

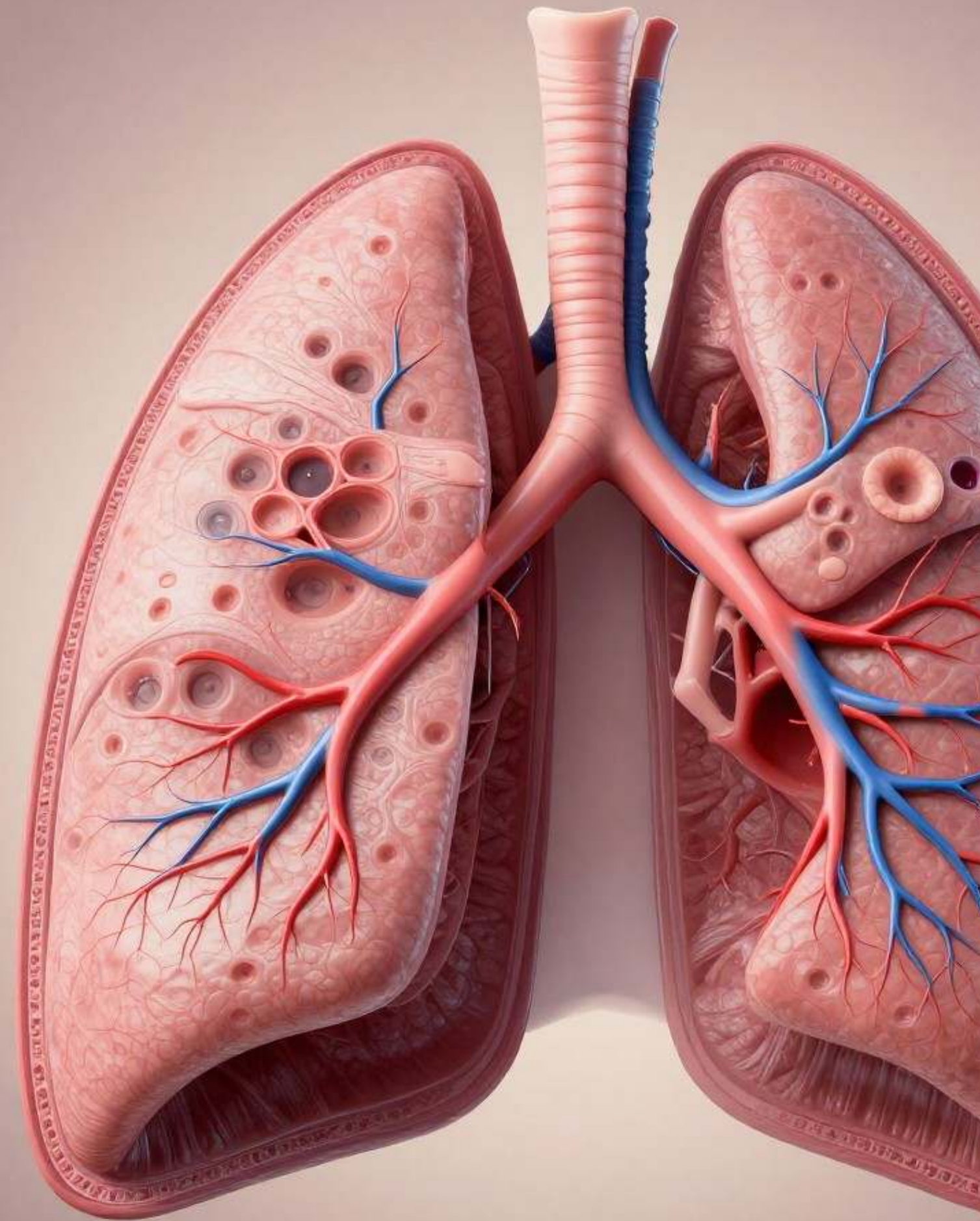


Газообмен в легких и тканях: ключевые темы

Обзор процессов поступления и транспортировки кислорода и
удаления углекислого газа.

Значимость дыхания для жизнедеятельности

Дыхание обеспечивает клетки кислородом для энергии и выводит углекислый газ. Это поддерживает работу мозга, мышц и иммунной системы. Без эффективного газообмена нарушаются функции многих органов.

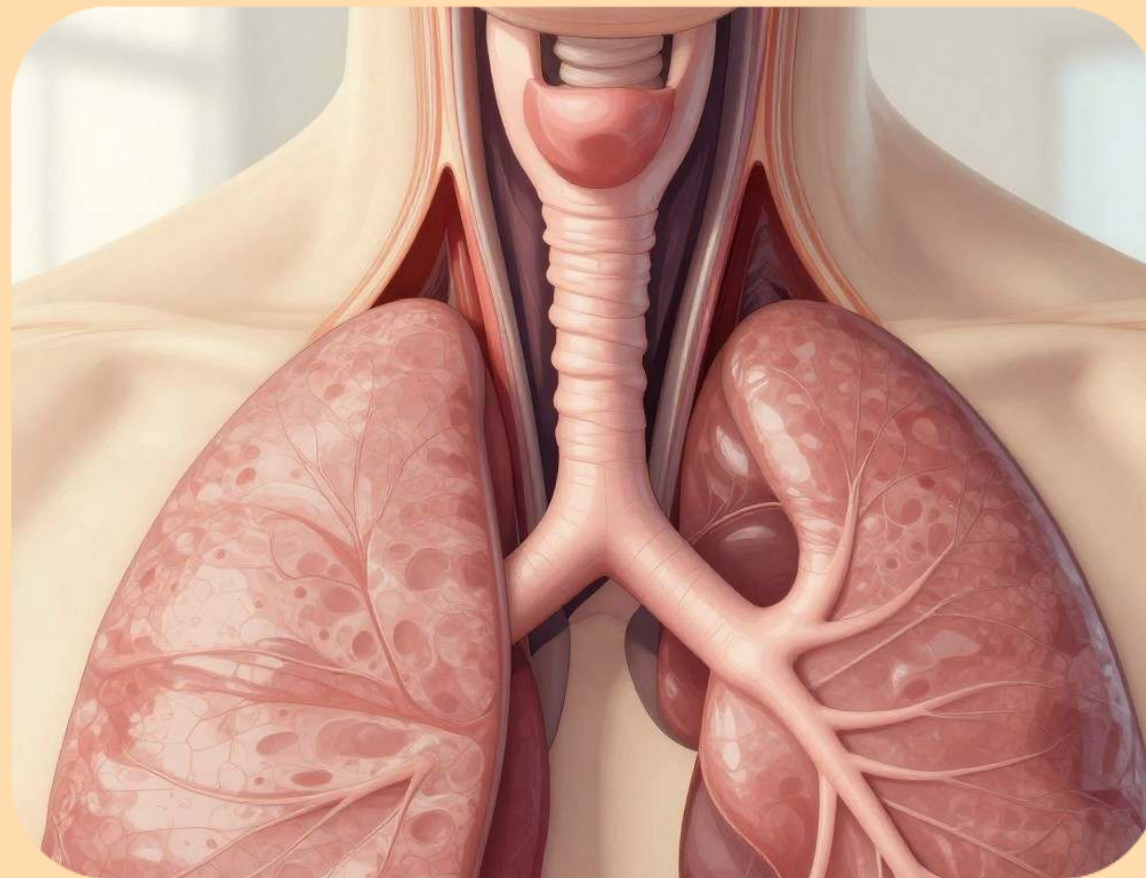


Органы дыхания и их строение



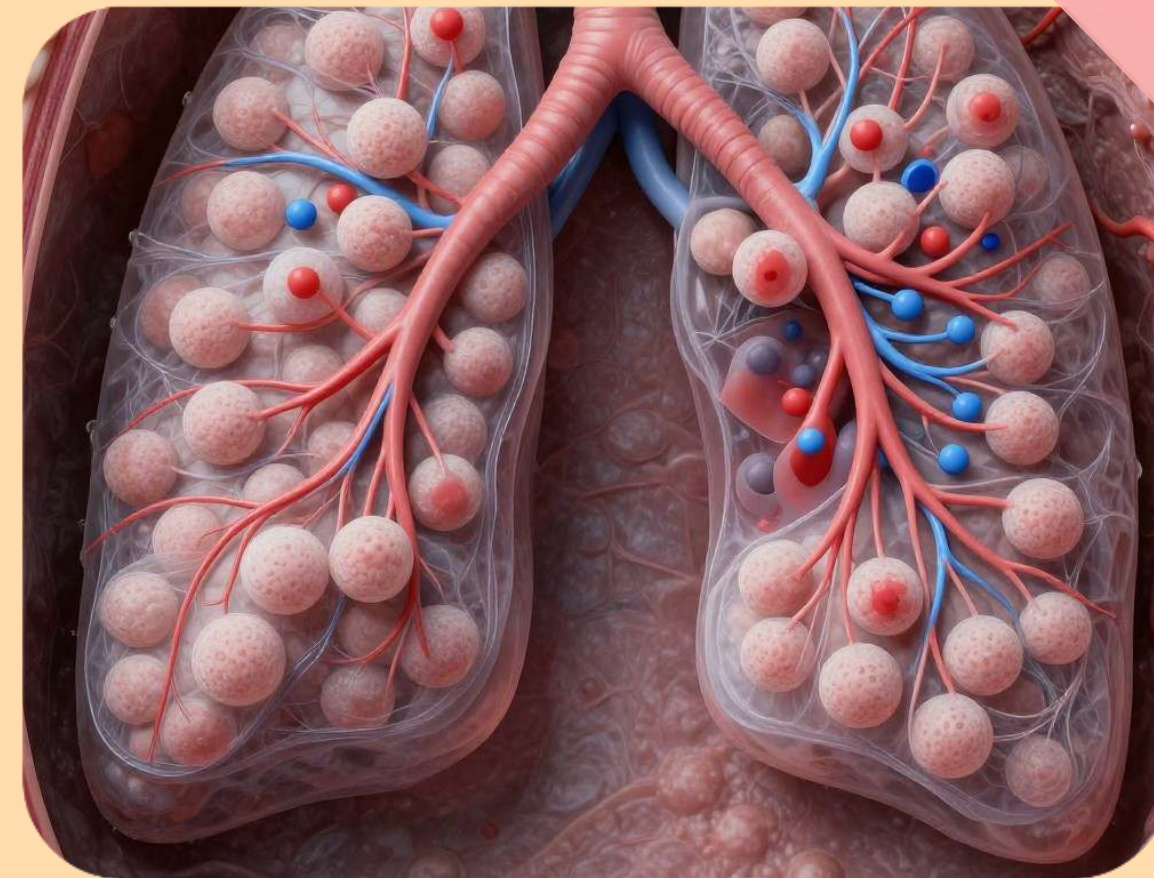
Верхние дыхательные пути и их функции

Верхние дыхательные пути включают носовую полость и глотку, где воздух очищается и увлажняется перед попаданием в легкие.



Нижние дыхательные пути

Нижние дыхательные пути состоят из гортани, трахеи и бронхов, которые проводят воздух дальше к органу дыхания — легким.



Альвеолы — ключевые структуры газообмена

Альвеолы — мельчайшие пузырьки в легких с тонкими стенками, окруженные сетью капилляров, обеспечивают эффективный обмен кислорода и углекислого газа.

Процесс вдоха и выдоха

01

Вдох происходит благодаря сокращению диафрагмы и межреберных мышц, расширяющих грудную клетку и позволяющих воздуху попасть в легкие.

02

Выдох обеспечивается расслаблением этих мышц, уменьшением объема грудной клетки и выталкиванием воздуха из легких наружу.

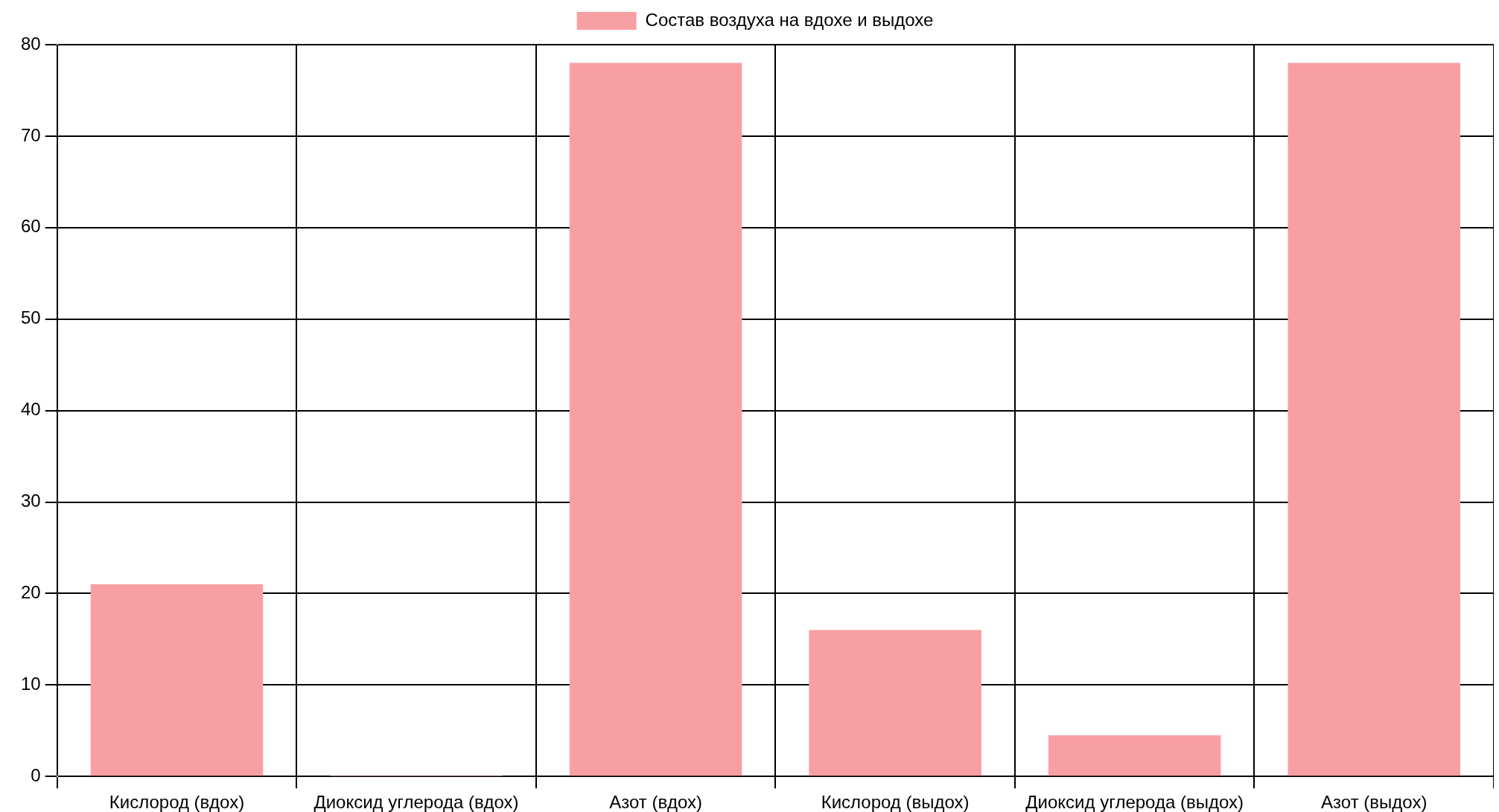
03

Главный обмен газов происходит в альвеолах, где кислород попадает в кровь, а углекислый газ выходит из организма.

Изменение состава воздуха при дыхании

Снижение кислорода и рост CO_2 при выдохе отражают обмен газами в легких.

Основной газообмен проявляется в уменьшении кислорода и увеличении углекислого газа.



Физиологические данные, 2024

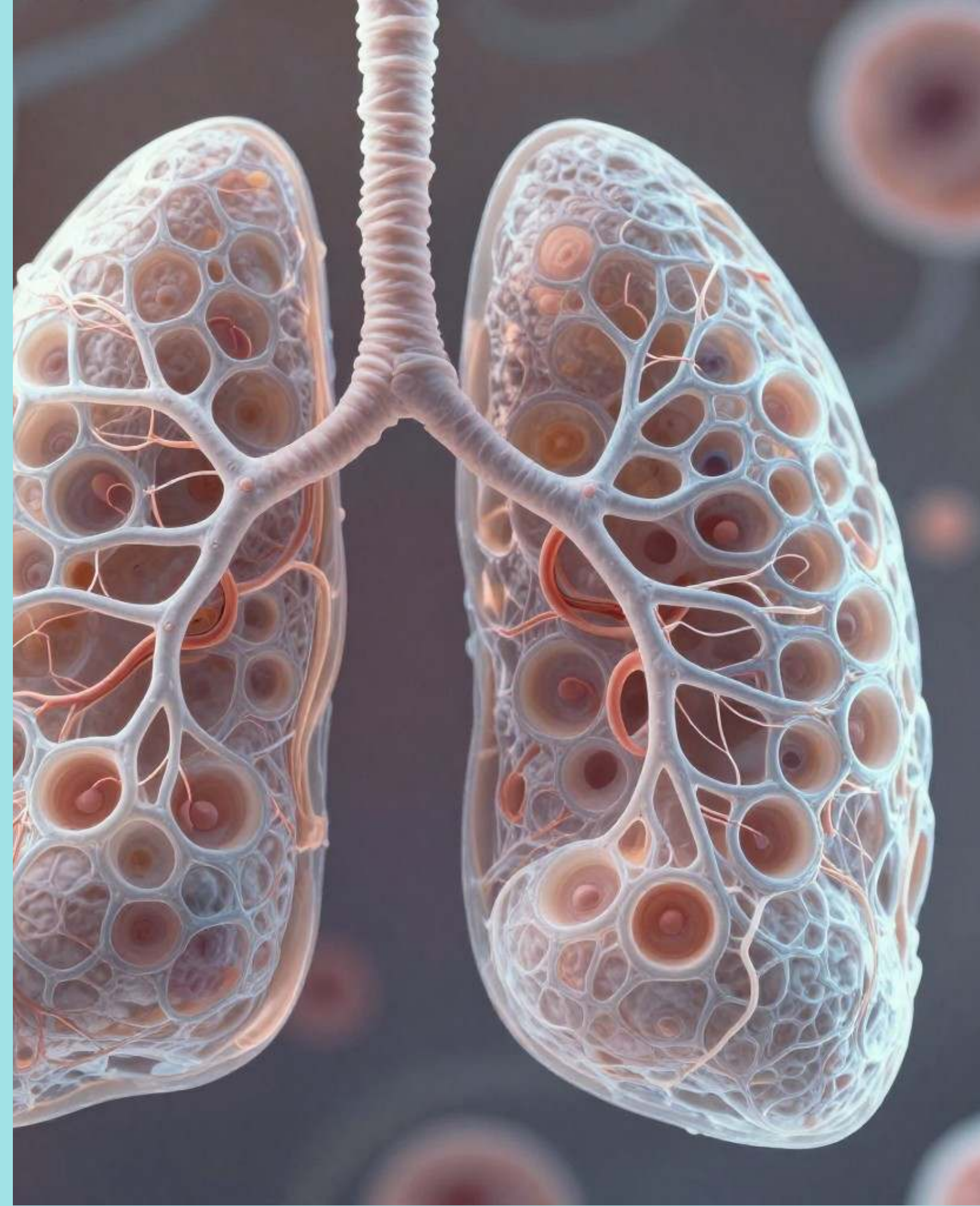
Структура и функции альвеол

Тонкие стенки альвеол

Стены альвеол очень тонкие, около 0,1-0,2 мкм, что облегчает прохождение газов между воздухом и кровью.

Обширная поверхность для обмена

Общая площадь альвеол достигает примерно 100 м², что обеспечивает эффективное и быстрое насыщение крови кислородом.



Диффузия газов через альвеолярную мембрану

Кислород диффундирует из альвеол в кровь из-за более высокого парциального давления в воздухе альвеол.

01

Скорость диффузии зависит от площади поверхности, толщины мембраны и перепада парциальных давлений.

03

Углекислый газ движется из крови в альвеолы, чтобы быть удалённым из организма при выдохе.

02

Тонкая мембрана и обширная площадь мембраны обеспечивают быстрое и эффективное газообменное дыхание.

04

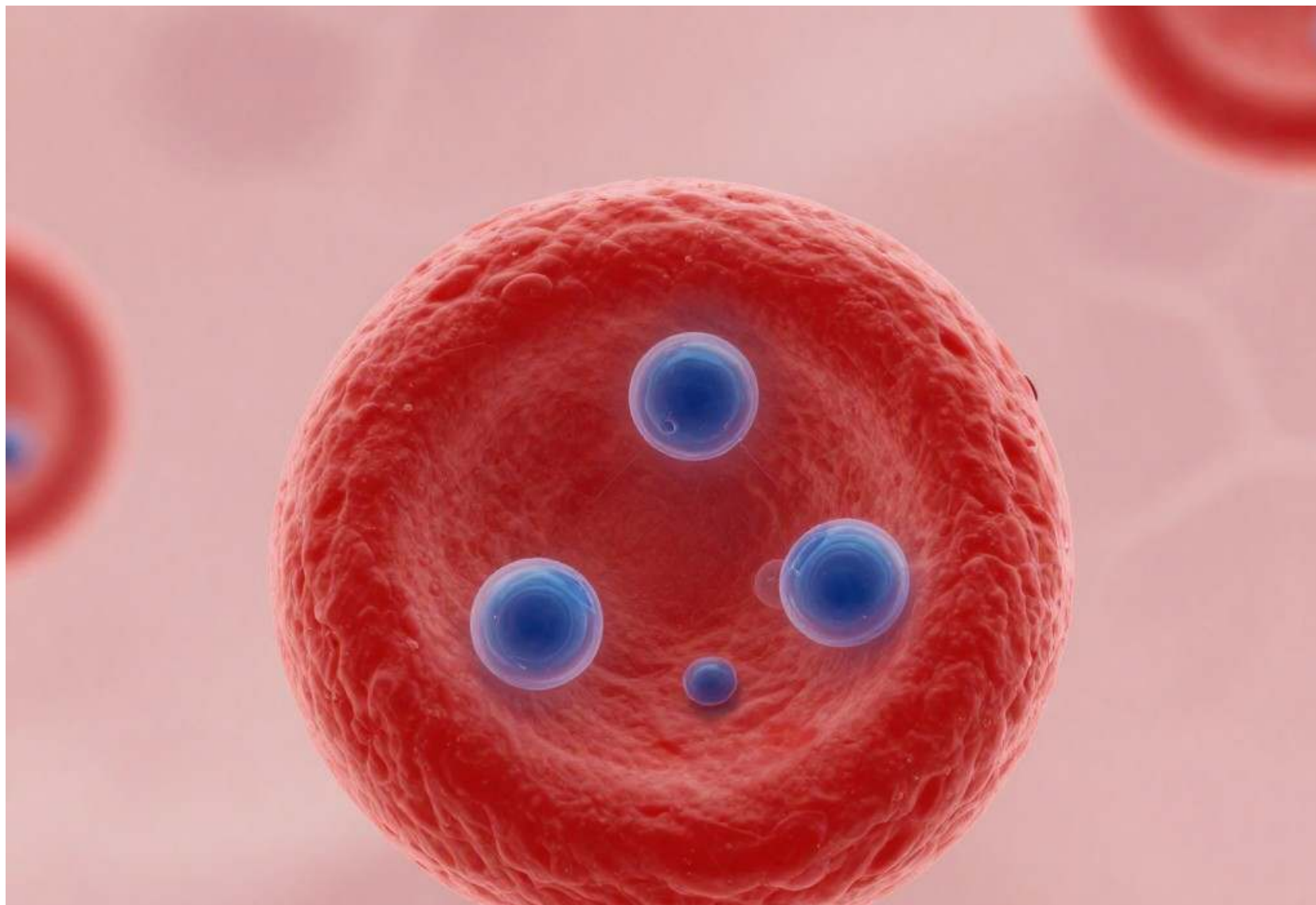
Газ	Альвеолы (мм рт. ст.)	Венозная кровь (мм рт. ст.)
Кислород	100	40
Углекислый газ	40	46

Парциальное давление газов в альвеолах и крови

Сравнительные значения давления кислорода и углекислого газа в альвеолах и венозной крови, определяющие направление газообмена.

Разница парциальных давлений кислорода и CO_2 обеспечивает направленное движение газов для обмена.

Гемоглобин — переносчик кислорода и углекислого газа



Связывание кислорода гемоглобином

Гемоглобин в эритроцитах присоединяет до четырёх молекул кислорода, обеспечивая эффективный транспорт кислорода к тканям организма.



Транспорт углекислого газа гемоглобином

После отдачи кислорода гемоглобин связывает углекислый газ в тканях, помогая его транспортировке обратно в лёгкие для удаления.

Особенности транспорта кислорода кровью

1

Около 98% кислорода связывается с гемоглобином, что значительно увеличивает его способность транспортироваться.

2

Лишь небольшая часть кислорода (около 2%) растворена непосредственно в плазме крови.

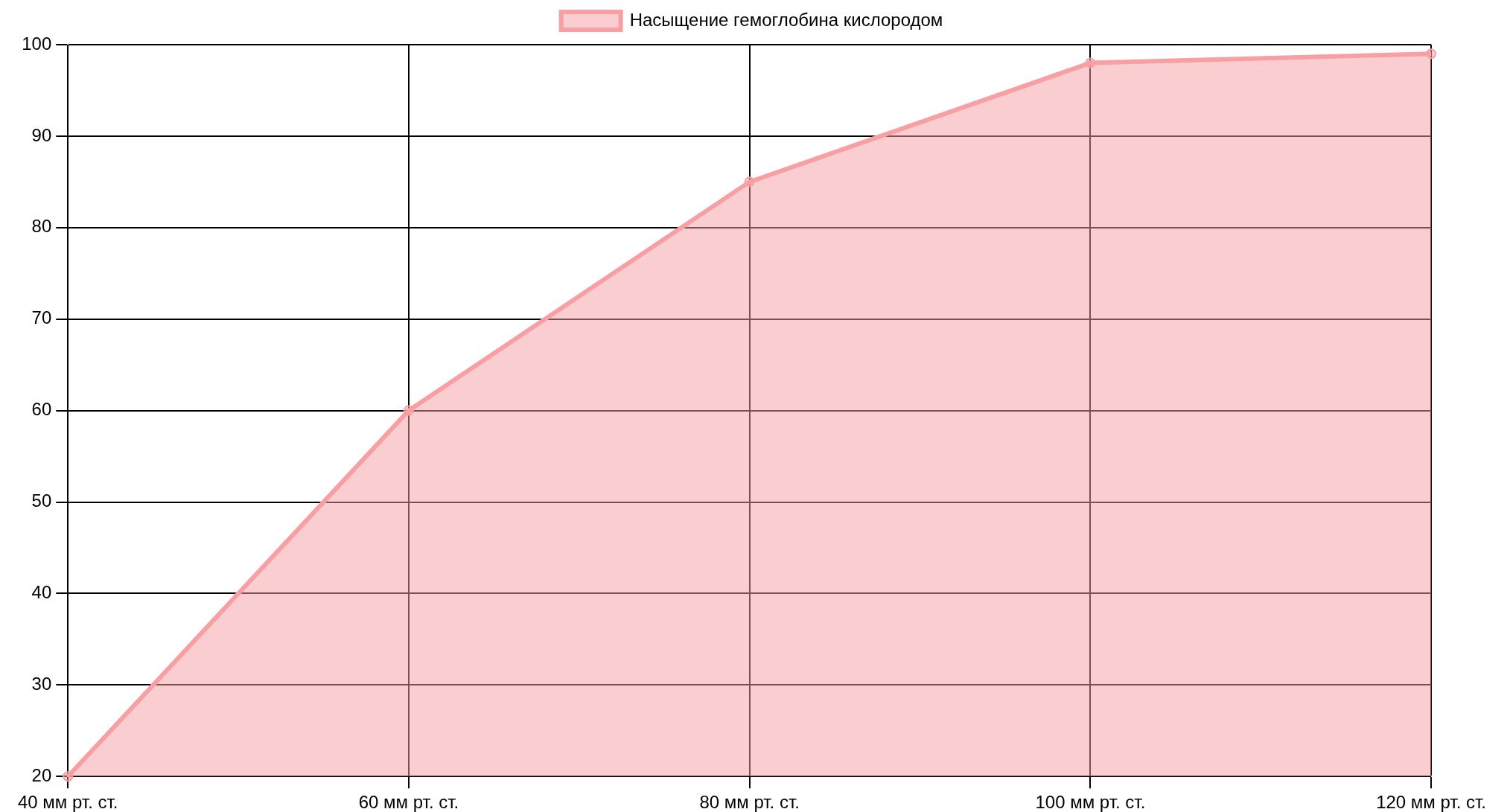
3

Недостаток гемоглобина приводит к снижению доставки кислорода и развитию гипоксии — состояния кислородного голодания тканей.

Диссоциация оксигемоглобина

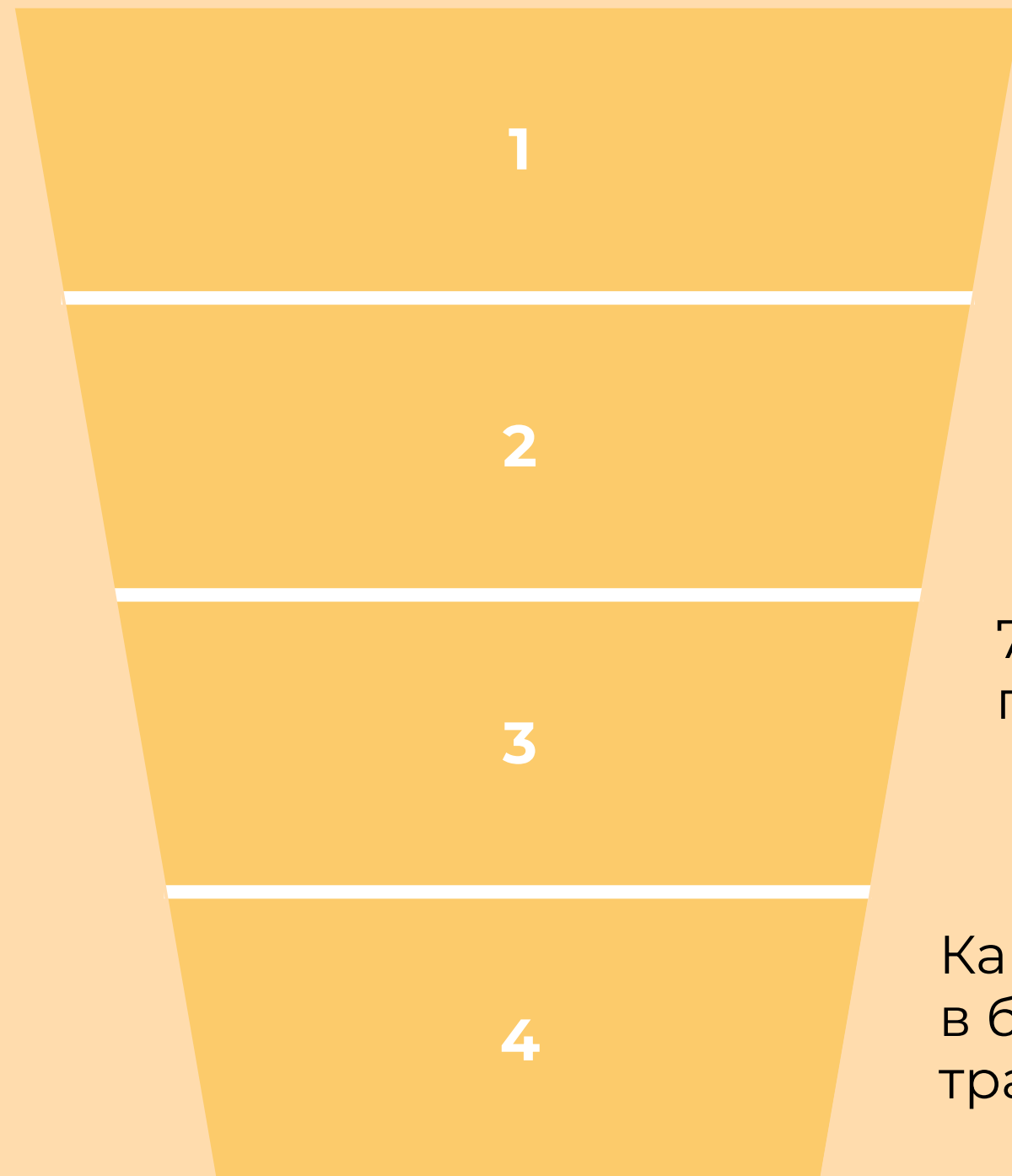
Кривая насыщения демонстрирует, как изменение давления кислорода влияет на способность гемоглобина удерживать и отдавать кислород в ткани.

При снижении парциального давления кислорода гемоглобин легче высвобождает кислород, что повышает эффективность доставки кислорода в активные клетки.



Базовая физиология крови, 2021

Механизмы транспортировки углекислого газа

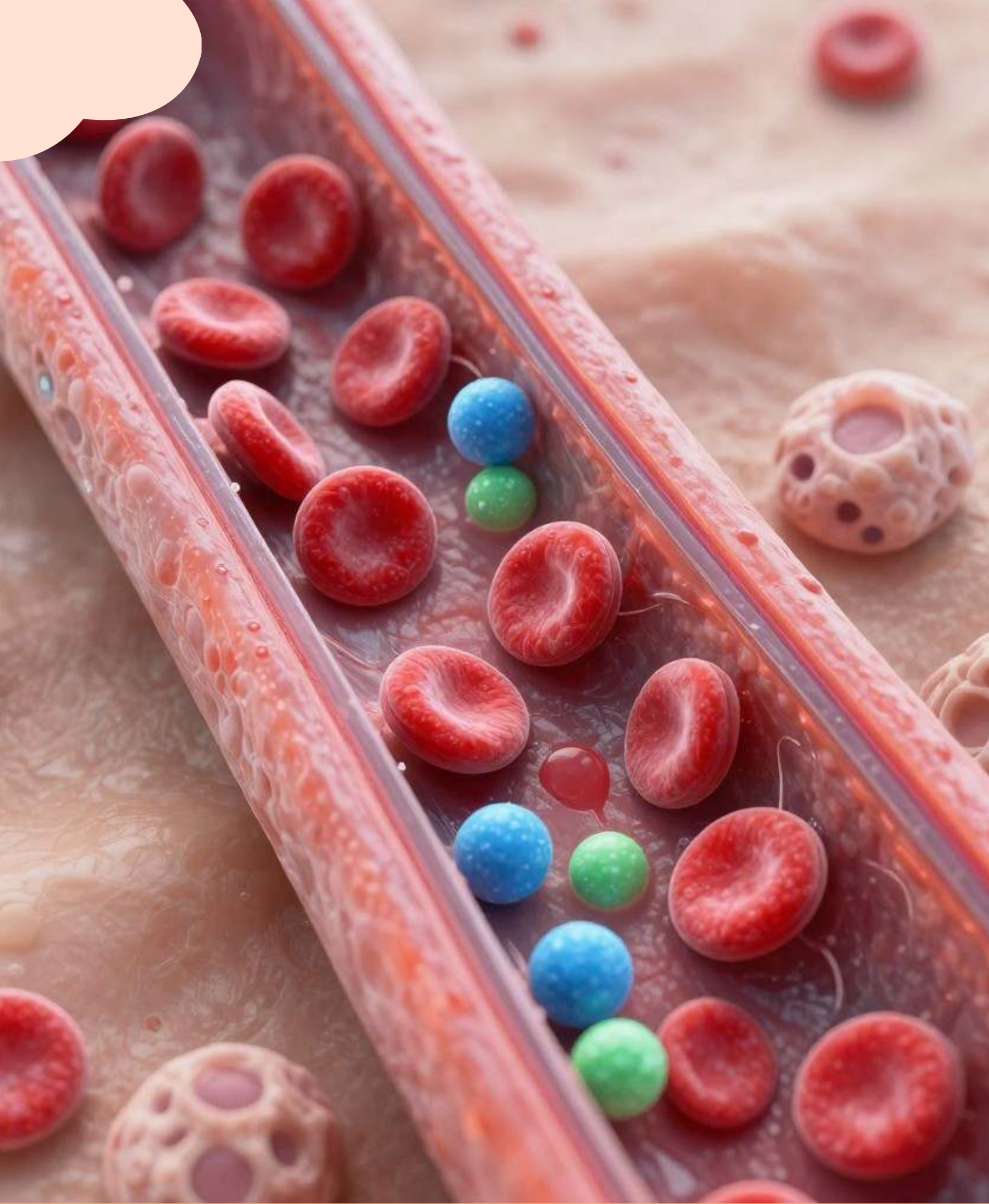


Около 70% углекислого газа переносится в крови в виде бикарбонат-ионов (HCO_3^-), образующихся в эритроцитах под действием карбоангидразы.

23% CO_2 связывается с белками плазмы и гемоглобином, формируя карбгемоглобин и другие соединения, участвующие в транспортировке.

7% углекислого газа растворено непосредственно в плазме крови и переносится в этом свободном виде.

Карбоангидраза ускоряет превращение углекислого газа в бикарбонаты внутри эритроцитов, что облегчает его транспорт от тканей к легким.



Газообмен в тканях тела

В тканевых капиллярах кислород диффундирует из артериальной крови в клетки благодаря разнице парциальных давлений, обеспечивая их энергообеспечение.

Углекислый газ, образующийся в клетках, перемещается в кровь, где он транспортируется к легким для удаления из организма.

Сравнение газообмена в лёгких и тканях

Таблица демонстрирует направления движения кислорода и углекислого газа во время газообмена в лёгких и тканях организма.

Газообмен направлен на насыщение крови кислородом в лёгких и удаление CO₂ в тканях, обеспечивая постоянное снабжение клеток.

Область	Кислород	Углекислый газ
Лёгкие	Поступает в кровь	Выходит в воздух
Ткани	Выходит из крови в клетки	Поступает в кровь

Влияние физической активности на газообмен

01

Во время физической нагрузки увеличивается частота и глубина дыхания, что ускоряет поступление кислорода в лёгкие и выведение углекислого газа.

Увеличивается объём крови, доставляющей кислород, благодаря усиленной работе сердца и расширению капиллярной сети в мышцах.

02

03

Активный метаболизм клеток при физической нагрузке требует более интенсивного газообмена для поддержания энергетического баланса.

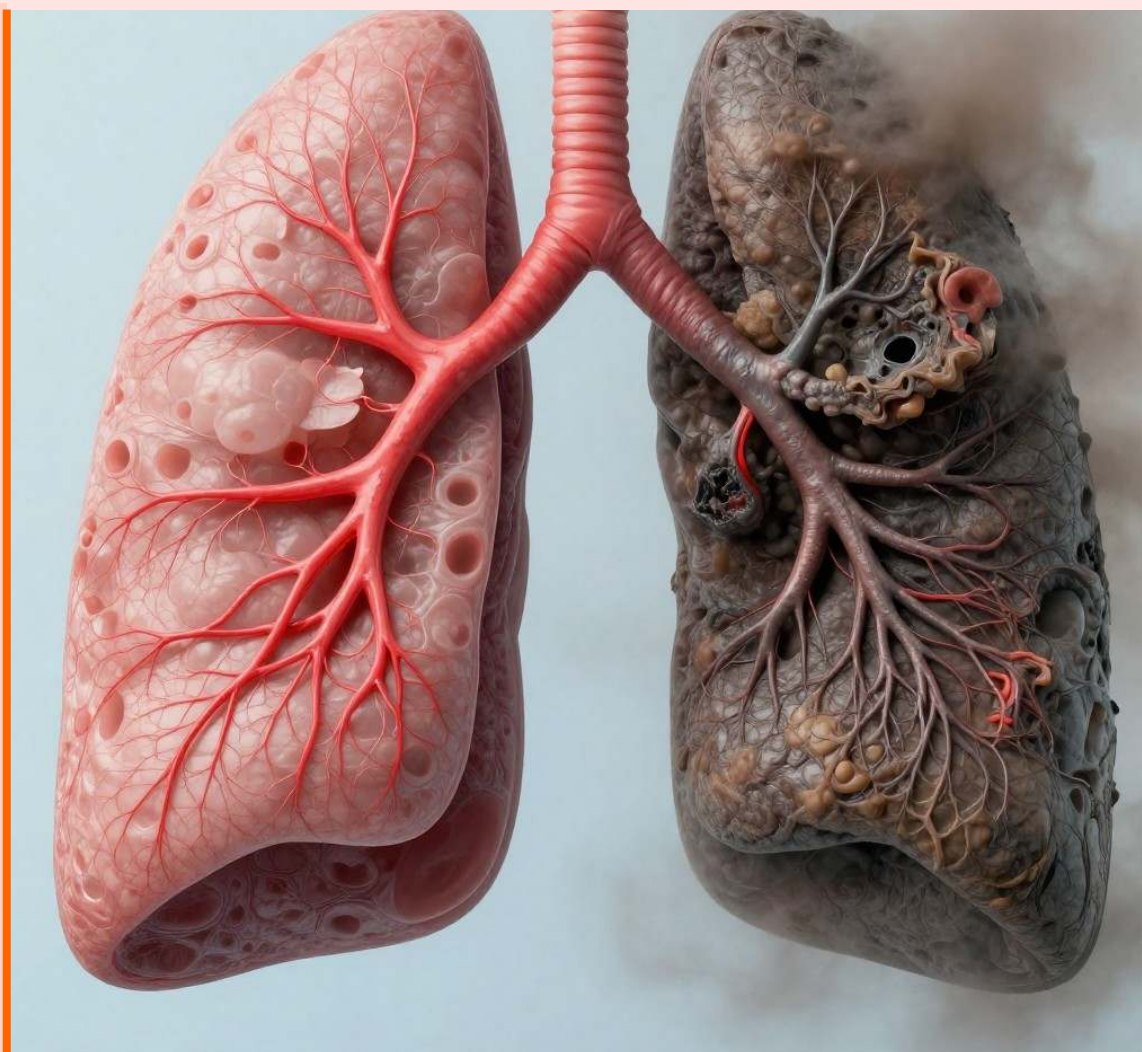
Факторы, влияющие на эффективность газообмена

Физиологические факторы

Целостность альвеол, эластичность лёгких и состояние капиллярной сети значительно влияют на скорость и качество газообмена в организме.

Внешние и патологические влияния

Курение, загрязнение воздуха и заболевания дыхательных путей, такие как бронхит и эмфизема, ухудшают газообмен и снижают поступление кислорода.



Значение газообмена для клеточного дыхания

01

Кислород, поступающий в клетки, используется для синтеза АТФ — главного источника энергии в организме.

02

Недостаток кислорода приводит к снижению выработки энергии, что вызывает быструю утомляемость и ухудшение функций органов.

03

Эффективный газообмен необходим для нормальной работы клеток и поддержания здоровья всего организма.

Патологии газообмена: примеры

Бронхиальная астма вызывает сужение дыхательных путей, что затрудняет поступление кислорода и выведение CO_2 из организма.

01

Отёк лёгких вызывает скопление жидкости в альвеолах, снижая площадь поверхности для газообмена.

03

Пневмония сопровождается воспалением легочной ткани, ухудшая обмен газов и приводя к кислородному голоданию тканей.

02

Анемия уменьшает количество гемоглобина, снижая перенос кислорода к клеткам и вызывая общую слабость.

04



Профилактика нарушений газообмена

Регулярные физические упражнения укрепляют дыхательную систему, улучшают вентиляцию лёгких и повышают эффективность газообмена.

Отказ от курения, закаливание и своевременное лечение инфекций дыхательных путей предотвращают развитие патологий и улучшают общее состояние здоровья.

Значение газообмена для здоровья человека

Газообмен — основа жизнедеятельности, обеспечивающая кислородом все органы. Забота о дыхательной системе и активный образ жизни поддерживают здоровье и энергию на высоком уровне.

