

Обзор: Газообмен в лёгких и тканях

Процесс доставки кислорода и удаления углекислого газа в организме.

Важность газообмена для здоровья человека

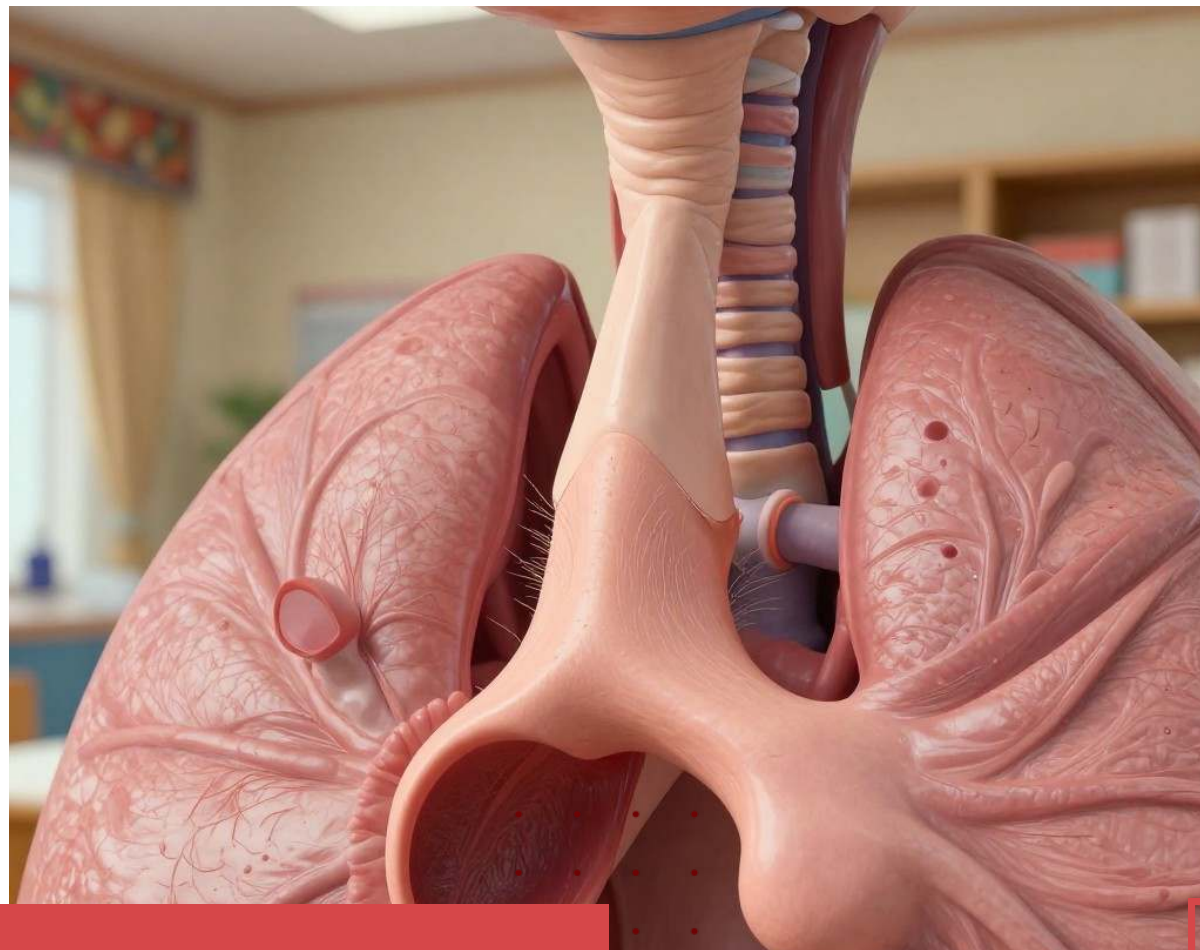
Газообмен поддерживает клеточное дыхание и энергетический обмен. Недостаток кислорода снижает функции органов, а избыток CO_2 вызывает отравление. Он регулирует кислотно-щелочной баланс и обеспечивает работу нервных систем.



Основные компоненты дыхательной системы человека

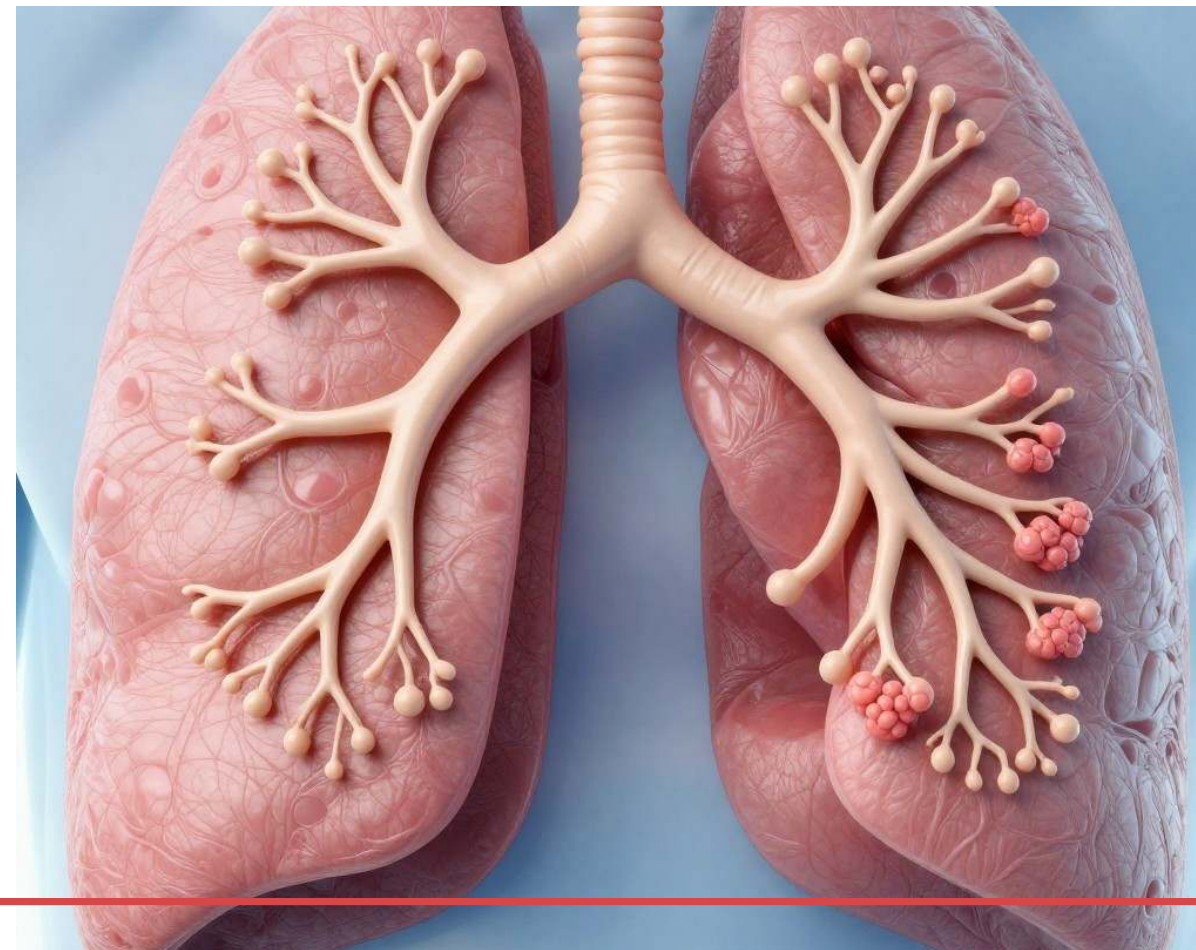
Носовая полость и дыхательные пути

Носовая полость согревает и очищает воздух перед попаданием в лёгкие. Дыхательные пути – глотка, гортань и трахея – обеспечивают проход воздуха к бронхам.



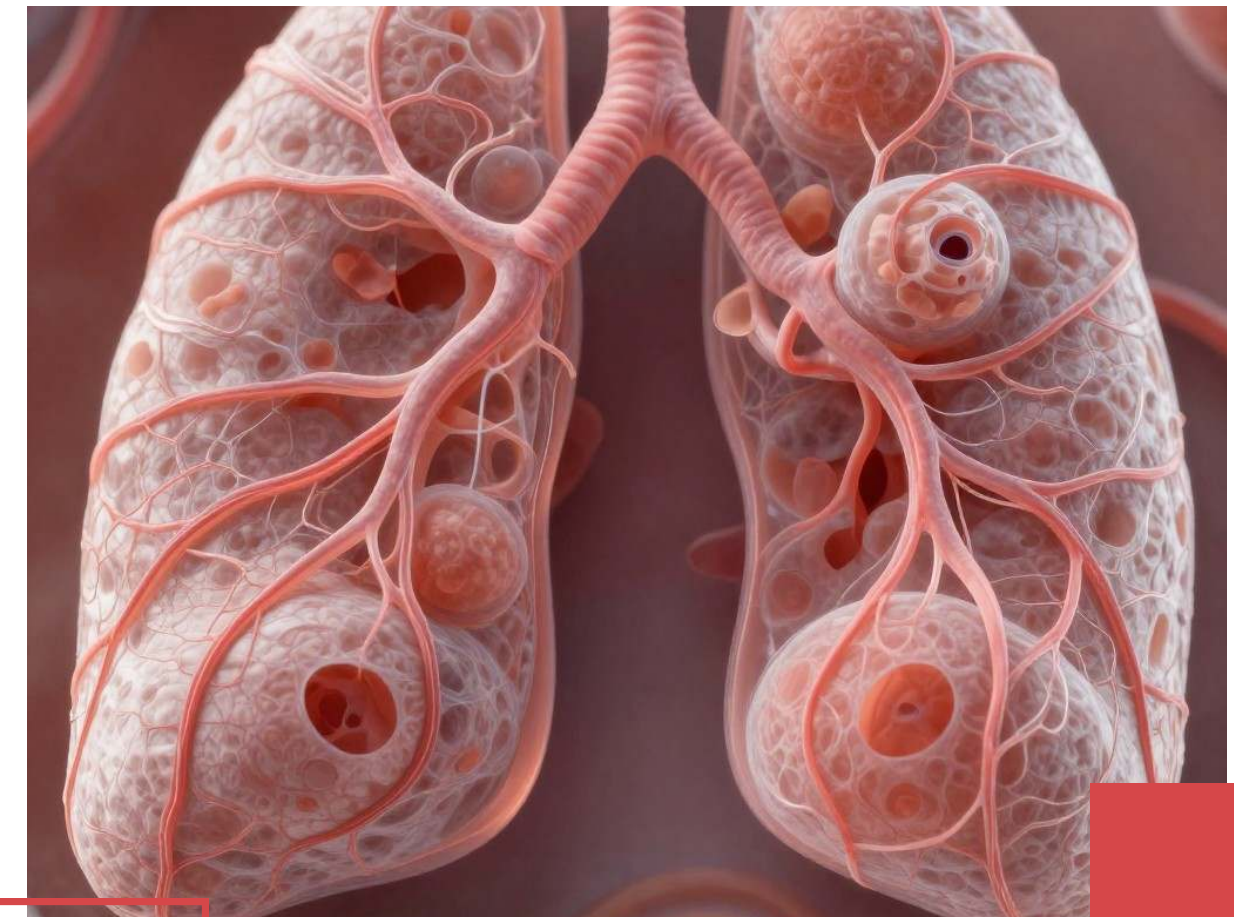
Бронхи и их разветвления

Бронхи делятся на более мелкие ответвления, создавая разветвлённую сеть, ведущую воздух к альвеолам. Такая структура повышает эффективность доставки воздуха.



Альвеолы — место газообмена

Альвеолы представляют собой крошечные воздушные пузырьки с тонкими стенками, окружённые капиллярами, обеспечивающие максимальную площадь для обмена газами между воздухом и кровью.



70 м²

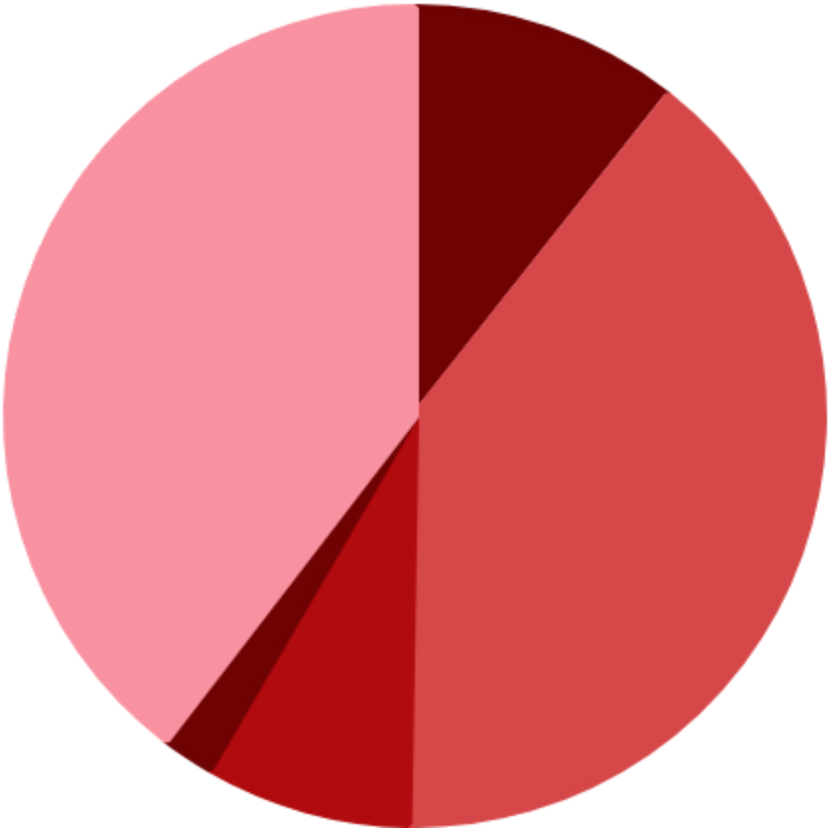
**площадь внутренней
поверхности альвеол,
обеспечивающая эффективный
обмен кислородом и углекислым
газом**

Анатомия человека, 2020

Сравнимая с площадью теннисного корта поверхность облегчает всасывание кислорода и выделение CO₂ благодаря тончайшей мембране.

Сравнение состава воздуха при вдохе и выдохе

Кислород (вдых.) Углекислый газ (вдых.) Азот (вдых.)
Кислород (выдых.) Углекислый газ (выдых.) Азот (выдых.)



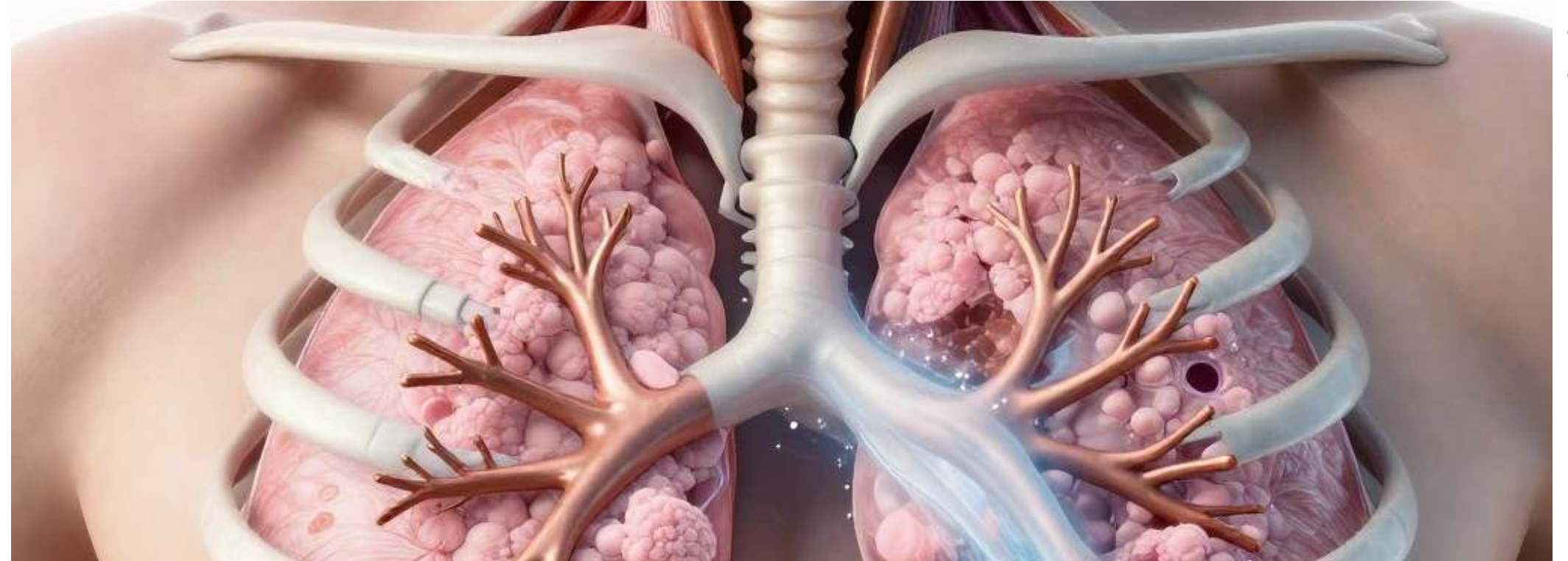
Выдыхаемый воздух содержит значительно меньше кислорода и больше углекислого газа по сравнению с вдыхаемым.

Данные подтверждают обмен газов: кислород усваивается, а углекислый газ выделяется во время дыхания.

Как происходит вдох и выдох?

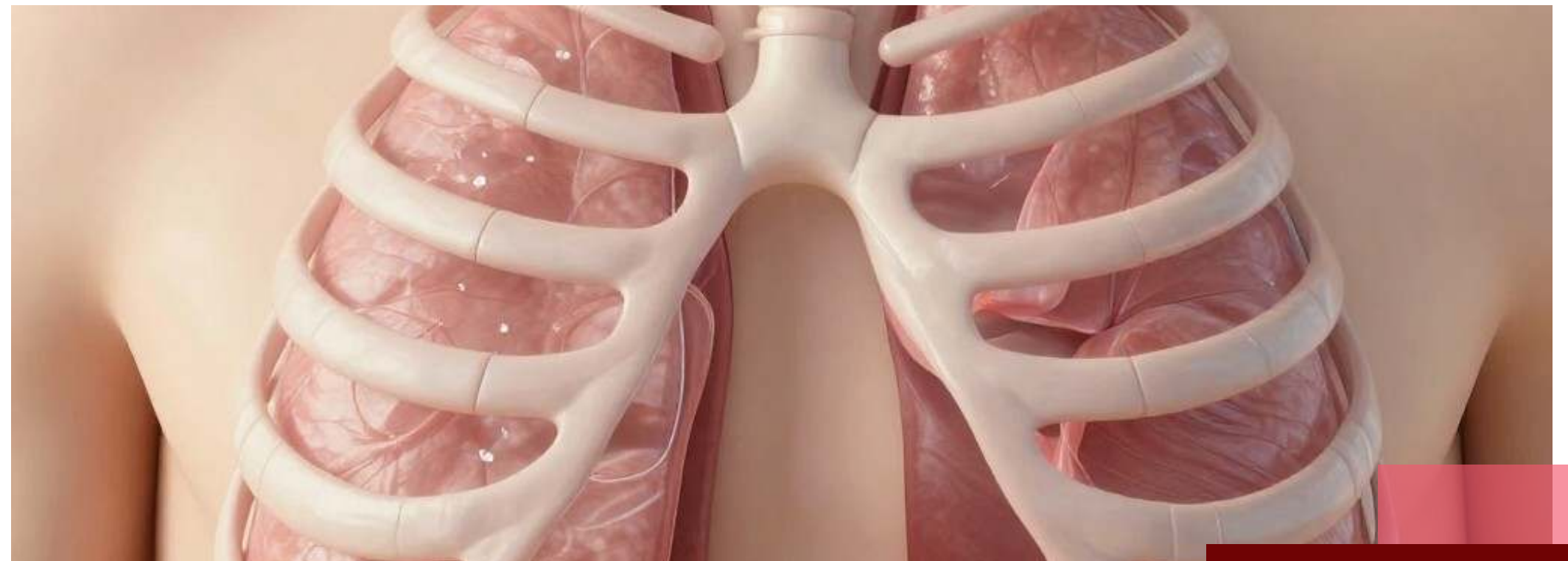
Фаза вдоха

При вдохе диафрагма сокращается и опускается, расширяя грудную клетку. Через бронхи воздух поступает в лёгкие, наполняя альвеолы кислородом.



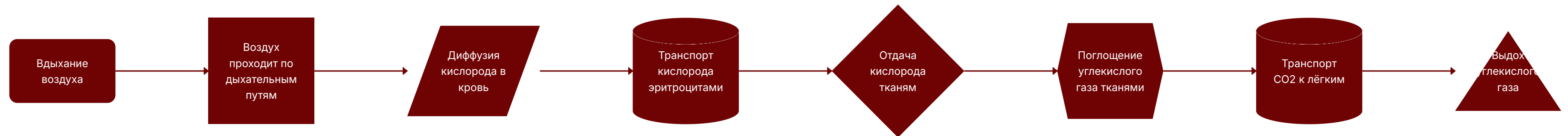
Фаза выдоха

При выдохе диафрагма расслабляется, грудная клетка уменьшается в объёме, воздух с углекислым газом выходит из лёгких наружу.



Путь газообмена в организме человека

Основные этапы дыхательного цикла и транспорта газов



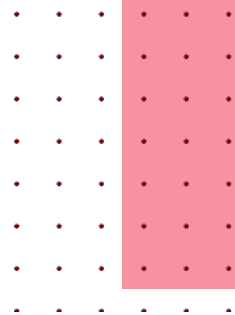
Роль гемоглобина в транспорте газов

Гемоглобин связывает кислород в лёгких, обеспечивая его эффективный перенос с кровью к органам и тканям в организме.

В тканях гемоглобин отдает кислород для клеточного дыхания и связывает углекислый газ для дальнейшего вывода из организма.

Способность связывать до четырёх молекул кислорода на одну молекулу гемоглобина увеличивает его транспортную ёмкость.

Газовый состав артериальной и венозной крови

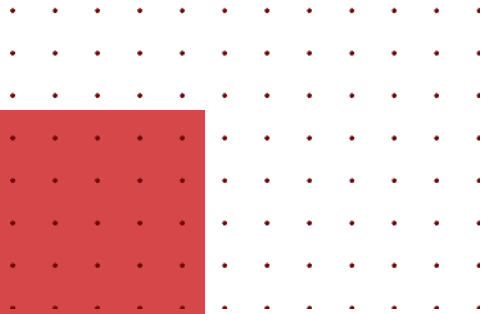


Сравнение парциального давления кислорода и углекислого газа в артериальной и венозной крови демонстрирует работу газообмена.

Артериальная кровь богата кислородом, а венозная — углекислым газом, что отражает процесс газообмена в тканях.

Параметр	Артериальная кровь	Венозная кровь
Кислород (мм рт. ст.)	95	40
Углекислый газ (мм рт. ст.)	40	45

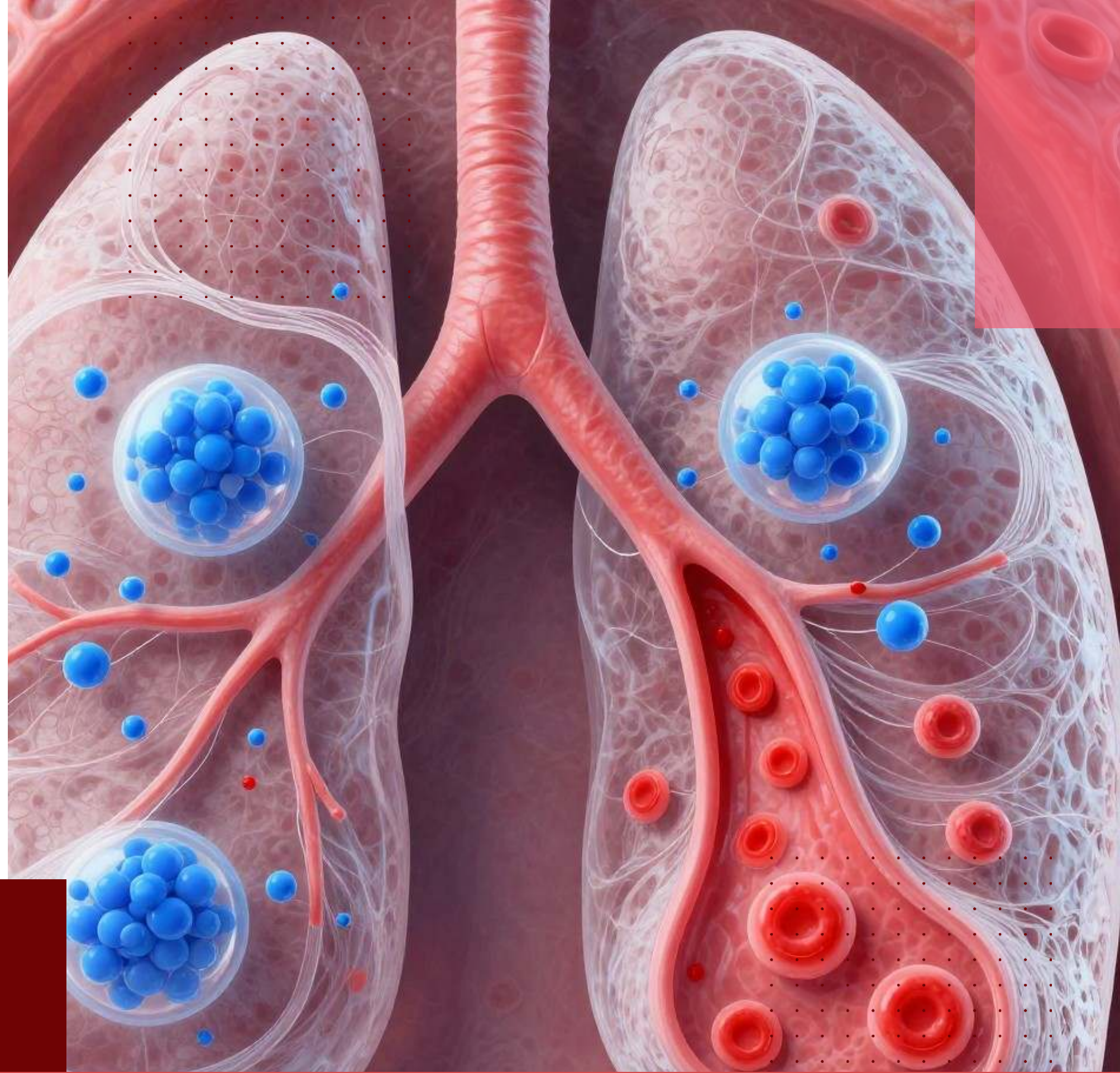
Медицинская физиология, 2019



Механизм диффузии газов в альвеолах

Диффузия происходит из-за разницы концентраций кислорода и углекислого газа между воздухом в альвеолах и кровью в капиллярах.

Кислород переходит в кровь, а углекислый газ — обратно в альвеолы, обеспечивая постоянный газообмен для дыхания.



Газообмен в тканях организма

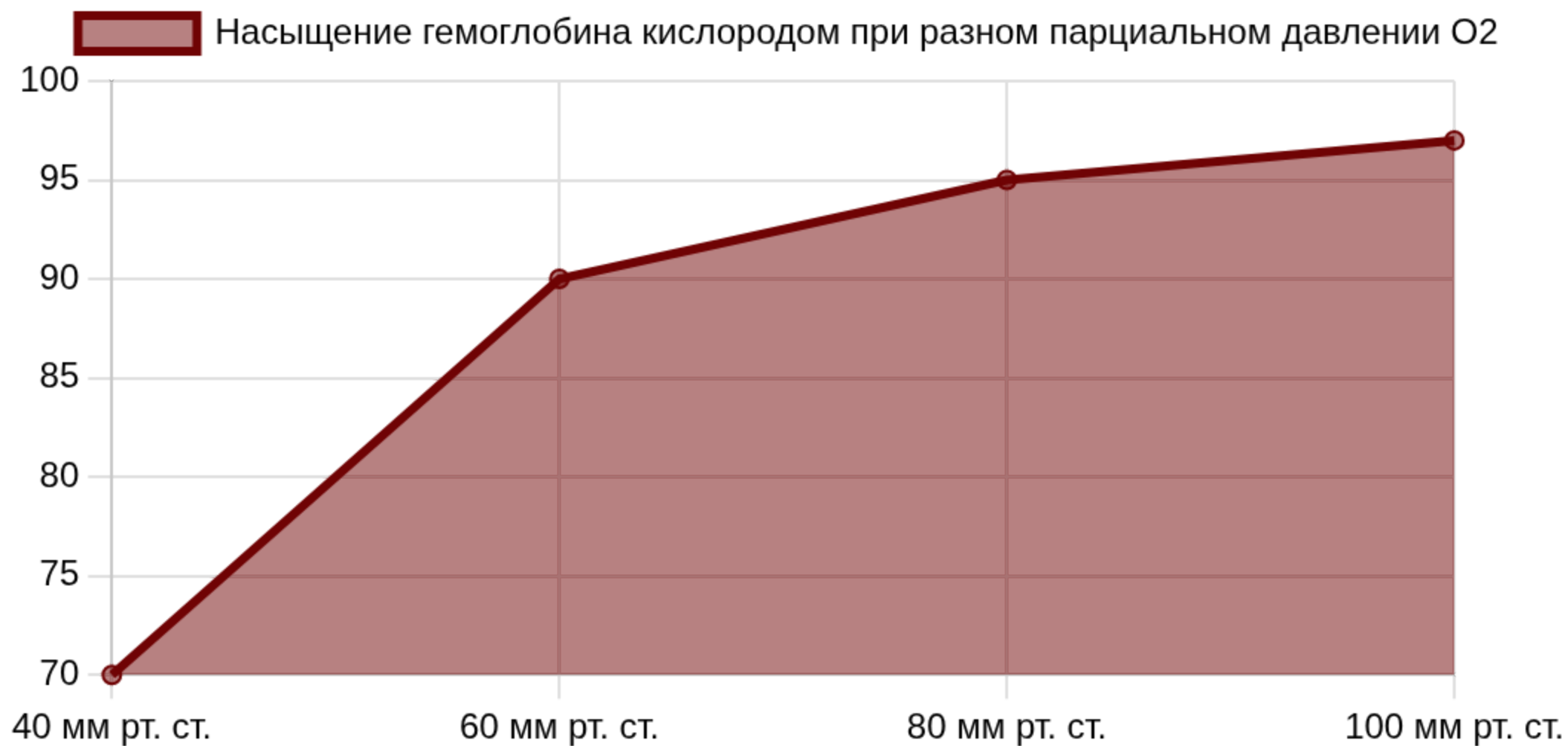
В капиллярах тканей гемоглобин освобождает кислород, который затем поступает в клетки для поддержки процессов клеточного дыхания и производства энергии.

В процессе клеточного дыхания образуется углекислый газ, который диффундирует из клеток обратно в кровь, связываясь с растворённым состоянием и гемоглобином.

Диффузия — основной механизм обмена газов на клеточном уровне, обеспечивающий перемещение кислорода и углекислого газа между кровью и тканями без затрат энергии.

Обеспечение газообмена в тканях важно для поддержания жизнедеятельности всех органов, так как без кислорода клетки не смогут синтезировать необходимую для работы энергию.

График насыщения гемоглобина кислородом



При снижении давления кислорода ниже 60 мм рт. ст. насыщение гемоглобина быстро падает, что уменьшает доставку кислорода к тканям.

Кривая показывает, что даже небольшое снижение O₂ приводит к значительному уменьшению кислородной ёмкости крови, особенно в условиях гипоксии.

Данные клинических исследований по газообмену, 2020

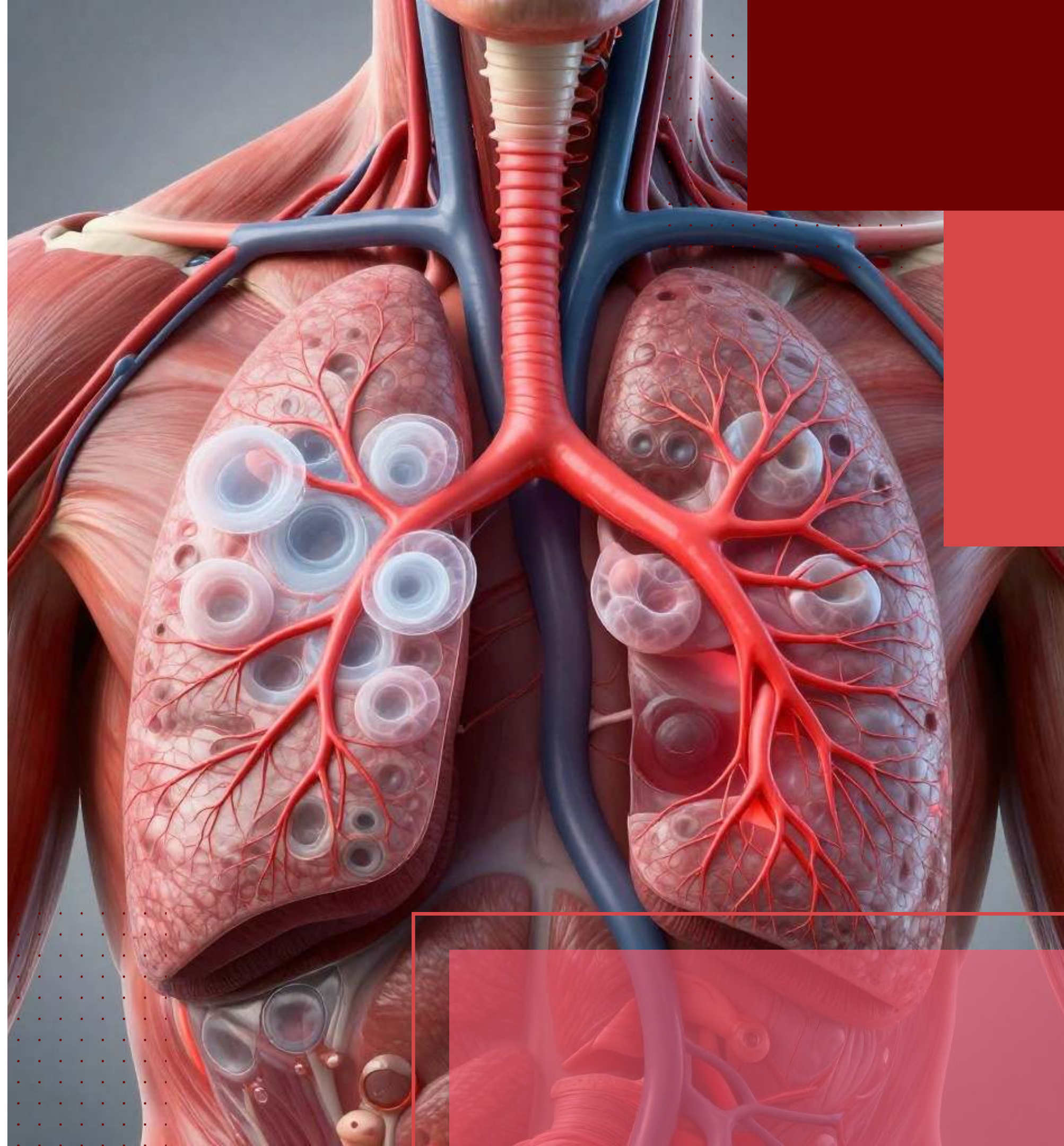
Влияние физических нагрузок на газообмен

Изменения в дыхании

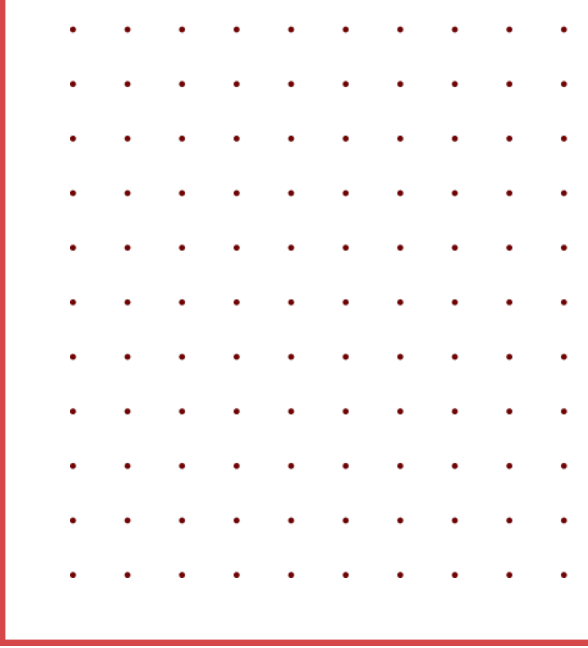
Во время физической активности частота и глубина дыхания увеличиваются, что повышает поступление кислорода в лёгкие и ускоряет удаление углекислого газа из организма.

Усиление кровообращения

Одновременно усиливается кровоток, что ускоряет транспорт кислорода к мышцам и выведение CO₂, обеспечивая эффективное снабжение энергией при нагрузках.



Нарушения газообмена: примеры заболеваний



Пневмония вызывает воспаление альвеолярных стенок, уменьшая площадь для газообмена и снижая поступление кислорода к крови.

Бронхиальная астма ограничивает поток воздуха, сужая дыхательные пути, что затрудняет обмен газов и провоцирует одышку.

Гипоксия проявляется усталостью и цианозом кожи из-за недостатка кислорода, требуя немедленного медицинского вмешательства.



Сравнение газообмена в лёгких и тканях

Показатель	Лёгкие	Ткани
Кислород	Диффузия из альвеол в кровь	Диффузия из крови в клетки
Углекислый газ	Диффузия из крови в альвеолы	Диффузия из клеток в кровь
Роль гемоглобина	Связывает O2 для транспорта	Отдаёт O2, связывает CO2
Результат	Обогащение крови O2, удаление CO2	Обеспечение клеток кислородом, удаление CO2

Анатомия и физиология человека, 2021

Таблица показывает направление транспорта кислорода и углекислого газа, а также участие гемоглобина в каждом участке газообмена.

Лёгкие и ткани выполняют противоположные, взаимодополняющие функции в процессе газообмена, обеспечивая жизнеспособность организма.

Механизмы адаптации газообмена на большой высоте

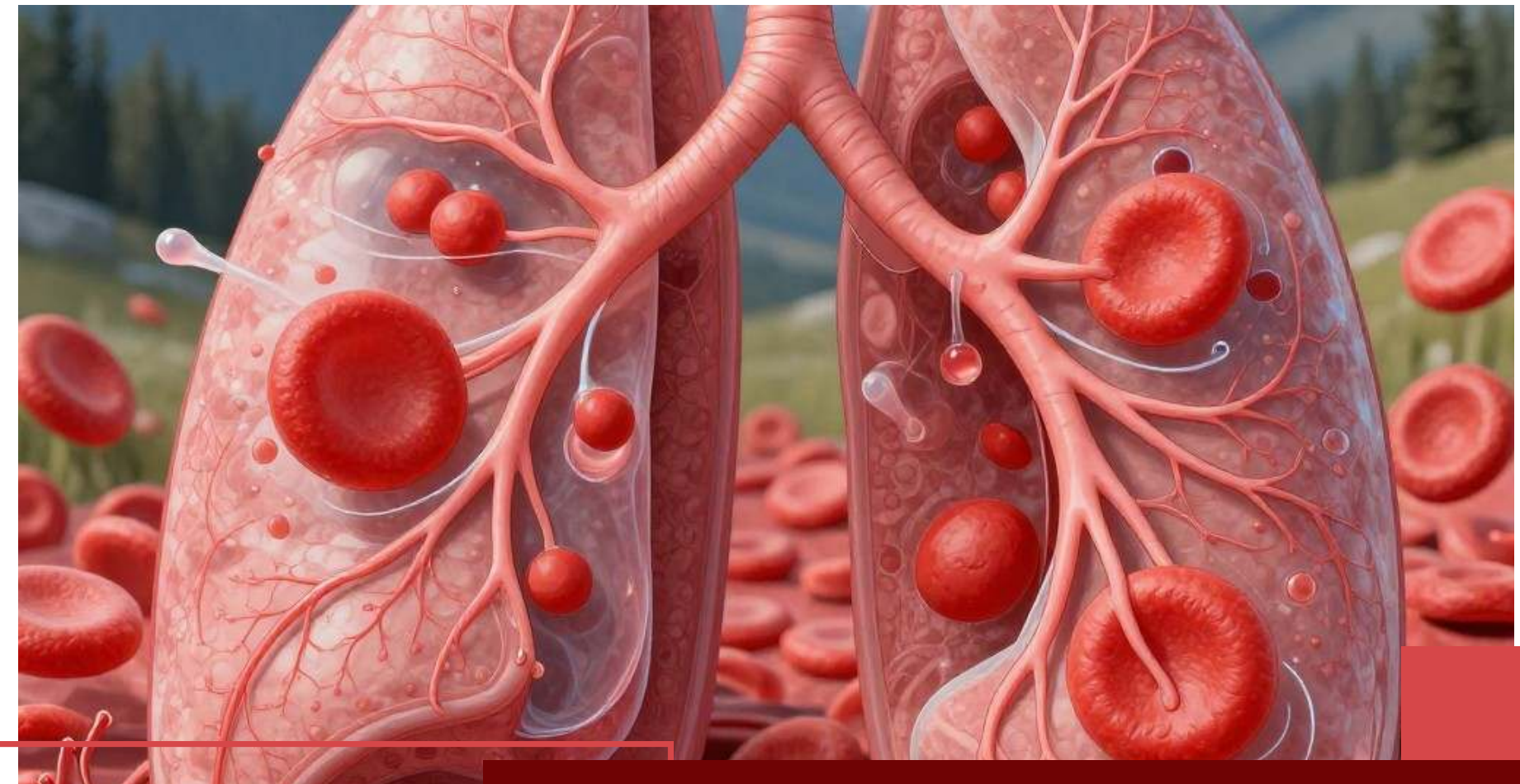
Увеличение частоты дыхания

При подъёме в горы организм начинает чаще и глубже дышать, чтобы компенсировать низкое содержание кислорода в воздухе. Это помогает увеличить поступление кислорода в кровь, сохраняя энергию.

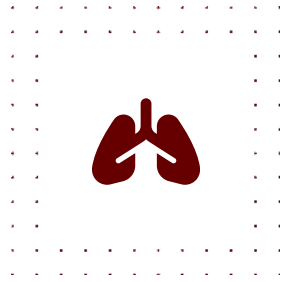


Повышение уровня эритроцитов

Долговременное пребывание на высоте стимулирует выработку эритроцитов, что повышает способность крови переносить кислород. Также изменяется строение гемоглобина для лучшего захвата O_2 .



Основные последствия загрязнения воздуха для газообмена



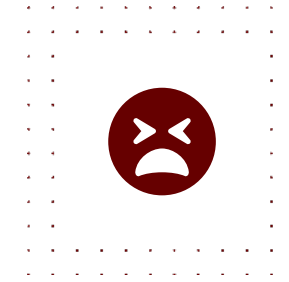
Повреждение альвеол

Контакт с токсинами приводит к воспалению и разрушению альвеолярных стенок, снижая площадь газообмена и ухудшая дыхательную функцию.



Рост риска заболеваний

Воздействие загрязнённого воздуха увеличивает вероятность бронхитов, астмы и других хронических заболеваний дыхательной системы.



Снижение общей выносливости

Плохое насыщение крови кислородом влияет на работу мышц и головного мозга, вызывая усталость и снижение работоспособности.

Особенности газообмена у разных животных

Амфибии: дыхание через кожу и лёгкие

Жабы и лягушки способны насыщать кровь кислородом как через кожу, так и лёгкими. Это позволяет им дышать в воде и на суше, адаптируясь к разным условиям среды.



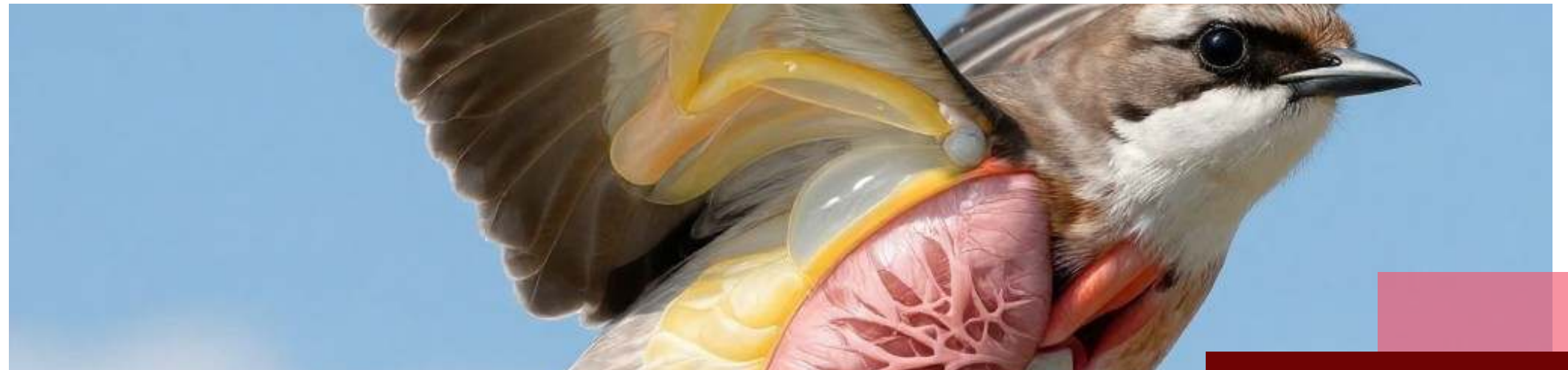
Рыбы: газообмен в жабрах

Жабры обеспечивают эффективный обмен кислорода и углекислого газа при прохождении воды. Их структура обеспечивает максимальную площадь для диффузии и поддержание жизни под водой.



Птицы: специализированная дыхательная система

Птицы имеют уникальные воздушные мешки и высокоэффективные лёгкие, что увеличивает объём поступающего кислорода и поддерживает энергию во время полёта.



Факторы, влияющие на эффективность газообмена

Температура тела влияет на скорость метаболических процессов, при увеличении температуры обмен газов ускоряется, улучшая доставку кислорода к клеткам.

Физическая активность повышает потребность организма в кислороде, стимулируя учащение дыхания и кровообращения для лучших обменных условий.

Заболевания лёгких сокращают площадь и проницаемость альвеол, снижая способность крови насыщаться кислородом и выводить CO₂.

Атмосферное давление и состав воздуха определяют количество доступного кислорода, из-за чего на большой высоте или в загрязнённых районах газообмен ухудшается.

Газообмен как основа жизни и здоровья

Газообмен обеспечивает организм кислородом для энергии и удаляет углекислый газ, поддерживая здоровье. Его поддержание зависит от правильного строения дыхательной системы и условий окружающей среды.

