



# **ДЫХАНИЕ**

**совокупность процессов, обеспечивающих  
поступление в организм кислорода, его  
усвоение и удаление из организма  
углекислого газа**

Различают дыхание **клеточное (тканевое)** и **внешнее (легочное)**.

Дыхание можно разделить на ряд процессов:

- обмен газами между окружающей средой и альвеолами легких (внешнее дыхание),
- обмен газами между альвеолярным воздухом и кровью,
- транспорт газов кровью от легких к различным тканям,
- обмен газами между кровью и тканями,
- потребление кислорода клетками и выделение углекислоты (клеточное, или тканевое, дыхание).

## Обмен газов в легких

Мышцы, которые участвуют в осуществлении легочной вентиляции:

**инспираторные** (мышцы вдоха) – увеличение объема грудной клетки (диафрагма);

**экспираторные** (мышцы выдоха) – уменьшение объема грудной клетки;

**вспомогательные** (мышцы шеи, груди и спины) – повышение интенсивности дыхания.

Диафрагма работает совместно с наружными межреберными мышцами (наружные межреберные и межхрящевые внутренние межреб. мышцы – инспираторная функция; задние участки внутренних межреберных мышц и мышцы брюшной стенки – выдох).

Давление в плевральной полости всегда меньше, чем в легких, поэтому легкие всегда растянуты. Эластические свойства легочной ткани, напротив, постоянно стремятся стянуть легкие в комок. Травма плевральной полости вызывает **пневмоторакс**.

- Во время вдоха инспираторные мышцы, увеличивая объем грудной клетки, увеличивают разницу давлений между атмосферным воздухом и плевральной полостью. Эта разница давлений растягивает легкие.
- Увеличение легочного объема, в свою очередь, ведет к падению внутрилегочного (внутриальвеолярного) давления, что и служит причиной поступления в легкие атмосферного воздуха через дыхательные пути.
- Как только инспираторная мускулатура расслабляется, возросшая в ходе вдоха эластическая тяга легких возвращает их в исходное состояние.

- ✓ **Дыхательный цикл : вдох, или инспирация, и выдох, или экспирация.**
- ✓ **Соотношение компонентов дыхательного цикла (длительность фаз, глубина дыхания, динамика давления и потоков в воздухоносных путях) характеризует паттерн дыхания.**
- ✓ **Примерно 2/3 энергии дыхательных мышц при вдохе тратится на преодоление эластического сопротивления тканей легких и грудной клетки. Неэластическое сопротивление дыханию связано с прохождением воздуха через дыхательные пути и зависит от просвета воздухоносных путей, в частности голосовой щели и бронхов.**

**Тонус гладкой мускулатуры бронхов зависит от активности ее иннервации волокнами, находящимися в составе блуждающего нерва. Расслабляющее влияние на тонус бронхов оказывает симпатическая нервная система.**

- **Дыхательный объем** – вдыхаемый за один дыхательный цикл при спокойном дыхании в обычных условиях (около 500 мл воздуха).  
**Резервный объем вдоха или инспирации (РОИ)** (+3000 МЛ).
- После обычного спокойного выдоха человек способен выдохнуть еще около 1300 мл воздуха – **резервный объем выдоха или экспирации (РОЭ)**.
- Сумма указанных объемов составляет **жизненную емкость легких (ЖЕЛ)** ( $500+3000+1300=4800$  мл) – максимальный объем воздуха, который может быть введен или выведен из легких во время одного дыхательного цикла.



- После максимального глубокого выдоха в легких остается воздух в объеме около 1200 мл – **остаточный объем**. Сумма ЖЕЛ и остаточного объема – **общая емкость легких**.
- Объем воздуха, находящегося в легких после спокойного выдоха - **функциональная остаточная емкость** (сумма остаточного объема и резервного объема выдоха).
- Около 150 мл, т.е.  $1/3$  дыхательного объема – **мертвое пространство**.

# Транспорт газов кровью

- **Транспорт кислорода кровью.** В обычных условиях 1 г гемоглобина связывает 1,36 мл газообразного  $O_2$ . **Кислородная емкость крови** – количество кислорода переносимого кол-вом гемогл. в 1 л крови.
- **Транспорт углекислого газа кровью.** Основная часть вступает в химические связи, образуя угольную кислоту  $H_2CO_3$  и гидрокарбонат-ион  $HCO_3^-$ .

- **Обмен газов в тканях.** Преобладающим механизмом переноса кислорода из эритроцитов к тканям является **диффузия**. Парциальное давление кислорода в различных участках живой ткани неодинаково (наибольшая величина – артериальный конец кровеносного капилляра, наименьшая в самой удаленной от капилляра точке, в мертвом углу).
- Доставка кислорода тканям должна гарантировать поддержание парциального давления не ниже критического в «мертвом углу». Перенос  $\text{CO}_2$  из клеток тканей в кровь тоже происходит главным образом путем диффузии.

# Механизмы регуляции дыхания

**Дыхательный центр** – это совокупность нейронов, управляющих дыхательными движениями, которые находятся в продолговатом мозге и мосту (инспираторные нейроны, которые разряжаются в фазу вдоха, и экспираторные, активные во время выдоха).

Главная особенность работы центрального дыхательного механизма – линейное нарастание активности инспираторных нейронов на протяжении вдоха и резкий обрыв инспираторной активности, знаменующий окончание вдоха и переход к выдоху. Центральный паттерн дыхания включает три фазы: инспираторную, постинспираторную и экспираторную.

Мост – **пневмотаксический центр**, который участвует в переключении фаз дыхательного цикла; при разрушении этого центра вдохи становятся затянутыми, необычно глубокими.

Центральный дыхательный механизм продолговатого мозга обладает автоматизмом.

## Дыхание при различных функциональных состояниях и условиях обитания организма

- **Эмоциональные и стрессорные факторы.** Для интеллектуально-эмоционального напряжения наиболее характерно тахипноэ – частое, но поверхностное дыхание. В стрессорных состояниях подобного рода реакции могут перерасти в гипервентиляцию легких, которая иногда приобретает характер своеобразного «дыхательного невроза» (гипервентиляционный синдром)
- **Мышечная деятельность.** Как только включается мышечная нагрузка, легочная вентиляция возрастает за счет углубления и учащения дыхания – сначала скачкообразно, затем более плавно.
- У человека, тренированного к напряженной мышечной деятельности, увеличивается жизненная емкость легких, дыхание в покое становится более редким и глубоким, увеличиваются кислородная емкость, буферные свойства крови и величина максимального потребления кислорода (до 4—5 л/мин и более).

