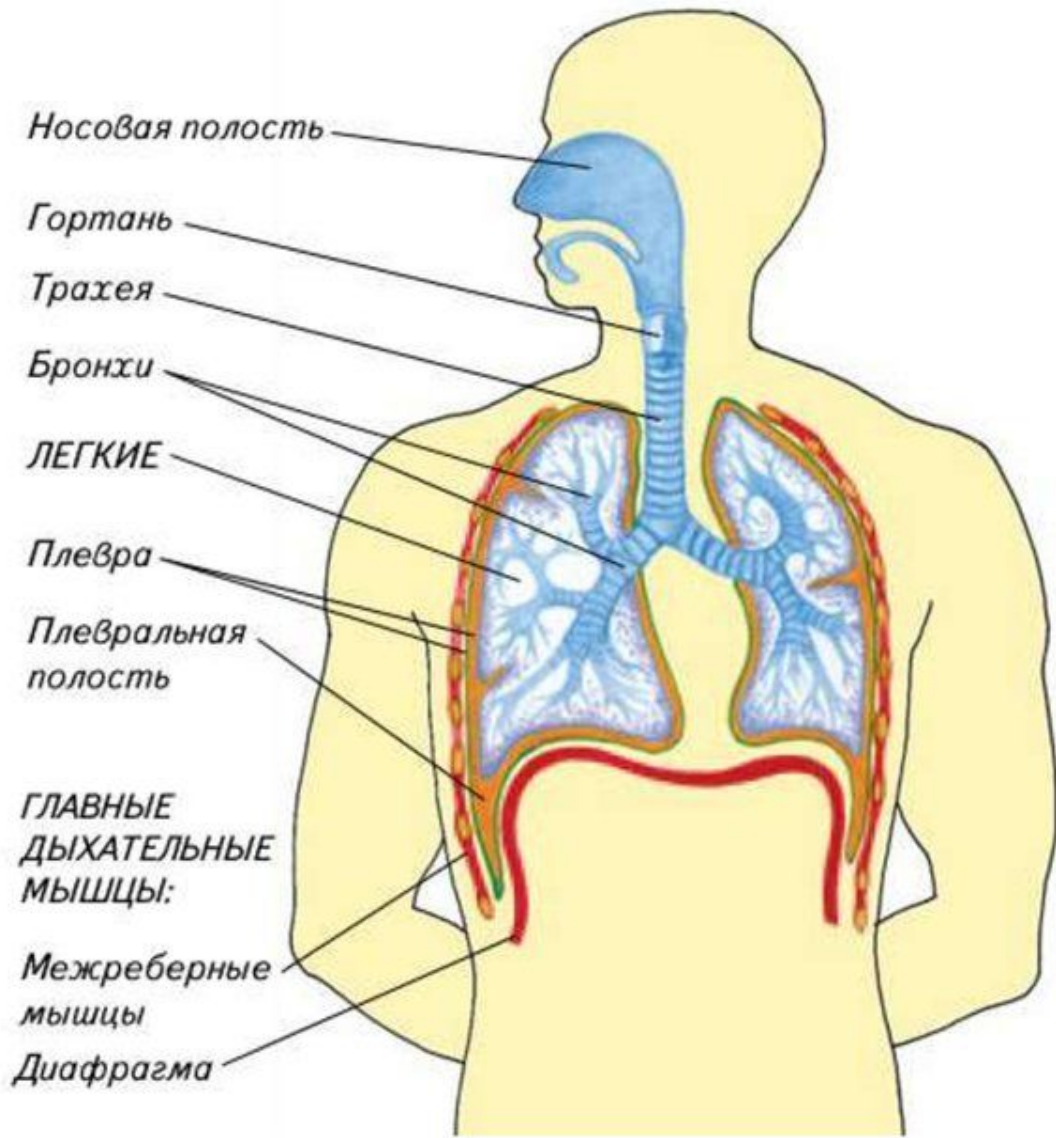


СТРОЕНИЕ ОРГАНОВ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ



Анатомия органов дыхательной системы



Полость носа, гортань, трахея, бронхи различных калибров служат **воздухоносными путями**. В них воздух согревается, очищается от разных частиц и увлажняется.

Альвеолярные ходы и альвеолы являются **собственно респираторными отделами**, в которых происходит газообмен.

Гортань выполняет две функции: **воздухоносную и голосообразовательную**.

Нормальное дыхание происходит через **полость носа**, где расположен **орган обоняния**.

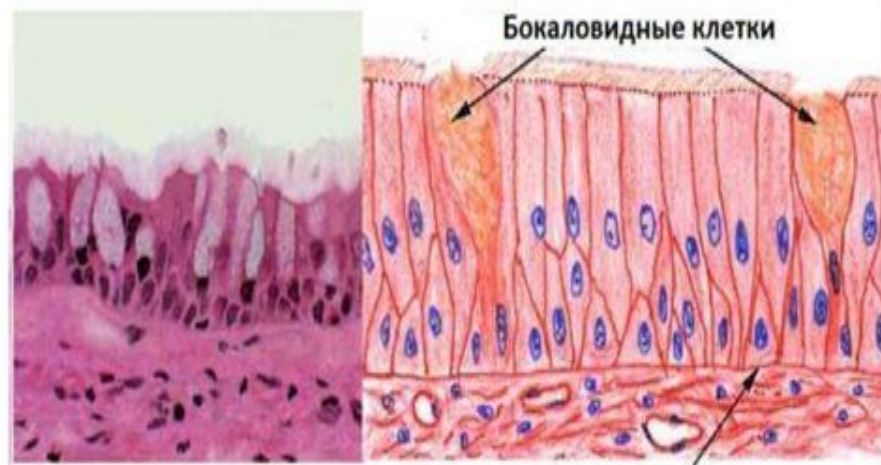
Слизистая оболочка дыхательных путей

Дыхательные пути – система трубок, стенки которых имеют костную или хрящевую основу, не слипаются.

Внутренняя слизистая оболочка выстлана мерцательным эпителием и содержит железы вырабатывающие слизь.

В дыхательных путях вдыхаемый воздух очищается, увлажняется и согревается.

Реснички мерцательного эпителия продвигают слизь с прилипшими частицами к миндалинам и к выходу из носовой и ротовой полости



Многорядный мерцательный эпителий

НАРУЖНЫЙ НОС И ПОЛОСТЬ НОСА

Наружный нос

Область носа, включает наружный нос, внутри которого находится полость носа.

корень: отделен от лба переносьем

• **спинка носа:** образована боковыми сторонами наружного носа

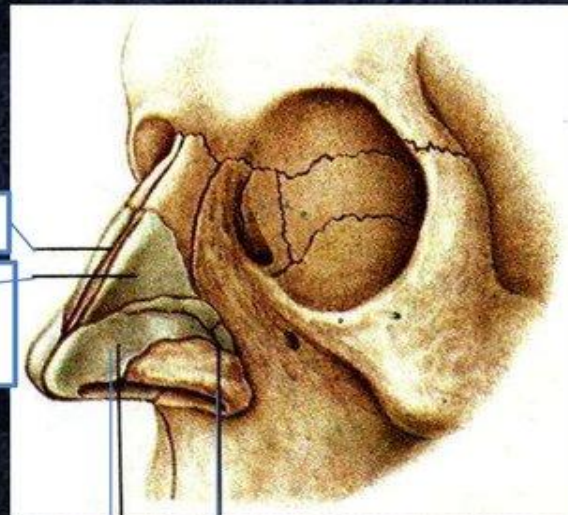
• **крылья носа:** нижние части боковых сторон

• **верхушка носа**

Скелет:

костный скелет: носовые кости и лобные отростки верхних челюстей

• **хрящевой скелет:** латеральный хрящ, большой и малый хрящи крыла (все парные) и хрящ перегородки носа (непарный)



Хрящ перегородки носа

Латеральный хрящ носа

Большой хрящ крыла носа

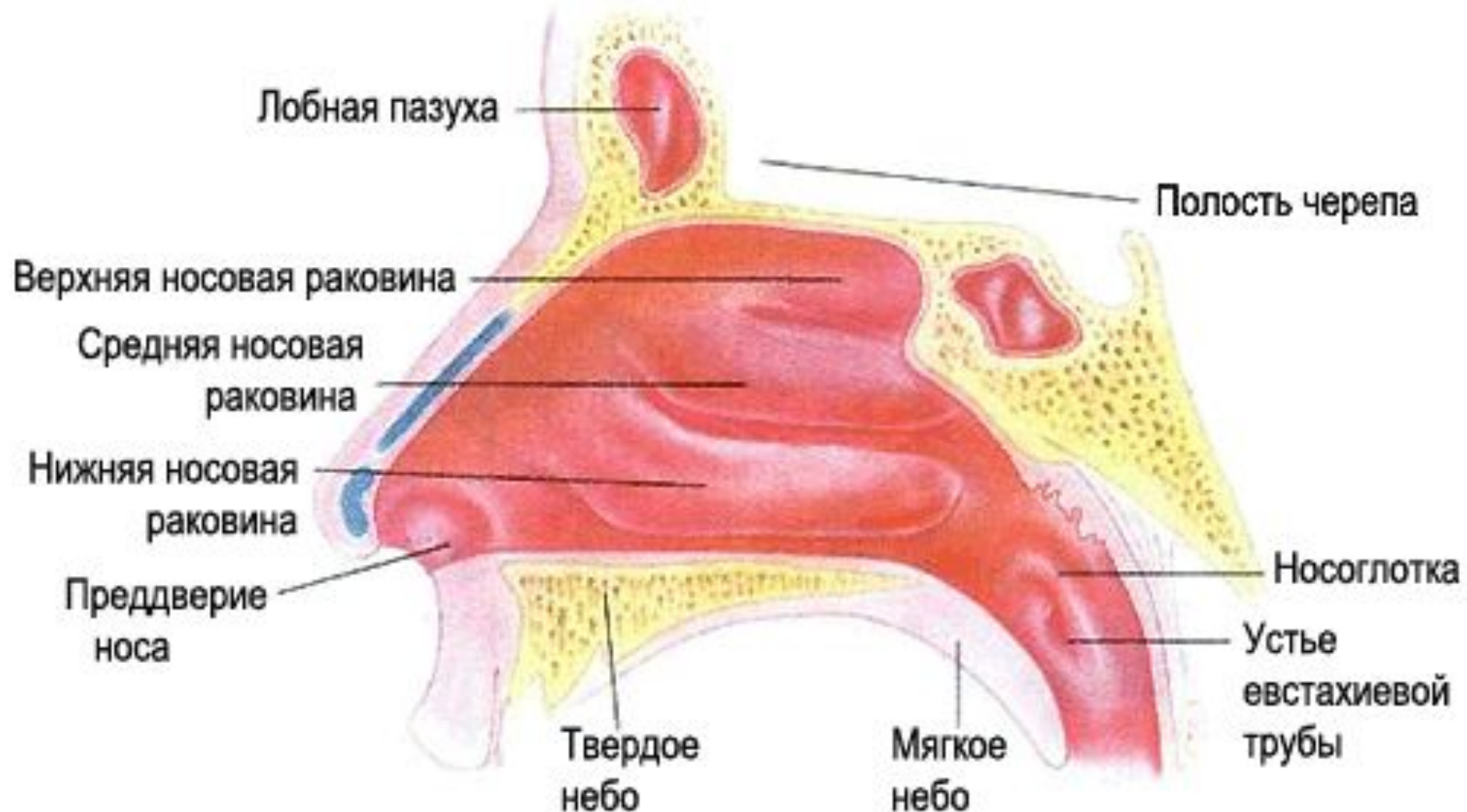
Малые хрящи крыла носа

Полость носа выстлана изнутри слизистой оболочкой, в которой выделяют *дыхательную* и *обонятельную* области. Первая покрыта реснитчатым эпителием выделяющей слизь, которая не только обволакивает инородные частицы и удаляется, но и увлажняет вдыхаемый воздух. Слизистая оболочка носа также согревает воздух, поскольку слизистая оболочка и *подслизистая основа* богаты кровеносными сосудами.

Обонятельная область занимает область верхней носовой раковины и соответствующую ей часть перегородки полости носа. Слизистая оболочка здесь покрыта реснитчатым эпителием, в его состав входят специальные обонятельные нейросенсорные клетки.

Воздух из полости носа поступает через хоаны в носовую полость, затем в ротовую части глотки и в гортань.

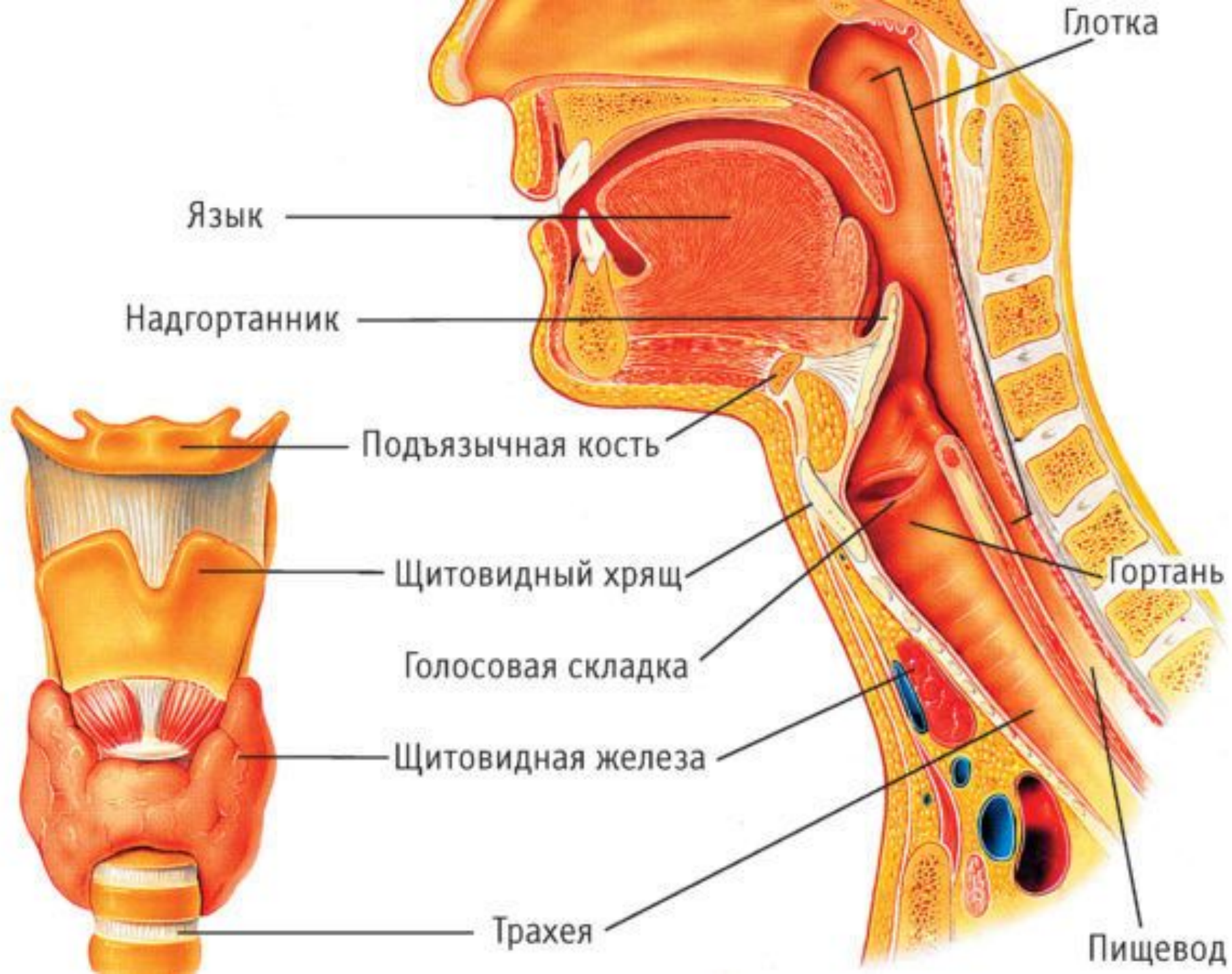
Преддверие полости носа выстлано неороговевающим многослойным (плоским) эпителием и имеет волосы, сальные и потовые железы.



Гортань (*larynx*) – дыхательная трубка и голосовой аппарат. Гортань расположена **на уровне IV–VI шейных позвонков** и соединяется связками с подъязычной костью.

По бокам от гортани располагаются правый и левый сосудисто-нервный пучок шеи и доли щитовидной железы.

Вверху гортань сообщается с полостью глотки, внизу – с трахеей.



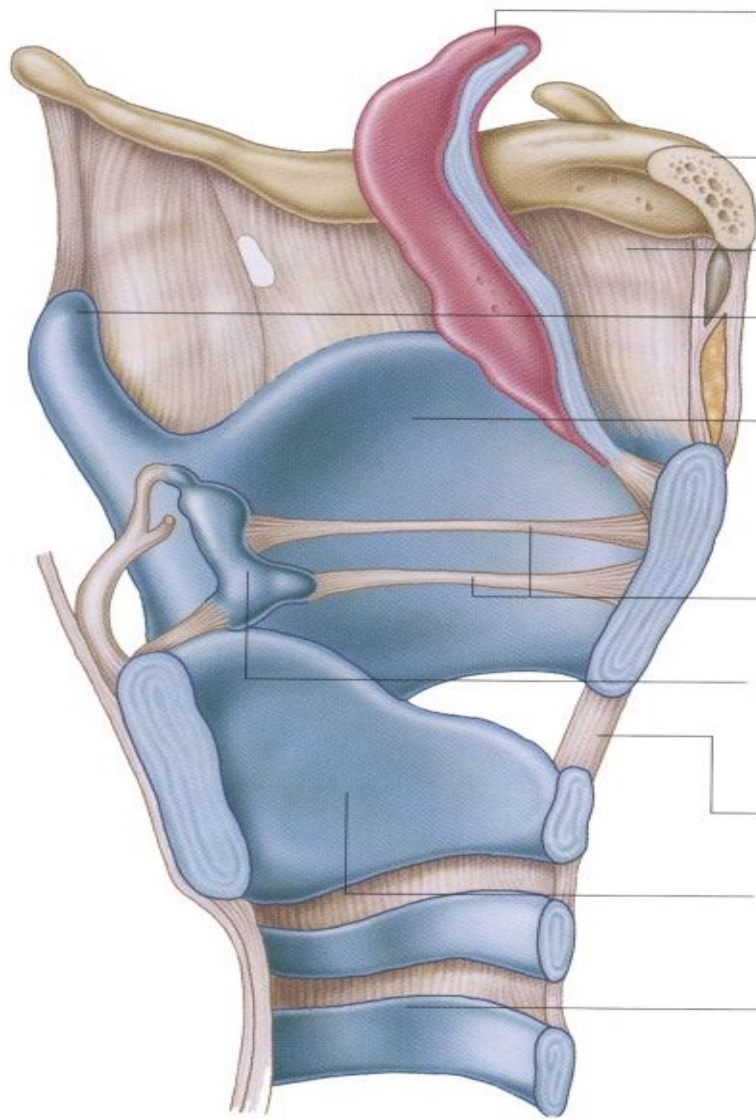
Самый крупный из гортанных хрящей гиалиновый **щитовидный хрящ**, у которого различают две четырехугольные пластинки, соединяющиеся под прямым углом. В основании гортани лежит гиалиновый **перстневидный хрящ**.

Наиболее важны в функциональном отношении гиалиновые **черпаловидные хрящи**, от основания которых вперед отходит *голосовой отросток*, назад и кнаружи отходит *мышечный отросток*.

Рожковидный хрящ маленький, конической формы, своим основанием как бы сидит на верхушке черпаловидного хряща.

Сверху у гортани расположен **надгортанник**, состоящий из эластического хряща. Надгортанник находится кпереди от входа в гортань и прикреплен к щитовидному хрящу и подъязычной кости с помощью связок.

Вид сбоку на разрез посередине



Кончик надгортанника
Закрывает
дыхательный путь
при глотании

**Тело
подъязычной кости**

**Щито-подъязычная
перепонка**

**Верхний рог
щитовидного
хряща**

Щитовидный хрящ
Левая и правая
пластины щитовидного
хряща сходятся
посередине, образуя
адамово яблоко

Голосовые связки
Издают звуки

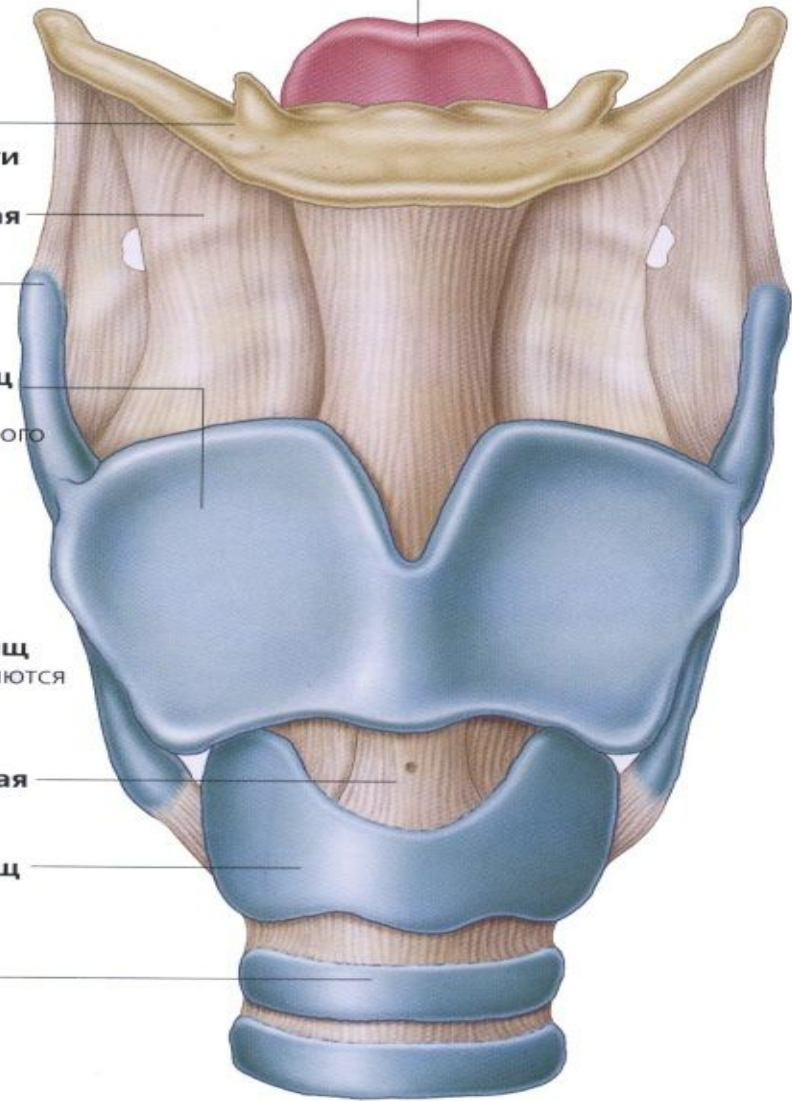
Черпаловидный хрящ
Верхние выступы являются
местами крепления
голосовых связок

**Перстне-щитовидная
перепонка**

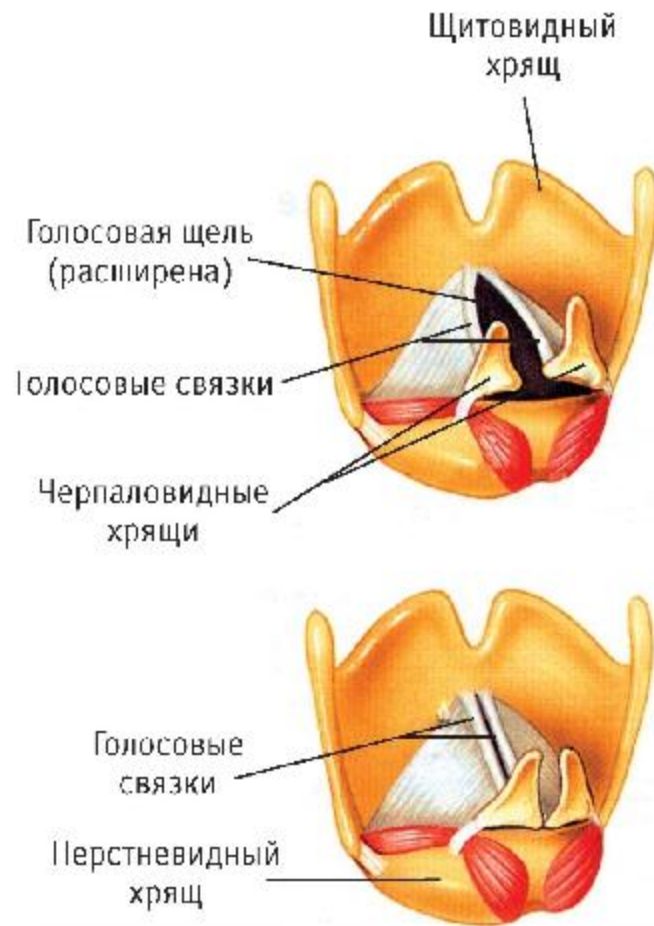
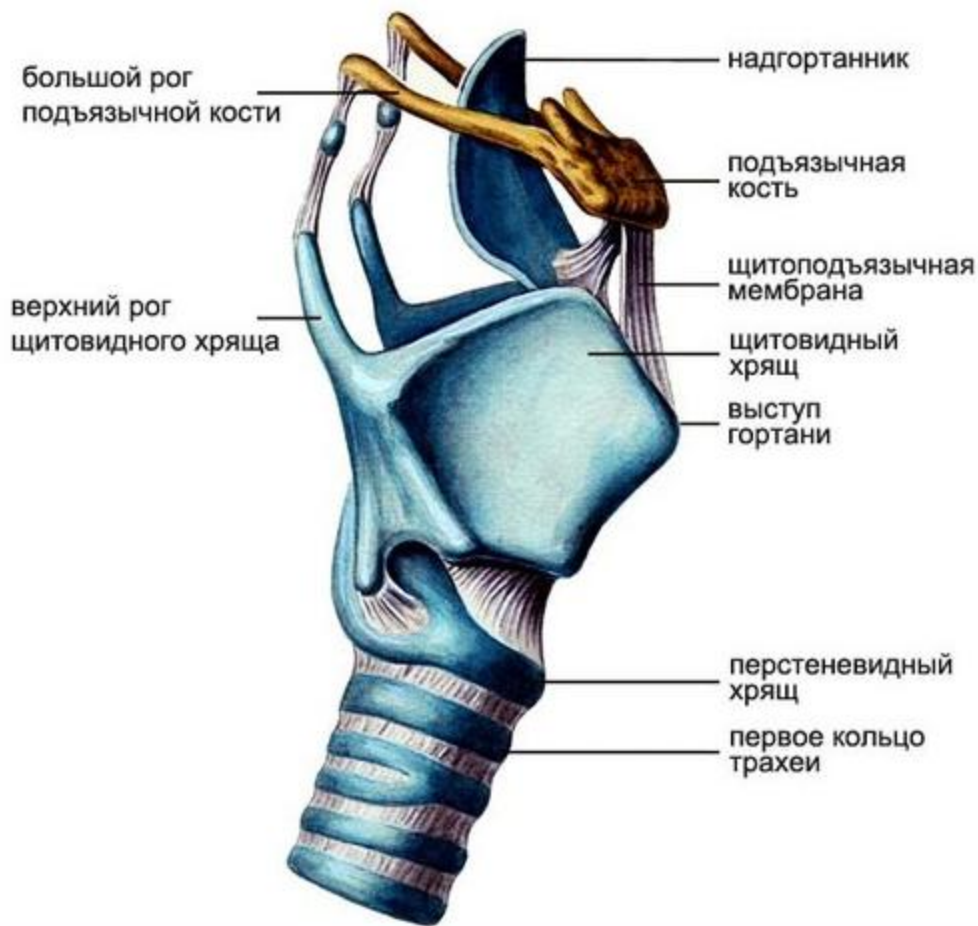
Перстневидный хрящ
Имеет вид
перстня-печатки

Трахея

Вид спереди



Гортань-состоит из хрящей, полость которого выстлана слизистой оболочкой,



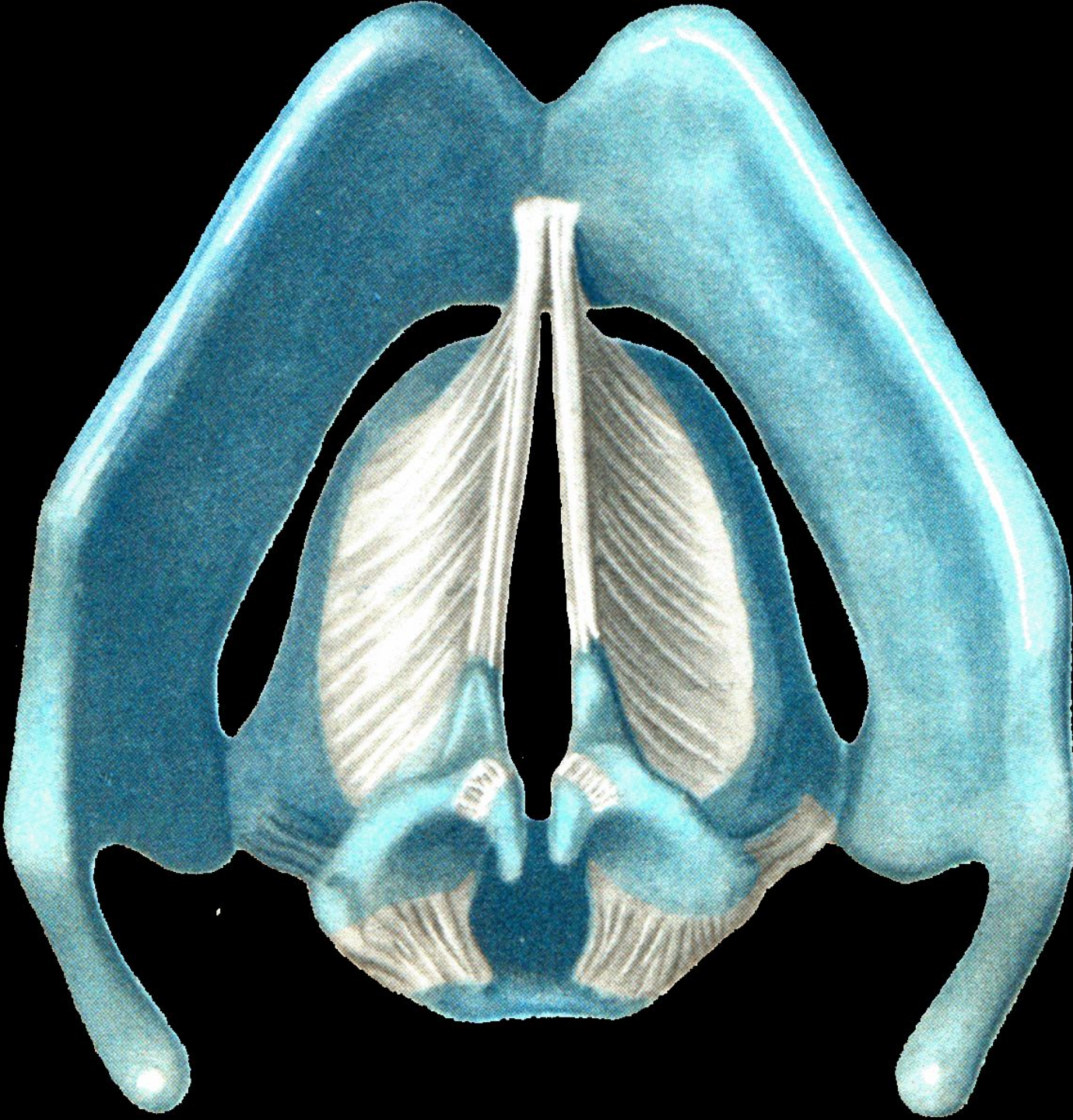
Гортань- переходит в трахею на уровне 4-5 грудных позвонков

Полость гортани (*cavitas laryngis*) на фронтальном разрезе напоминает форму песочных часов. В среднем отделе полость гортани сужена, кверху и книзу расширена.

Голосовые складки образованы эластической голосовой связкой и голосовой мышцей.

Стенки гортани изнутри выстланы слизистой оболочкой, она покрыта мерцательным эпителием за исключением задней поверхности надгортанника и голосовых связок – они покрыты многослойным плоским неороговевающим эпителием.

Под слизистой оболочкой лежит эластическая ткань, она очень хорошо развита в нижних отделах гортани и ее выделяют в виде **эластического конуса**. Самые верхние пучки этого конуса образуют **голосовые связки**. Пучки идут от внутренней поверхности угла щитовидного хряща к голосовым отросткам черпаловидных хрящей.



Изменение положения хрящей гортани, натяжение голосовых связок, ширина голосовой щели обусловлены работой мышц гортани. Все они – поперечнополосатые, разделяются на три группы:

- 1) напрягатели голосовых связок;
- 2) расширители голосовой щели;
- 3) суживатели голосовой щели.

Отделы полости гортани

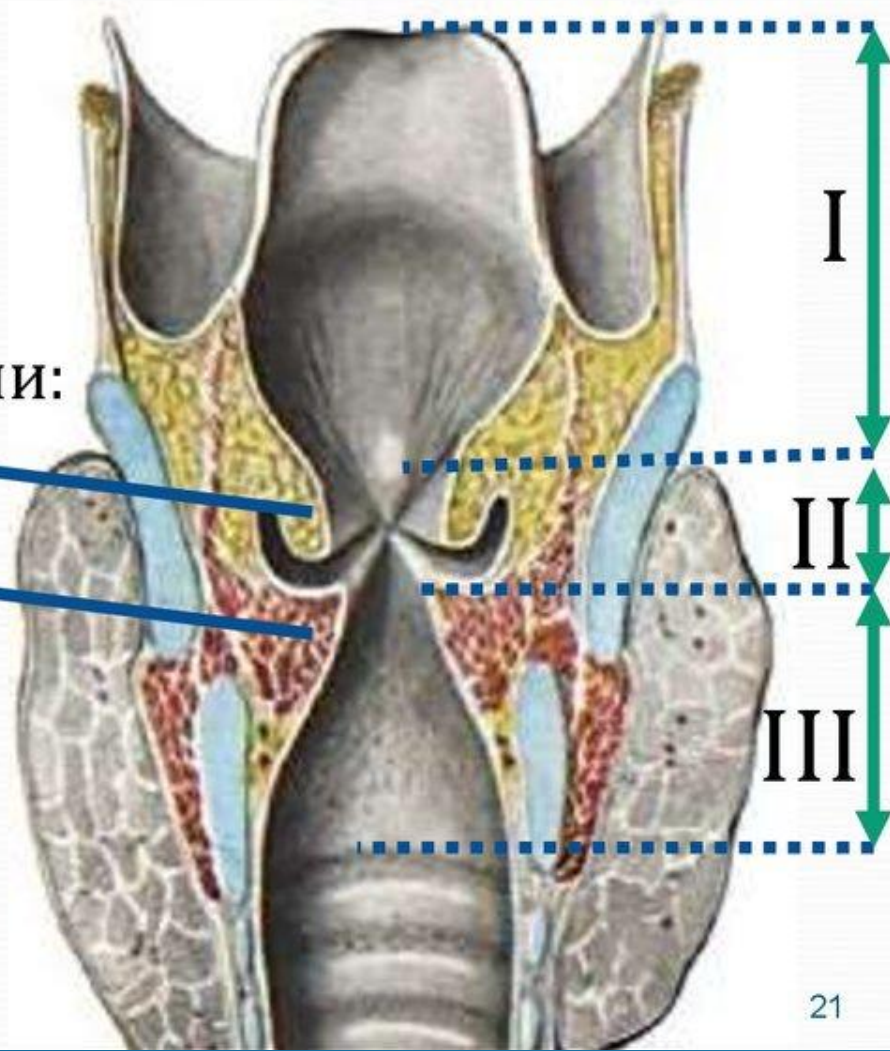
3 отдела:

- преддверие
- промежуточная часть
- подголосовая полость

разделены парными складками:

- преддверными (ложными)
- голосовыми (истинными)

Между складками
располагаются желудочки
гортани (Морганьи)

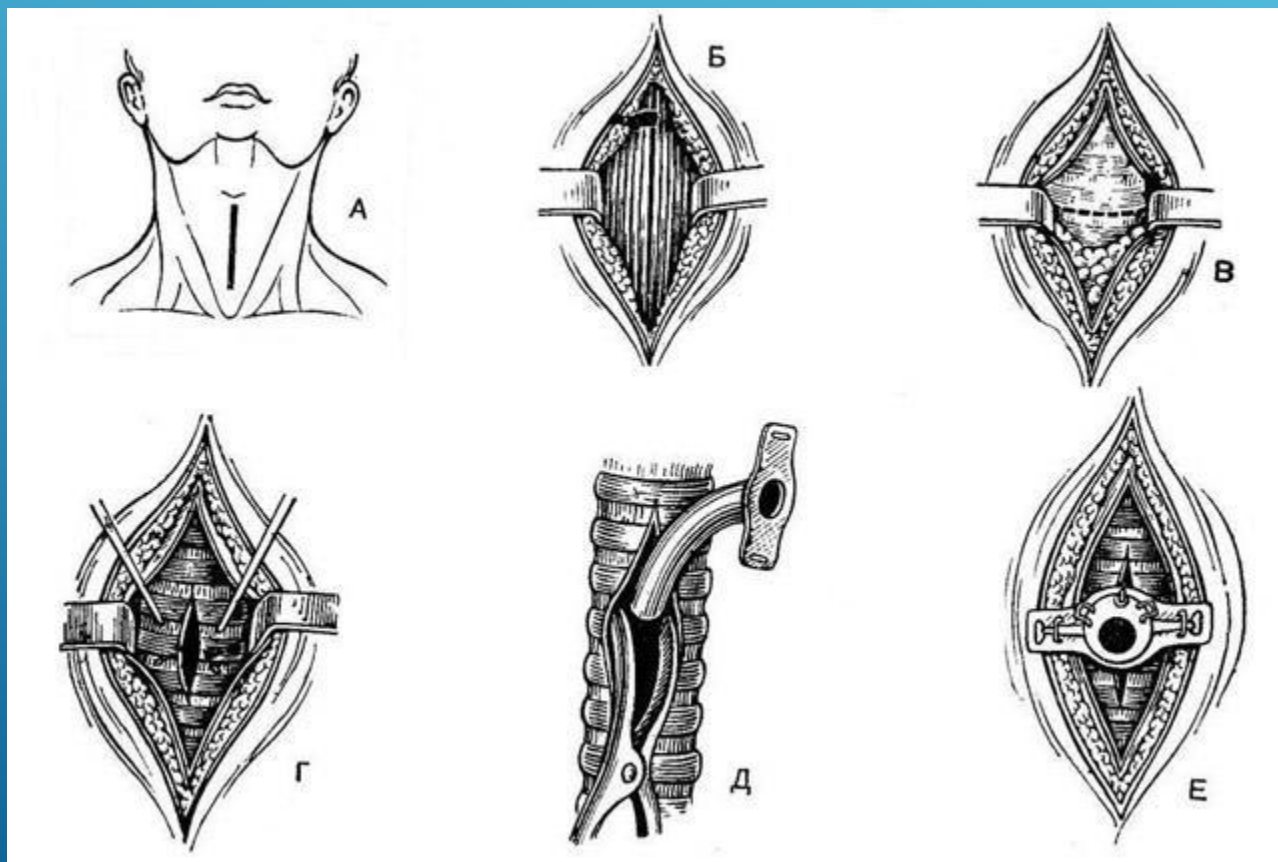


Нарушение проходимости дыхательных путей и асфиксия возникают при:

- Попадании инородных тел – чаще всего провоцируют спазм связок гортани или создают механическое препятствие для воздуха;
- Травмах, ранениях органов шеи;
- Инфекциях и воспалительных изменениях – дифтерия, истинный и ложный круп, грипп, коклюш, корь, туберкулез, склерома, ларингит неспецифической этиологии и т. д.;
- Новообразованиях гортани;
- Аллергической реакции (отек Квинке) – на лекарства, укусы насекомых, бытовые аллергены и др.;
- Сужениях просвета гортани после химических ожогов (серная, азотная кислота);
- Тяжелой черепно-мозговой травме;
- Интоксикации различными ядами, лекарственными препаратами, токсическими веществами.

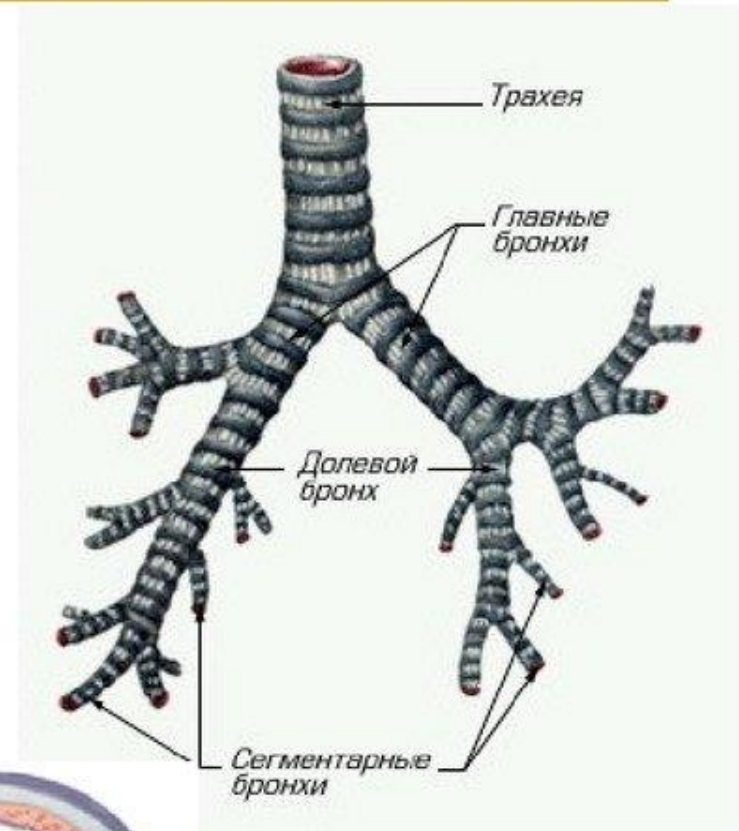
Трахеостомия – это операция, когда создается отверстие в трахее, в которое помещается специальная трубочка или канюля, обеспечивающая прохождение воздуха в дыхательные пути.

Трахеотомия – манипуляция, посредством которой стенка трахеи рассекается, это начальный этап операции трахеостомии.



Трахея

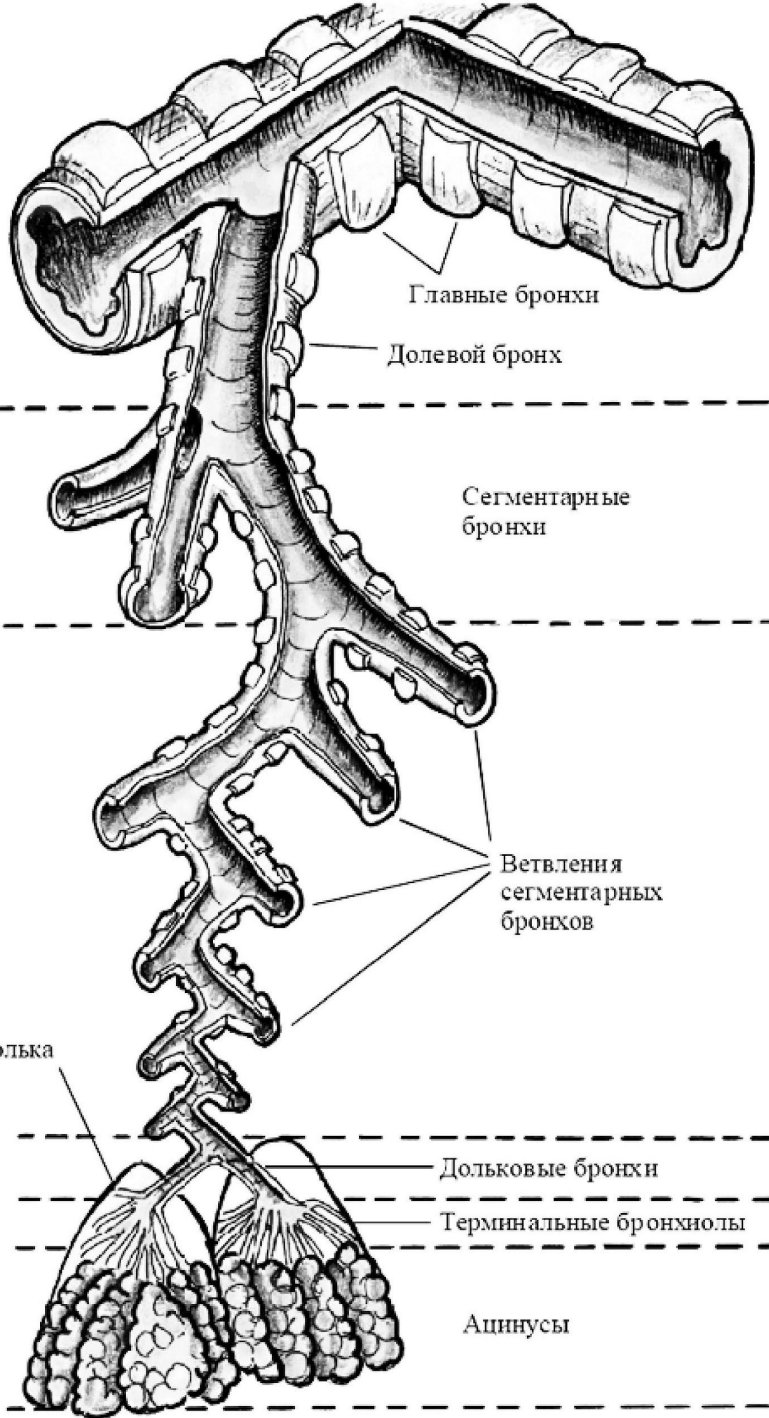
- Дыхательная трубка.
- Начинается от гортани и заканчивается на уровне 5 грудного позвонка.
- Состоит из 16 -20 хрящевых гиалиновых полуколец.
- Длина: 9-11 см
- Делится на 2 бронха, идущих к левому и правому легким



Строение трахеи и бронхов одинаково. Основу составляют **хрящевые полукольца**, задние концы соединены **перепончатой мембраной**, а спереди смежные хрящи соединены **связками**.

Изнутри трахея и бронхи выстланы слизистой оболочкой, покрытой **мерцательным эпителием**.

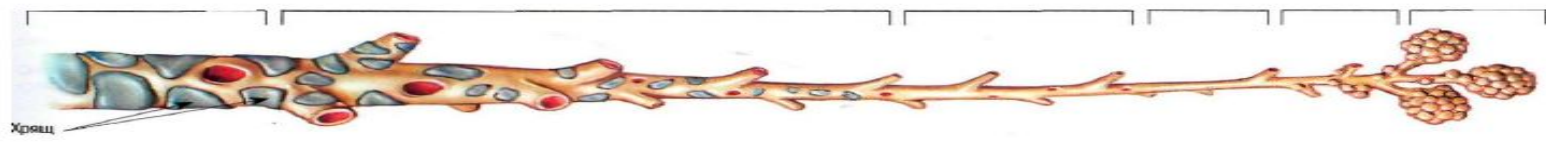
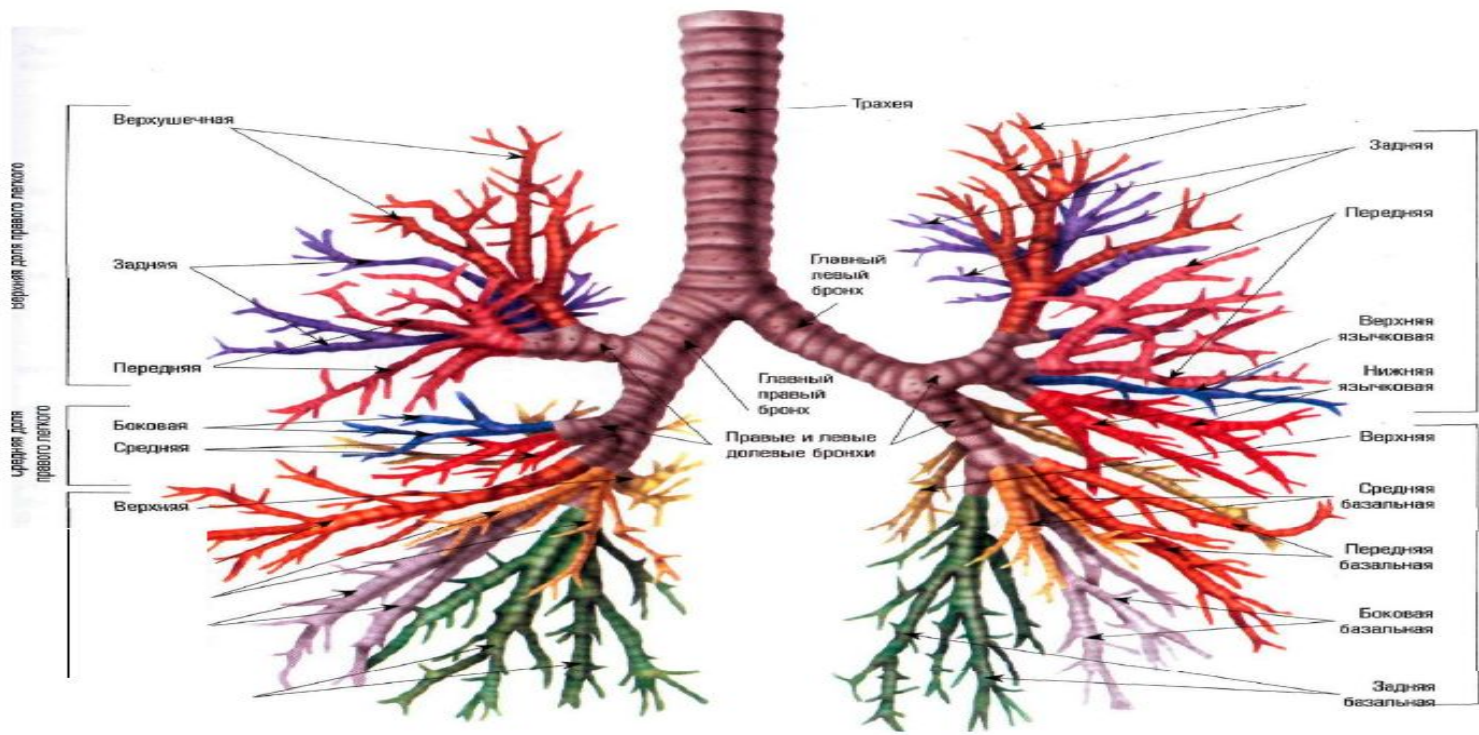
Снаружи окружены **соединительно-тканной оболочкой**.



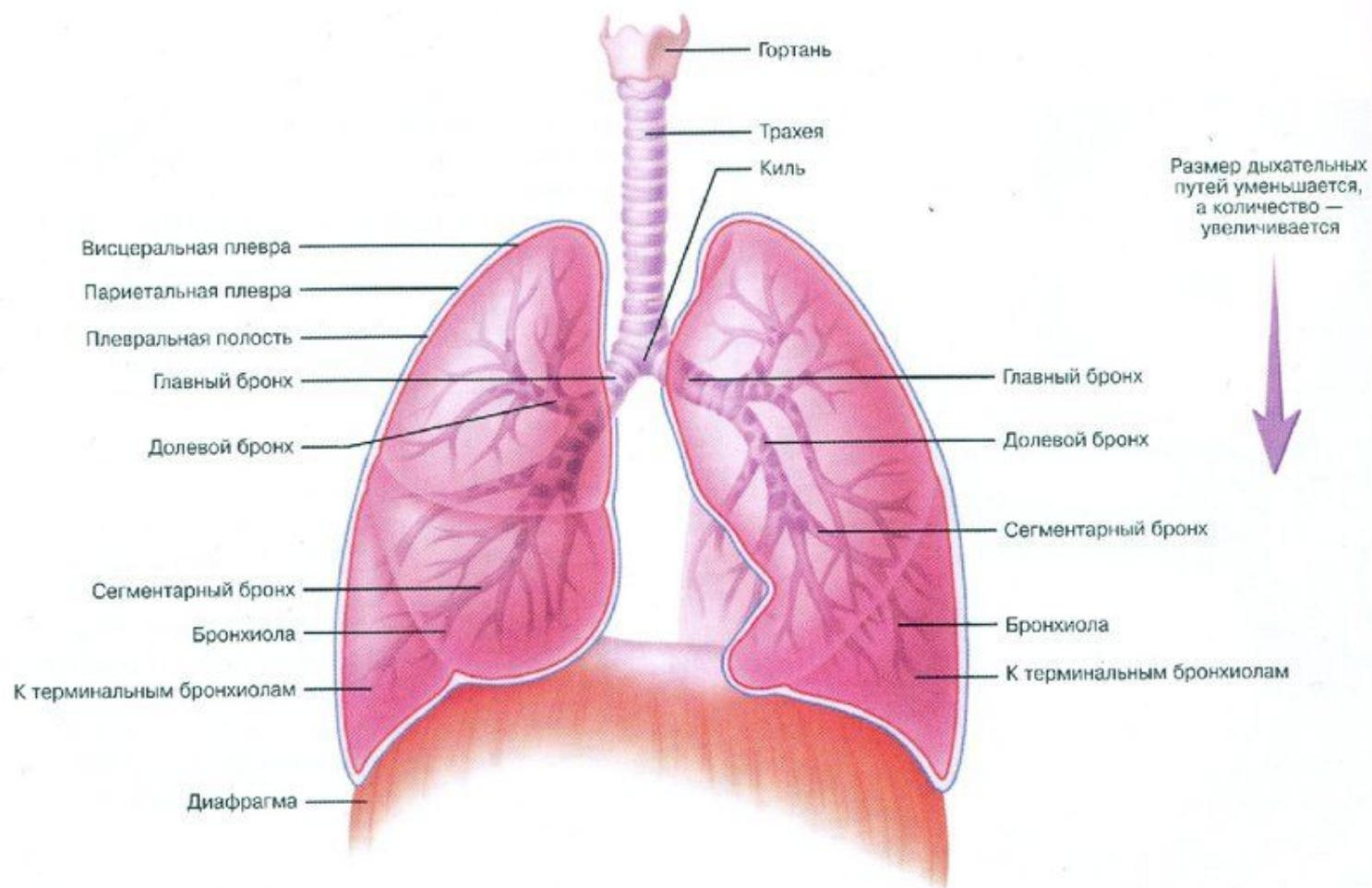
Бронхиальное «дерево» состоит из ветвящихся бронхов, просвет которых постепенно уменьшается. *Правый главный бронх шире и короче левого, по направлению он почти является продолжением трахеи. От него отходит правый верхний долевой бронх, направляющийся в верхнюю долю правого легкого. Среднедолевой и нижний долевой бронхи направляются в соответствующие доли правого легкого.*

Левый главный бронх делится на верхний и нижний долевые, входящие в одноименные доли левого легкого.

От главных бронхов отходят *долевые бронхи*, дающие начало более мелким *сегментарным бронхам*. В дальнейшем бронхи делятся на *субсегментарные, дольковые, внутридольковые, терминальные*, которые переходят в альвеолы и образуют ацинус – наименьшая структурно-функциональная единица легкого. Ацинус образован респираторной бронхиолой и связанной с ней группой альвеол.



Трахеобронхиальное дерево



Строение легких



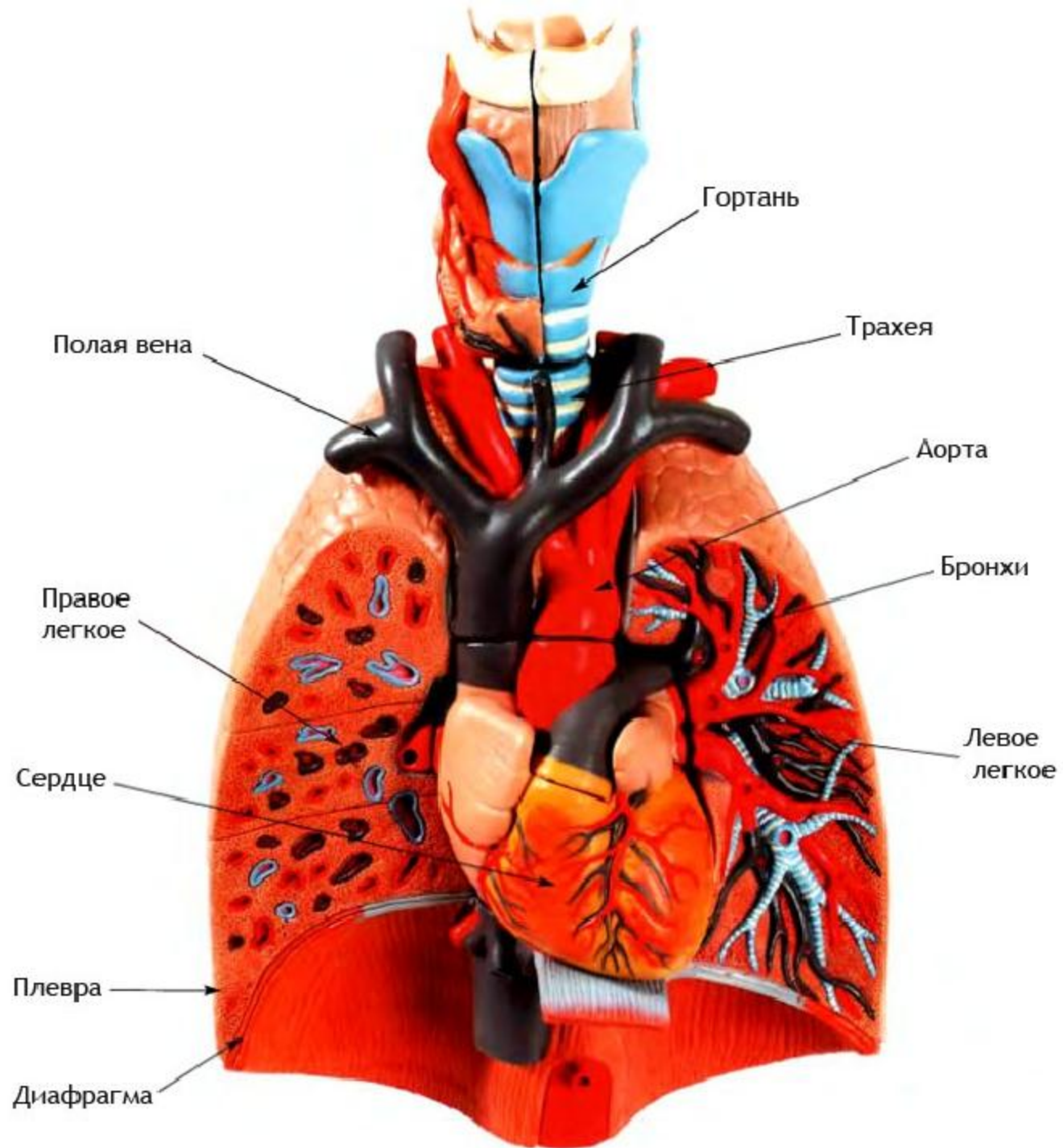
Легкие правое и левое (*pulmones*) по форме напоминают конус с уплощенной одной стороной и закругленной верхушкой, выступающей над I ребром.

Прилегающая к диафрагме **нижняя** (**диафрагмальная**) **поверхность** легких вогнутая.

Боковые поверхности легких (реберные) прилежат к ребрам.

На **медиальной (средостенной) поверхности** **левого легкого** имеются вдавления, соответствующие сердцу (сердечное вдавление).

На средостенной поверхности каждого легкого расположены **ворота легкого**, через которые проходят образующие **корень легкого** главный бронх, артерия и нервы, выходят вены, лимфатические сосуды.



Вид на легкие спереди

Правое легкое

Левое легкое

Горизонтальная щель правого легкого

Спереди расположена за четвертым реберным хрящом; проникает в ткань легкого и на половине своей длины сходится с косой щелью; их совместный участок равен примерно половине длины горизонтальной щели

ВЕРХНЯЯ ДОЛЯ

СРЕДНЯЯ ДОЛЯ

НИЖНЯЯ ДОЛЯ

Трахея

Разделяется на два бронха

ВЕРХНЯЯ ДОЛЯ

Ворота

участок в центре внутренней поверхности легкого, где структуры, образующие корни, входят в легкое и покидают его

НИЖНЯЯ ДОЛЯ

Сердечная вырезка

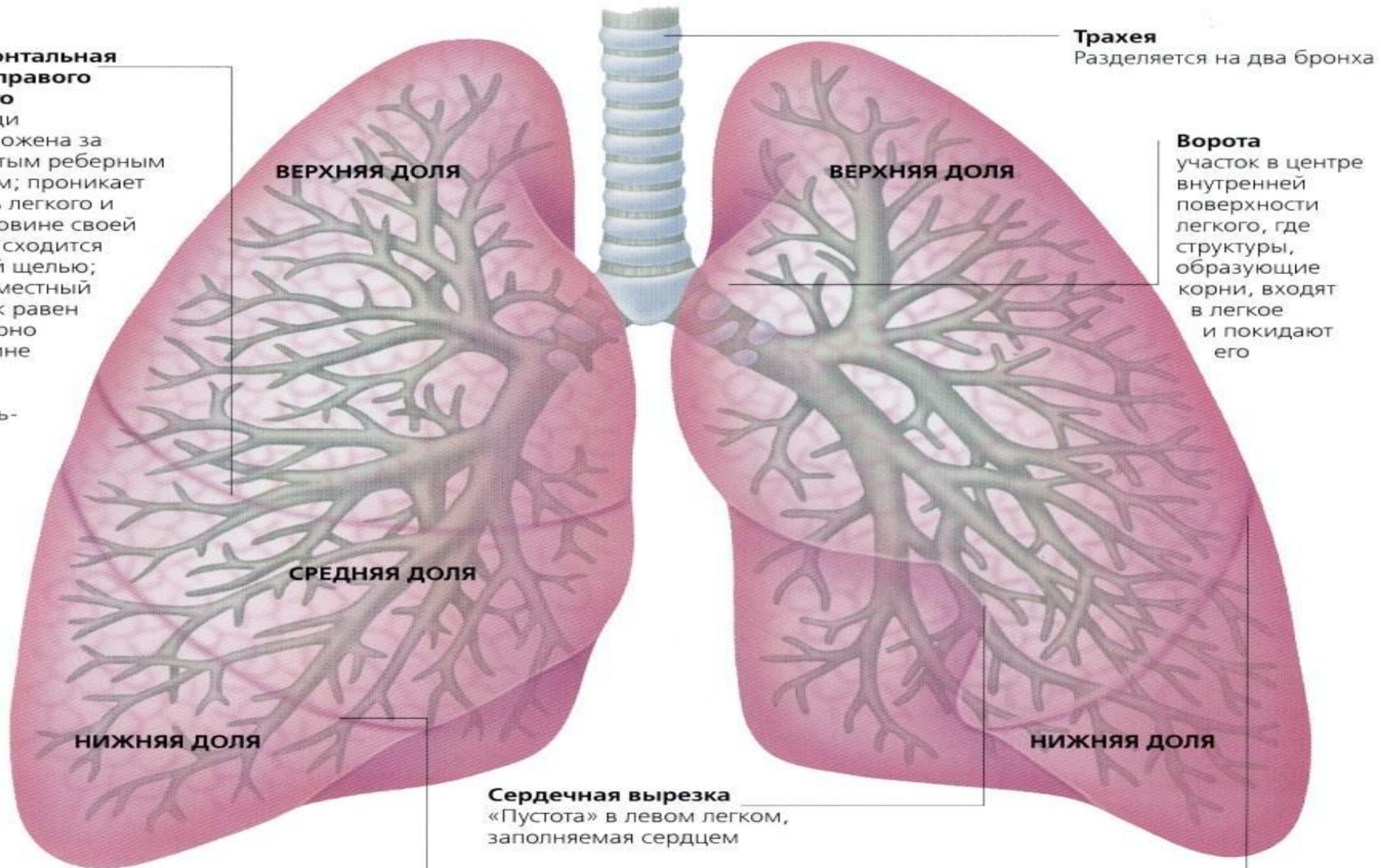
«Пустота» в левом легком, заполняемая сердцем

Косая щель правого легкого

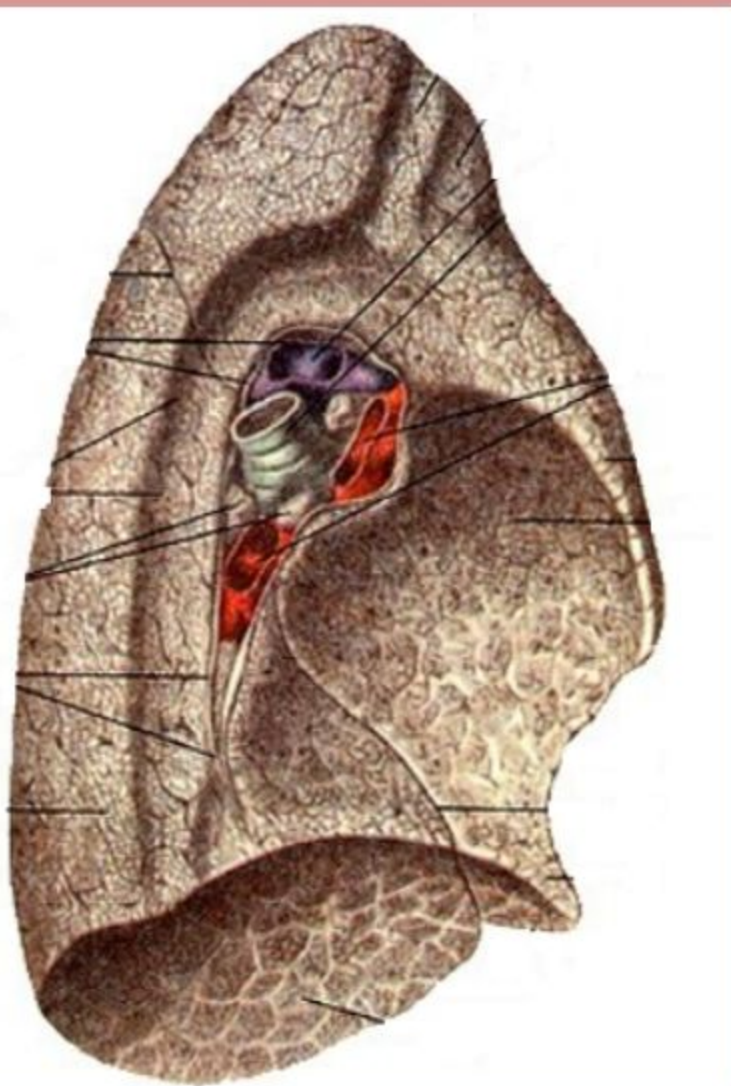
Находится между средней и нижней долями правого легкого

Косая щель левого легкого

Идет вниз и вперед сквозь ткань легкого от точки, находящейся сзади примерно в 6 см ниже верхушки

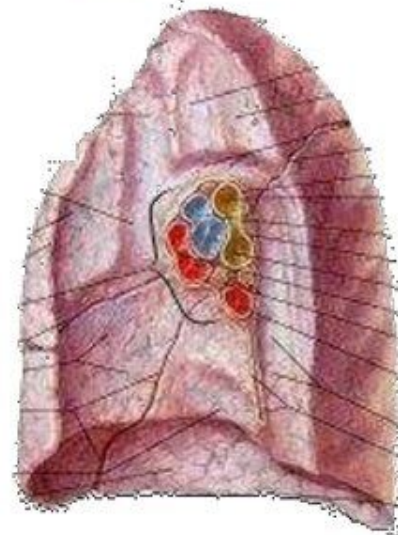
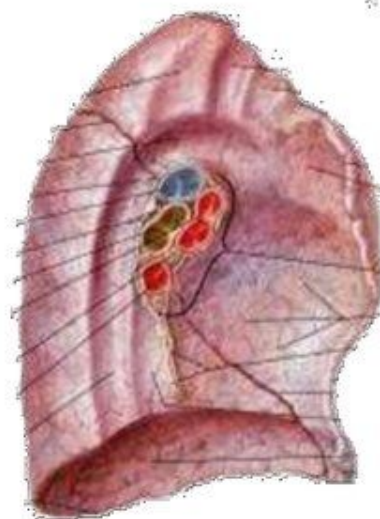


Средостенная поверхность (медиальная)



- **С медиальной стороны в каждое легкое входят главный бронх, легочная артерия, нервы, а выходят легочные вены, образующие вместе корень легкого.**
- **Место вхождения бронхиально-сосудистого пучка называется воротами легкого**

ТОПОГРАФИЯ БРОНХОВ И СОСУДОВ В КОРНЕ ЛЕГКОГО

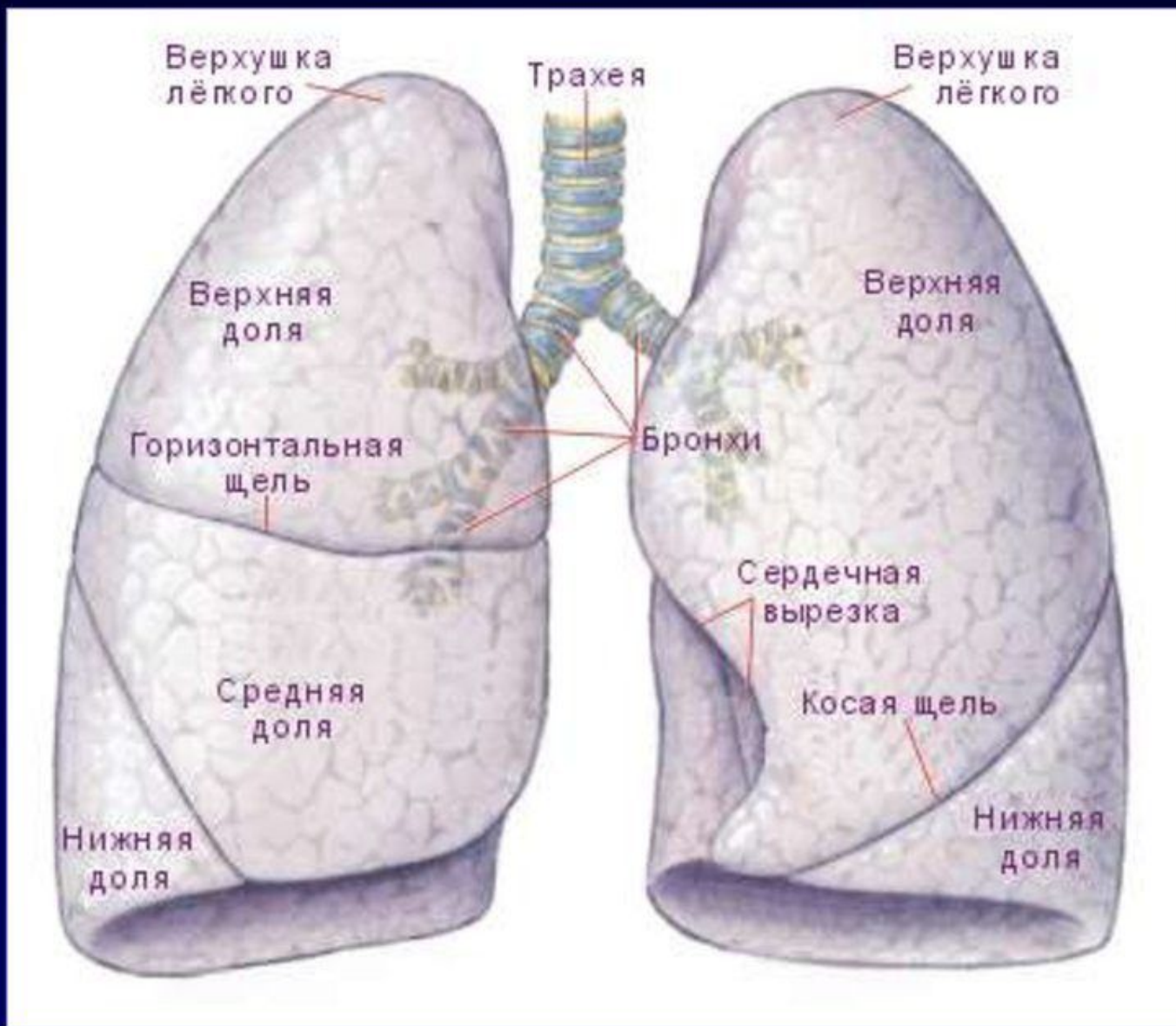


Глубокие щели на поверхности легких подразделяют правое легкое на три доли, левое – на две доли.

Глубокая **косая щель**, отделяющая нижнюю долю от средней доли у правого легкого, у левого легкого – нижнюю долю от верхней доли, начинается на 6–7 см ниже верхушки легкого, приблизительно на уровне остистого отростка III грудного позвонка.

У правого легкого имеется также **горизонтальная щель**. Эта щель у правого легкого отделяет среднюю долю от верхней доли.

ДОЛЕВОЕ СТРОЕНИЕ ЛЕГКИХ

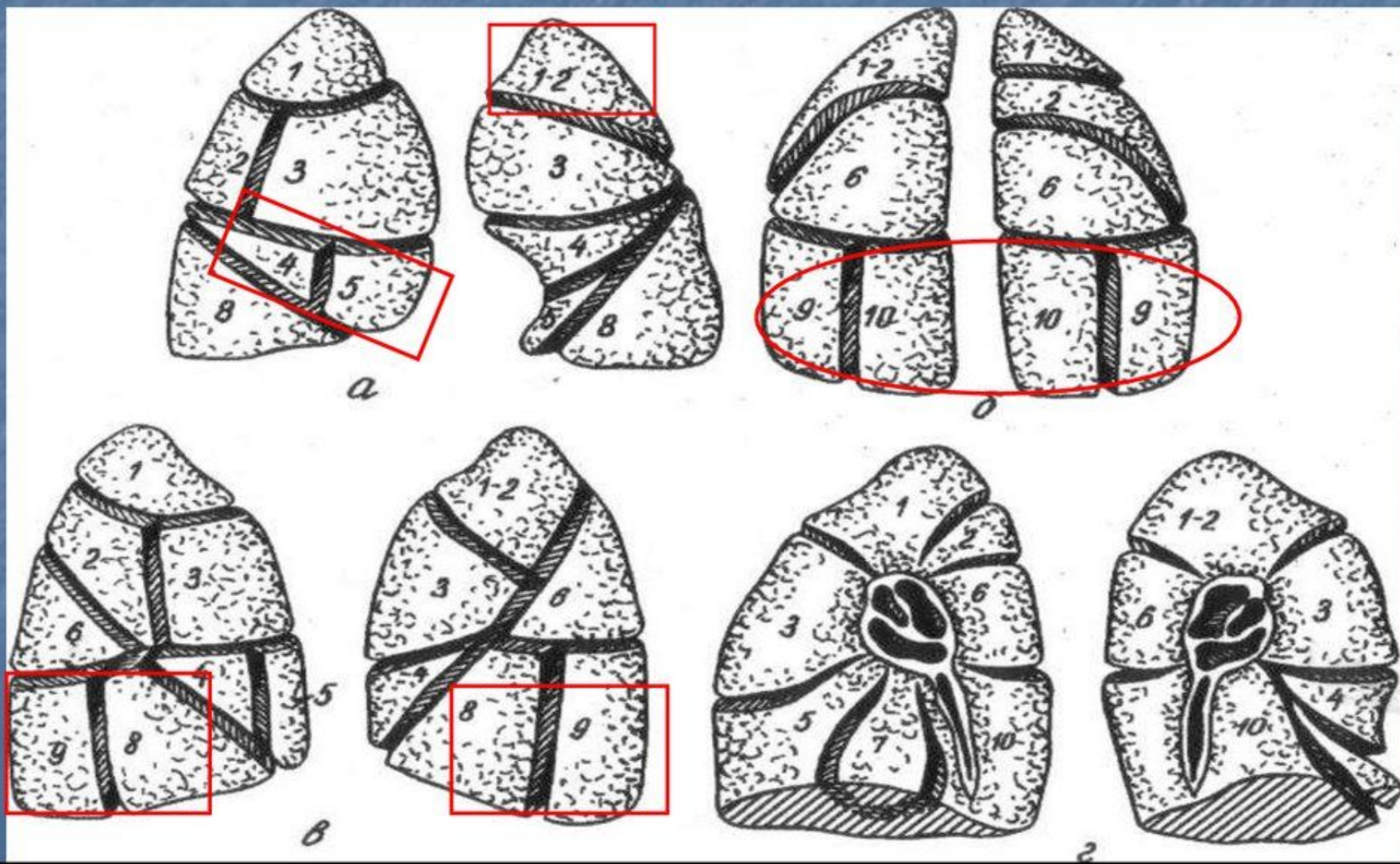


Сегмент легкого – это участок легочной ткани, имеющий свои сосуды и нервные волокна и вентилируемый сегментарным бронхом. Каждый сегмент по форме напоминает усеченный конус, вершина которого направлена к корню легкого, а широкое основание покрыто висцеральной плеврой.

Легочные сегменты отделяются друг от друга **межсегментарными перегородками**, состоящими из рыхлой соединительной ткани, в которой проходят **межсегментарные вены**.

В правом легком выделяют 10 сегментов, в левом 9.

Схема сегментарного строения легких



Сегменты образованы **легочными дольками**, число которых в одном сегменте достигает примерно 80 шт, разделенных **междольковыми** соединительнотканными **перегородками**.

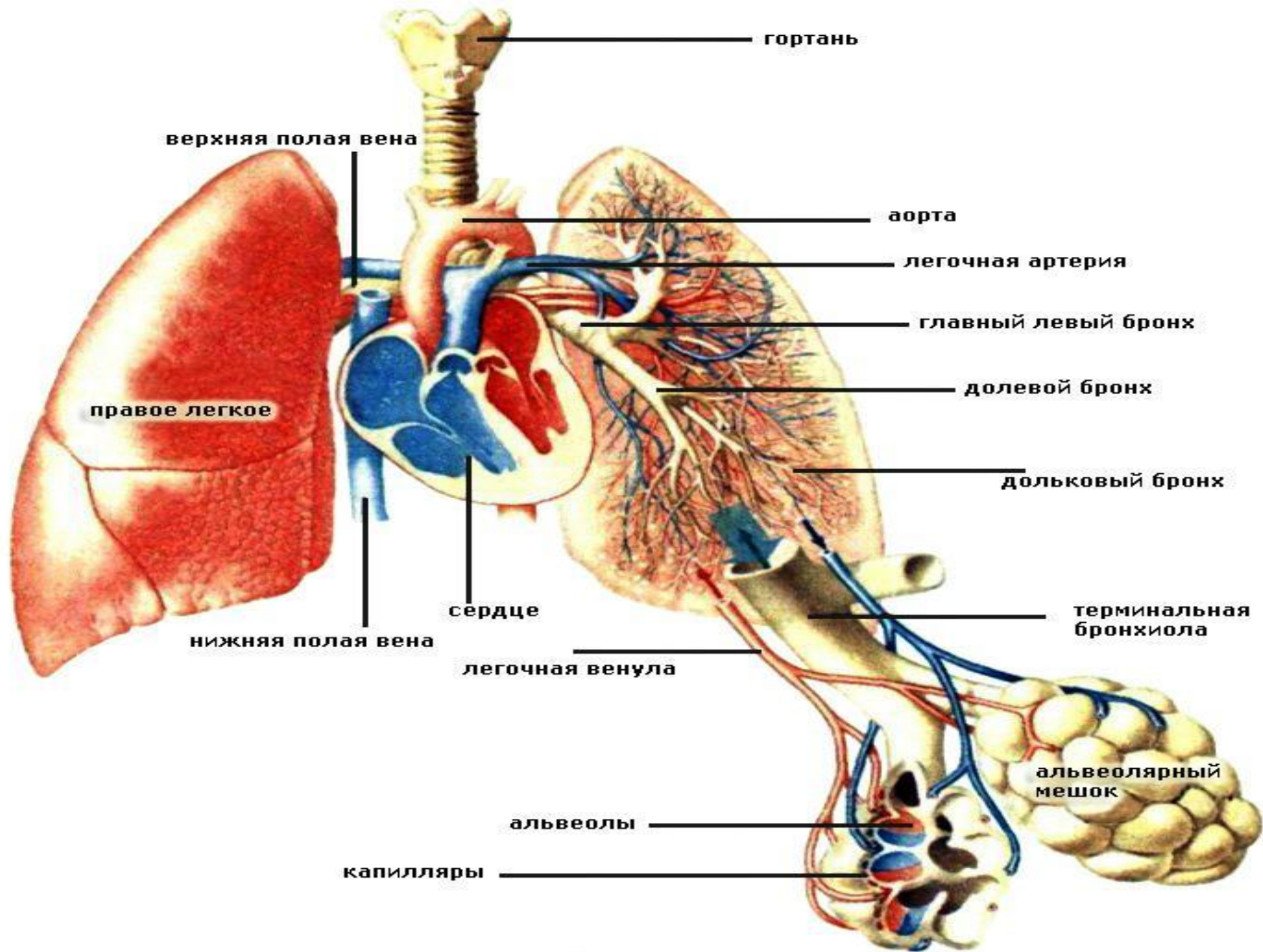
В верхушку долики входит **дольковый бронх**, который разветвляется на **3–7 концевых (терминальных) бронхиол** диаметром около 0,5 мм.

Функциональной единицей легкого является ацинус.

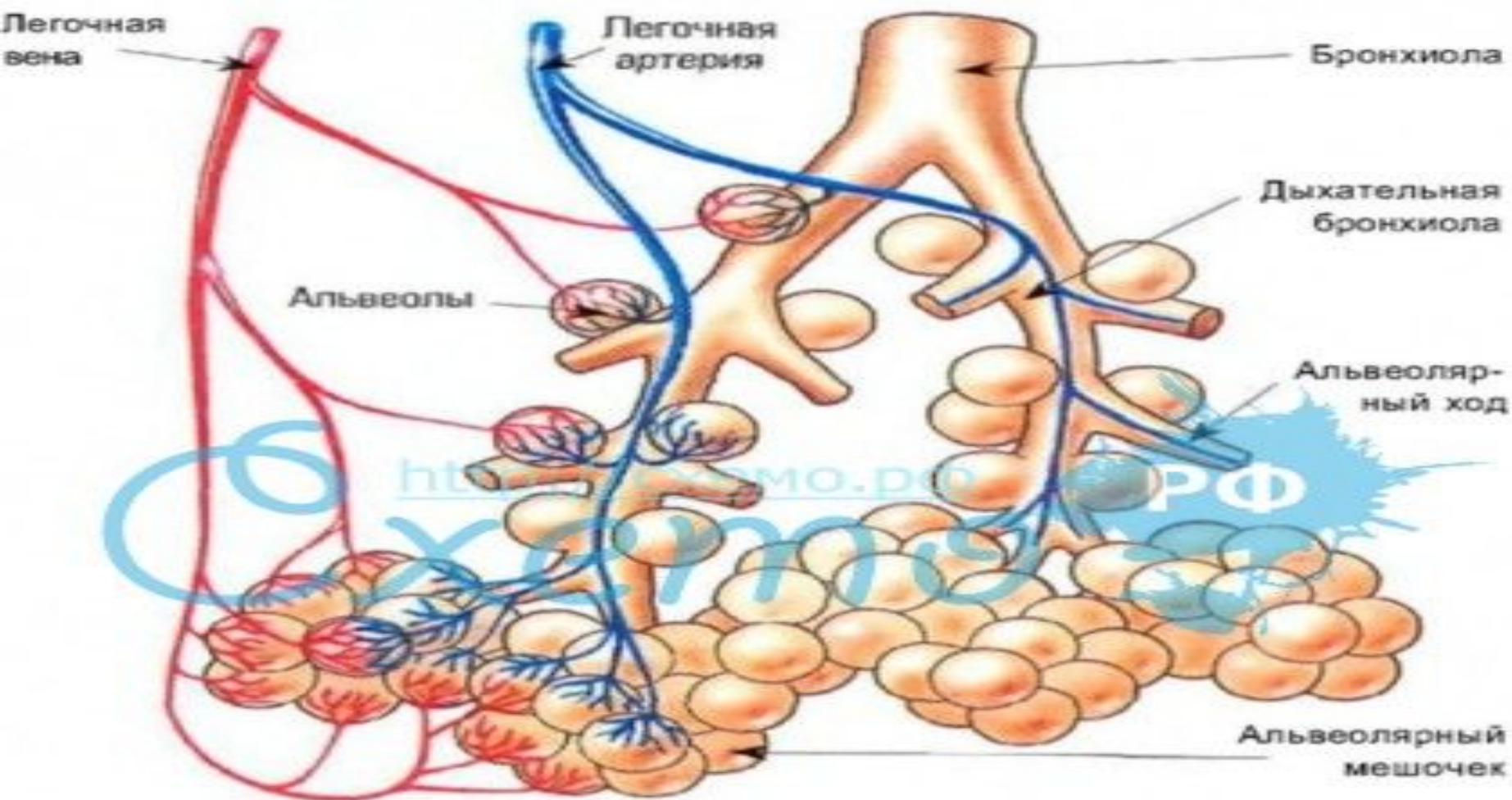
Ацинус – это система разветвлений одной концевой бронхиолы, которая делится на 14–16 **дыхательных (респираторных) бронхиол**, образующих до 1500 **альвеолярных ходов**. Каждый альвеолярный ход несет на себе до 20 000 **альвеолярных мешочков и альвеол**.

В одной легочной долеке насчитывают около 50 ацинусов. Альвеолы напоминают пузырьки неправильной формы, они разделяются **межалвеолярными перегородками** толщиной 2–8 мкм. Каждая перегородка обычно является стенкой двух альвеол, в перегородке расположена густая сеть кровеносных капилляров. Количество альвеол в обоих легких человека 600–700 млн, а общая их поверхность колеблется в пределах 40 м² (при выдохе) – 120 м² (при вдохе).

В межалвеолярных перегородках зачастую встречаются **поры** округлой или овальной формы, с помощью которых альвеолы сообщаются между собой.



ЛЕГОЧНЫЙ АЦИНУС



Лёгочный ацинус — это функциональная единица лёгких, крошечный участок ткани, вентилируемый конечной бронхиолой, от которой отходят дыхательные бронхиолы, образующие далее альвеолярные каналы. В конце каждого альвеолярного канала находятся альвеолы, микроскопические эластичные шарики с тонкими стенками, наполненные воздухом; альвеолы составляют альвеолярный пучок или мешочек, где и происходит газообмен.

Плевра

Образует два листка: **висцеральный** и **париетальный**.

Висцеральная плевра плотно срастается с легочной тканью, покрывает легкое со всех сторон, заходит в щели между его долями.

Париетальная (пристеночная) плевра представляет собой листок, который срастается с внутренней поверхностью грудной полости и органами средостения, образуя замкнутый мешок, содержащий легкое, покрытое висцеральной плеврой.

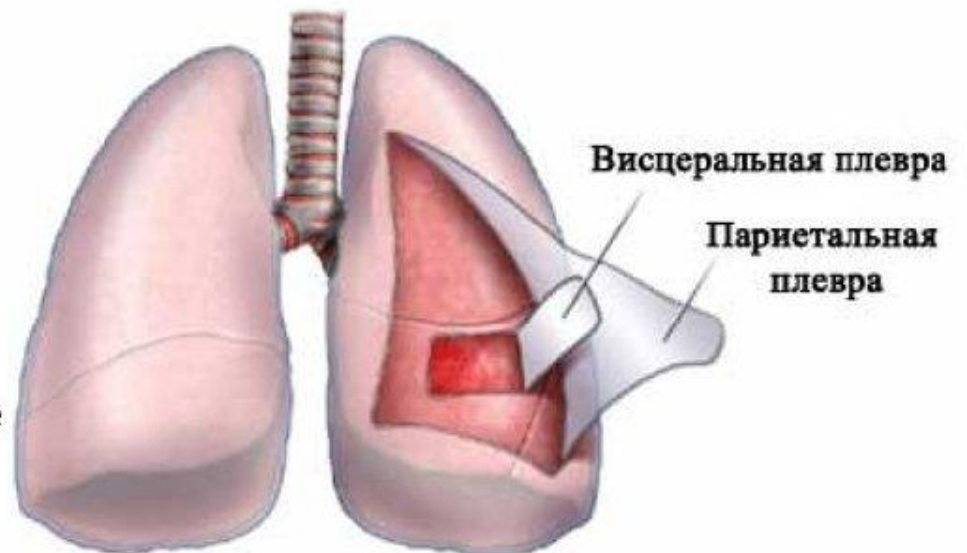
У париетальной (по местоположению) плевры выделяют **реберную**, **медиастинальную** и **диафрагмальную**.

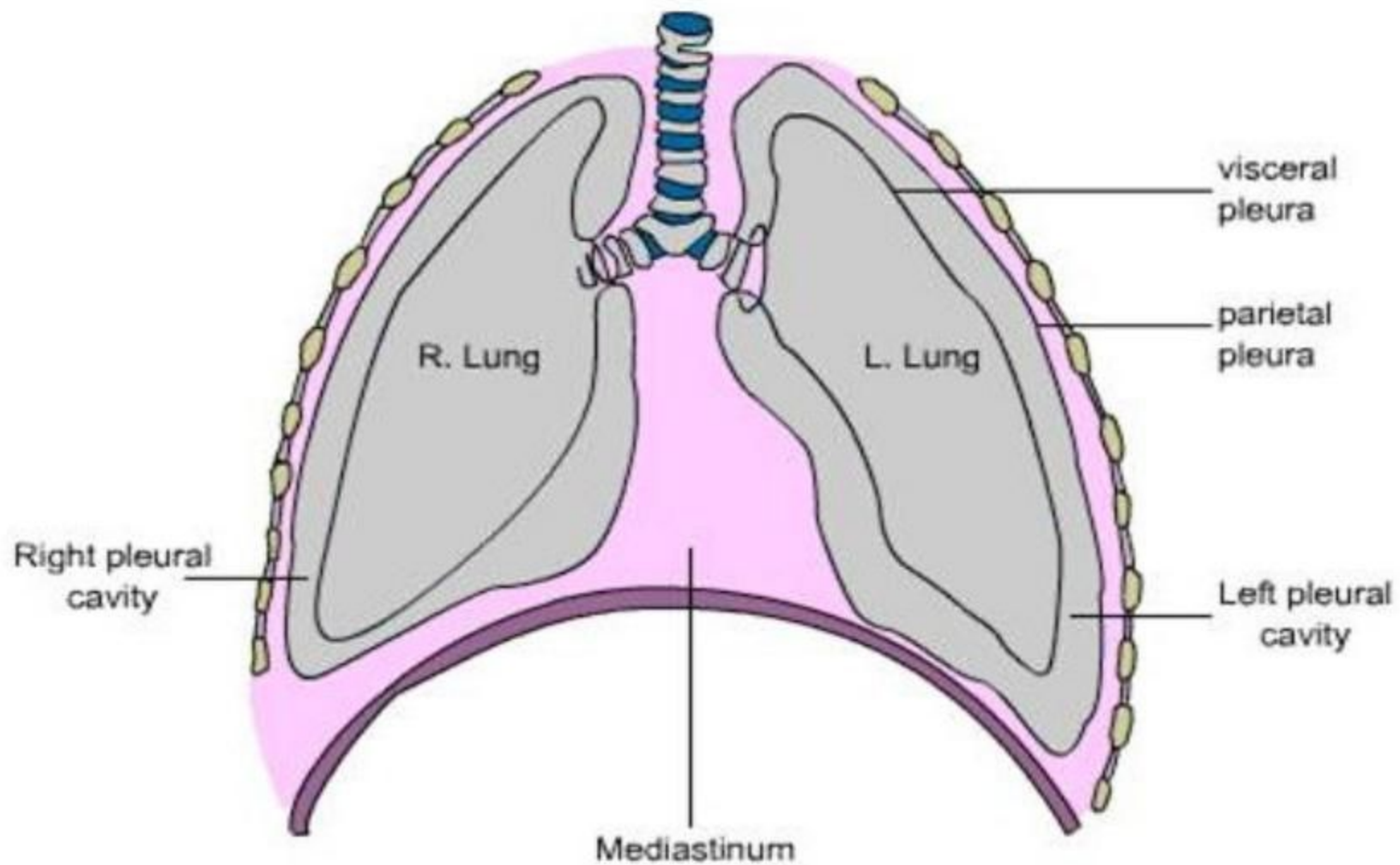
Риберная плевра покрывает внутреннюю поверхность ребер и промежутков.

Спереди у грудины и сзади у позвоночного столба она переходит в **медиастинальную плевру**, которая прилежит к органам средостения, располагающимся между внутренней поверхностью грудины спереди и грудным отделом позвоночного столба сзади. В области корня легкого медиастинальная плевра охватывает его и переходит в **висцеральную (легочную) плевру**. На уровне верхней апертуры грудной клетки реберная и медиастинальная плевры переходят одна в другую, образуя **купол плевры**. Внизу реберная и медиастинальная плевра переходит в **диафрагмальную**, покрывающую диафрагму, кроме ее центральных отделов, где перикард сращен с диафрагмой.

Плевра

- Серозная оболочка покрывающая легкие.
- Состоит из двух листков.
- Между плевральными листками есть щелевидное пространство в котором имеется серозная жидкость (1,5 - 2 мл).





Полость плевры – это узкая замкнутая щель между париетальной и висцеральной плеврой, в которой находится небольшое количество серозной жидкости, увлажняющей листки плевры, тем самым облегчая движения легких при дыхании.

В тех участках, где реберная плевра переходит в диафрагмальную и медиастинальную, образуются узкие выпячивания плевральные синусы: **диафрагмально-медиастиальный**, **реберно-медиастиальный** и наиболее глубокий **реберно-диафрагмальный**, который на уровне средней подмышечной линии достигает глубины 9 см.

Верхушка легкого

Трахея

Киль трахеи

Главный бронх
(правый)

Главный бронх
(левый)

Правое
легкое

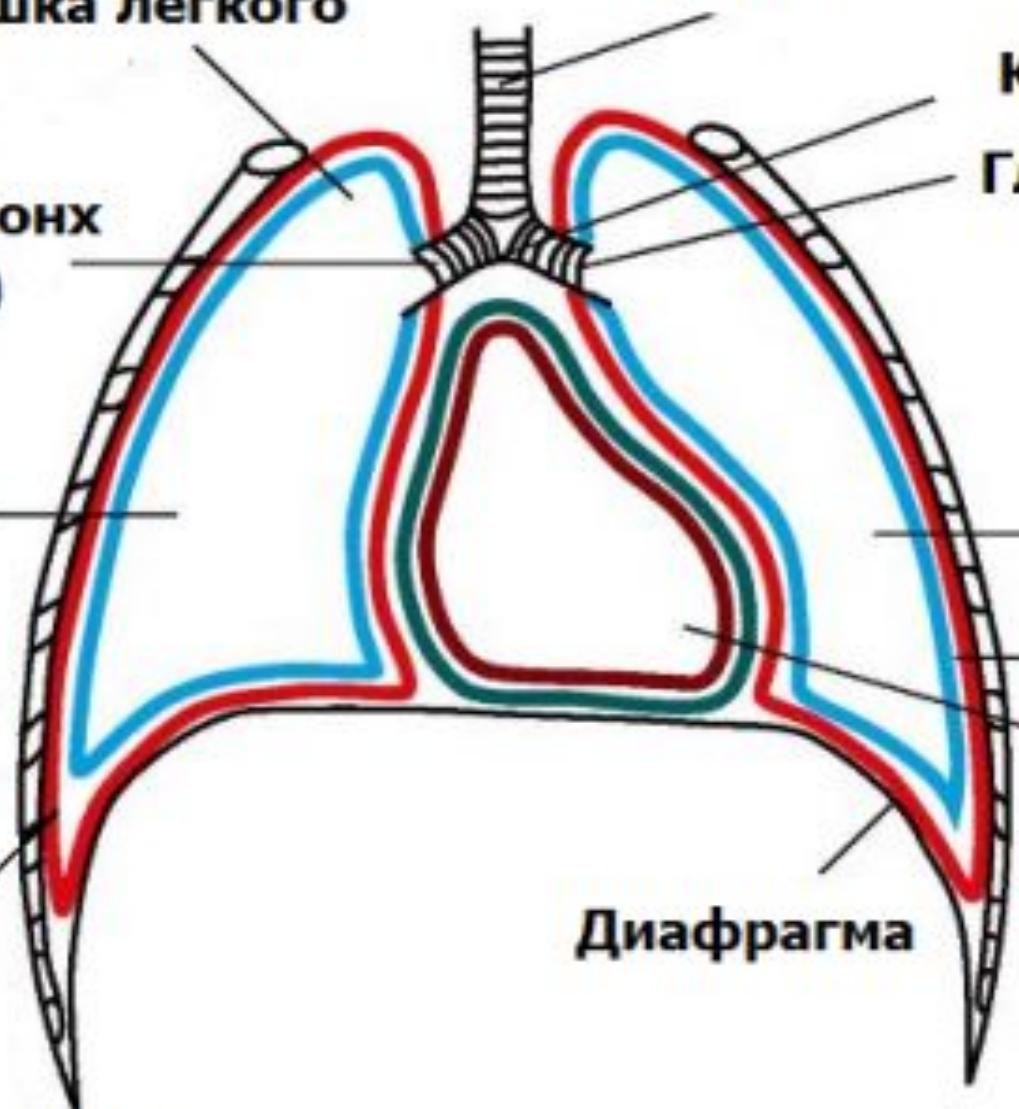
Левое легкое

Плевральная
полость

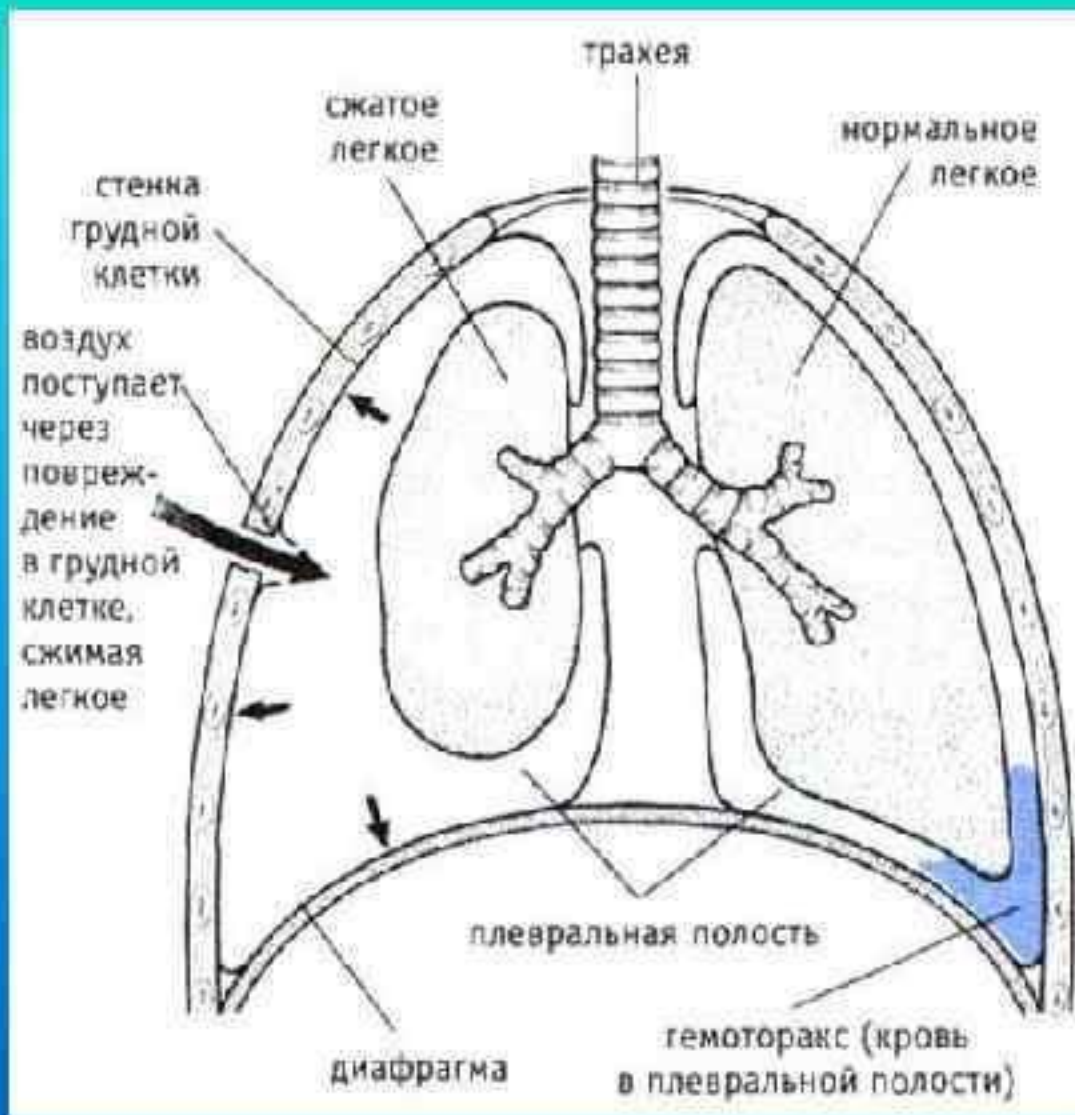
Сердце

Диафрагма

Реберно-
диафрагмальный
синус



Плевральная полость



СРЕДОСТЕНИЕ

Комплекс органов, занимающих средостенное положение в грудной клетке.

Сзади оно ограничено телами грудных позвонков, спереди грудиной, снизу диафрагмой, с боков средостенной плеврой.

В средостении располагаются:

- Сердце с околосердечной сумкой
- Трахея
- Пищевод, аорта, полые вены, грудной лимфатический проток, вилочковая железа и нервы (блуждающие, диафрагмальные и чревные)

ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

Запаса O_2 в организме нет, во всех клетках идут процессы окисления и образуется CO_2 .

Дыханием называется обмен газов между организмом и окружающей средой.

Дыхание состоит из 3х процессов:

Внешнее дыхание (легочное) – обновление альвеолярного воздуха и переход O_2 из альвеолярного воздуха в кровь, а CO_2 из венозной крови в альвеолы.

Тканевой дыхание – совокупность окислительных процессов, происходящих в тканях с потреблением O_2 и образованием и удалением H_2O и CO_2 .

Транспорт газов кровью.

Механизм вдоха и выдоха

Вдох – возникает при сокращении дыхательной мускулатуры, она сокращается под действием импульсов, поступающих из дыхательного центра.

Дыхательная мускулатура.

Межреберные мышцы и диафрагма.

При сокращении наружных межреберных мышц ребра поднимаются, диафрагма сокращается и опускается и объем грудной клетки увеличивается. Вслед за расширением грудной клетки расширяются легкие, давление в них падает и атмосферный воздух направляется в альвеолы легких (вдох).

Выдох – процесс более пассивный. Расслабляется дыхательная мускулатура, объем грудной клетки уменьшается, давление воздуха в легких повышается и он выходит во внешнюю среду. Выдоху способствуют внутренние межреберные мышцы.

В дыхании участвуют мышцы брюшного пресса и вспомогательные дыхательные мышцы, лестничные и верхние и нижние зубчатые.

Диафрагма (*diaphragma*)

Разделяет грудную и брюшную полости.

Диафрагма участвует в акте дыхания и вместе с мышцами живота – в осуществлении функций брюшного пресса.

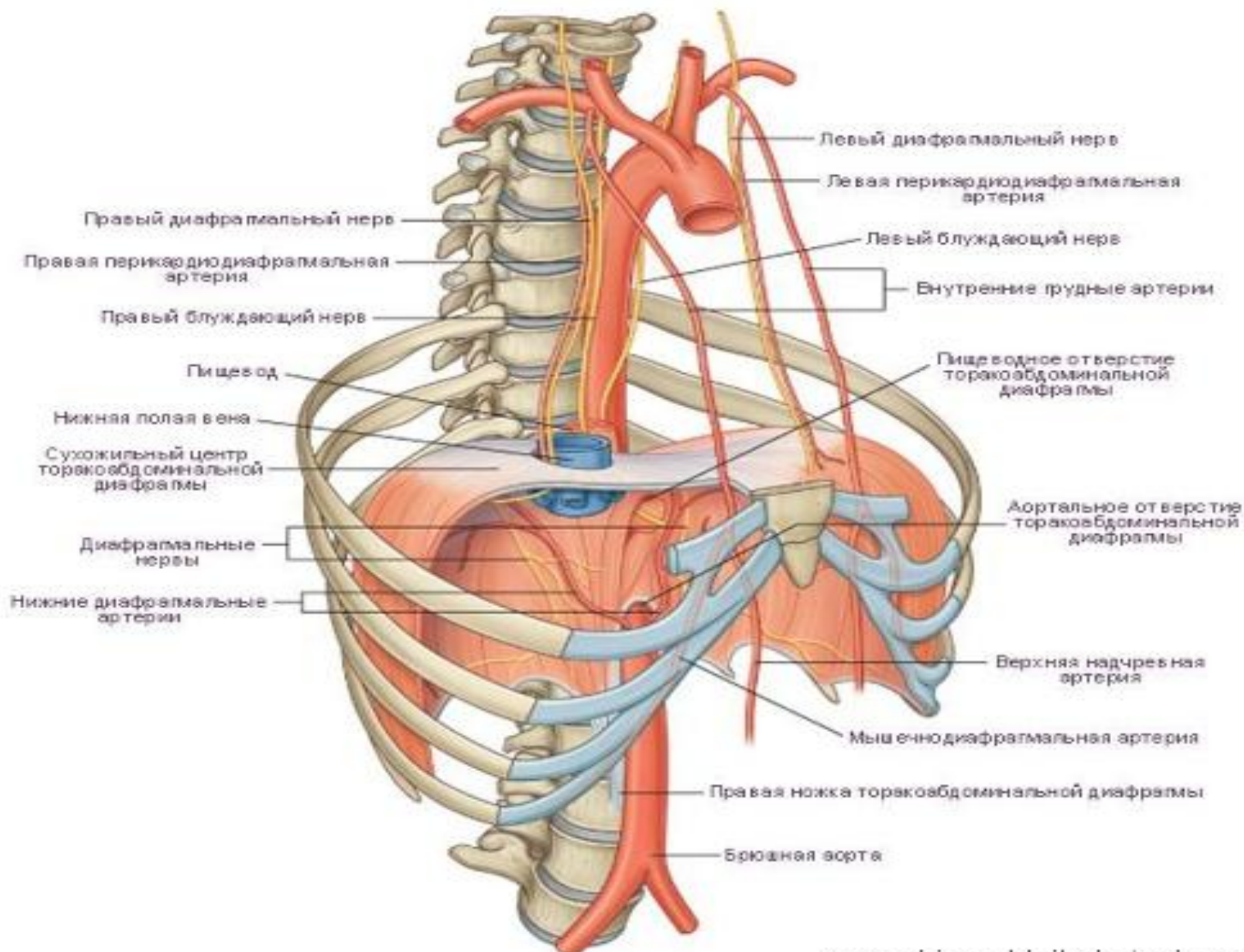
Диафрагма представляет собой тонкую мышцу, изогнутую в виде **купола**, обращенного выпуклой поверхностью в грудную полость. Правая часть купола из-за нахождения под ним печени расположена несколько выше, чем левая.

У диафрагмы выделяют три части: **поясничную, реберную и грудинную.**

Поясничная часть начинается на передней поверхности поясничных позвонков двумя ножками – правой и левой, которые ограничивают **аортальное отверстие**. Через него проходят аорта и грудной лимфатический проток. Охватив аорту, ножки диафрагмы перекрещиваются и вновь расходятся, ограничивая **пищеводное отверстие**, мышечные края которого выполняют функцию сфинктера. Через это отверстие проходят пищевод и блуждающие нервы. В мышечной части каждой ножки имеются щели, через которые проходят внутренностные нервы, непарная вена (справа) и полунепарная вены (слева), симпатические стволы.

Грудинная часть диафрагмы начинается на задней поверхности мечевидного отростка грудины, а **реберная** – на хрящах VII–XII ребер. Пучки мышечных волокон поясничной, грудинной и реберной частей сходятся к **сухожильному центру**, образующему купол диафрагмы. Сухожильный центр образован пучками оформленной плотной волокнистой соединительной ткани. Кзади и справа в сухожильном центре находится *отверстие* *полной вены*, через которое она проходит в грудную полость.

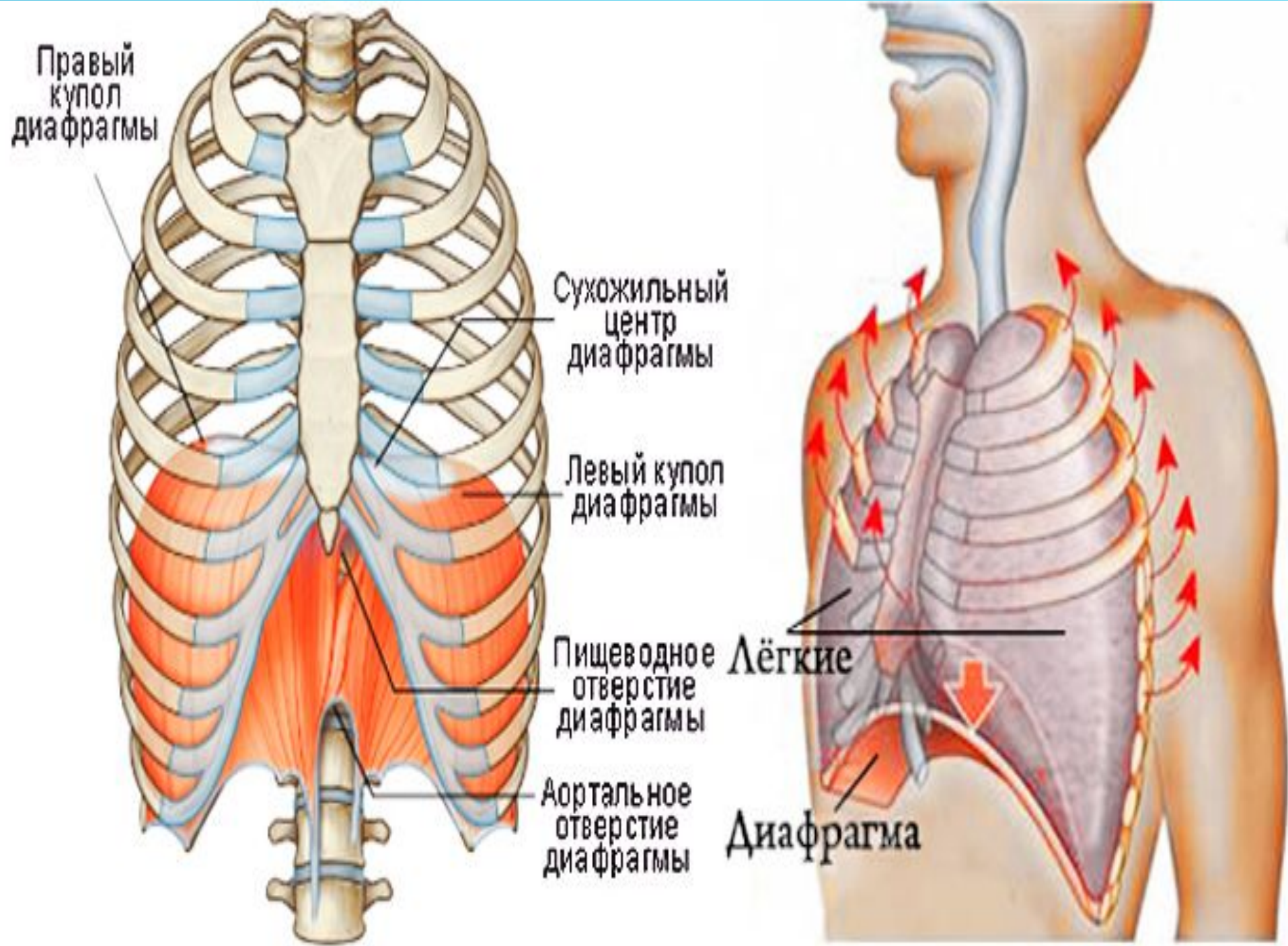
Диафрагма сокращается при вдохе, купол ее уплощается, благодаря чему грудная полость расширится; при выдохе диафрагма расслабляется, купол ее поднимается, объем грудной полости уменьшается.



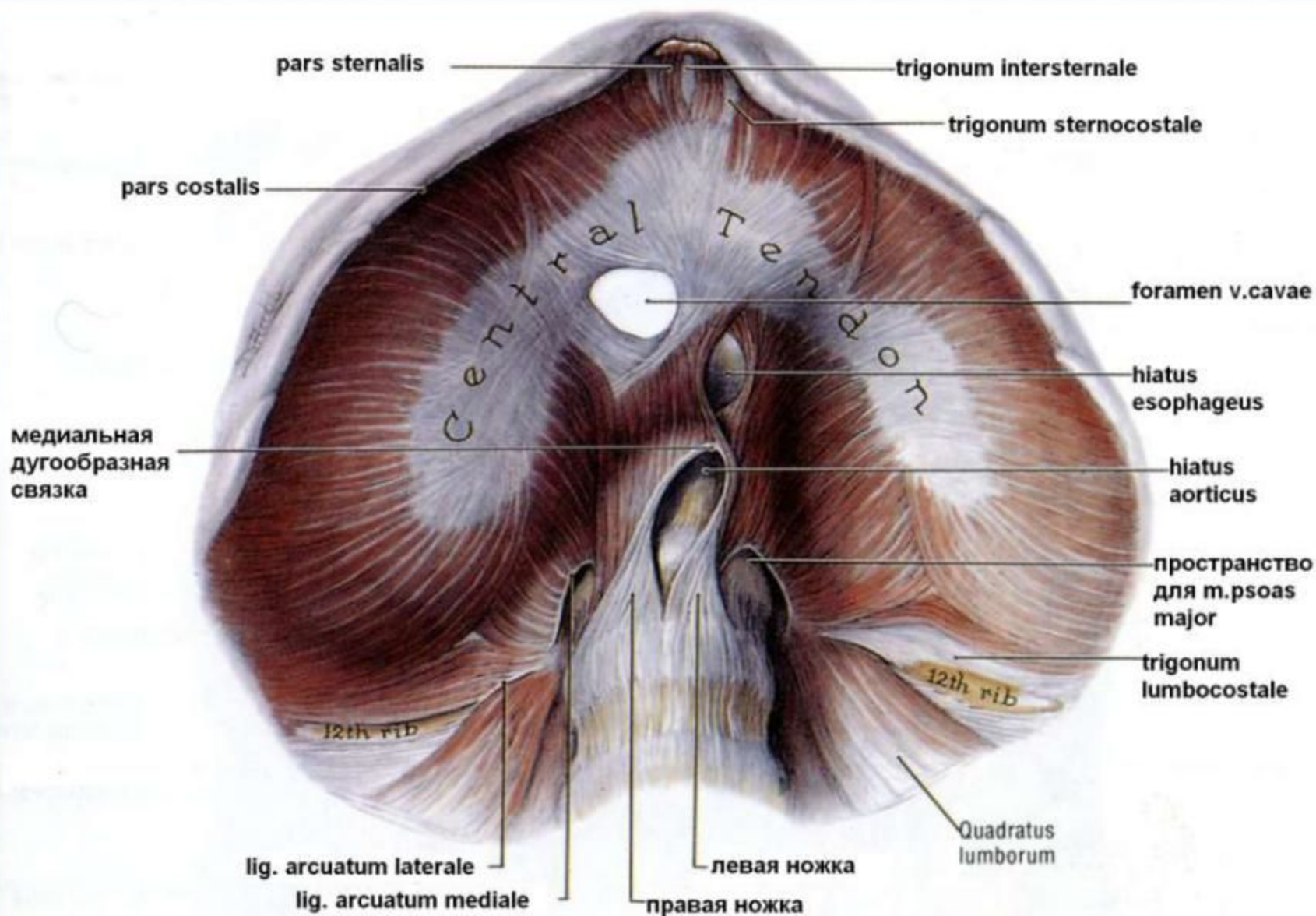
Правый диафрагмальный нерв
 Правая перикардиодиафрагмальная артерия
 Правый блуждающий нерв

Пищевод
 Нижняя полая вена
 Сухожильный центр торакоабдоминальной диафрагмы
 Диафрагмальные нервы
 Нижние диафрагмальные артерии

Левый диафрагмальный нерв
 Левая перикардиодиафрагмальная артерия
 Левый блуждающий нерв
 Внутренние грудные артерии
 Пищеводное отверстие торакоабдоминальной диафрагмы
 Аортальное отверстие торакоабдоминальной диафрагмы
 Верхняя надчревная артерия
 Мышечнодиафрагмальная артерия
 Правая ножка торакоабдоминальной диафрагмы
 Брюшная аорта



Слабые места диафрагмы – треугольники между мышечными частями и пищеводное отверстие



Частота дыхания

Зависит от возраста, состояния дыхания и деятельности

Новорожденный – 40-60 в минуту

Годовалый – чуть реже

4-5 лет – 25 в минуту

Взрослый – 16-18

У спортсменов реже

При психическом напряжении повышается

При каждом вдохе и выдохе через легкие проходит примерно 500 мл воздуха

Движение воздуха через легкие называется легочной вентиляцией, ее показатель – минутный объем легких – количество воздуха, проходящее через легкие за 1 минуту

$$500 \text{ мл} \times \text{ЧД} = 7\text{-}8 \text{ литров}$$

При мышечной работе может увеличиваться до 50-100 л

Учащенное дыхание называют **тахипноэ**, а редкое — **брадипноэ**.

- Типы дыхания
- .Грудной
 - .Брюшной
 - .Смешанный

Количество воздуха, которое человек может выдохнуть после глубокого вдоха называется **жизненная емкость легких = 3500 мл**

ЖЕЛ зависит от возраста, пола, степени развития грудной клетки, она является показателем функционального состояния легких, определяется спирометром.

После самого глубокого выдоха в легких остается воздух – называется остаточным = 1200 мл

Регуляция дыхания

1. **Хеморецепторы** – рецепторы, контролирующие концентрации веществ, растворенных в крови (расположены в каротидном синусе (в области бифуркации общей сонной артерии), а также в ЦНС (в продолговатом мозге)).
2. Нервные окончания, реагирующие на **растяжение легких**.
3. **Химическое раздражение** дыхательных путей.

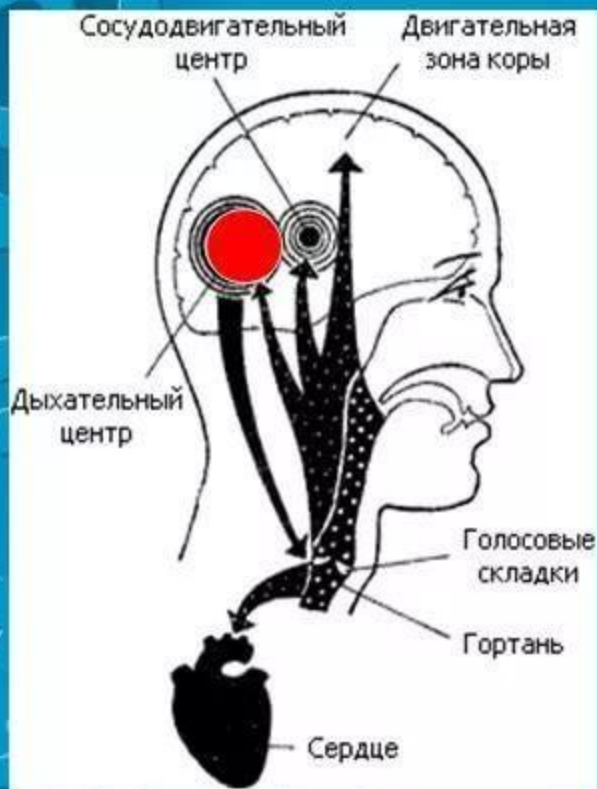
От перечисленных рецепторов информация поступает в ЦНС, где она интегрируется и изменяет работу дыхательного центра, который локализуется в *продолговатом мозге*.

Два отдела: **инспираторный (центр вдоха)** и **экспираторный (центр выдоха)**. При этом центр дыхания обладает способностью реагировать на повышение концентрации углекислого газа в крови или спинномозговой жидкости (на снижение в этих средах концентрации кислорода он практически не реагирует).

Симпатическая нервная система расширяет бронхи, секреция угнетается. Угнетают работу желез и расширяют просвет бронхов различные БАВы (адреналин, норадреналин).

Регуляция дыхания

Дыхательный центр - совокупность нейронов, обеспечивающих деятельность дыхательной системы и её приспособление к условиям среды



Отдел вдоха

Отдел выдоха

Дыхательный центр располагается в продолговатом мозге.

При вдыхании дыма, газов, остро пахнущих веществ происходит рефлекторная задержка дыхания, сужение голосовой щели, сужение бронхов (бронхоконстрикция). Эти рефлексы защищают нижние дыхательные пути и легкие от проникновения в них раздражающих веществ.

Временная рефлекторная остановка дыхания — **апноэ** — происходит при действии воды на область нижнего носового хода (при умывании, нырянии), а также во время акта глотания, предохраняя дыхательные пути от попадания в них воды или пищи.

При раздражении рецепторов слизистой оболочки гортани, трахеи, бронхов возникает защитный **кашлевой рефлекс**: после глубокого вдоха происходит резкое сокращение мышц выдоха; голосовая щель открывается и воздух устремляется наружу.

Раздражение чувствительных окончаний тройничного нерва, расположенных в слизистой оболочке полости носа, вызывает **рефлекс чиханья**. Механизм чиханья аналогичен кашлевой реакции. Раздражение рефлексогенной зоны полости носа также вызывает интенсивное слезотечение. Слеза стекает через носослезный канал в полость носа и, смывая раздражающее вещество, выполняет защитную функцию.

Воздушно-кровяной барьер (аэрогематический)

через который происходит газообмен, очень тонкий (в среднем 0,2–0,5 мкм). Он образован тонким (90–95 нм) слоем дыхательных альвеолоцитов, базальной мембраной, на которой они лежат, сливающейся с базальной мембраной кровеносных капилляров (толщина общей мембраны 90–100 нм), и слоем эндотелиоцитов (толщина 20–30 нм). Капилляры образуют вокруг альвеол густую гемокапиллярную сеть. При этом каждый капилляр граничит с одной или несколькими альвеолами.

Переход газов через аэрогематический барьер обусловлен разностью их концентраций по обе стороны этой мембраны.

Для газовой среды применяют такое понятие, как «**парциальное давление**», это та часть общего давления газовой смеси, которая приходится на данный газ.

В альвеолярном воздухе парциальное давление:

- кислорода приблизительно равно **100 мм рт. ст.**
- парциальное давление углекислого газа — **40 мм рт. ст.**

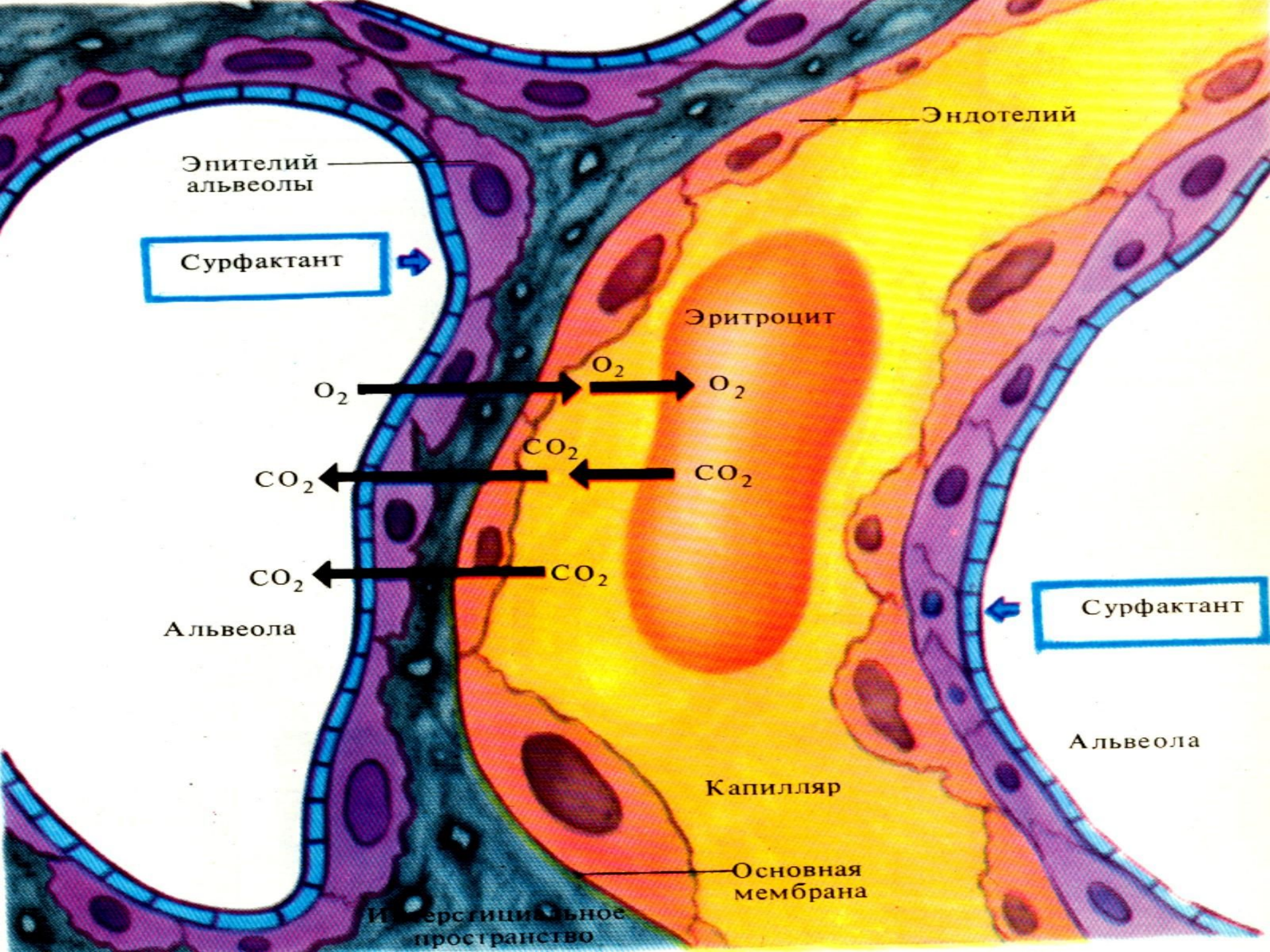
Если газ растворен в жидкой среде, то говорят о его **напряжении**.

В венозной крови напряжение:

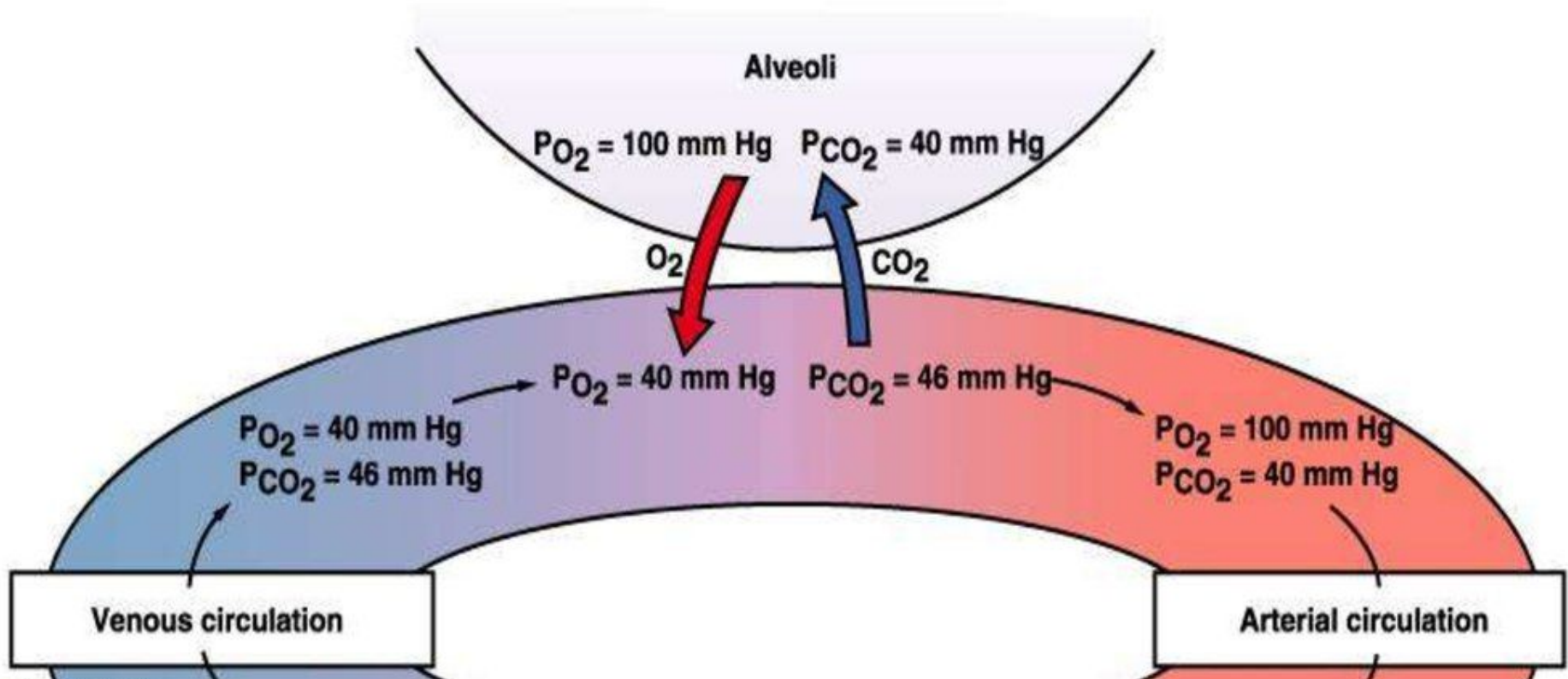
- кислорода примерно **40 мм рт. ст.**
- углекислого газа примерно **46 мм рт. ст.**

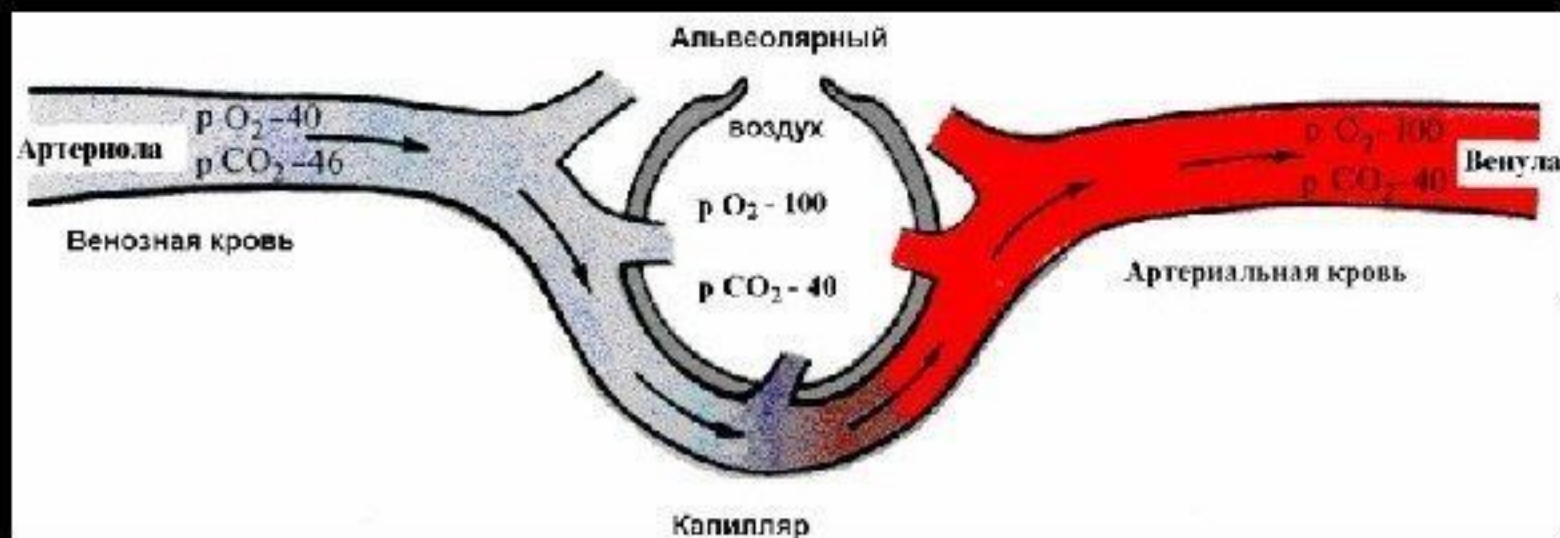
Следовательно, градиент (разница) давления для кислорода между **альвеолярным воздухом и кровью составляет 60 мм рт. ст.** Для углекислого газа градиент давления будет равен **6 мм рт. ст. в пользу крови**. Направление диффузии для углекислого газа следующее: из крови во внешнюю среду.

Таким образом, диффузия идет из среды с большим ПД (напряжением) в среду с меньшим парциальным давлением (напряжением), т.е. по разности концентрации.



Диффузия газов в легких





Перенос O_2 и CO_2 происходит путем диффузии. Ее движущей силой служат разности P_{O_2} и P_{CO_2} по обе стороны аэрогематического барьера.

Для O_2 :

$$P_{\text{альвеоль}} = 100 \text{ мм Hg}$$

$$P_{\text{кровь}} = 40 \text{ мм Hg}$$

$$P_1 - P_2 = 60 \text{ мм Hg}$$

Для CO_2 :

$$P_{\text{кровь}} = 46 \text{ мм Hg}$$

$$P_{\text{альвеоль}} = 40 \text{ мм Hg}$$

$$P_1 - P_2 = 6 \text{ мм Hg}$$

При пониженном давлении снижается и ПД кислорода. Это наблюдается при подъеме на высоту. На высоте до 3000 м над уровнем моря человек чувствует себя вполне удовлетворительно. При подъеме выше 4000—6000 м появляются одышка, приступы удушья, сердцебиение; некоторые участки кожи становятся цианотичными (фиолетовой окраски). Возникает так называемая **«горная болезнь»**.

Повышение давления наблюдается при нырянии с аквалангом. Через каждые 10 м глубины давление повышается на 1 атм. При этом в кровь попадает большое количество газов. При быстром подъеме с глубины давление резко снижается. Газы, растворенные в крови, выходят из нее и могут образовывать пузырьки. Образовавшиеся пузырьки с током крови переносятся в мелкие сосуды и закупоривают их. Возникает **кессонная болезнь**, которая может привести к смерти.

Дыхание при низком и высоком давлении. Горная болезнь



Кессонная болезнь

