

Развитие и функциональная анатомия дыхательной системы

Носовая полость, гортань, трахея,
bronхи, легкие и плевра

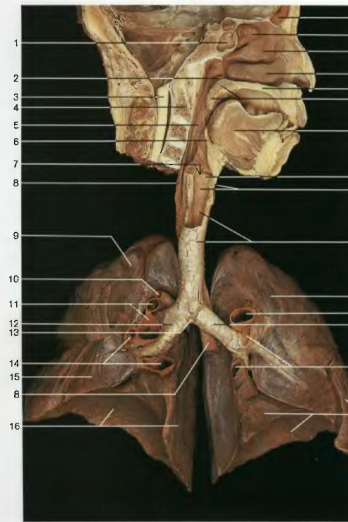
Развитие органов дыхательной системы

- Гортань и трахея возникают из передневерхней части энтодермальной трубки, имеющей форму цилиндра. Из переднего отдела формируется гортань и трахея.
- Развитие бронхов и легких происходит из мезенхимы в течение всей внутриутробной жизни и осуществляется путем дихотомического деления бронхов, врастания в нее кровеносных сосудов.

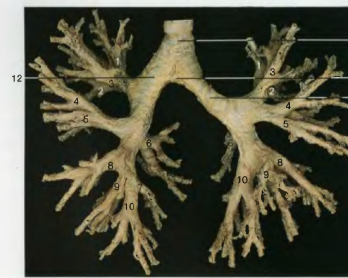
Верхние и нижние дыхательные пути

- К верхним дыхательным путям относятся: носовую полость, гортань до голосовой щели.
- К нижним дыхательным путям относят: гортань (ниже голосовой щели), трахею, бронхи (главные, долевые, сегментарные и т.д.).

Дыхательная система



Дыхательная система. Легкие зафиксированы на воздухе и развернуты латерально. Голова расчленена пополам и развернута латерально



Бронхиальное дерево (вид сверху). Легочная ткань удалена. Бронхо-легочные сегменты пронумерованы от 1-16

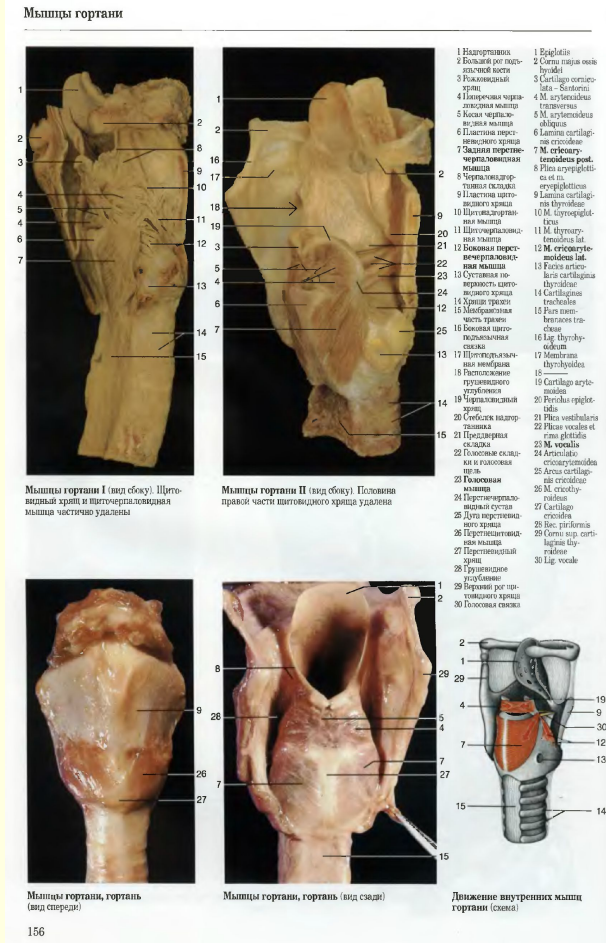
- | | | |
|----|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 17 | 1 Слизистый sinus | 1 Sinus sphenoidalis |
| 18 | 2 Полное отверстие слуховой трубы | 2 Ostium rotundum tubae auditivae |
| 19 | 3 Слизистый конус | 3 Conus nasalis |
| 20 | 4 Слой слизистой оболочки | 4 Tera. muc. |
| 21 | 5 Ротолоток (ротолоточный паренхимоз) | 5 Pars oralis |
| 22 | 6 Надгортанник | 6 Epiglottis |
| | 7 Язык и гортань | 7 Lingua larynx |
| | 8 Печеночная железа | 8 Hepaticus |
| | 9 Верхняя доля правого легкого | 9 Pulmo dext. - lobus superior |
| | 10 Нижняя доля правого легкого | 10 V. azygos |
| | 11 Правая легочная артерия | 11 A. pulmonalis dext. |
| | 12 Правый главный бронх | 12 Bronchus principalis dext. |
| | 13 Бифуркация трахеи | 13 Bifurcatio tracheae |
| | 14 Ветвь правых легочных вен | 14 Vv. pulmonales dext. |
| | 15 Средняя доля правого легкого | 15 Pulmo dext. - lobus medius |
| | 16 Нижняя доля правого легкого | 16 Pulmo dext. - lobus inferior |
| | 17 Лобная пазуха | 17 Sinus frontalis |
| | 18 Средняя носовая раковина | 18 Concha nasalis sup. |
| | 19 Средняя носовая раковина | 19 Concha nasalis med. |
| | 20 Нижняя носовая раковина | 20 Concha nasalis inf. |
| | 21 Пальчатый отросток | 21 Palmarium durum |
| | 22 Пальчатый отросток | 22 Palmarium molle et vesica |
| | 23 Язык | 23 Lingua |
| | 24 Голосовые связки | 24 Plicae vocales |
| | 25 Трахея | 25 Larynx |
| | 26 Трахея | 26 Trachea |
| | 27 Трахея | 27 Pulmo sin. - lobus sup. |
| | 28 Трахея | 28 A. pulmonalis sin. |
| | 29 Трахея | 29 Bronchus principalis sin. |
| | 30 Трахея | 30 Vv. pulmonales sin. |
| | 31 Трахея | 31 Pulmo sin. - lobus inf. |
-
- | | | | |
|----|--------------------------------|----|----------------------------------|
| В | | В | |
| В | | В | |
| 1 | 1 Головная вена | 1 | 1 Cuvum nasi |
| 2 | 2 Глотка | 2 | 2 Pharynx |
| 3 | 3 Гортань | 3 | 3 Larynx |
| 4 | 4 Трахея | 4 | 4 Trachea |
| 5 | 5 Верхняя доля правого легкого | 5 | 5 Lobus sup. pulmonis dext. |
| 6 | 6 Бифуркация трахеи | 6 | 6 Bifurcatio tracheae |
| 7 | 7 Бифуркация трахеи | 7 | 7 Bifurcatio tracheae |
| 8 | 8 Правый главный бронх | 8 | 8 Bronchus principalis dext. |
| 9 | 9 Средняя доля правого легкого | 9 | 9 Lobus med. |
| 10 | 10 Нижняя доля правого легкого | 10 | 10 Lobus inf. pulmonis dext. |
| 11 | 11 Нижняя доля правого легкого | 11 | 11 Lobus inf. pulmonis dext. |
| 12 | 12 Трахея | 12 | 12 Trachea |
| 13 | 13 Трахея | 13 | 13 Lobus sup. pulmonis sin. |
| 14 | 14 Трахея | 14 | 14 Bronchus principalis sin. |
| 15 | 15 Трахея | 15 | 15 Bronchus segmentalis sin. |
| 16 | 16 Трахея | 16 | 16 Lobus inf. pulmonis sin. |
| 17 | 17 Трахея | 17 | 17 Arter. costalis |
| 18 | 18 Трахея | 18 | 18 Os hyoideum |
| 19 | 19 Трахея | 19 | 19 Bronchus lobaris sup. dext. |
| 20 | 20 Трахея | 20 | 20 Bronchus lobaris medius dext. |
| 21 | 21 Трахея | 21 | 21 Bronchus lobaris inf. dext. |
| 22 | 22 Трахея | 22 | 22 Bronchus lobaris sup. sin. |
| 23 | 23 Трахея | 23 | 23 Bronchus lobaris inf. sin. |
| 24 | 24 Трахея | 24 | 24 Bronchus segmentalis sin. |
| 25 | 25 Трахея | 25 | 25 E. a. pulmonalis |
| 26 | 26 Трахея | 26 | 26 E. v. pulmonalis |

Носовая полость (функции).

- Дыхательная (респираторная).
- Защитная (барьерная), в результате ритмических движений ресничек дыхательного эпителия.
- Увлажнение воздуха, за счет слизи, образующейся бокаловидными клетками и насыщение воздуха водяным паром.
- Согревание воздуха, выраженной венозной и артериальной сетью носовых раковин.

Установочный и напрягающий аппараты гортани

- К установочному аппарату гортани относят, перстнечерпаловидный сустав, мышцы, расширяющие и суживающие голосовую щель. При их сокращении изменяется длина и толщина голосовых связок.
- К напрягающему аппарату гортани относят перстнечерпаловидную и голосовую мышцы.
- Оба аппарата обеспечивают механизм фонации (высота звука) в голосообразовании.



Механизм артикуляции в голосοοбразовании

- В модуляции звуков принимают участие положение языка, мягкого неба, губ, верхней и нижней челюсти, которые определяют фонемную структуру голоса (механизм артикуляции).
- За счет резонанса ротовой и носовой частей глотки возникают частоты (форманты), характерные для той или иной конфигурации голосового тракта: произношение гласных возможно при опущенном мягком небе и зависит от разделения языком полости рта и положения губ; произношение согласных возможно при суженном голосовом тракте, в зависимости от сжатия губ, зубов, языка фрикативные: щелевые (губно-зубные), взрывные, носовые согласные.

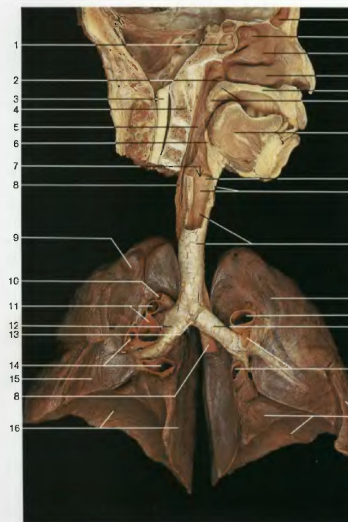
Пороки развития гортани

- Аплазия и атрезия гортани.
- Диафрагма гортани- соединительнотканное образование, покрытое слизистой оболочкой, располагающейся на уровне голосовых связок.
- Стридор гортани- затрудненное дыхание, обусловленное аплазией или гипоплазией хрящей гортани.

Трахея и бронхи

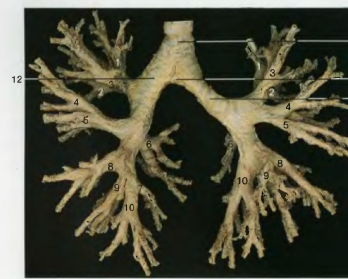
- Трахея и бронхи состоят из хрящевых гиалиновых полуколец, задняя стенка которых содержит соединительную ткань и гладкую мускулатуру.
- Слизистая оболочка содержит лимфоидную ткань и железы, большое количество кашлевых рецепторов, представлена мерцательным эпителием.

Дыхательная система



- | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|
| 1 Слизистый нос | 17 Sinus sphenoidalis | 18 Слизистый нос | 18 Sinus sphenoidalis |
| 2 Подязычные слюнные железы | 19 2 Подязычные слюнные железы | 19 2 Подязычные слюнные железы | 19 2 Подязычные слюнные железы |
| 3 Слизистый нос | 20 3 Слизистый нос | 20 3 Слизистый нос | 20 3 Слизистый нос |
| 4 Субязычная слюнная железа | 21 4 Субязычная слюнная железа | 21 4 Субязычная слюнная железа | 21 4 Субязычная слюнная железа |
| 5 Ротоглотка (ротоглоточный карман) | 22 5 Ротоглотка (ротоглоточный карман) | 22 5 Ротоглотка (ротоглоточный карман) | 22 5 Ротоглотка (ротоглоточный карман) |
| 6 Надгортанник | 23 6 Надгортанник | 23 6 Надгортанник | 23 6 Надгортанник |
| 7 Язычок и гортань | 24 7 Язычок и гортань | 24 7 Язычок и гортань | 24 7 Язычок и гортань |
| 8 Гортань | 25 8 Гортань | 25 8 Гортань | 25 8 Гортань |
| 9 Верхняя доля правого легкого | 26 9 Верхняя доля правого легкого | 26 9 Верхняя доля правого легкого | 26 9 Верхняя доля правого легкого |
| 10 Нижняя доля правого легкого | 27 10 Нижняя доля правого легкого | 27 10 Нижняя доля правого легкого | 27 10 Нижняя доля правого легкого |
| 11 Правая легочная артерия | 28 11 Правая легочная артерия | 28 11 Правая легочная артерия | 28 11 Правая легочная артерия |
| 12 Правый главный бронх | 29 12 Правый главный бронх | 29 12 Правый главный бронх | 29 12 Правый главный бронх |
| 13 Левая доля правого легкого | 30 13 Левая доля правого легкого | 30 13 Левая доля правого легкого | 30 13 Левая доля правого легкого |
| 14 Левая легочная артерия | 31 14 Левая легочная артерия | 31 14 Левая легочная артерия | 31 14 Левая легочная артерия |
| 15 Средняя доля правого легкого | | | |
| 16 Нижняя доля правого легкого | | | |
| 17 Лобная пазуха | | | |
| 18 Верхняя носная раковина | | | |
| 19 Средняя носная раковина | | | |
| 20 Нижняя носная раковина | | | |
| 21 Углубление языка | | | |
| 22 Лазик | | | |
| 23 Гортань | | | |
| 24 Верхняя доля легкого | | | |
| 25 Нижняя доля легкого | | | |
| 26 Деловая легочная артерия | | | |
| 27 Левый главный бронх | | | |
| 28 Левая легочная вена | | | |
| 29 Нижняя доля легкого | | | |

Дыхательная система. Легкие зафиксированы на альвеоле и развернуты латерально. Голова рассечена пополам и развернута латерально

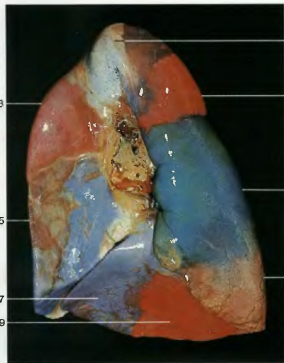


- В
- | | | | |
|---|--|--|--|
| 1 Головная вена | 11 Окружающая ткань | 12 Голова | 12 Голова |
| 2 Гортань | 13 Гортань | 13 Гортань | 13 Гортань |
| 3 Гортань (эпиглоточный хрящ) | 14 Гортань (эпиглоточный хрящ) | 14 Гортань (эпиглоточный хрящ) | 14 Гортань (эпиглоточный хрящ) |
| 4 Трахея | 15 Трахея | 15 Трахея | 15 Трахея |
| 5 Верхняя доля правого легкого | 16 5 Верхняя доля правого легкого | 16 5 Верхняя доля правого легкого | 16 5 Верхняя доля правого легкого |
| 6 Слизистая оболочка | 17 6 Слизистая оболочка | 17 6 Слизистая оболочка | 17 6 Слизистая оболочка |
| 7 Правый главный бронх | 18 7 Правый главный бронх | 18 7 Правый главный бронх | 18 7 Правый главный бронх |
| 8 Верхняя доля правого легкого | 19 8 Верхняя доля правого легкого | 19 8 Верхняя доля правого легкого | 19 8 Верхняя доля правого легкого |
| 9 Средняя доля правого легкого | 20 9 Средняя доля правого легкого | 20 9 Средняя доля правого легкого | 20 9 Средняя доля правого легкого |
| 10 Нижняя доля правого легкого | 21 10 Нижняя доля правого легкого | 21 10 Нижняя доля правого легкого | 21 10 Нижняя доля правого легкого |
| 11 Нижняя доля правого легкого | 22 11 Нижняя доля правого легкого | 22 11 Нижняя доля правого легкого | 22 11 Нижняя доля правого легкого |
| 12 Ключица | 23 12 Ключица | 23 12 Ключица | 23 12 Ключица |
| 13 Левая доля легкого | 24 13 Левая доля легкого | 24 13 Левая доля легкого | 24 13 Левая доля легкого |
| 14 Левый главный бронх | 25 14 Левый главный бронх | 25 14 Левый главный бронх | 25 14 Левый главный бронх |
| 15 Бронхи, соединяющие бронхо-легочные сегменты | 26 15 Бронхи, соединяющие бронхо-легочные сегменты | 26 15 Бронхи, соединяющие бронхо-легочные сегменты | 26 15 Бронхи, соединяющие бронхо-легочные сегменты |
| 16 Нижняя доля легкого | | | |
| 17 Дуга реберной дуги | | | |
| 18 Печень | | | |
| 19 Правая межреберная вена | | | |
| 20 Правая срединная вена | | | |
| 21 Правая нижняя вена | | | |
| 22 Левая межреберная вена | | | |
| 23 Левая нижняя вена | | | |
| 24 Сегментарные бронхи | | | |
| 25 Ветви легочных артерий | | | |
| 26 Ветви легочных вен | | | |

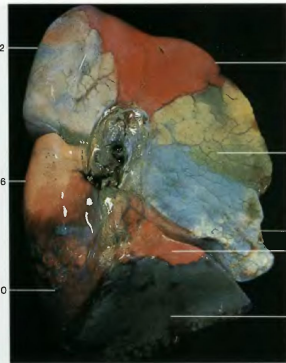
Бронхиальное дерево (вид сверху). Легочная ткань удалена. Бронхо-легочные сегменты пронумерованы от 1-16

Доли и сегменты легких. Главные, долевыми и сегментарными бронхи

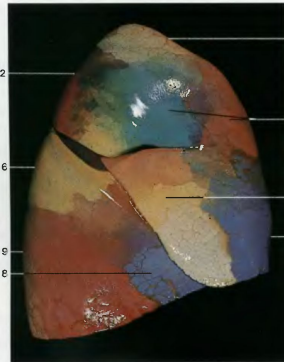
Бронхо-легочные сегменты



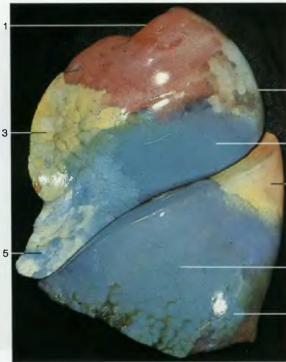
Правое легкое (срединный вид)



Левое легкое (срединный вид)

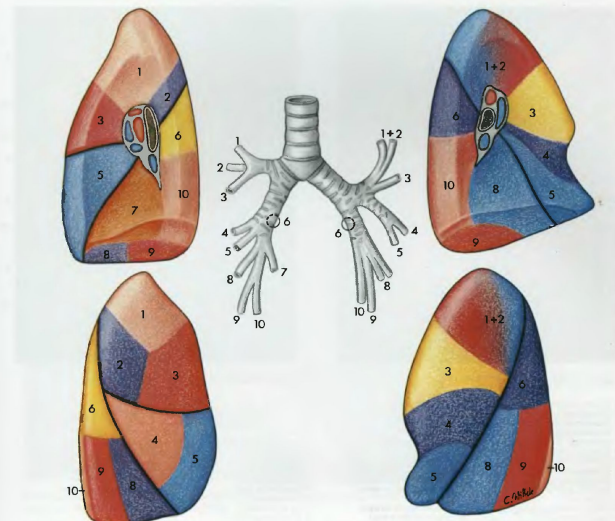


Правое легкое (вид сбоку)



Левое легкое (вид сбоку)

Бронхо-легочные сегменты обозначены различными цветами. Обратите внимание, что в левом легком нет сегмента, соответствующего 7-му сегменту правого легкого. Сравните со схематическим изображением на следующей странице



Расположение бронхо-легочных сегментов легких и их отношение к бронхиальному дереву (по Др. Ф. Губер). Бронхо-легочные сегменты морфологически и функционально делят ткань легкого на независимые дыхательные единицы. Каждый сегмент окружен соединительнотканной капсулой, являющейся продолжением висцеральной плеврой. Центром сегмента является сегментарный бронх, рядом проходит ветвь легочных артерий; ветви легочных вен расположены между сегментами. Таким образом в вены оттекает кровь от двух смежных сегментов, которые притруются чаще всего более чем в одну вену. Вследствие этого бронхо-легочный сегмент является сосудистым образованием лишь частично, а сегментарное строение – результат специфического строения легочных сосудов

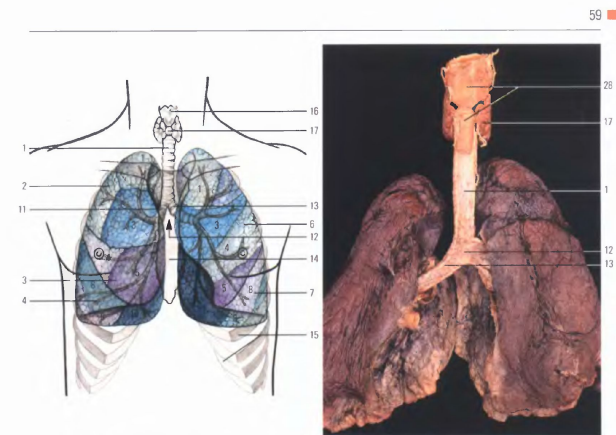
<p>Правое легкое</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Верхушечный сегмент 2 Сегмент 3 Передний сегмент 4 Латеральный сегмент 5 Медиальный сегмент 6 Верхушечный (вершинный) сегмент 7 Медиальный (сердечный) базальный сегмент 8 Передний базальный сегмент 9 Латеральный базальный сегмент 10 Задний базальный сегмент 	<ul style="list-style-type: none"> Верхушечные сегменты Верхушечные сегменты Верхушечные сегменты Среднедолевые сегменты Нижнедолевые сегменты 	<p>Левое легкое</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 + 2 Верхушечно-задний сегмент 3 Передний сегмент 4 Верхний язычковый сегмент 5 Нижний язычковый сегмент 6 Верхушечный (вершинный) сегмент 7 Отсутствует 8 Передний медиальный базальный сегмент 9 Латеральный базальный сегмент 10 Задний базальный сегмент 	<ul style="list-style-type: none"> Верхушечные сегменты Верхушечные сегменты Верхушечные сегменты Верхушечные сегменты Нижнедолевые сегменты Нижнедолевые сегменты Нижнедолевые сегменты Нижнедолевые сегменты Нижнедолевые сегменты
--	---	--	---

Бронхиальное и альвеолярное дерево легких

- Сегментарные бронхи (3-порядок) многократно дихотомически делятся (16-17 порядок), а в их стенках отсутствует хрящевая ткань и появляются альвеолы (дыхательные пузырьки). На 20 порядке деления возникают альвеолярные ходы, плотно окруженные альвеолами.
- Каждая альвеола окружена плотной сетью капилляров. Кровь из капилляров отделена от альвеолярного пространства тонким слоем ткани-альвеолярно-капиллярной мембраной.

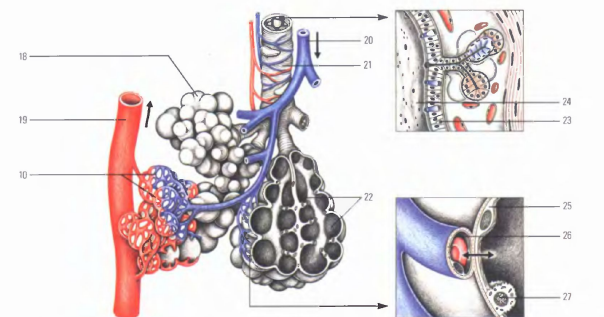
Структурно-функциональная единица легких-ацинус

- Структурно-функциональной единицей легкого является ацинус, включающий альвеолы, альвеолярные ходы и мешочки.
- Внутренняя поверхность альвеол выстлана тонкой пленкой жидкости, где содержатся поверхностно-активные вещества-сурфактанты (препятствующие спаданию более мелких альвеол и выходу из них воздуха в более крупные), а так же действуют силы поверхностного натяжения.



Деление легких на доли и сегменты (схема). Сегменты обозначены номерами [1-10]. С правой стороны имеется 10 сегментов, с левой – лишь 9, так как левое легкое, давая место сердцу, занимает меньшее пространство, чем правое. Вид спереди не позволяет видеть все сегменты.

Трахея (Trachea) и легкие (вид сверху). Правый главный бронх расположен немного более вертикально, чем левый.



Микроструктура легких (схема). Изображены альвеолярные мешочки с сосудистой сетью. Увеличенный фрагмент справа внизу: стена альвеолы с кровеносными капиллярами (стрелка показывает воздушно-кровяной барьер). Справа вверху: гистологическое строение слизистой оболочки бронха.

Микроанатомия легочной перфузии

- Основным механизмом легочного кровотока является разница давлений (8 мм рт ст) между легочной артерией и левым предсердием. При вдохе артерии и вены расширяются, одновременно повышается сопротивление капилляров.
- Легочной кровотоком имеет региональную неравномерность и зависит от положения тела: в верхних отделах АД ниже, чем альвеолярное, поэтому капилляры здесь спавшиеся.

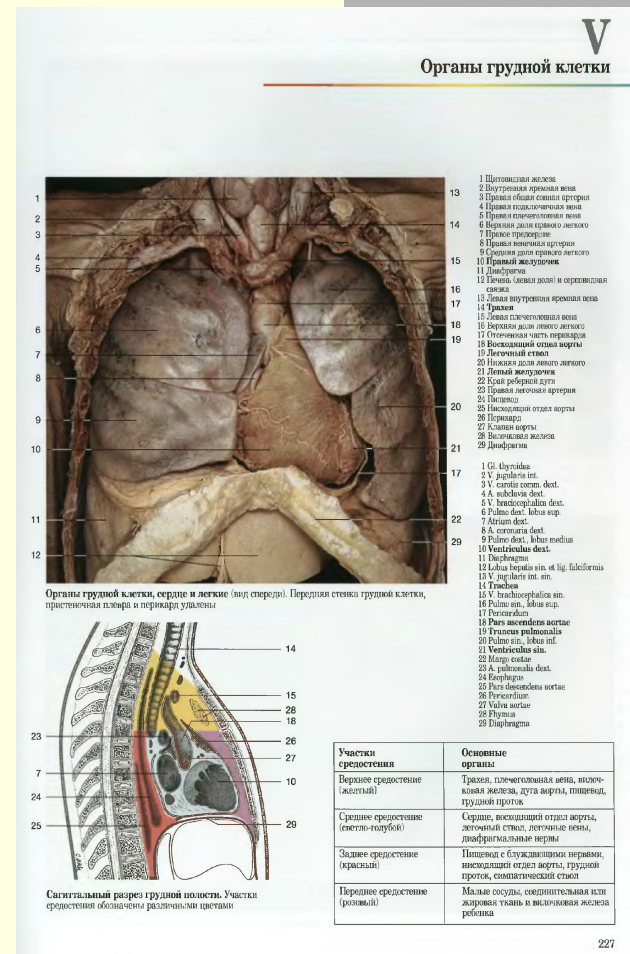


Анатомическое и функциональное мертвое пространство

- Анатомическим мертвым пространством называют объем воздухоносных путей носовой и ротовой полости, глотки, гортани, трахеи, бронхов и бронхиол, потому что в них не происходит газообмена и зависит от роста и положения тела.
- К функциональному мертвому пространству относят еще и альвеолы, которые вентилируются, но не перфузируются кровью.
- Объемы обоих пространств постоянны.

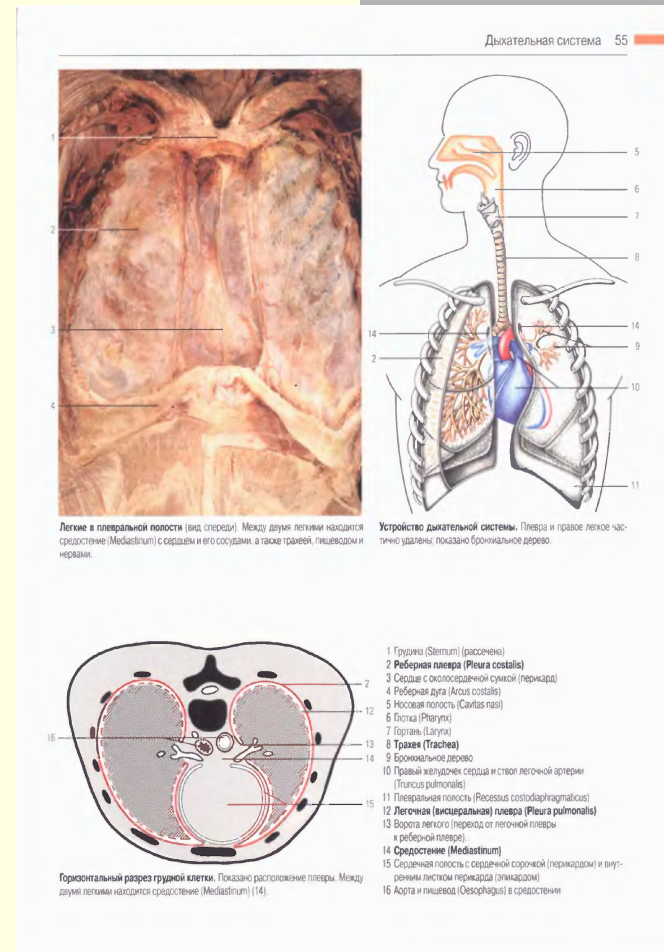
Плевральные полости легких

- Легкие располагаются в плевральных полостях, где висцеральный листок плотно срастается с паренхимой легкого, а по краю его ворот переходит в париетальный листок.
- Париетальная плевра разделяется на реберную, диафрагмальную и медиастинальную.



Физические основы дыхания

- На поверхности висцеральной плевры легких создается напряжение, обусловленное растяжением их эластических элементов (эластическая тяга легких) и силами поверхностного натяжения в стенках альвеол. В результате в заполненной жидкостью плевральной полости создается давление ниже атмосферного.
- Соотношение между давлением и объемом воздуха во время дыхательного цикла определяют значения сопротивления в механики дыхания.



Карманы (синусы) плевры

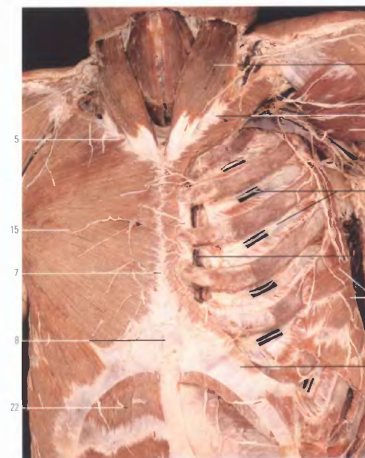
- Плевральные карманы образуются там где есть несоответствие формы париетального листка и контуров легких (реберно-диафрагмальный, реберно-медиастенальный, диафрагмально-медиастенальный).
- Карманы выполняют функции запасных пространств плевры, а так же в них может скапливаться серозная жидкость при нарушении ее образования.

Движение диафрагмы

- В норме диафрагма имеет форму купола: во время выдоха она прилежит к внутренней стенке грудной полости на протяжении трех ребер; во время вдоха диафрагма уплощается (за счет сокращения своих мышечных частей) и отходит от внутренней поверхности грудной полости (за счет выраженной подвижности рыхлой внутригрудной фасции).
- Движение диафрагмы при вдохе способствует расширению реберно-диафрагмальных синусов, что улучшает вентиляцию соответствующих частей легких.
- Перемещение нижних границ легких выявляется перкуссией: глухой звук выявляется ниже этой границы, что связано с затуханием звуковых колебаний в тканях органов брюшной полости; выше ее перкуторный звук более ясный, что объясняется насыщенной воздухом легочной ткани.

Дыхательные экскурсии грудной клетки

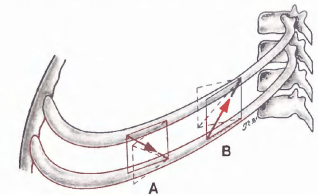
- Через две точки фиксации реберно-позвоночных суставов проходит ось, вокруг которой могут вращаться ребра: для верхних ребер она располагается поперечно, для нижних сагиттально.
- При вдохе верхние отделы грудной клетки увеличиваются в передне-заднем, а нижние - в боковом направлении. Волокна наружным межреберных мышц ориентированы так, что точка прикрепления к нижележащему ребру расположена дальше от центра вращения, чем точка прикрепления к вышележащему ребру. В результате за их счет ребра поднимаются.



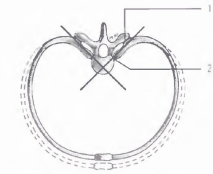
- 1 Сустав поперечного отростка (Articulatio costalvertebralis)
- 2 Сустав головки ребра (Articulatio capitis costae)
- 3 Рукоятка грудины (Manubrium sterni)
- 4 Первый грудной позвонок (Vertebra thoracica I)
- 5 Ключица (Clavicula)
- 6 Первое ребро (Costa I)
- 7 Тело грудины (Corpus sterni)
- 8 Мечевидный отросток грудины (Processus xiphoides)
- 9 Седьмое ребро (последнее истинное ребро)
- 10 Реберная хрящевая дуга (Arcus costalis)
- 11 Двенадцатый грудной позвонок
- 12 Лопатка (Scapula)
- 13 Плечевая кость (Humerus)
- 14 Одиннадцатое и двенадцатое (свободные) ребра
- 15 Большая грудная мышца (M. pectoralis major)
- 16 Наружные межреберные мышцы (Mm. intercostales ext.)
- 17 Передняя зубчатая мышца (M. serratus ant.)
- 18 Внутренние межреберные мышцы (Mm. intercostales int.)
- 19 Грудно-ключично-сосисцевидная мышца (M. sternocleidomastoideus)
- 20 Межреберные нервы (каждый проходит по нижнему краю ребра)
- 21 Адгезия грудной стенки (A. thoracica int.) - спускается вниз, к брюшной стенке
- 22 Прямая мышца живота (M. rectus abdominis)

Мышцатура передней грудной стенки (с правой стороны - поверхность, с левой - более глубокий слой). Сосуды и нервы проходят каждый по нижнему краю соответствующего ребра.

Механизм дыхания. При грудном типе дыхания при помощи наружных межреберных мышц (Mm. intercostales ext.) поднимаются, так что грудная клетка расширяется вперед и в стороны (вдох). Выдох происходит благодаря опусканию ребер с помощью Mm. intercostales int. При брюшном дыхании сокращается диафрагма, вследствие чего грудная полость расширяется вниз (вдох). В этом процессе участвуют нижние ребра.



Механизм и принцип действия межреберных мышц. А - происходит в действие Mm. intercostales ext. (вдох); В - происходит в действие Mm. intercostales int. (вдох) (схема).



Положение реберных суставов и их оси (схема).