

ЛЕКЦИЯ " ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА "

Дыхательная система состоит из 2-х частей:

- I. Воздухоносных путей, состоящих из полости носа, носоглотки, гортани, трахеи и бронхов.
- II. Респираторного отдела, состоящего из респираторных бронхиол, альвеолярных ходов, альвеолярных мешочков.

Носовая полость

Носовая полость выполняет следующие функции:

- а) очищение, согревание и увлажнение воздуха;
- б) функцию обоняния;
- в) чувствительность для таких рефлексов, как чихание.

Носовая полость состоит из 2-х частей:

- I. Преддверия
- II. Собственно носовой полости.

Преддверие состоит из:

1. Многослойного плоского неороговевающего эпителия.
2. Соединительно-тканного слоя, в котором расположены железы и корни щетинковых волос.

В собственно носовой полости выделяют 2 области:

1. Дыхательную и
2. Обонятельную

Дыхательная область представляет собой слизистую оболочку, представленную:

а) Однослойным многоядным мерцательным эпителием - респираторный эпителий дыхательного тракта.

б) Собственной пластинкой слизистой представленной рыхлой волокнистой соединительной тканью, с расположенными в ней сосудами венозного сплетения и концевыми отделами белково-слизистых желез. Вены имеют широкий просвет и

тонкие стенки и выполняют роль радиатора отопления воздуха. При переполнении данных сосудов кровью человек испытывает чувство заложенности носа.

Обонятельная область носовой полости представлена слизистой оболочкой главным образом верхней раковины и является первично-чувствующим органом чувств.

Гортань

Помимо участия в проведении воздуха, является органом звукообразования. Гортань представляет собой полость, стенки которой поддерживаются хрящами. Гортань от глотки отделяет надгортанник. Он образован эластическим хрящом, покрытым многослойным плоским неороговевающим эпителием. Стенка гортани состоит из 3-х оболочек:

- I. Слизистая - имеет то же строение, что и дыхательная область носовой полости.
- II. Фиброзно-хрящевая - представлена как гиалиновыми, так и эластическими хрящами.
- III. Адвентициальная - рыхлая волокнистая соединительная ткань.

Слизистая оболочка, выстилающая гортань изнутри, формирует 2 парные складки в просвет органа. Верхняя пара - ложные голосовые связки, покрытые однослойным многорядным мерцательным эпителием. Нижняя пара - истинные голосовые связки, покрытые многослойным плоским неороговевающим эпителием.

Воспаление и отек гортани, вызванные вирусными и другими микробными агентами, называется острым ларингит. Хронический ларингит обычно возникает при длительном воздействии на орган раздражающих агентов, таких например как никотин, пыльца и пылевые частицы, вдыхаемого воздуха.

Трахея

Трахея - полый трубчатый орган, состоящий из 4-х оболочек:

- I. Слизистая оболочка состоит из:
 1. Однослойного многорядного мерцательного эпителия.

2. Собственной пластинки слизистой, образованной рыхлой волокнистой соединительной тканью.

II. Подслизистая оболочка - рыхлая волокнистая соединительная ткань, с расположенными в ней слизь продуцирующими секреторными отделами сложных, разветвленных альвеолярно-трубчатых желез. Слизь этих желез увлажняет поверхность эпителия трахеи и также способствует прилипанию к нему пылевых частиц и микроорганизмов.

III. Фиброзно- хрящевая оболочка - представлена 16-20 незамкнутыми по задней поверхности полукольцами гиалинового хряща. Свободные концы полуколец соединяют пучки гладко-мышечных клеток. Благодаря этому задняя поверхность трахеи, прилежащая к пищеводу – мягкая, что важно для свободного прохождения пищи по пищеводу.

IV. Адвентициальная оболочка - рыхлая волокнистая соединительная ткань.

Однослойный многорядный мерцательный эпителий (респираторный эпителий) воздухоносных путей

Слизистые оболочки трахеи, а также других отделов воздухоносных путей выстланы однослойным многорядным мерцательным эпителием, представленным следующими клетками:

- 1) Реснитчатые клетки;
- 2) Бокаловидные клетки;
- 3) Вставочные клетки;
- 4) Щеточные клетки;
- 5) Эндокринные клетки.

Реснитчатые клетки

Реснитчатые клетки – наиболее многочисленные призматической формы клетки респираторного эпителия с большим количеством подвижных структур - ресничек. Одна реснитчатая клетка содержит примерно 250 ресничек на апикальной поверхности. Реснитчатые клетки выполняют защитную функцию, за счет

синхронных колебаний их ресничек по направлению к выходу из воздухоносных путей. Эти колебания обеспечиваются перемещением слизистой пленки по направлению к выходу и удалением ее в результате последующего откашливания.

Бокаловидные клетки

б) Бокаловидные клетки – клетки в форме бокала, разбросанные между реснитчатыми клетками, пронизывающие всю толщу эпителиального пласта. Их цитоплазма содержит большое количество гранул муцина. Бокаловидные клетки вырабатывают слизь, увлажняющую поверхность респираторного эпителия с образованием слизистой пленки, необходимой для прилипания микроорганизмов и инородных частей, попадающих в организм вместе с вдыхаемым воздухом. Соотношение между бокаловидными и реснитчатыми клетками в норме составляет 1:10. Количество бокаловидных клеток возрастает при хронических воспалительных процессах органов дыхательной системы, тогда как количество реснитчатых клеток наоборот снижается. При этом в воздухоносных путях увеличивается выработка слизи (мокроты) и затрудняется процесс ее выведения из воздухоносных путей.

Вставочные клетки

Вставочные клетки – небольшие пирамидной формы клетки, чьи верхушки не достигают поверхности эпителия. Это камбиальные клетки реснитчатого эпителия, обеспечивающие его регенерацию.

Щеточные клетки

Щеточные клетки – призматической формы клетки, несущие микроворсинки на апикальных поверхностях. Базальная часть этих клеток образует синапсы с дендритами чувствительных нейронов – чувствительные нервные окончания. По функции щеточные клетки являются хеморецепторами.

Эндокринные клетки

Эндокринные клетки респираторного эпителия относятся к классу энтероэндокринных клеток кишечника, так как в эмбриогенезе они образуются из прехордальной пластинки передней первичной кишки. В цитоплазме этих клеток

находится большое количество плотных, окруженных мембраной гранул. Наряду с выработкой катехоламинов эндокринные клетки вырабатывают биологически-активные вещества - серотонин, кальцитонин, бомбезин, регулирующие секрецию желез и сокращение мышц воздухоносных путей.

Функции легких

Легкие выполняют ряд важных функций:

I. Воздухопроводение

II. Функция внешнего дыхания связана с поглощением из вдыхаемого воздуха кислорода, насыщение им крови и удаления из организма углекислого газа.

III. Нереспираторные функции:

1. В легких происходит инактивация ряда гормонов (например серотонина).

2. Легкие участвуют в регуляции АД, т.к. эндотелий капилляров легких синтезирует фактор, который способствует превращению ангиотензин I в ангиотензин II.

3. Легкие участвуют в процессах свертывания крови, т.к. эндотелий капилляров легких синтезирует гепарин и его антипод тромбопластин.

4. В легких происходит выработка эритропоэтинов, которые регулируют дифференцировку эритроцитов в красном костном мозге.

5. Легкие участвуют в липидном обмене за счет макрофагов, которые захватывают из крови холестерин и через воздухоносные пути покидают организм, обеспечивая физиологическую профилактику атеросклероза.

6. Легкие - депо крови.

7. Легкие участвуют в иммунных реакциях, т.к. по ходу воздухоносных путей находятся лимфоидные узелки, формирующие в совокупности бронхассоциированную лимфоидную ткань.

8. Легкие принимают участие в водно-солевом обмене.

Стадии гистогенеза легкого.

I стадия - с 3-ей по 5-ю неделю внутриутробного развития. Начинается с выпячивания вентральной стенки передней кишки, называемой прехордальной пластинкой. Данное выпячивание представляет собой зачаток трахеи, который раздваивается на 2 мешка - зачатки главных бронхов и легких.

II стадия - с 5-ой недели по 4 -й месяц внутриутробного развития и называется железистой. На этой стадии происходит формирование бронхиального дерева.

III стадия - с 4-го по 6-ой месяц внутриутробного развития. Начинается формирование респираторных бронхиол. Этот процесс сопровождается капилляризацией бронхиального дерева.

IV стадия - с 6-го месяца внутриутробного развития и продолжается в течение нескольких лет после рождения. Эта стадия называется альвеолярной, так как в этот период формируются альвеолярные ходы и мешочки.

Строение легких

Легкое состоит из воздухоносных путей - бронхов, которые в совокупности формируют бронхиальное дерево и респираторного отдела, выполняющего функцию газообмена.

Бронхиальное дерево начинают 2 главных бронха - правый и левый, образующиеся в месте бифуркации трахеи. Главные бронхи делятся на долевые - 3 в правом и 2 в левом легком. От долевого отходят зональные бронхи. Главные, долевые и зональные бронхи являются внелегочными. Дальнейшее ветвление бронхиального дерева приводит к образованию внутрилегочных бронхов: сегментарных, субсегментарных, междольковых, внутридольковых и наконец терминальных бронхиол.

Существует классификация бронхов по диаметру:

- 1) Бронхи крупного калибра - долевые, зональные, сегментарные;
- 2) Бронхи среднего калибра – субсегментарные;
- 3) Бронхи мелкого калибра - междольковые и внутридольковые бронхи.

Бронхи имеют общий план строения. Однако по мере их ветвления, т.е. изменения калибра бронхов, происходят изменения в строении их стенок.

Крупный бронх

Стенка крупного бронха образована 4-мя оболочками, характерными для стенки трахеи. Однако в отличие от трахеи, слизистая оболочка бронхов крупного калибра - складчатая. Складки образуются благодаря сокращению гладкомышечных клеток мышечной пластинки слизистой бронха крупного калибра. Вспомним, что мышечная пластинка в слизистой трахеи практически отсутствует. В отличие от трахеи, фиброзно-хрящевая оболочка бронхов крупного калибра представлена не полукольцами, а пластинами гиалинового хряща.

Средний бронх

У бронхов среднего калибра по сравнению с крупными бронхами, уменьшается толщина слизистой оболочки, снижается количество желез в подслизистой основе, а крупные пластины гиалинового хряща замещаются более мелкими островками гиалиновой и эластической хрящевых тканей.

Мелкий бронх

В отличие от крупных и средних бронхов, стенка бронхов мелкого калибра содержит не 4, а всего лишь 2 оболочки:

- 1) Слизистую
- 2) Адвентициальную

Слизистая оболочка мелких бронхов образует глубокие складки. Это связано с тем, что в слизистой мелких бронхов мышечная пластинка становится более толстой по отношению к толщине всей стенки. При хроническом бронхите, бронхиальной астме отмечается бронхоспазм именно со стороны мелких бронхов, так как в них отсутствуют хрящи, препятствующие сужению просвета и наиболее развита мышечная пластинка. Что касается эпителия бронхов мелкого калибра, то эпителий из многорядного становится двурядным и даже одноклеточным. В эпителии мелких бронхов снижается количество бокаловидных клеток.

Терминальная бронхиола

Конечная терминальная бронхиола также имеет 2 оболочки - слизистую и адвентициальную. Однако мышечная пластинка не выражена, поэтому слизистая не образует глубоких складок. В однорядном кубическом эпителии терминальных бронхиол полностью исчезают бокаловидные клетки, а так называемые секреторные клетки или

Клетки Клара

Клетки Клара имеют куполообразную верхушку. В цитоплазме клеток Клара хорошо развиты гранулярная и гладкая ЭПС, комплекс Гольджи, в апикальной части расположены секреторные гранулы. Клетки Клара называют секреторными так как они производят основную часть бронхиолярной жидкости, вырабатывают компоненты сурфактанта, а так же некоторые специфические белки – секреторный белок клеток Клара (СС16), обеспечивающий защитную функцию бронхиолярного эпителия. Клетки Клара также принимают участие в иммунных и противовоспалительных реакциях легких, так как, их секрет содержит лизоцим и IgA. Так же клетки Клара – стволовые клетки, способные дифференцироваться в другие виды эпителиальных клеток, особенно при повреждении ткани легкого.

Респираторный отдел легких

Структурно-функциональной единицей респираторного отдела является ацинус, в котором осуществляется газообмен. Ацинус состоит из 3-х частей:

- 1) респираторные бронхиолы 3-х порядков;
- 2) альвеолярные ходы;
- 3) альвеолярные мешочки.

По ходу респираторного отдела открываются структуры, называемые альвеолами, в которых происходит газообмен. Количество альвеол по ходу респираторного отдела увеличивается.

Респираторная бронхиола имеет строение аналогичное строению терминальной бронхиолы за исключением наличия в стенке респираторной бронхиолы альвеол.

Однако в дистальной порции респираторных бронхиол преобладающими клетками, выстилающего их однорядного кубического эпителия, становятся клетки Клара.

Каждая респираторная бронхиола подразделяется на 2 альвеолярных хода, в которые открывается большое количество альвеол. Альвеолы альвеолярных ходов отделены друг от друга knobчатой формы межальвеолярными перегородками (септами). Межальвеолярные перегородки представлены рыхлой волокнистой соединительной тканью, содержащей кольцеобразно расположенные гладкие миоциты, регулирующие движение воздуха в альвеолах.

Альвеолярные мешочки – окончания альвеолярных ходов, состоящие из сплошного скопления альвеол. Межальвеолярные перегородки в альвеолярных мешочках истончаются и содержат большое количество гемокапилляров. В межальвеолярных перегородках между альвеолами присутствуют специальные отверстия – поры Кона, которые обеспечивают циркуляцию воздуха от одной альвеолы в другую и позволяют выравнивать его давление в соседних альвеолах. Это является весьма значимым при обструктивных заболеваниях легких сопровождающихся блокировкой путей для нормального поступления воздуха.

Строение альвеолы

Альвеола является структурно-функциональной единицей ацинуса и имеет вид открытого пузырька, покрытого однослойным плоским альвеолярным эпителием. Среди клеток альвеолярного эпителия выделяют следующие виды клеток.

1) Альвеолоциты 1-го типа. Они составляют 40% клеток альвеолярного эпителия и выстилают 95% внутренней поверхности альвеолы. Эти клетки имеют уплощенную форму и плохо развитый синтетический аппарат. Альвеолоциты 1-го типа не способны к митотическому делению. Основной функцией альвеолоцитов 1-го типа является газообменная, так как эти клетки принимают участие в образовании аэро-гематического барьера, через который в альвеолах осуществляется обмен газов.

2) Альвеолоциты II типа. Они составляют 40% клеток альвеолярного эпителия и выстилают лишь 5% внутренней поверхности альвеолы, так как в отличие от

альвеолоцитов 1-го типа имеют кубическую форму. Апикальная часть этих клеток заполнена гранулами – ламеллярными тельцами, которые содержат фосфолипиды, нейтральные липиды и белки. Содержимое ламеллярных телец путем экзоцитоза выводится за пределы клеток и формирует сурфактант. Так же альвеолоциты II типа камбиальные клетки альвеолярного эпителия, способные к митотическому делению и последующей дифференцировке в альвеолоциты I типа при повреждении легкого.

3) Альвеолоциты III типа – единичные щеточные хеморецепторные клетки.

Сурфактант

Сурфактант - пленка из фосфолипидов, нейтральных липидов и белков, выстилающая альвеолу изнутри. Функции сурфактанта:

1. Снижает поверхностное натяжение альвеол, предотвращая их слипание на выдохе. При нарушении выработки сурфактанта альвеолы спадаются, возникает ателектаз.

2. Препятствует проникновению ч/з стенку альвеолы микроорганизмов.

3. Препятствует трансудации жидкости в альвеолы из капилляров и меж/альвеолярных перегородок.

4. Сурфактант выполняет защитные функции (в сурфактанте обнаружены IgA).

5. Сурфактант препятствует высыханию альвеолярного эпителия.

6. Ускоряет абсорбцию O₂.

7. Способствует совершению первого вдоха новорожденного.

У плода сурфактант начинает вырабатываться в альвеолах лишь в конце последней недели внутриутробного развития. В случае преждевременных родов у недоношенных новорожденных дыхание затруднено, так как альвеолы находятся в спавшем состоянии. В медицине данное состояние называют неонатальный респираторный дистресс синдром.

Сурфактант постоянно обменивается. Продолжительность его жизни 1-2 суток. Разрушают сурфактант альвеолярные макрофаги.

Аэро-гематический барьер

В альвеолах легких постоянно происходит процесс обмена кислорода между кровью и воздухом. К безъядерной части альвеолоцитов I типа прилежит капилляр межальвеолярной перегородки. Таким образом между воздухом и кровью существует совокупность структур, которые формируют аэро-гематический барьер.

В его состав входят:

- I) Эндотелий капилляра.
- II) Его базальная мембрана.
- III) Базальная мембрана альвеолярного эпителия.
- IV) Альвеолоцит I типа.
- V) Сурфактант.

Часто две базальные мембраны сливаются вместе, формируя более активную в обмене газов, тонкую порцию аэро-гематического барьера.

Альвеолярные макрофаги

В легких можно выделить 3 субпопуляции макрофагов:

- а) альвеолярные макрофаги - лежат свободно в альвеолах, мигрируя в альвеолы из межальвеолярных соединительно-тканых перегородок;
- б) септальные макрофаги - располагаются в межальвеолярных перегородка;
- в) интраваскулярные.

Альвеолярные макрофаги как и все макрофаги организма образуются из моноцитов крови и относятся к моноцитарно-макрофагической системе организма. В альвеолах, помимо фагоцитоза компонентов сурфактанта, альвеолярные макрофаги захватывают частица пыли вдыхаемого воздуха. Поэтому часто используют еще одно названия для маркировки этих клеток – пылевые клетки. При сердечной недостаточности альвеолярные макрофаги фагоцитируют эритроциты, которые выходят в альвеолы. Цитоплазма таких макрофагов заполнена пигментом гемосидерином и их называют клетками сердечных пороков.

Плевра

Снаружи легкие окружены плеврой, сост. из 2-х листков: висцерального и париетального. Висцеральный листок плевры, непосредственно покрывающий легкое состоит из тонкого слоя РВСТ и снаружи лежащего мезотелия.

Иннервация легких

Иннервация. Чувствительная иннервация осуществляется дендритами п/у нейронов 1-6 с/м узлов, чувствительных нейронов блуждающего нерва. Двигательная иннервация осуществляется симпатическими и парасимпатическими отделами в.н.с. Симпатические волокна вызывают расширение бронхов, подавляют секрецию слизи и снижают кровенаполнение. Парасимпатические волокна приводит к сокращению мускулатуры бронхов и к усилению секреции желез.

Кровоснабжение легких

Кровоснабжение легкого идет по двум системам сосудов:

1. Легкие получают кровь из легочных артерий малого круга кровообращения. Ветви легочной артерии делятся до капилляров, которые окружают альвеолы и участвуют в газообмене (насыщаются O). Далее капилляры собираются в систему легочных вен, впадающих в левое предсердие.

2. Бронхиальные артерии, отходящие от аорты, распадаются на капилляры и питают легкое.

