

**Лёгкие** — самая большая по площади мембрана (80 м<sup>2</sup> при выдохе и 120 м<sup>2</sup> при вдохе), отделяющая организм от внешней среды, через неё происходит поступление в организм  $O_2$  и вывод  $CO_2$ .

Поэтому лёгкие снабжены сложными защитными системами, препятствующими проникновению инфекционных и других повреждающих агентов в лёгочную ткань, в норме стерильную ниже уровня гортани. Механизмы защиты бронхолёгочной системы действуют на уровне проводящих и респираторных отделов лёгкого. Там происходит кондиционирование воздуха и его очистка — клиренс (механическая очистка, эндоцитоз бронхиальным эпителием), действие неспецифических гуморальных и клеточных защитных факторов, а также специфических иммунных факторов.

□ Кондиционирование воздуха связано с его обогреванием или охлаждением, увлажнением в верхних дыхательных путях и крупных бронхах. Длительная гипервентиляция, обезвоживание организма и низкая влажность вдыхаемого воздуха способствуют высыханию слизистой дыхательных путей. С выдыхаемым воздухом происходит удаление из организма 5–10% тепла и около 500 мл воды в сутки (всего лишь в 3 раза меньше, чем суточный диурез). Это количество возрастает в жарком сухом климате, при интенсивной [физической работе](#), лихорадке, почечной недостаточности. Лёгочная ткань не только выделяет, но и поглощает жидкость. Всасывание воды происходит в лёгочных капиллярах, этому способствует преобладание в них онкотического давления (25–30 мм рт.ст.) над гидродинамическим (8–10 мм рт.ст.). Резкое повышение внутрикапиллярного гидродинамического давления (например, при острой сердечной недостаточности), а также гипонкия крови вызывают противоположный процесс — отёк лёгких. Лёгкие также участвуют в регуляции кислотно-основного состояния и связанного с ним калиевого обмена. В частности, газовый ацидоз при дыхательной недостаточности способствует повышению концентрации ионов калия в плазме крови, газовый алкалоз оказывает противоположное действие.

□ Клиренс воздуха происходит, начиная с носовой полости (носовой клиренс), затем на уровне трахеи и бронхов (трахеобронхиальный клиренс) и альвеол (альвеолярный

клиренс).

◇ Носовой клиренс. Начало механической очистки воздуха — его фильтрация в полости носа. При этом происходит осаждение ингалированных частиц на слизистых оболочках носа, трахеи и бронхов с их последующим удалением при чихании и кашле. Осаждение частиц зависит от их диаметра. Так, в носовой полости оседают частицы диаметром более 50 мкм, в трахее — 30–50 мкм, бронхах — 10–30 мкм, бронхиолах — 3–10 мкм, альвеолах — 1–3 мкм. Частицы диаметром менее 0,5 мкм лёгочный фильтр почти не задерживает.

◇ Трахеобронхиальный клиренс. Наиболее важную часть механической очистки воздуха от микроорганизмов и других повреждающих факторов составляет мукоцилиарный клиренс, действующий на уровне бронхов и бронхиол. Клиренс обеспечивает выработка слизистого секрета железами бронхов, клетки Клара покровного эпителия, а также биение ресничек реснитчатых клеток. В состав слизистого секрета помимо слизи входят [гликопротеины](#), протеазы, сурфактант, IgA. Слизистый покров имеет толщину 5–7 мкм. Он разделён на два слоя: на уровне ресничек — жидкая фаза (золь), создающая благоприятные условия для движения ресничек, на поверхности эпителия — плотная фаза (гель). Слизь задерживает вдыхаемые частицы, затем происходит их перемещение по направлению к трахее за счёт биения ресничек и удаление при кашлевом рефлексе.

- Состояния, нарушающие мукоцилиарный клиренс, способствуют развитию острых пневмоний: первичная цилиарная дискинезия (синдром Картагенера), действие холодного или горячего воздуха, табачного дыма, наркотические препараты, аллергены, медленно реагирующая субстанция анафилаксии, простагландины E<sub>1</sub> и E<sub>2</sub>, лейкотриен (ускоряют биение ресничек).

- Неспецифические защитные факторы синтезируют, в основном, полиморфноядерные лейкоциты и макрофаги, постоянно присутствующие в дыхательных путях, а также серозные клетки желёз. К неспецифическим защитным факторам относят интерферон, лизоцим, лактоферрин, протеазы, антипротеазы, секреторный иммуноглобулин и др.

◇ Альвеолярный клиренс. Клеточные механизмы неспецифической защиты наиболее важны в респираторных отделах лёгких, где нет мукоцилиарной системы и гуморальных факторов неспецифической защиты. Важнейшие защитные клетки — альвеолярные

макрофаги, полиморфноядерные лейкоциты, лаброциты, эозинофилы.

**Иммунные механизмы специфической защиты** бронхов и лёгочной паренхимы осуществляют лимфоидные и макрофагальные клетки лимфоидной ткани бронхов и лимфатических узлов. Особое значение имеет секреция IgA и IgG. IgA защищает лёгкие от вирусной инфекции, обеспечивает агглютинацию бактерий и нейтрализацию их токсинов. IgG сыворотки крови и нижних отделов дыхательных путей агглютинирует бактерии, активирует комплемент, ускоряя хемотаксис гранулоцитов и макрофагов, нейтрализует бактериальные токсины и вирусы.

---

### Интересные статьи:

- 1) [Морфологическая картина малярии](#)

2) [Клинико-морфологические проявления](#) сибирской язвы

3) [Жёлтая лихорадка](#)