

Не только дыхание

Долгое время считалось, что роль легких ограничивается только дыхательной функцией. Сегодня уже известно, что спектр «обязанностей» этих важнейших органов чрезвычайно широк



СВЯЗЬ С ВНЕШНИМ МИРОМ

Легкие обеспечивают связь между окружающей средой и организмом. Здесь осуществляется газообмен между воздухом, находящимся в альвеолах, и кровью, протекающей по легочным капиллярам. Полная емкость легких составляет приблизительно 5000 мл, а после спокойного выдоха в них остается примерно 3000 мл. Максимально глубокий вдох составляет около 2000 мл, а обычный — 400–500 мл. Эти показатели значительно варьируют у разных индивидов. При вдохе давление в легких ниже атмосферного, а при выдохе — выше, что дает возможность воздуху проникать извне. Рецепторы, с помощью которых происходит регуляция дыхания, располагаются в крупных артериях — в области дуги аорты и общей сонной артерии. Хеморецепторы реагируют на концентрацию углерода диоксида и, в меньшей степени, кислорода. На стенках бронхов расположены барорецепторы, реагирующие на давление. Дыхание регулируется скоплениями нервных клеток в стволе головного мозга (продолговатый мозг и мост). Легкие — органы воздушного дыхания у человека, обеспечивающие кислородом все органы и ткани.

РОЗОВЫЕ, КАК В ДЕТСТВЕ

У детей ткань легких бледно-розового цвета, а у взрослых она постепенно темнеет

за счет вдыхаемых частиц пыли, которые откладываются в соединительной ткани. Следует обратить внимание, что, в отличие от большинства других частей организма, вены легких несут красную, обогащенную кислородом кровь, а артерии — темную кровь, насыщенную углекислотой. Легкие обильно снабжены нервами и лимфатическими сосудами. Венозная кровь из вен печени присоединяется к нижней полой вене около правой половины сердца, принося печеночные метаболиты непосредственно к легким. Вместе с кровью сюда поступает множество метаболически активных веществ и не менее значимый объем таких соединений выделяется легкими.

АЛЬВЕОЛЫ

Воздух доставляется через трахеобронхиальное дерево, начинающееся с трахеи и далее разветвляющееся на главные, долевые, сегментарные и дольковые бронхи, концевые бронхиолы, альвеолярные бронхиолы и альвеолярные ходы. Только около 2/3 дыхательного объема достигает альвеол. Они состоят из соединительной ткани и эластичных волокон, выстланы тонким прозрачным эпителием и оплетены сетью кровеносных капилляров. В альвеолах происходит газообмен между кровью и атмосферным воздухом. При этом кислород и углекислый газ проходят в процессе диффузии путь от эритроцита крови до

альвеолы. Общая площадь внутренней поверхности альвеол меняется между выдохом и вдохом от 40 до 120 м².

СУРФАКТАНТНАЯ СИСТЕМА ЛЕГКИХ

При выдохе альвеолы легких не слипаются благодаря сурфактанту, который регулирует поверхностное натяжение альвеолярного слоя. Его основу составляют фосфолипиды, холестерол, белки и другие вещества. Кроме расправления альвеол, сурфактант выполняет бактерицидную и иммуномодулирующую функцию, а также стимулирует активность альвеолярных макрофагов. Он формирует противоотечный барьер, который предупреждает проникновение жидкости в просвет альвеол из интерстиция. Сурфактант помогает легким всасывать и усваивать кислород. Это вещество секретруется из компонентов плазмы крови, а при его недостатке развивается отек и происходит ателектазирование легких. Сурфактантная система легких не развита у недоношенных детей и может нарушаться у взрослых при ряде критических состояний вследствие тяжелых травм, воспалительных процессов и др. (т.н. острый респираторный дистресс-синдром).

НЕДЫХАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ

Помимо своей основной функции газообмена, легкие играют большую роль в защите организма. Они обеспечивают очистку

воздуха и крови от вредных примесей, осуществляют детоксикацию, ингибирование и депонирование многих биологически активных веществ. Легкие участвуют во всех видах обмена, регулируют водный баланс, синтезируют поверхностно-активные вещества, а также являются своеобразным воздушным и биологическим фильтром. Они изменяют pH крови, облегчая изменения в парциальном давлении углекислого газа. Легкие служат резервуаром крови в организме. Объем крови в легких составляет приблизительно 450 мл, что в среднем занимает около 9% общего объема крови всей системы кровообращения. Это количество легко может изменяться в два раза в ту или иную сторону от нормального объема. Потеря крови из большого круга кровообращения при кровотечении может быть частично компенсирована выбросом крови из легких в кровеносную систему. Легкие служат для амортизации сердца, предохраняя его от ударов, обеспечивают воздушный поток для создания звуков голоса. Кроме того, они выполняют фибринолитическую и антикоагулянтную, кондиционирующую и выделительную функции.

ОБМЕН ЖИДКОСТИ И ТЕПЛА

В легких происходит не только газообмен, но и обмен жидкости. Известно, что из легких за сутки выделяется в среднем около 400–500 мл жидкости. При гипергидратации и повышенной температуре тела эти потери возрастают. Легочные альвеолы играют роль своеобразного коллоидно-осмотического барьера, и при снижении давления плазмы жидкость может выходить из сосуда в просвет, приводя к отеку легких. Эпителий легких снабжен большим количеством рецепторов и мембранных белков, играющих важную роль в абсорбции жидкости из легких после родов, травмы легких или воспалительных заболеваний этого органа. Легкие выполняют теплообменную функцию, являются своеобразным кондиционером, увлажняющим и согревающим дыхательную смесь. Терморегуляция осуществляется за счет испарения воды с поверхности альвеол в выдыхаемый воздух. Тепловое и жидкостное кондиционирование воздуха осуществляется не только в верхних дыхательных путях, но доходит до дистальных бронхов.

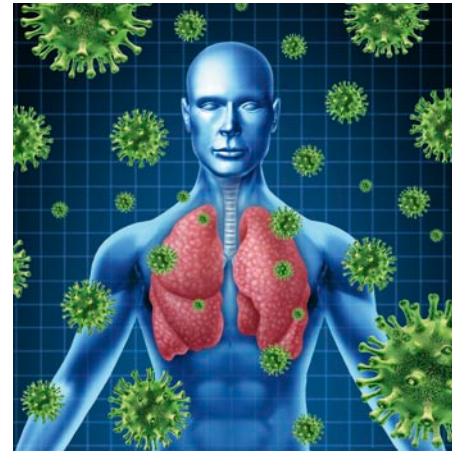
СИСТЕМА ЗАЩИТЫ

В системе защиты, осуществляемой легкими, выделяют несколько звеньев: мукоцилиарное, клеточное и гуморальное. Вдыхаемый воздух очищается в дыхательных путях и альвеолах от всевозможных примесей физической,

химической и биологической природы. Обезвреживание и удаление повреждающих агентов из дыхательных путей обеспечивается мукоцилиарной системой: реснитчатым эпителием, покрывающим слизистую оболочку дыхательных путей, а также слизистыми и серозными железами. Мерцательный эпителий бронхов является важной системой защиты от инфекций, передающихся воздушно-капельным путем. Частицы пыли и бактерии во вдыхаемом воздухе попадают в слизистый слой и перемещаются вверх к глотке с помощью мерцательных движений ресничек. Слизь бронхов содержит гликопротеины, обладающие антимикробным действием, такие, как муцин, лактоферрин, лизоцим, лактопероксидаза. Важнейшим механизмом самоочищения служит кашлевой рефлекс, обеспечивающий механическое удаление путем откашливания лишних примесей и мокроты. Очистка воздуха на уровне альвеол осуществляется с помощью альвеолярных макрофагов, которые вступают в контакт с веществами воздуха и крови, не только фагоцитируя их, но и модулируя многие иммунные процессы и участвуя в воспалительных реакциях. Среди факторов гуморального звена легких большое значение имеют иммуноглобулины IgA, IgG, IgE, IgM. Они нейтрализуют токсины и вирусы, воздействуют на микроорганизмы и повышают эффективность мукоцилиарного транспорта.

ОЧИСТКА КРОВИ И ДЕТОКСИКАЦИЯ

В отличие от артериальной, притекающая в легкие венозная кровь содержит частицы, состоящие из конгломератов клеток, фибрина, микромболов жира и эритроцитных взвесей. Эти вещества в избытке поступают из разрушенных тканей при травме, операции или шоке. В легких происходит механическая задержка частиц, не проходящих через легочные капилляры. Эти частицы подвергаются метаболизму при помощи различных ферментных систем. Наиболее важной является смешанная оксидазная система, которая посредством гидроксилирования превращает вредные, нерастворимые в липидах вещества в неактивные — водорастворимые. При избыточном поступлении продуктов белкового распада и жиров в легких происходят их расщепление и гидролиз. При прохождении через легкие из кровотока исчезают аденилнуклеотиды, образующиеся при синдроме раздавливания. Детоксикационным системам легких принадлежит особая важная роль при токсемии: септическом, ожоговом шоке, перитоните и различных видах экзогенных интоксикаций.



Помимо своей основной функции газообмена, легкие играют большую роль в защите организма

ЭНДОКРИННЫЕ СВОЙСТВА

Легкие — это гигантский эндокринный орган. В них метаболизируется, модифицируется, деградирует и активируется много веществ, поступающих из системного кровотока. В легких содержится более 40 типов различных клеток, однако альвеолоциты I и II типа, альвеолярные макрофаги и клетки Клара обнаружены только в них. Здесь синтезируется большое количество гормонов, которые действуют как в пределах легких, так и на клетки и ткани других органов и систем организма. К эндокринным продуктам легких относятся: биогенные амины, арахидоновая кислота и другие метаболиты фосфолипидов мембран клеток, а также пептиды. Поскольку легкие обладают единым капиллярным руслом, через которое в нормальных условиях проходит весь объем циркулирующей крови, этот орган идеально подходит для регуляции выработки вазоактивных веществ. Большая их часть (серотонин, АТФ, простагландины) инактивируется или удаляется из кровотока при однократном прохождении крови через легкие. При этом норадреналин и гистамин подвергаются только умеренным изменениям в легких. Таким путем легкие защищают организм от эндогенной интоксикации и действия вазоактивных веществ.

Татьяна Кривомаз, канд. биол. наук