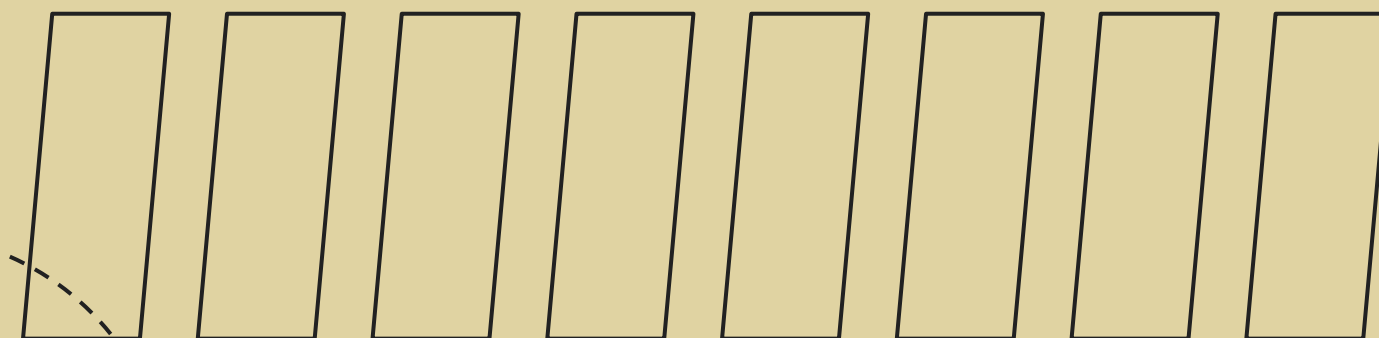


Дыхание организмов и газообмен

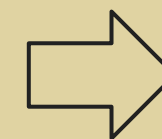
Как клетки получают энергию и почему
газообмен жизненно необходим?



Зачем организму нужен газообмен



Кислород позволяет клеткам извлекать энергию из питательных веществ, а углекислый газ и вода должны своевременно удаляться. Без этого нарушается постоянство внутренней среды и работа всех систем организма.



Два уровня дыхания: внешнее и клеточное

01

Внешнее дыхание

Обеспечивает поступление кислорода в организм и удаление углекислого газа через органы газообмена. Именно оно создаёт условия, при которых клетки могут непрерывно получать нужный им газ.

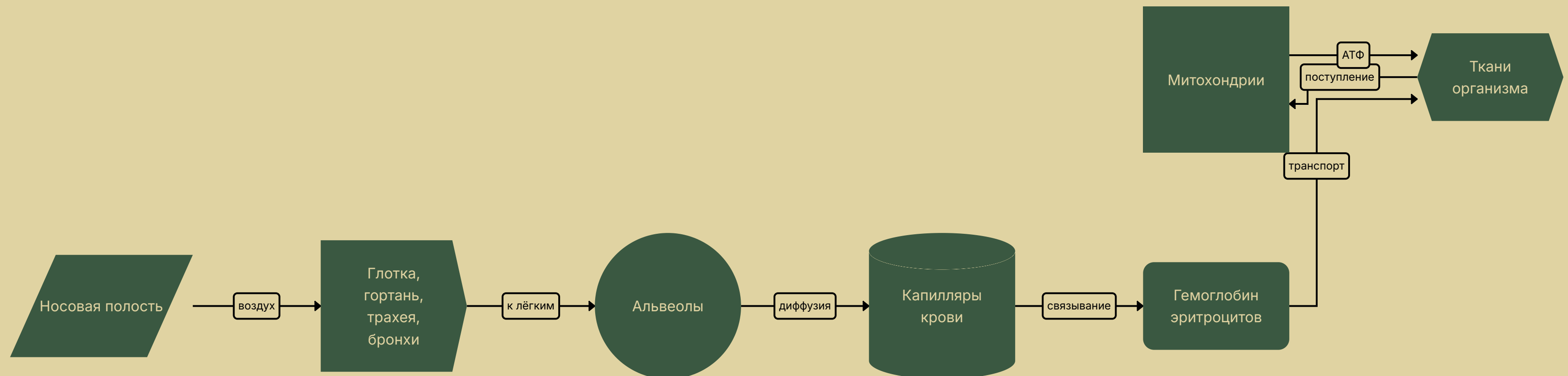
02

Клеточное дыхание

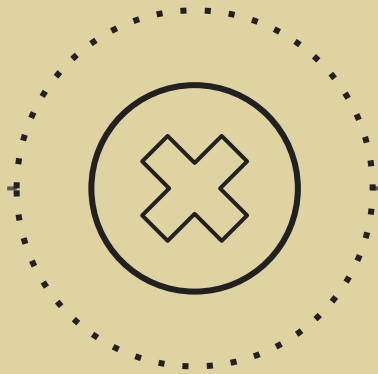
Происходит в митохондриях, где органические вещества окисляются с образованием АТФ. Этот процесс превращает энергию пищи в удобную для клетки форму и поддерживает её жизнедеятельность.

Путь кислорода в организме человека

✕ Последовательность от вдыхания воздуха до использования кислорода в клетке

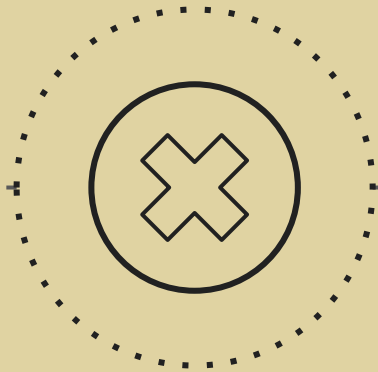


Строение дыхательной системы человека



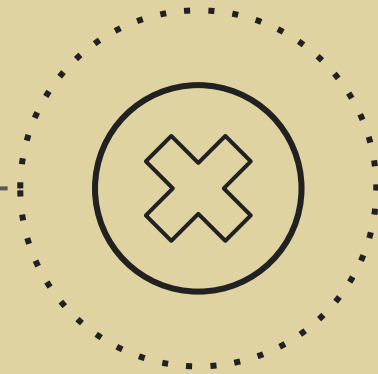
Проводящие пути

Носовая полость, глотка, гортань, трахея, бронхи и бронхиолы проводят воздух к лёгким. По ходу движения он очищается, согревается и увлажняется, что защищает дыхательные пути от повреждений.



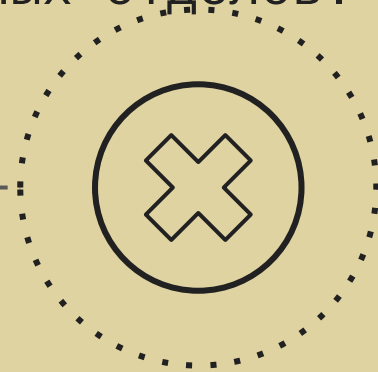
Альвеолы

Альвеолы имеют очень тонкие стенки и окружены густой сетью капилляров. Такое строение сокращает путь диффузии и делает перенос кислорода и углекислого газа особенно быстрым.



Лёгкие

Лёгкие обеспечивают основной обмен газов между воздухом и кровью. Их разветвлённая внутренняя структура позволяет доставлять воздух к множеству мелких дыхательных отделов.



Дыхательная поверхность

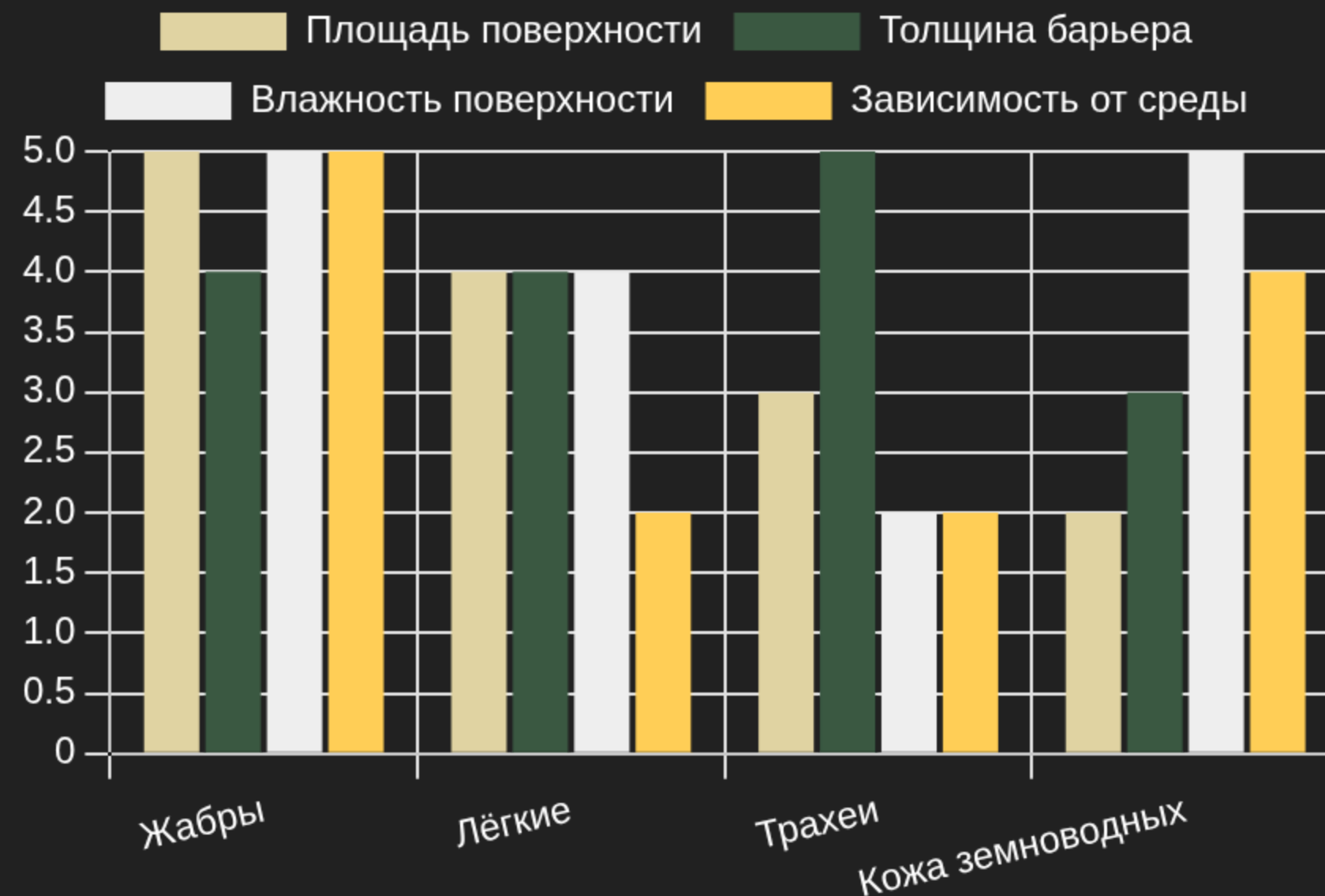
Чем больше суммарная площадь поверхности, тем эффективнее газообмен. Именно поэтому миллионы альвеол создают огромную рабочую площадь при сравнительно небольшом объёме лёгких.



Сравнение поверхностей газообмена у разных организмов

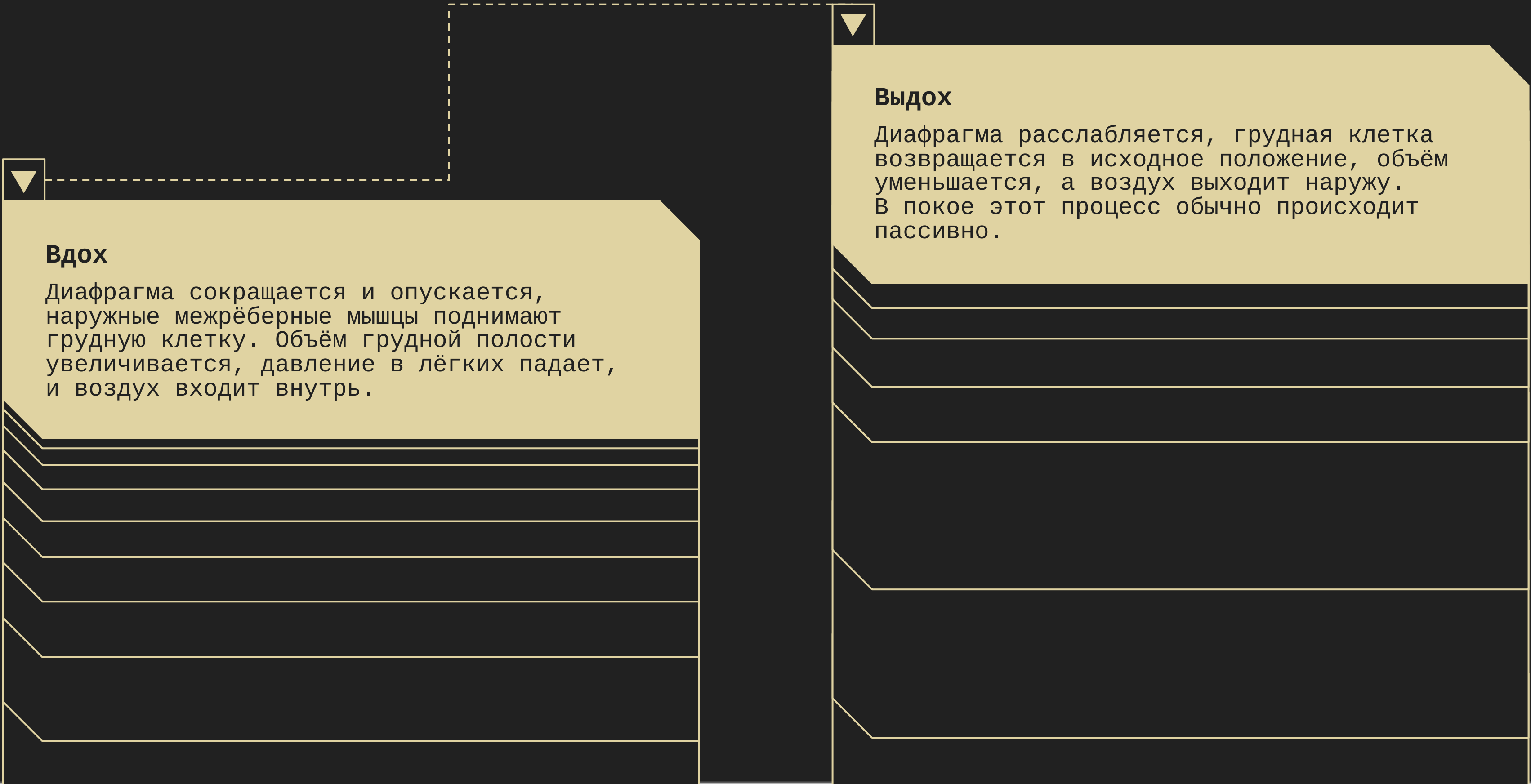
Шкала отражает относительную выраженность признаков: чем выше значение, тем сильнее признак проявлен.

Наиболее эффективная поверхность всегда соответствует среде обитания: вода требует постоянного омывания, а суша — защиты от высыхания.



Сравнительная биология органов дыхания; качественная оценка по школьному курсу биологии

Механизм вдоха и выдоха



Газообмен в альвеолах

01

Направление диффузии

Кислород переходит из альвеолярного воздуха в кровь, потому что его парциальное давление выше в альвеолах. Углекислый газ движется в обратном направлении по тому же закону диффузии.

02

Тонкий барьер

Стена альвеолы и капилляра очень тонкая, поэтому газы проходят короткий путь. Это резко ускоряет обмен и делает его достаточно быстрым даже при высокой нагрузке.

03

Влажная поверхность

Газам легче растворяться и проходить через влажную поверхность альвеол. Благодаря этому молекулы кислорода и углекислого газа быстрее переходят через дыхательную мембрану.

04

Большая площадь

Многочисленные альвеолы создают огромную площадь обмена. Такая организация особенно важна для организма, которому требуется много кислорода во время роста, движения и активной работы органов.

Парциальные давления газов в альвеолах и тканях

Сравнение показывает, почему кислород поступает в кровь, а углекислый газ выводится из неё.

Разность парциальных давлений определяет направление движения газов: кислород идёт к тканям, а углекислый газ — к альвеолам.

Среда	O ₂	CO ₂
Альвеолы	высокое	низкое
Венозная кровь	ниже	выше
Ткани	низкое	высокое

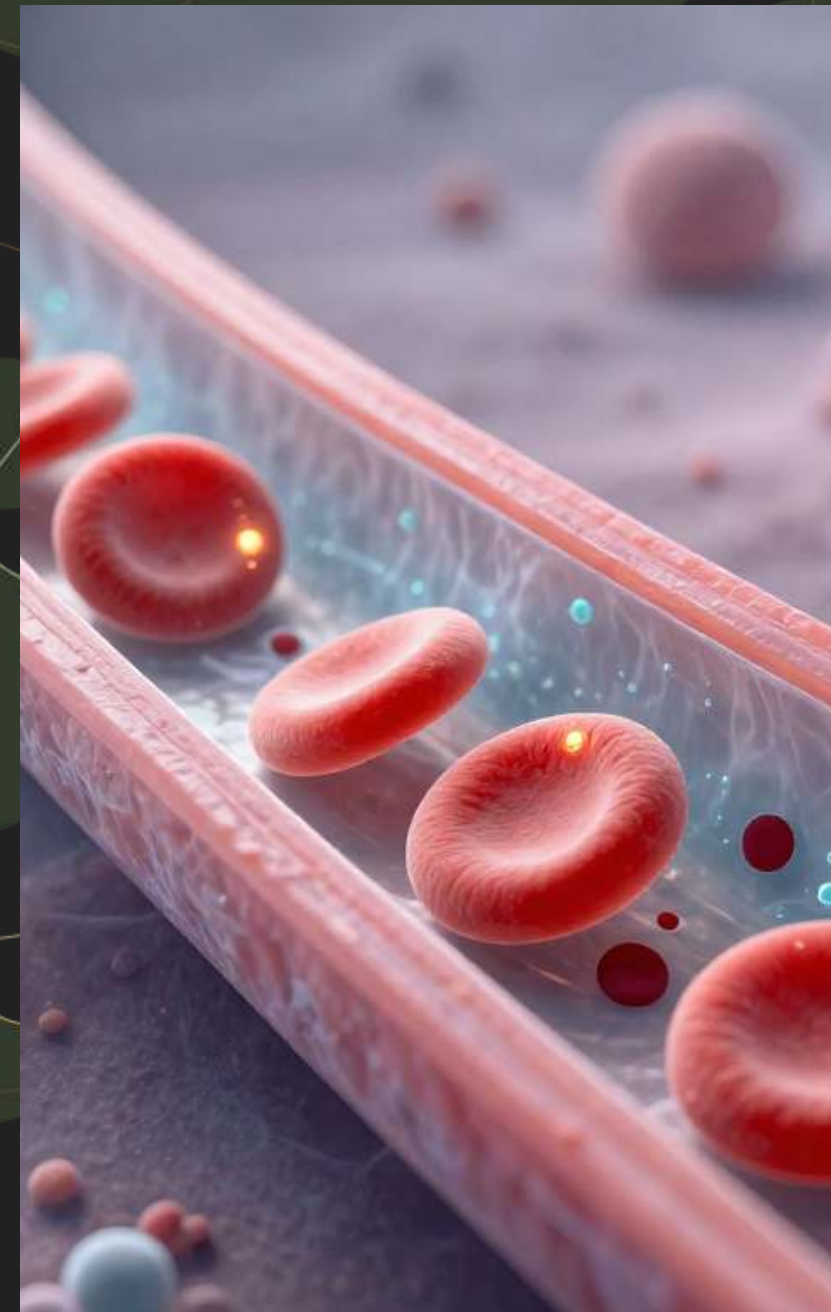
Как кровь переносит кислород и углекислый газ

Кислород и гемоглобин

Основная часть кислорода переносится эритроцитами в составе оксигемоглобина. Такое соединение образуется в лёгких и легко распадается в тканях, где кислород нужен клеткам.

Три формы CO₂

Углекислый газ переносится в растворённом виде, в виде гидрокарбонатов и в соединении с гемоглобином. Такое распределение делает его транспорт более ёмким и гибким.



Роль крови

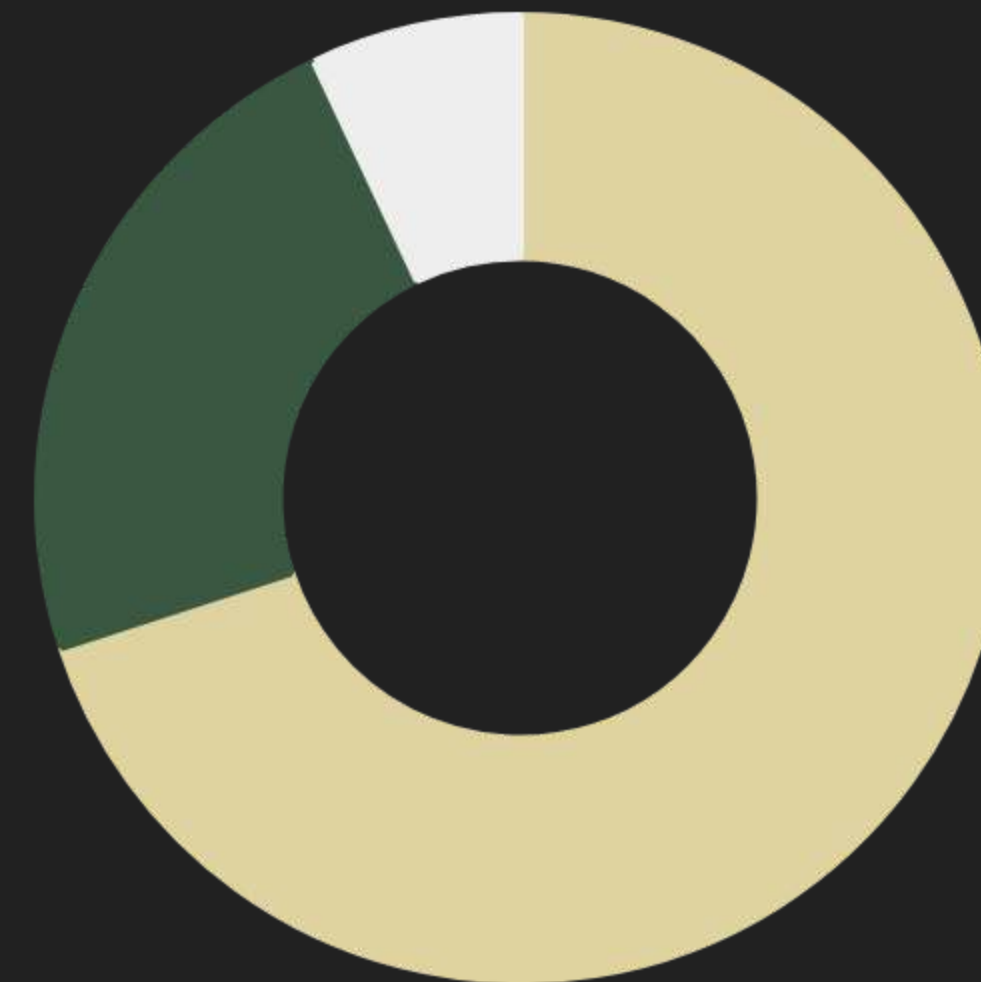
Плазма, эритроциты и капилляры вместе обеспечивают обмен газов между лёгкими и тканями. Кровь не только доставляет кислород, но и помогает удалять продукт обмена — CO₂.

Формы переноса углекислого газа кровью

Преобразование CO_2 в гидрокарбонаты облегчает его транспорт и помогает стабилизировать реакцию крови.

Преобладание гидрокарбонатов показывает, что кровь не только переносит CO_2 , но и участвует в поддержании кислотно-щелочного равновесия.

Гидрокарбонаты Связь с гемоглобином
Растворённый CO_2



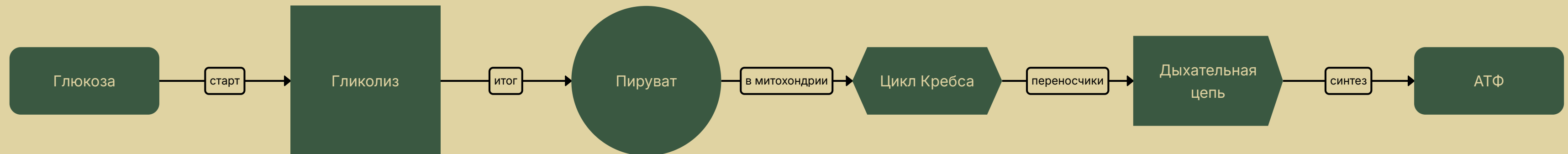
Учебная схема состава транспорта CO_2 в крови; доли приведены ориентировочно

Клеточное дыхание в митохондриях

			
Место процесса Аэробное дыхание происходит главным образом в митохондриях, где ферментные системы последовательно окисляют органические вещества и обеспечивают клетку энергией для роста, синтеза и активного транспорта веществ.	Источник АТФ Энергия, высвобождаемая при распаде глюкозы, не расходуется сразу, а запасается в молекулах АТФ. Это делает клетку способной быстро получать энергию в нужный момент.	Роль кислорода Кислород служит конечным акцептором электронов в цепи переноса. Благодаря этому процесс окисления идёт полно, а продукты реакции — углекислый газ и вода — легко удаляются.	Нехватка кислорода При дефиците O_2 аэробный путь замедляется, и клетка вынуждена временно переходить на менее выгодные анаэробные реакции. При этом выход АТФ резко снижается, что ограничивает активность тканей.

Три этапа аэробного дыхания

✕ Схема отражает последовательность превращений от глюкозы до синтеза АТФ в клетке.



Брожение как запасной путь получения энергии

01

Когда оно включается

Брожение запускается при нехватке кислорода, когда аэробное дыхание становится невозможным или слишком медленным. Этот путь позволяет клетке некоторое время сохранять минимальную жизнедеятельность и избегать энергетического кризиса.

02

Какие продукты образуются

У дрожжей брожение приводит к образованию этанола и углекислого газа, а у клеток человека в мышцах — молочной кислоты. Набор продуктов зависит от типа организма и особенностей обмена веществ.

03

Почему оно важно

Хотя выход энергии при брожении невелик, оно поддерживает работу клеток в кратковременных условиях дефицита O_2 . Затем, когда кислород снова доступен, организм возвращается к более выгодному аэробному дыханию.

Энергетическая отдача дыхания и брожения

Разница в выходе энергии объясняет, почему мышцы быстрее утомляются при дефиците кислорода и переходят к менее эффективному обмену.

Аэробное дыхание обеспечивает многократно больший запас АТФ, поэтому для активной работы тканей кислород остаётся критически важным.



Школьный курс биологии: типичные значения выхода АТФ при аэробном дыхании и брожении

Приспособления организмов к газообмену



Жабры: дыхание в воде

У рыб газообмен идёт через жабры, которые образуют огромную тонкую поверхность и постоянно омываются водой. Такое строение особенно выгодно в водной среде, где кислород распределён неравномерно и его поступление требует непрерывного контакта с потоком воды.



Трахеи: воздух почти напрямую к клеткам

У насекомых воздух проходит по разветвлённой системе трахей и трахеол практически без участия крови. Это позволяет быстро снабжать ткани кислородом и делает дыхание эффективным даже у очень мелких и подвижных животных.



Кожа: дыхание через влажную поверхность

У дождевого червя и земноводных кожа участвует в газообмене, потому что через влажную оболочку газы диффундируют легче. Однако такая стратегия требует постоянной влажности покровов и тесной связи с условиями среды.



Лёгкие: адаптация к жизни на суше

У млекопитающих, включая человека, основную роль играет лёгочное дыхание. Разветвлённые дыхательные пути и множество альвеол создают большую площадь обмена, необходимую для снабжения тканей кислородом в сухой наземной среде.

Сравнение органов дыхания у разных групп животных

✕ Таблица показывает, как орган дыхания связан со средой обитания и путями переноса газов.

✕ Органы дыхания различаются по строению, но решают одну задачу: обеспечить поступление O_2 и удаление CO_2 в условиях конкретной среды.

Группа	Орган	Среда	Удаление CO_2
Рыбы	Жабры	Вода	Через жабры
Насекомые	Трахеи	Суша	Через трахеи
Земноводные	Кожа и лёгкие	Вода/суша	Кожей и лёгкими
Млекопитающие	Лёгкие	Суша	Через лёгкие



Регуляция дыхания и влияние внешних факторов



Дыхательный центр

Основная регуляция дыхания осуществляется в продолговатом мозге. Эти центры анализируют химический состав крови и изменяют частоту и глубину дыхательных движений в ответ на потребности организма.



Сигналы крови

Повышение CO_2 и снижение O_2 служат важными сигналами для усиления дыхания. Так организм поддерживает постоянство внутренней среды и не допускает опасного дефицита кислорода в тканях.



Физическая нагрузка

При движении мышцы потребляют больше кислорода и быстрее образуют CO_2 , поэтому дыхание становится чаще и глубже. Это помогает синхронизировать вентиляцию лёгких с работой тканей.

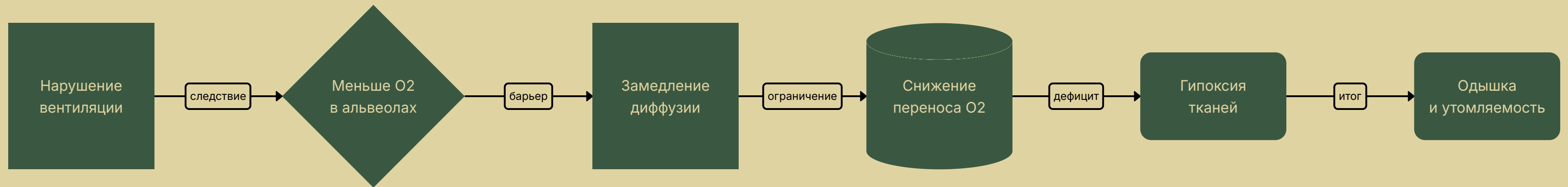


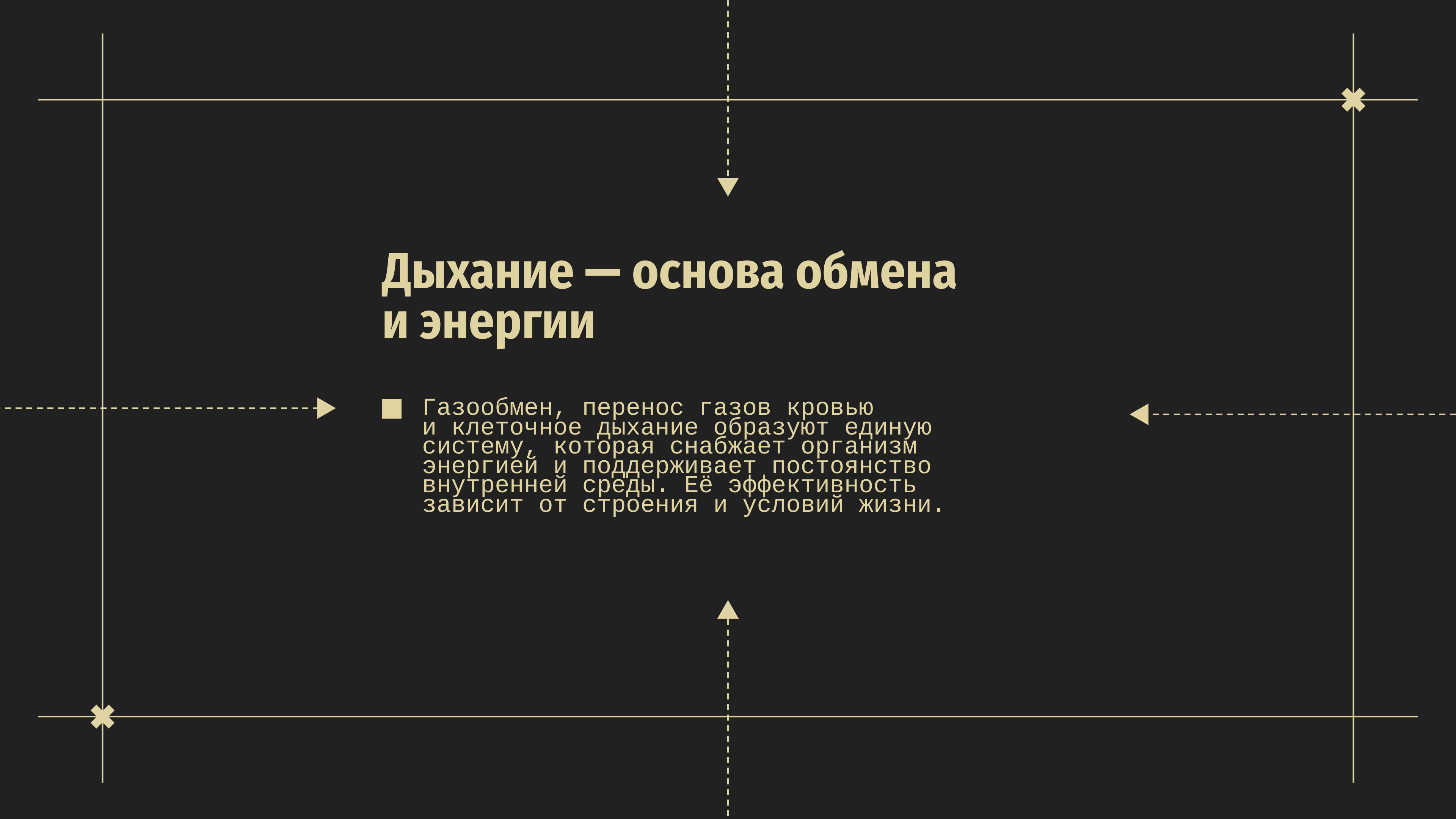
Внешние помехи

Курение, загрязнённый воздух и большая высота ухудшают газообмен. В таких условиях тканям сложнее получать кислород, а дыхательной системе приходится работать с повышенной нагрузкой.

От нарушения газообмена к последствиям

✗ Схема показывает, как разные звенья дыхания влияют на снабжение тканей кислородом.





Дыхание — основа обмена и энергии

- Газообмен, перенос газов кровью и клеточное дыхание образуют единую систему, которая снабжает организм энергией и поддерживает постоянство внутренней среды. Её эффективность зависит от строения и условий жизни.