

Дыхательная система

(лектор - д.м.н., доцент С.В. Диндяев)

Д.с. – совокупность органов, обеспечив. внешнее дыхание и недыхательные ф-ции.

Внешнее дыхание – поглощение из вдыхаемого воздуха кислорода, снабжение им крови, удаление углекислого газа.

Состав дыхательной системы:

Воздухоносные пути (полость носа, носоглотка, гортань, трахея, внелегочные и внутрилегочные бронхи)

Респираторный отдел легких

Развитие дыхательной системы

Источники развития:

- 1) энтодерма передней кишки → прехордал. пласт. → эпителий слизистой обол. верхних дыхател. путей и желез
- 2) энтодерма глоточного отдела кишечной трубки → эпителий внутрилегочных бронхов и альвеол
- 3) мезенхима – соед. ткани (РВСТ, ПВСТ, хрящевые, жировая), сосуды, гмт,
- 4) париетальный и висцеральный листки спланхнотома - мезотелий (1сл. плоский эпителий плевры)
- 5) нейроэктодерма - нервные элем.
- 6) кожная эктодерма → многосл. пл. эпителий преддверия носов. полост.

25-26 дни внутриутр. развития на вентральной стенке передней кишки - *респираторный дивертикул*. Он удлиняется, отделяется от кишки, заканчивается 2 мешковидными выпячиваниями – будущие правый и левый легкие.

Из верхней части дивертикула – эпителий гортани и трахеи.

Дифференцировка легких – 3 стадии: железистая, канальцевая, альвеолярная.

- 1) *железистая* (5-15 нед.) – ветвления воздухоносных путей, (напоминают железу), формирование из мезенхимы хрящевой, гмт, вол.соед. тк., кровеносных сосудов.
- 2) *канальцевая* (16-25 нед.) – развитие терминальных и респираторных бронхиол, образование альвеолярных ходов в виде канальцев.
- 3) *альвеолярная стадия* (26-40 нед.) – преобразование канальцев в мешочки, формирование альвеол, дифференцировка альвеолоцитов 1 и 2 типов, образование сурфактанта.

До рождения альвеолы спавшиеся, с незначительным просветом. Легкие заполнены жидкостью с большим кол-вом хлоридов и белка.

Первый вдох – резко увел. полость альвеол, уменьш. толщина альвеолярных стенок. Резорбция жидкости (кровен. и лимфат. кап.).

Воздухоносные пути

Основные функции:

Недыхательные ф-ции: по графам или учебнику

Строение стенки воздухоносных путей в типичных случаях (трахея, бронхи) - 4 оболочки:

- 1) слизистая,
- 2) подслизистая основа,
- 3) волокнисто-хрящевая (фиброзно-хрящевая)
- 4) адвентициальная.

Во всех воздухонон. путях – **слизистая оболочка**, сост. из 3-х слоев:

- 1) эпителий,
- 2) собств. пластинка,
- 3) мышечная пластинка (имеется не всегда).

Эпителий выполняет защитную ф-цию - факт присутствия самого эпителия + слизь (бокаловидные клетки и железы).

2 слоя слизи: 1) наружный (2 мкм) – более вязкий, прочный, эластичный, мало проницаем для воды, препятствует погружению микробов в более глубокие слои
2) внутренний слой (5 мкм) – обеспечивает свободное движение ресничек

Эпителий имеет различное строение в разных отделах:

- многослойный плоский ороговеет.: в наружном носе и преддверии носовой полости
- многосл. плоский неороговеет.: в глотке, на голосовых связках
- односл. призматический мерцател. эпителий: в собственно носовой полости, гортани, трахее, бронхах

Клеточный состав односл. призмат. эпителия воздухоп. путей:

- 1) реснитчатые кл. (определяют название эпителиального пласта)
- 2) бокаловидные,
- 3) нейроэндокринные,
- 4) антигенпредставляющие (кл. Лангерганса),
- 5) щеточные (жабчатые),
- 6) секреторные клетки Клара,
- 7) базальные эпителиоциты.

Реснитчатые клетки – мерцательные реснички на апикальной поверх. (до 250 на каждой) – выведение слизи и осевших пылевидных частиц. Многочисленные рецепторы (адрено-, холино-, гистаминовые, глюкокортикоидные).

Бокаловидные клетки – слизистый секрет (Ig).

Клетки Клара – в бронхиолах, куполообразная вершина, хорошо развита аЭПС, к. Гольджи. Секретируют липо- и гликопротеины, ферменты, инактивирующие токсины. Могут быть источником липопротеинов сурфактанта.

Антигенпредставляющие (дендритные) – чаще в верхних путях и трахее. Захват аллергенов, выработка цитокинов (белковых медиаторов, кот. регулируют межклеточные взаимодействия), стимуляция Т-лимфоцитов.

Нейроэндокринные клетки – ДЭС, немногочисленные ($\approx 0,1\%$). Синтез кальцитонина, н/а, с/т, бомбезина и др. в-в, участвующих в местных регуляторных процессах.

Щеточные – в дистальном отделе. на апикальной поверхности микроворсинки. Являются хеморецепторными и реагируют на изменения химического с-ва воздуха.

Базальные (камбиальные) – малодифференцированные, митотически делятся. Располагаются в базальном слое.

Собственная пластинка слизистой обол. – рвст, многочисл. эластические волокна, кровеносные и лимфат. сосуды. Лимфоциты. В этой пластинке имеются железы: одиночные слизистые в носовой полости и белково-слизистые в гортани

Мышечная пластинка – гмт, хорошо развита в средних и нижних отделах.

Подслизистая основа (оболочка) – рвнст, слизистые и белково-слизистые железы, лимфоидные узелки

Волокнисто-хрящевая оболочка – гиалиновая и немного эласт. хрящевой тк. ПВСТ, РВСТ, сосуды, нервный аппарат.

Адвентициальная оболочка – рыхлая волокнистая соед. тк., жировая тк., сосуды и нервный аппарат

(Носовая полость, гортань – по учебнику и графам)

Трахея – полый трубчатый орган.

В стенке 4 оболочки:

- 1) слизистая,
- 2) подслизистая основа,
- 3) фиброзно-хрящевая,
- 4) адвентициальная.

Слизистая оболочка. Выстлана *многорядным призматическим реснитчатым эпителием*, в кот. различают след. клетки:

- 1) реснитчатые,

- 2) бокаловидные,
- 3) эндокринные,
- 4) базальные,
- 5) дендритные.

Бокаловидные и реснитч. кл. образуют *слизисто-реснитчатый* (муко-цилиарный) *конвейер*. В Н соотношение Б. и Р. кл. = 1:10. В этом случае осуществляется оптимальная работа эпителия – реснички полностью удаляют слизь, продуцируемую Б.кл. Курение, воспаление → ↑ Б.кл., застой слизи, её инфицирование («трахеит курильщика», аналогично в бронхах).

Оптимум температуры для мерцания ресничек – 18-33 град., слабощелочная среда.

Собственная пластинка образована рвнст с большим кол-вом эластических волокон. Имеются лимфат. фол. и отдельные пучки гмк.

Подслизистая основа – рвнст с сосудами и нервными элементами. Сложные разветвленные трубчато-альвеолярные слизисто-белковые железы.

Фиброзно-хрящевая оболочка – гиалиновая хрящевая ткань, кот. формирует 16-20 незамкнутых колец. Свободные концы соединены пучками гмк. Промежутки м/у хрящевыми полукольцами заполнены плот. оформл. вст, переход. в надхрящницу

Адвентициальная оболочка – типичное строение (см. выше)

Легкие

2 части: 1) воздухоносные пути – бронхи (бронхиальное дерево), 2) респираторный отдел.

Бронхиальное дерево

ВНЕ-ЛЕГочНЫЕ	1. ГЛАВНЫЕ БРОНХИ (ПРАВЫЙ И ЛЕВЫЙ)	
	2. ДОЛЕВЫЕ (3 В ПРАВОМ И 2 В ЛЕВОМ ЛЕГКОМ)	КРУПНЫЕ БРОНХИ
	3. ЗОНАЛЬНЫЕ (ПО 4 В КАЖДОМ ЛЕГКОМ)	
ВНУТРИ-ЛЕГочНЫЕ	4. СЕГМЕНТАРНЫЕ (ПО 10 В ЛЕГКОМ)	СРЕДНИЕ
	5. СУБСЕГМЕНТАРНЫЕ	
	6. МЕЖДОЛЬКОВЫЕ	МЕЛКИЕ БРОНХИ
	7. ВНУТРИДОЛЬКОВЫЕ	
	8. ТЕРМИНАЛЬНЫЕ БРОНХИОЛЫ	

План строения стенки бронхов изложен выше.

Строение стенки бронхов различного диаметра

Слизистая обол. – постеп. ↓ толщины эпителия и изменение типа строения:

- в бронхах крупного и среднего калибров – многоряд. призмат. мерцател.
- в бронхах малого калибра – двурядный и однорядный мерцател.
- в терминальных бронхиолах – одноряд. кубич. реснитчатый

Наблюдаются изменения и в клеточном составе эпителия: ↓ кол-во, а затем и исчезают Б.кл.

в дистал. участках терминальных бронхиол отсутствуют реснитчатые кл., но появл. кл. Клара.

Отметим, что толщина слиз. оболочки в целом уменьшается, но мышечный слой становится более выраженным.

Подслизистая основа – сложные разветвленные альвеолярно-трубчатые белково-слиз. железы, кот. отсут. в малых бронхах.

Фиброзно-хрящевая обол. – 1) замена хрящевых колец на пластинки и островки, 2) в бронхах среднего калибра появл. эластич. хр.тк. 3) в бронхах малого калибра эта оболочка отс.

Респираторный отдел – осуществляет ф-цию внешнего дыхания – газообмен м/у внутренней и внешней средой.

Ацинус – структ.-ф-ная единица. Это система альвеол, которые расположены в стенках респираторных бронхиол, альвеолярных ходов и мешочков. Кол-во – до 150 000. 12-18 альвеол образуют легочную дольку.

Состав ацинуса:

- 1) респираторные бронхиолы 1, 2 и 3-го порядка (образуются за счет дихотомического деления предыдущей бронхиолы), они выстланы 1-слойным кубическим эпителием. Частично стенка представлена *альвеолами*.
- 2) альвеолярные ходы – стенка образована альвеолами, м/у кот. пучки гмк
- 3) альвеолярные мешочки – скопления альвеол на дистальном крае альвеолярного хода
- 4) альвеолы

Ацинусы отделены друг от друга тонкими с/тканными эластическими прослойками.

Альвеолы – округлые образования диаметром 120-300 мкм, выстланные 1-слойным плоским эпителием и окруженные густой капиллярной сетью. Кол-во альвеол – 300-500 млн, общая площадь поверхности до 150 кв.м (при вдохе, при выдохе ↓ в 2). М/у альвеолами существуют *поры Кона* – отверстия, которые служат для уравнивания давления в соседних альвеолах.

Эпителий образован 3 типами *альвеолоцитов*.

Альвеолоциты 1 типа (респираторные) покрывают почти 95 % альвеол. поверх. Плоские, с выростами, выпуклая ядродержащая часть. Выросты соседних кл. перекрывают др.др., смещаясь при вдохе и выдохе. Микроворсинки.

Входит в состав аэро-гематического барьера и осуществляет транспорт газов.

Альвеолоциты 2 типа – более крупные, имеют кубическую форму.

Синтезируют белки, фосфолипиды, углеводы, которые образуют поверхностно активные в-ва (ПАВ), входящие в с-в САК.

САК расположен на внутренней поверхности альвеол.

3 компонента САК:

- 1) мембранный (апофаза), поверхностный,
- 2) жидкий компонент (гипофаза), нижний,
- 3) резервный – миелиноподобные структуры.

Сурфактант проницаем для газов и входит в состав аэро-гематического барьера.

Ф-ции САК:

- 1) ↓ поверхностного натяжения альвеол и препятствует их спаданию при выдохе (ателектаз).
- 2) формирование противоотечного барьера (препятствует выходу жидкости из интерстиция в полость альвеол).(интерстиций легких – соед. тк. с кровен капил. в межальвеолярных перегородках). В интерстиции содержатся макрофаги, тучные кл., лимфоциты, гранулоциты.
- 3) бактерицидное действие,
- 4) иммуномодулирующая,
- 5) активация альвеолярных макрофагов.

САК образ. в конце внутриутробного развития. Синдром дыхательной недостаточности – при отсут. или недостат. САК.

10-40 % САК обновляется в течение 1 часа, он поглощается альвеол. 2 типа и альвеол. м/фагами.

Др. ф-ции альвеолоцитов 2 типа:

- 1) регуляция транспорта воды и ионов ч/з эпителий,
- 2) синтез и секреция лизоцима и интерферона,
- 3) обезвреживание окислителей,
- 4) являются камбиальными кл. альвеолярного эпителия.

Альвеолоциты 3 типа (у животных) – каемчатые, хеморецепторная ф-ция. В гранулах кальцитонин, бомбезин. серотонин и др.

Альвеолярные макрофаги – имеют костномозговое происхождение.

Ф-ции:

- 1) участие в местной иммунной защите: фагоцитоз микроорганизмов, выработка антимикробных в-в, цитокинов, простагландинов, интерферона, противоопухолевых факторов и др.
- 2) расщепление сурфактанта,
- 3) регуляция физиологической регенерации легких,
- 4) фагоцитоз пылевых частиц.

После фагоцитоза часть м/фагов – в респираторные бронхиолы → в мокроту, часть – в лимфатические пути.

Курение, голодание, охлаждение снижают активность м/фагов.

Состав аэро-гематического барьера:

- 1) эндотелиоцит капилляра (безъядерная часть),
- 2) базальная мембрана эндотелиоцита,
- 3) базальная мембрана альвеолярного эпителия (мембраны м.б. слившимися)
- 4) альвеолоцит 1 типа (безъядерная часть)
- 5) сурфактантный альвеолярный комплекс (САК).

Толщина барьера - $\approx 0,5$ мкм. Пассивная диффузия газов. Барьер непроницаем для большинства бактерий и пылевых микроорганизмов.

Эластический каркас – каждую альвеолу оплетают эласт. волокна в виде корзинки, препятствуя ее перерастяжению. Разрушение этого каркаса приводит к снижению эластичности легких и площади дыхательной поверхности (дыхател. недостаточность, эмфизема)

Для студентов педиатрического ф-та:

- респираторный дистресс-синдром новорожденных – при незрелости альвеол. 2 типа.
- врожденный альвеолярный протеиноз – отс. белка В.

Плевра – серозная оболочка легкого, состоит из 2 листков: париетального и висцерального. Каждый листок образован мезотелием, лежащим на тонком слое соединительной ткани. Щелевидное пространство, заполненное жидкостью, облегчающей скольжение