

Обмен газов между кровью
и тканями. Напряжение O_2
и CO_2 в крови, тканевой
жидкости и клетках

Перенос дыхательных газов (O_2 ; — из крови в ткани, CO_2 — в обратном направлении) происходит под действием концентрационного градиента этих газов между кровью в капиллярах и интерстициальной жидкостью.

Разность напряжения O_2 по обе стороны стенки кровеносного капилляра, обеспечивающая его диффузию из крови в интерстициальную жидкость, составляет от 30 до 80 мм рт.ст.

Напряжение CO_2 в интерстициальной жидкости у стенки кровеносного капилляра на 20-40 мм рт.ст. больше, чем в крови. Поскольку CO_2 диффундирует примерно в 20 раз быстрее, чем кислород, удаление CO_2 , происходит гораздо легче, чем снабжение кислородом.

На газообмен в тканях влияют

- 1 не только градиенты напряжения дыхательных газов между кровью и интерстициальной жидкостью, но также
- 2 площадь обменной поверхности,
- 3 величина диффузионного расстояния и
- 4 коэффициенты диффузии тех сред, через которые осуществляется перенос газов.

- Диффузионный путь газов тем короче, чем больше плотность капиллярной сети. В расчете на 1 мм³ суммарная поверхность капиллярного

- На выход O₂ из крови в ткань влияет

- 1 конвекция плазмы и интерстициальной жидкости,

- 2 цитоплазмы в эритроцитах и клетках ткани.

Диффундирующий в ткани O₂, потребляется клетками в процессе

тканевого дыхания, поэтому разность его напряжения существует постоянно, обеспечивая диффузию.

При увеличении потребления тканью кислорода его напряжение в

крови уменьшается, что облегчает диссоциацию оксигемоглобина.

Количество кислорода, которое потребляют ткани, в процентах от

общего содержания его в артериальной крови называется коэффициентом утилизации кислорода. В покое для всего организма равен примерно 30-40%.

Но потребление кислорода в различных тканях существенно отличается, и коэффициент его утилизации, например, в миокарде, сером веществе мозга, печени, составляет 40-60%.

- В состоянии покоя серым веществом головного мозга (в частности, корой больших полушарий) потребляется в минуту от 0.08 до 0.1 мл O_2 на 1 г ткани, а в белом веществе мозга — в 8-10 раз меньше.
- В корковом веществе почки среднее потребление O_2 , примерно в 20 раз больше, чем во внутренних участках мозгового вещества почки.
- При тяжелой физической нагрузке коэффициент утилизации O_2 работающими скелетными мышцами и миокардом достигает 90%.

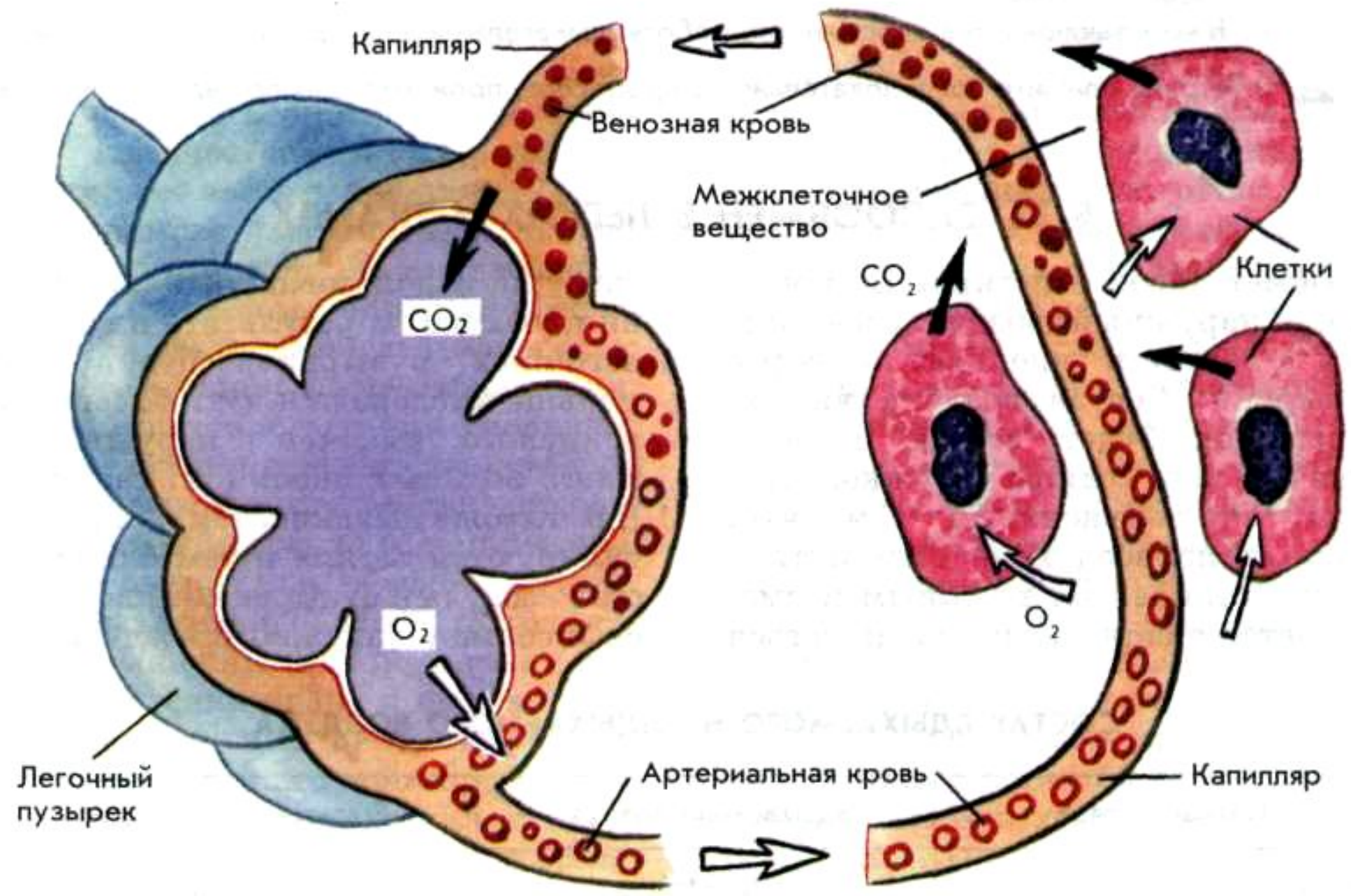
- Поскольку единственным резервом O_2 в большинстве тканей служит его физически растворенная фракция, снижение поступления O_2 из крови приводит к тому, что потребности тканей в O_2 перестают удовлетворяться, развивается кислородное голодание и окислительные обменные процессы замедляются.
- Единственной тканью, в которой имеется депо O_2 , является мышечная (пигмент миоглобин). Содержание миоглобина в мышцах человека невелико, и поэтому количество запасенного O_2 не может обеспечить их нормальное функционирование в течение длительного промежутка времени.

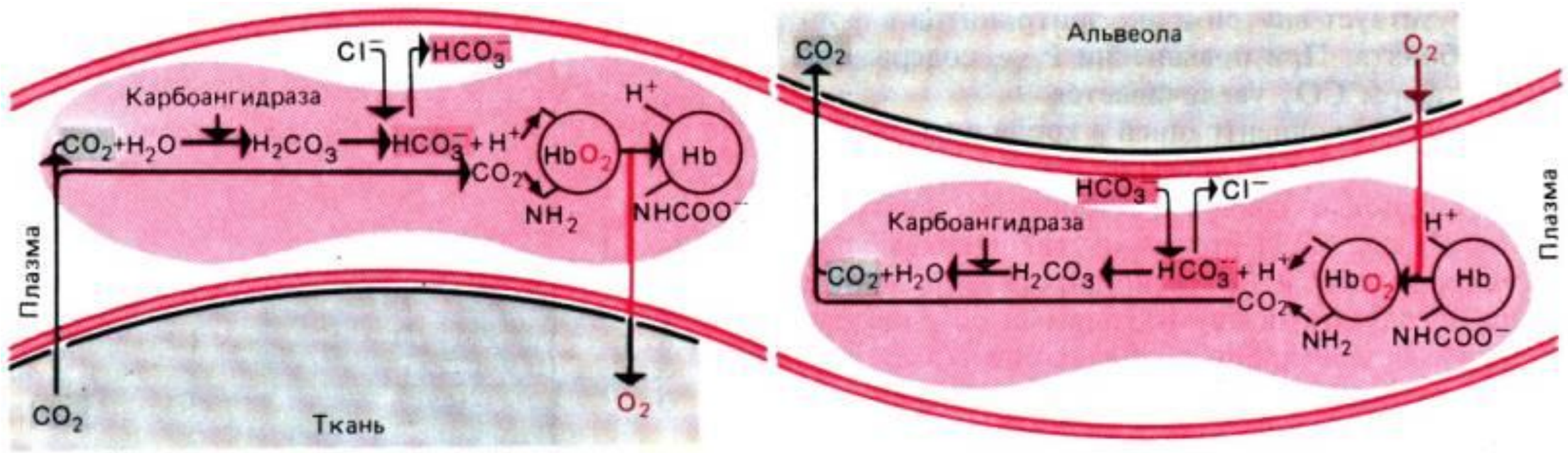
- Сродство миоглобина к кислороду выше, чем у гемоглобина: уже при напряжении O_2 3-4 мм рт.ст. 50% миоглобина переходит в оксимиоглобин, а при 40 мм рт.ст. миоглобин насыщен O_2 до 95%.
- Во время сокращения мышцы, с одной стороны, увеличиваются потребности клеток в энергии и усиливаются окислительные процессы, с другой — резко ухудшаются условия доставки кислорода, поскольку при сокращении мышца сдавливает капилляры и доступ крови по ним может прекращаться. Во время сокращения расходуется O_2 запасенный в миоглобине за время расслабления мышцы, что имеет значение для постоянно активно работающей мышцы сердца, поскольку ее снабжение кислородом из крови носит периодический характер.

- Во время систолы в результате повышения интрамурального давления кровотоков в бассейне левой коронарной артерии снижается и во внутренних слоях миокарда левого желудочка может на короткое время полностью прекратиться. При снижении напряжения O_2 , в мышечных клетках ниже 10-15 мм рт.ст. миоглобин начинает отдавать O_2 , запасенный в виде оксимиоглобина за время диастолы. Среднее содержание миоглобина в сердце составляет 4 мг/г. Поскольку 1 г миоглобина может связать примерно до 1.34 мл кислорода, в физиологических условиях запасы кислорода в миокарде составляют около 0.005 мл на 1 г ткани (достаточного для того, чтобы в условиях полного прекращения его доставки кровью поддерживать в миокарде окислительные процессы лишь в течение 3-4 с). Однако, длительность систолы намного короче, поэтому миоглобин, выполняющий функцию кратковременного депо O_2 предохраняет миокард от кислородного голодания.

ОБМЕН ГАЗОВ В ЛЕГКИХ

ОБМЕН ГАЗОВ В ТКАНЯХ





Обмен газов в тканях (тканевое дыхание)

- ▶ Осуществляется в капиллярах по тому же принципу, что и в лёгких.
- ▶ Кислород из тканевых капилляров, где его концентрация высока, переходит в тканевую жидкость с более низкой концентрацией кислорода.
- ▶ Из тканевой жидкости он проникает в клетки и сразу же вступает в реакции окисления, поэтому в клетках практически нет свободного кислорода.

