сокращения, поддерживая жизнедеятельность клеток.



от 1000 до 2000

мечта клеток с высокой энергетической потребностью — именно столько митохондрий может содержаться в одной мышечной клетке.

Campbell Biology

Численность митохондрий адаптируется к метаболической активности клетки, что обеспечивает эффективный энергетический обмен и поддержку жизненно важных функций организма.

Преобразование энергии в клетке: основные этапы

Митохондриальный и цитоплазматический обмен веществ



Сравнение процессов анаболизма и катаболизма

Таблица демонстрирует противоположные направления обмена веществ, роль энергии и конечные продукты каждого процесса, подчёркивая их взаимодействие в метаболическом цикле.

Процессы катаболизма и анаболизма противоположны по функциям, но взаимосвязаны, формируя единую систему обмена веществ.

Lippincott Biochemistry

Характеристика	Катаболизм	Анаболизм
Основная функция	Расщепление сложных молекул	Синтез сложных молекул
Энергетический обмен	Выделение энергии	Поглощение энергии
Конечные продукты	CO ₂ , H ₂ O, NH ₃	Белки, липиды, нуклеиновые кислоты
Метаболический эффект	Разрушение	Созидание

Регуляция обмена веществ: роль гормонов и клеточных сигналов

.1

Гормоны инсулин и глюкагон регулируют уровень глюкозы в крови, поддерживая баланс между синтезом и распадом гликогена в печени и мышцах.

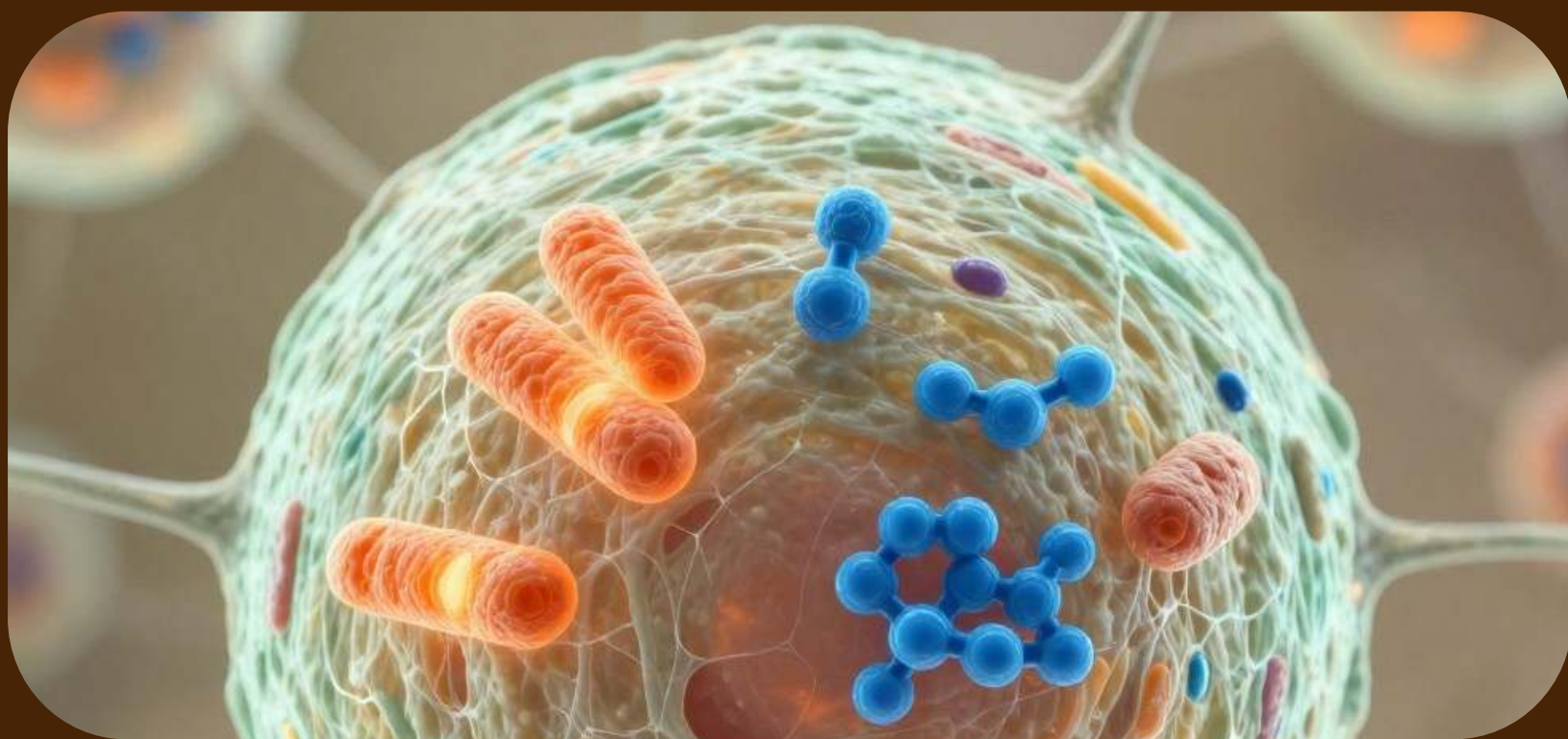
.2

Адреналин усиливает мобилизацию энергии, активируя распад жиров и гликогена в стрессовых ситуациях, обеспечивая организм быстрым источником топлива.

.3

На клеточном уровне ферменты регулируются через аллостерические эффекты и обратную связь, а также под воздействием внешних факторов, таких как температура и уровень кислорода.

Роль метаболизма в поддержании жизни и здоровья



Метаболизм и рост клеток

Обеспечение энергией и строительными блоками позволяет клеткам расти, делиться и восстанавливать повреждения тканей. Метаболизм адаптируется к внешним и внутренним условиям, влияя на регенеративные процессы организма.



Нарушения обмена веществ и болезни

Заболевания, такие как сахарный диабет и ожирение, связаны с дисфункцией обменных процессов. Генетические метаболические дефекты приводят к нарушению клеточных функций и требуют медицинского вмешательства.

Обмен веществ и энергия — основа жизни

Согласованная работа метаболических процессов обеспечивает здоровье и устойчивость организма. Понимание этих механизмов открывает возможности для развития медицины и биотехнологий будущего.

