

Анатомо-физиологические особенности органов дыхания у детей. План лекции.

1. Краткие сведения по клинической физиологии дыхания
2. Эмбриогенез органов дыхания. Варианты пороков развития.
3. Анатомо-физиологические особенности респираторной системы у детей и их клиническое значение.
 - А) Дыхательные пути у детей.
 - Б) Механизмы развития обструкции.
 - В) Наклонность ребенка к истощению функции дыхания.
4. Клиническое исследование органов дыхания.
 - А) Характеристики кашля и шумного дыхания.
 - Б) Симптомы, выявляемые при осмотре, пальпации, перкуссии и аускультации.
5. Дополнительные методы исследования.

Анатомо-физиологические особенности органов дыхания у детей.

Краткие сведения по клинической физиологии дыхания.

Основной функцией органов дыхания является *газообмен крови*: поступление кислорода и выведение углекислого газа.

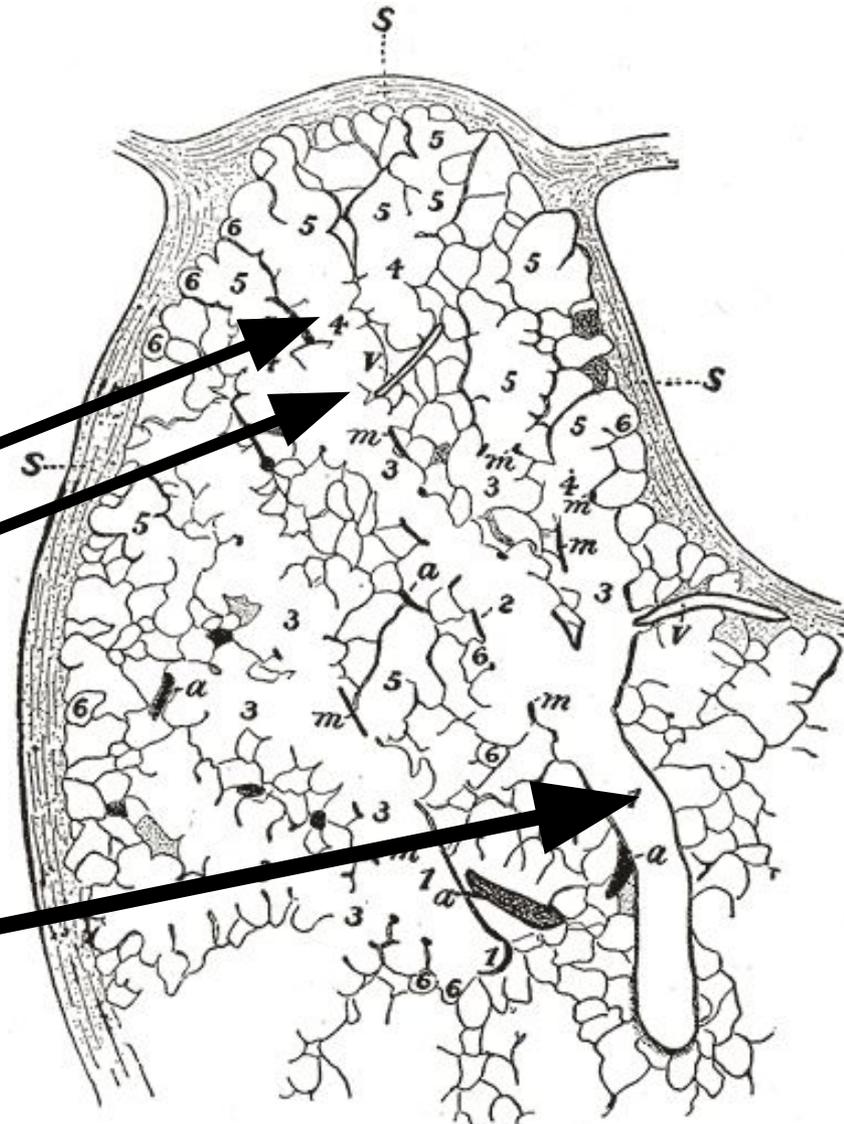
Нормальный состав газов артериальной крови:

P_{aO_2} : 90 - 100 мм Hg

P_{aCO_2} : 35 – 40 мм Hg

Нижние дыхательные пути - ацинусы.

Для обеспечения функции газообмена служит альвеолярный аппарат лёгких, объединённый в ацинусы (группа альвеолярных мешочков + конечная воздухоносная трубочка – бронхиола).



Средние дыхательные пути

Вспомогательную функцию **воздухопроводения** обеспечивают :

бронхи

трахея

гортань.

Условные границы сверху и снизу – голосовые связки и ацинусы.

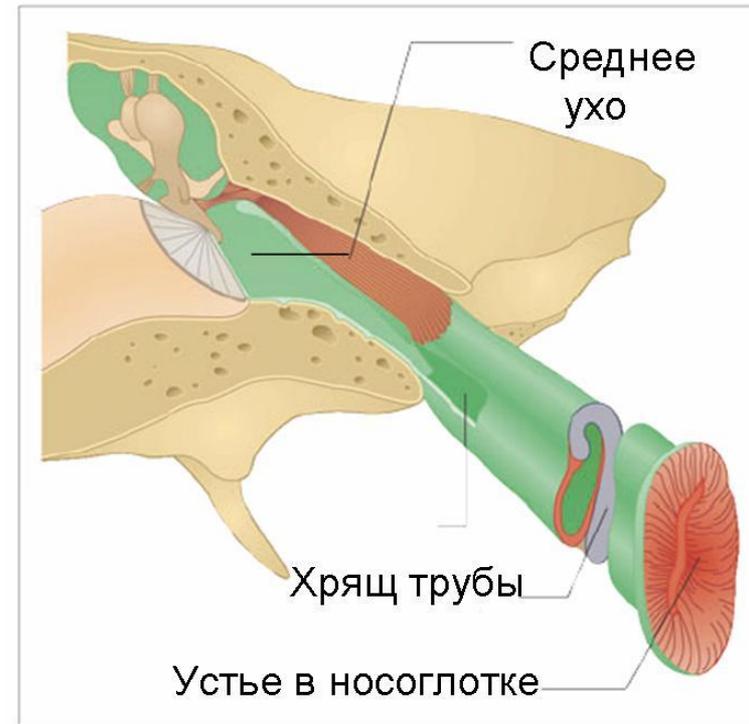
Важной дополнительной функцией воздухоносных путей является **фонация** – голосообразование.

Верхние дыхательные пути:

полость носа,
придаточные его пазухи,
глотка.

Их функциями кроме воздухопроводения являются **очистка и согревание воздуха.**

К верхним дыхательным (а лучше назвать их воздухоносным) путям также относят и евстахиевы трубы и полость среднего уха, анатомически сообщаемые с полостью носа.



Согревание воздуха

достигается лабиринтным строением носа и придаточных пазух, что значительно увеличивает функциональную, контактирующую с воздухом поверхность слизистых оболочек и находящегося под ними сосудистого слоя, который сообщает поверхности дыхательных путей температуру близкую к 37°C. Примерно до этой же температуры (34-35°) нагревается и воздух в дыхательных путях.

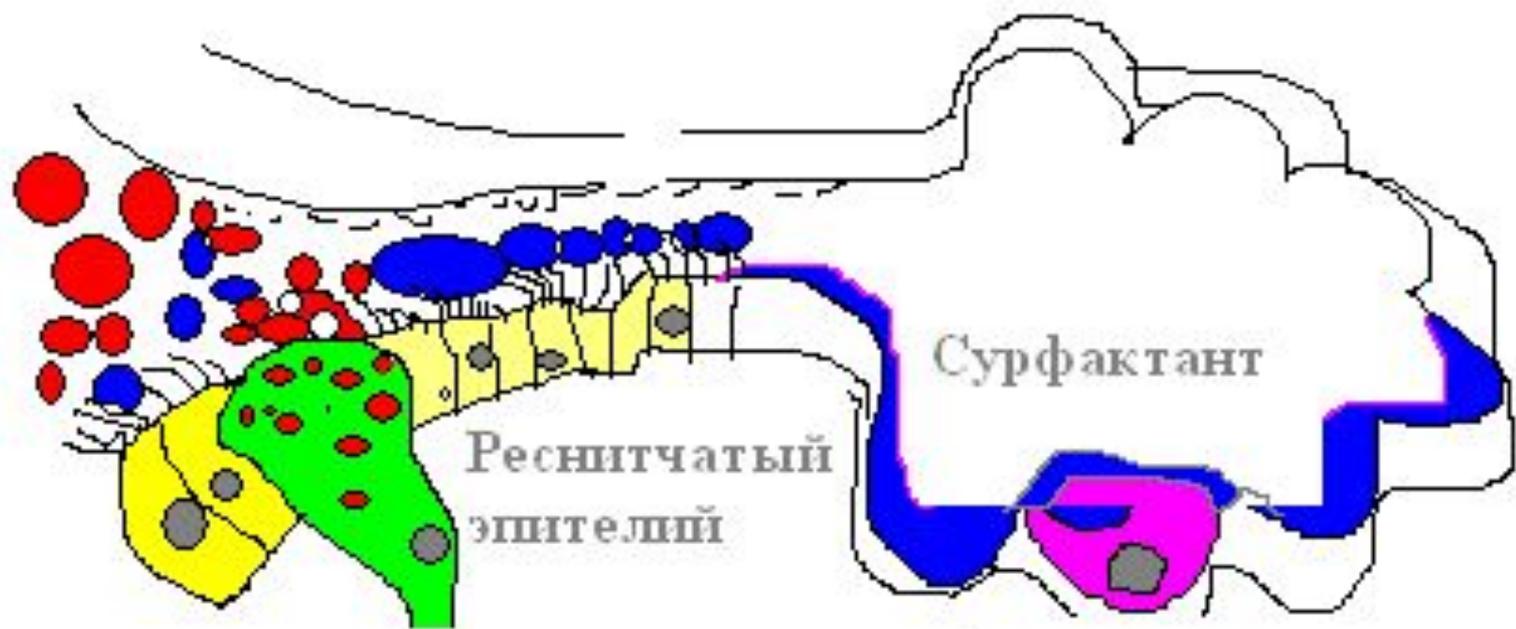
Очищение воздуха

- Достигается функционированием клеток слизистой оболочки дыхательных путей. **Реснитчатые клетки** посредством мерцательных движений сообщают движения микроскопическим пылевым частицам и гидрофобным каплям (бактериям). Движения ресничек в полости носа и в бронхах организовано по направлению к глотке, т.е. навстречу друг к другу. В глотке нежелательные объекты заглатываются.
- Функцию самоочищения облегчает **постоянное образование бронхиальной слизи.**
- **Образование избыточного количества слизи**, ощущаемое человеком как потребность слегка покашлять, проглотить или выплюнуть – **называется мокротой**. В состав мокроты нижних дыхательных путей входит сурфактант – вещество фосфолипидной природы, которое вырабатывается в альвеолах.
- **Инородные тела, попавшие в альвеолы, не выводятся.**

Образование бронхиального секрета

Бронхиальные
железы

Клетки Клара



Бокаловидные
клетки

Альвеолоцит
2-го порядка

Вспомогательный аппарат, участвующий в акте дыхания:

хрящевой каркас гортани, трахеи и бронхов, циркулярные мышцы бронхов.

- *Гладкие циркулярные мышцы бронхов* управляются вегетативной (автономной) нервной системой.
- Импульсы по симпатическим волокнам расслабляют циркулярные мышцы и бронхи расширяются.
- Импульсы, поступающие по парасимпатическим волокнам (из системы n. Vagus) сокращают мышцы бронхов и просвет их уменьшается.

Реберный каркас, поперечно-полосатая мускулатура грудной клетки и диафрагма

- Обеспечивают увеличение объема грудной клетки. В это время в результате разницы атмосферного и внутриальвеолярного давления воздуха происходит вдох.
- *Для поддержания нормального состояния газов крови ребенку в возрасте от первых дней жизни до 1 года жизни требуется около 40 дыханий в минуту, ребенку от 1-5 лет 35-30, старше 5 лет – 25 – 20 дыханий в минуту.*

**Эмбриогенез органов дыхания.
Варианты пороков развития.**

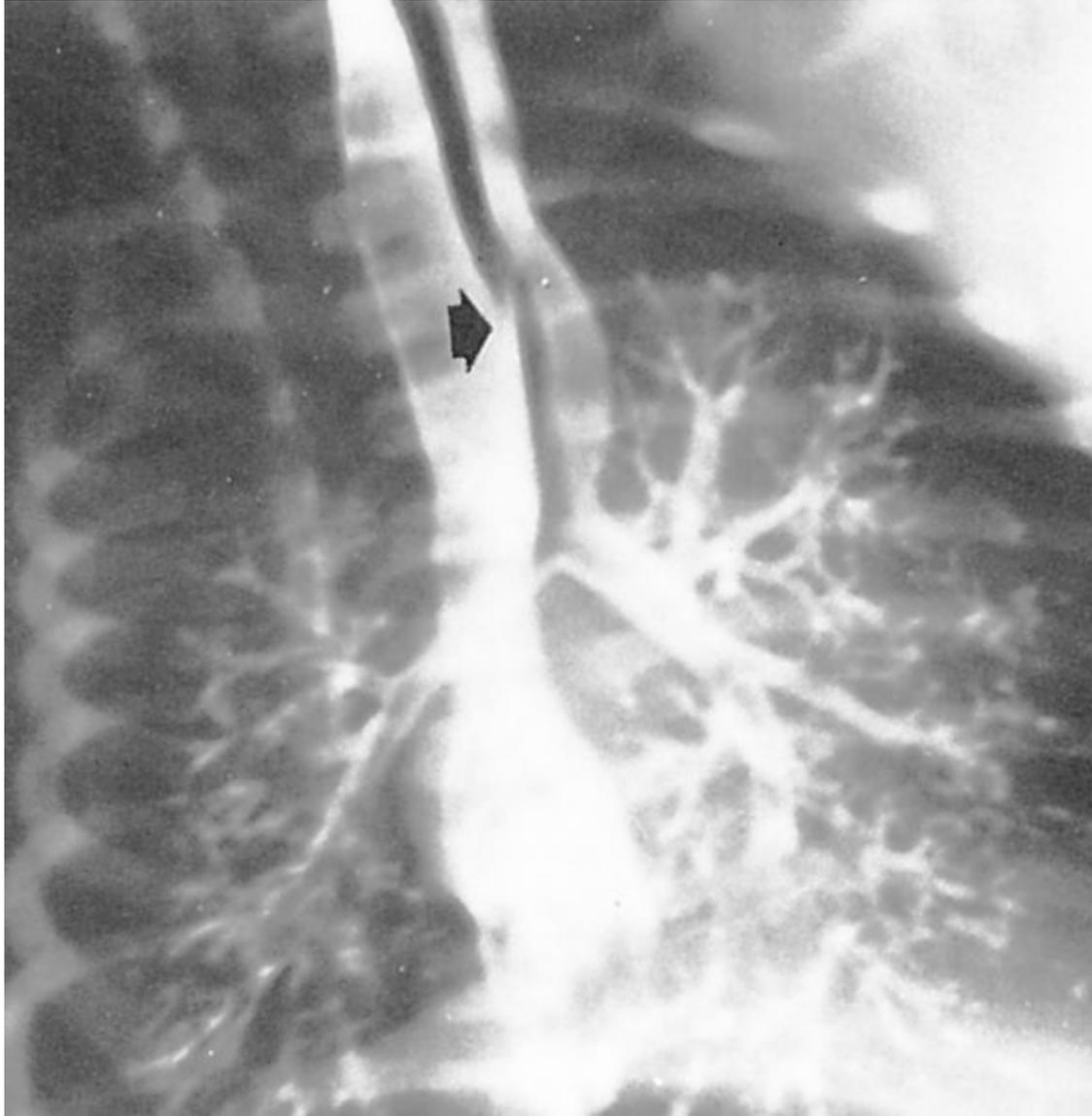
Первый этап

- до 16 недель внутриутробного развития, так называемая **«железистая стадия эмбриогенеза дыхательных путей»**. Будущие дыхательные пути представляются в виде разветвленного тяжистого образования энтодермы, не содержащего просвета. Это будущее бронхиальное дерево. На этой по сути критической стадии эмбриогенеза, недоразвитие ветвей ведёт к патологическим процессам:
 - А) агенезия лёгкого,
 - Б) аплазия отдельных его частей (долей).

Второй этап - канализация воздухоносных путей.

- Происходит с 16 по 24 неделю внутриутробного развития плода.
- **Семиотика нарушений канализации дыхательных путей.**
 - а) Атрезия (отсутствие просвета) хоан.
Новорожденные младенцы не способны дышать ртом.*
 - б) Стенозы бронхов - врождённая лобарная эмфизема.*
 - в) Избыточная канализация – трахео-пищеводные фистулы.**

Трехео-пищеводная фистула. Бронхография водорастворимым рентген-контрастным веществом.



Стадия формирования альвеол с 24 до 40 недели и продолжается после рождения до 1 – 2 лет.

- **Признаком зрелости альвеол, их функциональной готовности к газообмену (обычно после 30-й недели) служит накопление в альвеолах сурфактанта, гидрофобного липидного вещества.**
- **Первый вдох после рождения происходит с большим усилием через рот. За ним следует первый крик ребёнка, который способствует ещё большему заполнению альвеол воздухом. Заполненные воздухом альвеолы в дальнейшем не спадаются.**

Бронхоальвеолярная дисплазия

- **Возникает как результат преждевременного включения лёгких недоношенного новорождённого ребёнка в дыхание, повреждение их кислородом в высоких концентрациях при механической принудительной вентиляции (аппаратной ИВЛ).**
- **При бронхоальвеолярной дисплазии происходит сначала нарушение формирования альвеол, а затем и бронхов, которые тоже находятся в постоянном развитии.**

**Бронхоальвеолярная дисплазия у ребенка,
родившегося в сроке гестации 26 недель:
двусторонний напряженный пневмоторакс**



Анатомо-физиологические особенности респираторной системы у детей и их клиническое значение

Дыхательные пути у детей

- Длительная незавершенность формирования носовых ходов и придаточных пазух носа
- Широта евстахиевой трубы
- легкое вовлечение в воспалительный процесс объемных лимфоидных глоточных образований и другие особенности. В учебной литературе недостаточно полно освещены:
- механизмы возникновения затрудненного стенотического дыхания (крупа),
- бронхообструктивного синдрома у детей,
- синдрома внезапной смерти младенцев,
- скоропостижной смерти младенцев

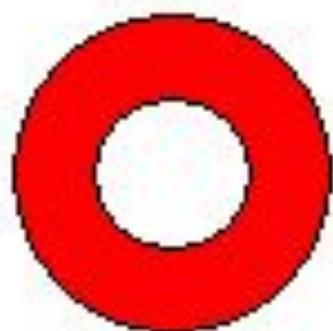


Дети предрасположены к формированию генерализованной (то есть распространенной) обструкции (закупорки) для проведения воздуха по воздухоносным путям.

Аксиома об относительной и абсолютной узости дыхательных путей у детей

- По сравнению со взрослыми у детей дыхательные пути меньших размеров – «абсолютная узость».
- Известно, что просвет дыхательных путей в любом месте представляет окружность. Площадь круга (просвет дыхательных путей) определяется формулой $s = \pi r^2$. Уменьшение диаметра (радиуса) ведет к уменьшению дыхательного просвета в геометрической прогрессии. В относительно неблагоприятном положении находятся самые маленькие дети.

Различия внутреннего просвета бронха при отеке 2 мм:



у взрослого



и младенца

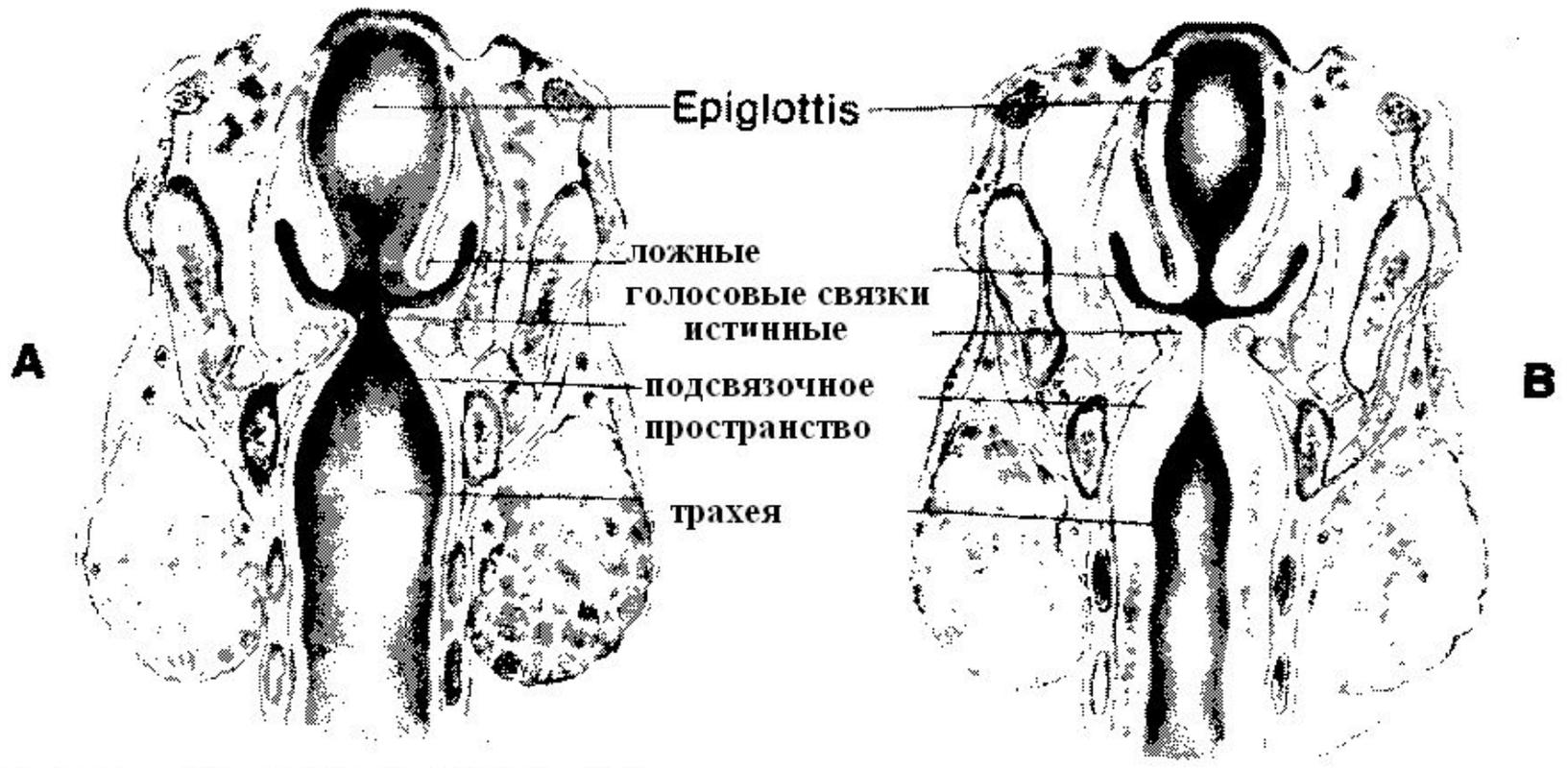
Феномен повышенной податливости хрящевого каркаса дыхательных путей в у детей

- В ответ на увеличение сопротивления дыханию при обструкции дыхательных путей заболевший ребенок начинает форсировать дыхательные усилия. Мягкие, податливые хрящевые кольца в этих условиях не обеспечивают эффективное поддержание дыхательного просвета. Дыхательные пути начинают спадаться, что еще больше усугубляет их обструкцию.**

Функционально-анатомические сужения дыхательных путей

- Гортань и трахея - самое узкое место для проведения воздуха.**
- Бронхиолы, не имеющие хрящевого каркаса, и способные легко спадаться на выдохе, также относят к функциональному сужению дыхательных путей.**
- В области функциональных сужений легко развивается обструкция, препятствующая нормальному движению воздуха.**
- Кроме того у детей могут возникать патологические локальные сужения из-за попадания в воздушные пути инородных тел, роста опухоли или сдавления трахеи и бронхов извне.**

Просвет гортани ребенка в норме и при воспалительном отеке (крупе)



А, Нормальная **В, Сужение и обструкция** в результате крупа гортань

Механизмы развития стридорозного дыхания.

- Независимо от причин при прохождении воздуха через узкое место дыхательной трубки возникает аэродинамическое явление под названием **стридор** или **стридорозное дыхание**.
- Стридор характеризуется высоким сопротивлением дыханию, потерей равномерного течения (ламинарности) потока воздуха, что проявляется:
 - а) высыханием слизистой оболочки в месте сужения, образованием здесь корок мокроты;
 - б) характерными грубыми звуками в дыхательных путях и их вибрацией.

Два вида стридорозного дыхания

- В одних случаях стридор проявляется **на вдохе** и носит название **инспираторного**.
- В других случаях затруднение прохождения воздуха возникает **на выдохе** и тогда такой стридор называют **экспираторным**.

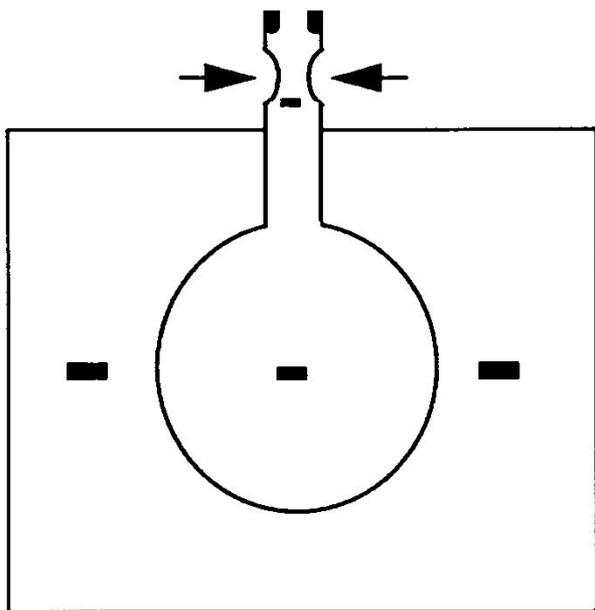
Инспираторый стридор

- характеризуется затруднением и удлинением вдоха и характерным шумным дыханием. **Чаще всего инспираторная одышка вызывается сужением в области гортани. Еще это состояние называют круп.**

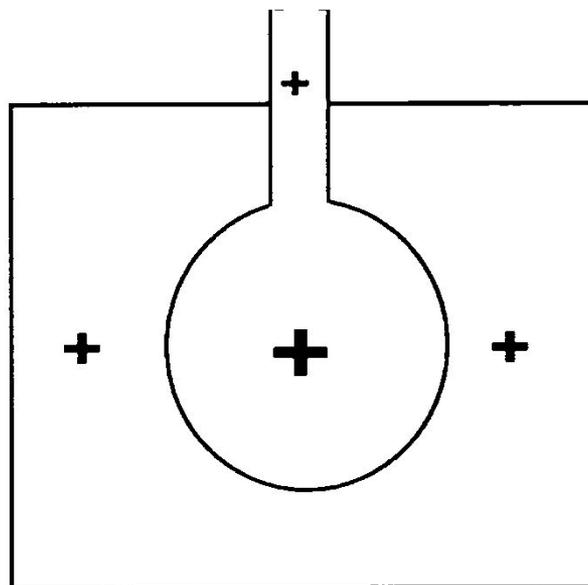
Стридор в области гортани и трахеи (круп) относят к внегрудному типу. На схеме видно, что податливые дыхательные пути ребенка сужаются под влиянием разницы между атмосферным давлением и низким давлением воздуха в дыхательных путях сразу же за сужением. При этом грудная клетка не может выступить защитным каркасом и не способна защитить дыхательные пути от спадения.

Инспираторый стридор

ВДОХ



ВЫДОХ

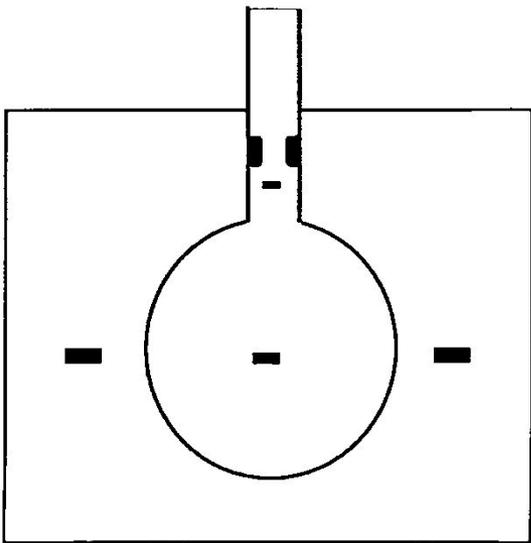


*внегрудная
обструкция*

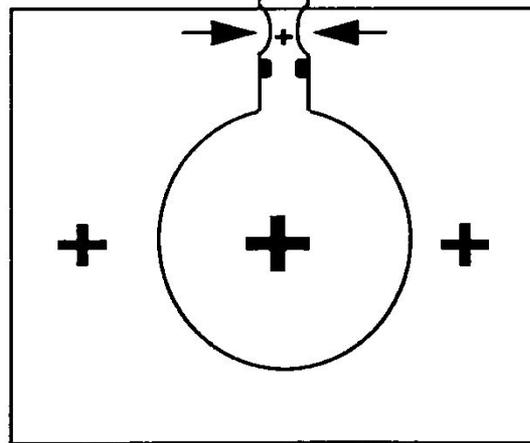
Экспираторный стридор

- Развивается в результате сужения бронхов и бронхиол и **называется «свистящим на выдохе дыханием детей» (wheezing).**

Экспираторный стридор



ВДОХ



внутригрудная
обструкция

ВЫДОХ

Внутригрудной механизм стридора. На вдохе бронхи, находящиеся внутри грудной клетки, расширяются, так как следуют за альвеолярной тканью под влиянием внутригрудного давления, которое ниже атмосферного. В противоположность *на выдохе* внутригрудное давление становится выше атмосферного и бронхи сдавливаются. **Экспираторная одышка** выражена тем сильнее, чем значительнее отечно-воспалительные сужения бронхов и чем более форсирован выдох.

Наклонность ребенка к истощению функции дыхания

Основывается положение на своеобразии работы дыхательного центра:

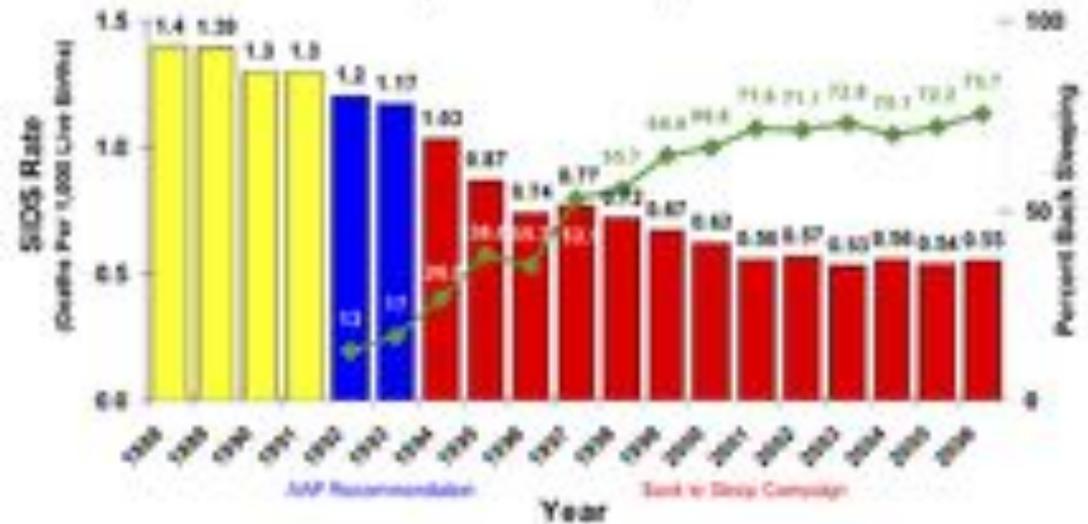
- паузы до 5 секунд у здорового новорождённого;
- патологические апное (20 секунд и более) как проявление незрелости дыхательного центра ЦНС у недоношенных.
- Клиническим примером незрелости и истощаемости дыхательного центра у детей служит ***синдром внезапной смерти младенцев***, (отличать от скоропостижной смерти!).

Синдром внезапной смерти младенцев

- **Свойственен детям 3-9 месяцев жизни, абсолютно здоровым, неожиданная смерть которых происходит ночью в колыбели.**
- **Механизмы этого трагического явления, известного с глубокой древности, до настоящего времени не совсем понятны.**
- **Отмечены предрасполагающие факторы, избегать которых нужно рекомендовать родителям при организации ухода за детьми.**
 - а) к внезапной смерти маленького ребенка предрасполагают *абсолютная темнота в спальне*. У заботливой матери «...светильник её не гаснет и ночью» [Библ. Пр. 31:18].,**
 - б) *коленно-локтевое положение во сне*,**
 - в) *повышенный уровень углекислоты во вдыхаемом воздухе (закрытые колыбели)*.**
 - г) *табачный дым*.**

Sudden infant death syndrome (SIDS)

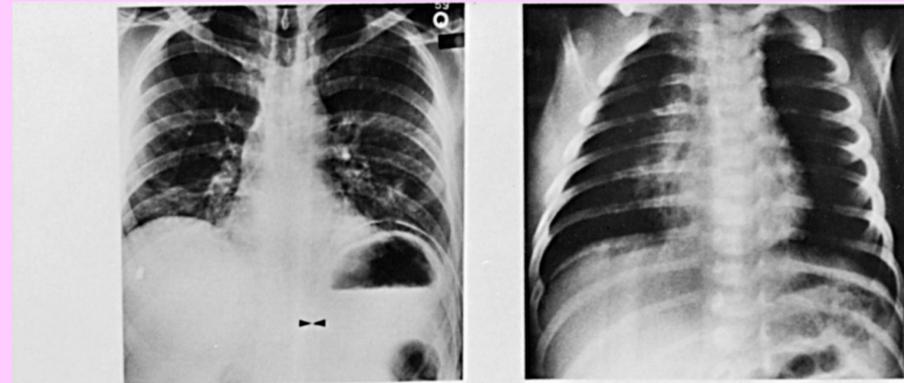
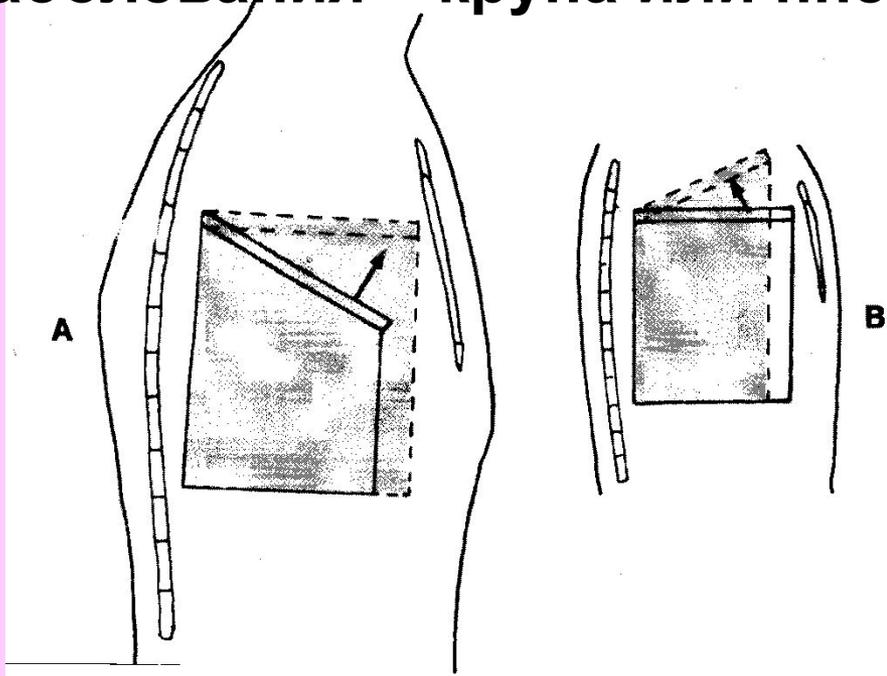
SIDS Rate and Back Sleeping
(1988 – 2006)



SIDS Rate Source: CDC, National Center for Health Statistics.
Sleep Position Data: NICHD, National Infant Sleep Position Study

Скоропостижные смерти у детей первых лет жизни

Количественно меньший резерв работоспособности дыхательной мускулатуры (диафрагмальный тип дыхания, слабость межреберных мышц, горизонтальное положение ребер, отсутствие резерва повышения функции) легко приводит к усталости дыхательной мускулатуры и может обусловить **скоропостижную смерть** ребенка первых лет жизни от респираторного заболевания – крупа или пневмонии.



Клиническое исследование органов дыхания

Жалобы на кашель позволяют сразу же предположить заболевание органов дыхания

- **Острый (до 2 недель), подострый или хронический (> 8 недель)?**
- **Связан ли с переохлаждением или контактом с ОРВИ?**
- **Часто ли ребенок болеет?**
- **Есть ли другие симптомы?**
- **Есть ли предрасположенность к аллергии?**
- **Есть ли предположение о причинах кашля?**
- **Есть ли связь с приемом пищи?**
- **Какой характер кашля?**

Уточняем характер кашля

- Сухой кашель – начало трахеобронхита, туберкулез.
- Влажный кашель – разрешение бронхита, пневмония, бронхоэктазы.
- Приступообразный с репризами – коклюш.
- «Ревущий» - паралич голосовых связок.
- Битональный – бронхаденит
- Постоянные покашливания – ЗСН.
- Спазматический кашель «со свистом» - бронхиальная астма

Важно услышать как пациент кашляет и определить характеристики кашля, а также определить «шумное дыхание»

Шумное дыхание

Слышимое на расстоянии, а значит **шумное дыхание** может различаться как:

- **храпящее или сопящее** вследствие затруднения прохождения воздуха через нос или рото-глоточную область, при увеличении глоточных миндалин усиливается лежа на спине;
- **стридор или круп** соответствуют препятствию проведения воздуха в гортани, трахее или **крупных** бронхах и возникает на вдохе;
- **«свистящее дыхание» на выдохе (Wheezing)** - это признак бронхиальной или бронхиолярной обструкции, характерный для поражения **мелких** бронхов и бронхиол;
- **«стонущее дыхание» (Grunting)** наиболее вероятно связано с поражением нижних дыхательных путей, то есть это симптом пневмонии.

Осмотр.

Осмотр важен для выявления функциональных расстройств дыхания или дыхательной недостаточности. Важно:

- подсчитать частоту дыханий в минуту;
- посмотреть на грудную клетку для выявления ее втяжений синхронно с актом дыхания.
- **Принято считать, что у детей увеличенная частота дыханий и западения грудной клетки являются признаком респираторного дистресса и отражают задолженность организма по кислороду – гипоксемию.**

Дыхание бесспорно учащено (тахипноэ),

Осмотр.

если его частота

- выше 60/мин. у новорожденных,**
- выше 50/мин. у детей 1-го года жизни,**
- выше 40/мин. у детей 1-5 лет,**
- выше 20/мин. у детей старше 5 лет.**

По степени выраженности функциональные расстройства дыхания (дистресс) могут быть:

Осмотр.

- легкие и выражаются учащением дыхания,
- средние, при которых возникают втяжения уступчивых мест грудной клетки,
- тяжелые, когда ребенок дышит со стоном (Grunting),
- и далеко зашедшие, когда развивается ***цианоз кожи и слизистых.***

Осмотр также может выявить асимметрию грудной клетки.

- **Выбухание одной ее половины** вернее всего свидетельствует о напряженном пневмотораксе (накоплении воздуха в плевральной полости под повышенным, выше атмосферного, давлением) или массивном накоплении жидкости в плевре (выпоте или эмпиеме).
- **Уменьшение в объеме части грудной клетки** свидетельствует о значительном спадении легкого (при ателектазе, не напряженном пневмотораксе).

Осмотр.

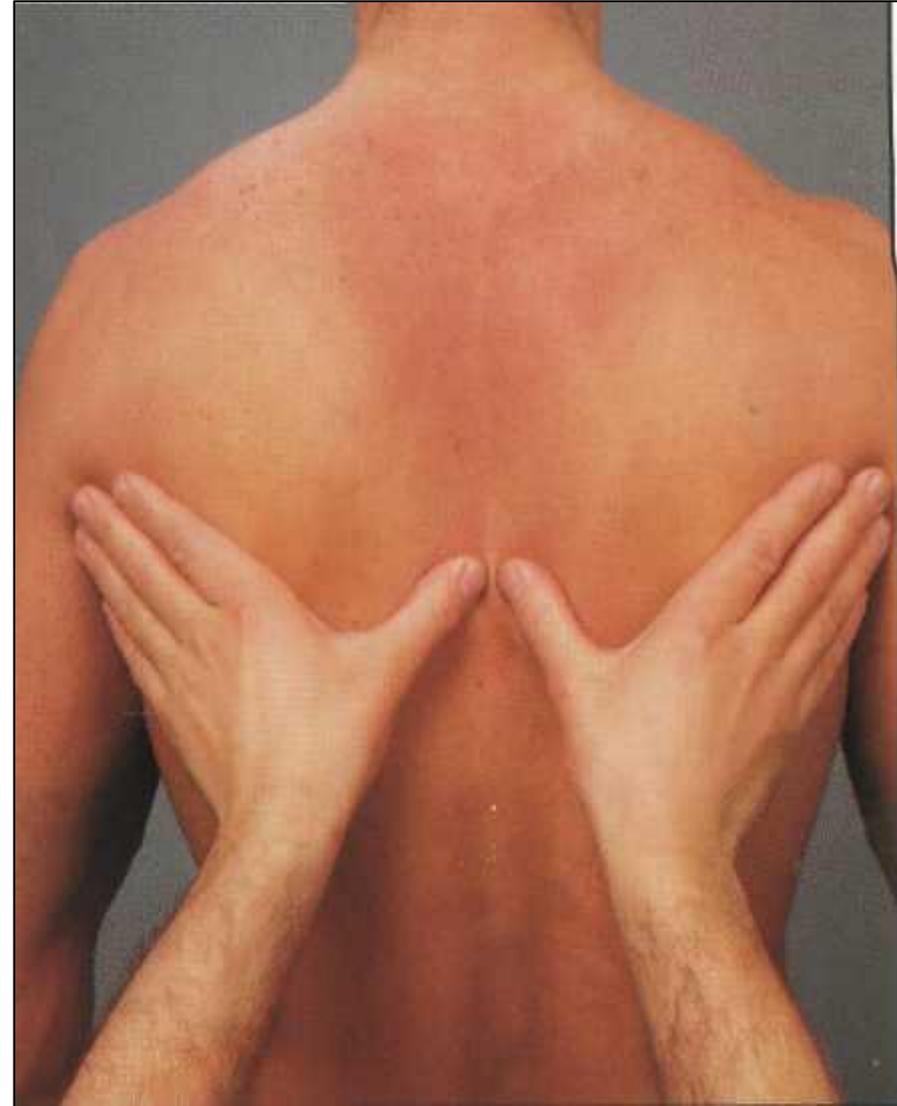
Типы мокроты

- Слизистая
- Гнойная
- Слизисто-
гнойная



Пальпация

Выявляет отстаивание одной половины грудной клетки при вдохе. Симптом свойственен лобарной пневмонии, плевриту, спаечной болезни (фибротораксу).

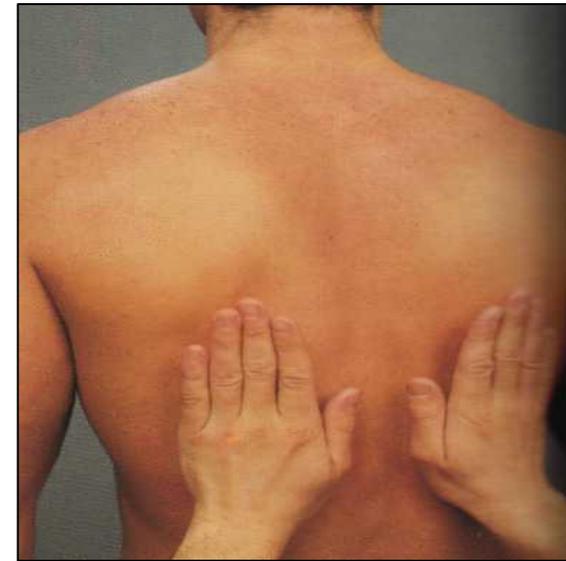
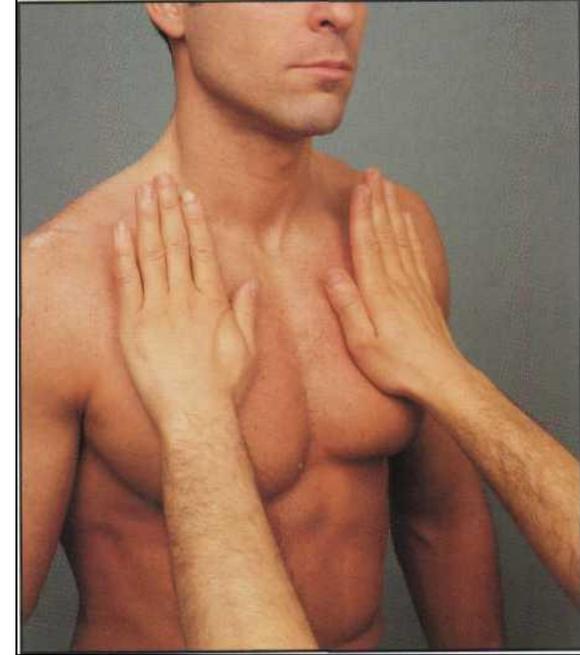


Пальпация

- **Смещения органов средостения.**

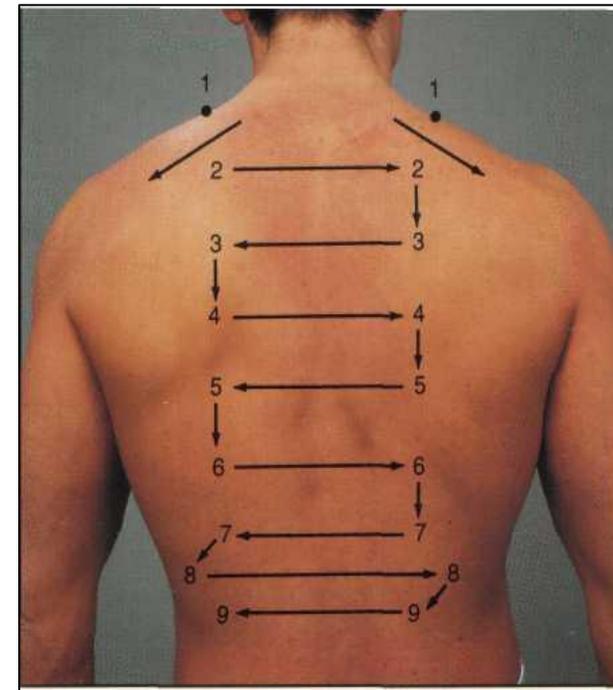
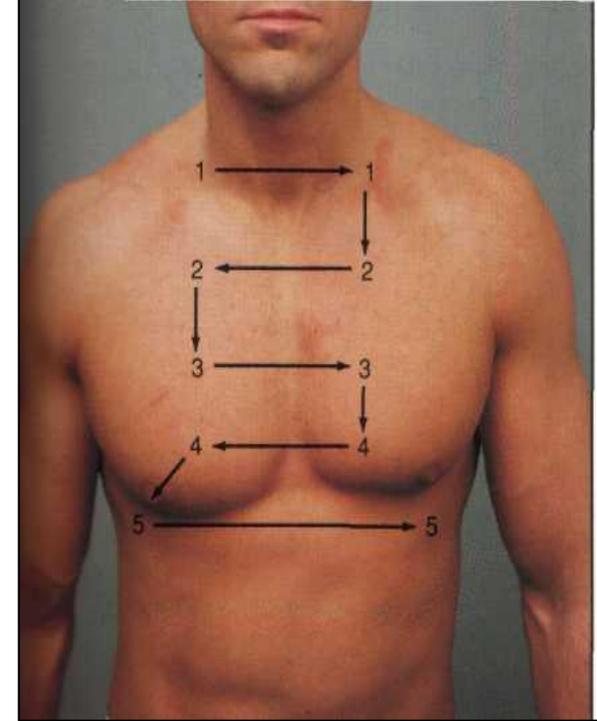
Пальпируйте трахею и верхушечный толчок. Средостение обычно смещается в сторону спавшегося легкого и в противоположную сторону от массивного выпота в плевру или напряженного пневмоторокса.

- **Пальпируемые хрипы.** Это явление часто в период выздоровления от бронхита.
- **Голосовое дрожание** усилено на стороне уплотненного легкого.



Перкуссия грудной клетки.

- **Притупления при изменениях,** сопровождающихся :
 - а) уплотнением (инфильтрацией легочной ткани),
 - б) спаданием легких(ателектазом)
 - б) выпотом в плевру или наполнением плевральной полости жидкостью.
- **Усиленный резонанс при перкуссии:**
 - а) при эмфиземе (например, при бронхиальной астме);
 - б) при пневмотораксе (**симптом очень резкий**).



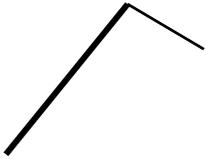
Аускультация.

Важнейший симптом аускультации - асимметрия выслушивания дыхательных шумов.

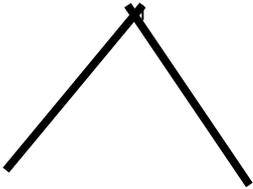
- **Определите: где дыхание прослушивается *хуже*.** Это будет вероятная область сниженного поступления воздуха в альвеолы. Этот феномен возникает при пневмонии, спадании легкого (ателектазе), выпоте в плевру.
- **Запомните: двустороннее ослабление дыхательных шумов бывает при тяжелой астме («немое легкое»).**

-

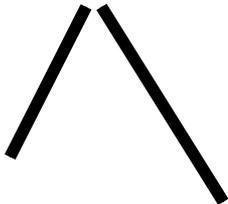
Аускультативный характер дыхания



Везикулярный



Жесткий



Бронхиальный

Аускультация.

- а) ***жесткое дыхание*** - характерный признак бронхита;
- б) ***бронхиальное дыхание*** – характерный признак прохождения звуковых волн из бронхов через плотную, не воздушную ткань, например, при лобарной пневмонии или ателектазе.

Аускультация.

Необычные посторонние дыхательные шумы.

- а) **Крепитация** представляет собой прохождение воздуха через жидкость, что рождает звук лопающихся пузырьков (звук «разлипающихся альвеол»?). Может быть **нежной** (как при пневмонии или бронхиолите) или **грубой** (как при разрешающемся бронхите). При грубой крепитации нередко бывает слышной и **оральная крепитация**.
- б) **Хрипы** представляют собой грубые дыхательные шумы, которые возникают из-за сужения крупных бронхов сгустками мокроты. Главная причина возникновения хрипов – бронхит.
- в) «**Свистящее» дыхание» (Wheezes)** - продолжительные музыкальные шумы, возникающие на выдохе из-за неравномерного сужения мелких воздухоносных путей при бронхиальной астме и бронхиолите.

Дополнительные методы исследования

- Клинико-лабораторные, включая газовый состав крови и сатурацию гемоглобина, микробиологические, цитологические.
- Исследование функции внешнего дыхания (выявление обструктивных и рестриктивных изменений).
- Визуализация
 - рентгенологические методы (в том числе с применением контрастов),
 - эндоскопия
- Аллергологические пробы

Спасибо за внимание!