

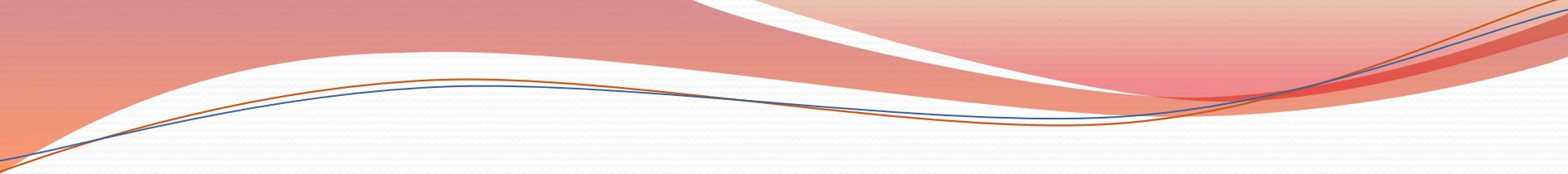
# Дыхательная система



- Обеспечивает важнейшие для жизнедеятельности организма процессы: доставка кислорода в легкие при вдохе, газообмен, выведение из организма углекислого газа и других веществ при выдохе.



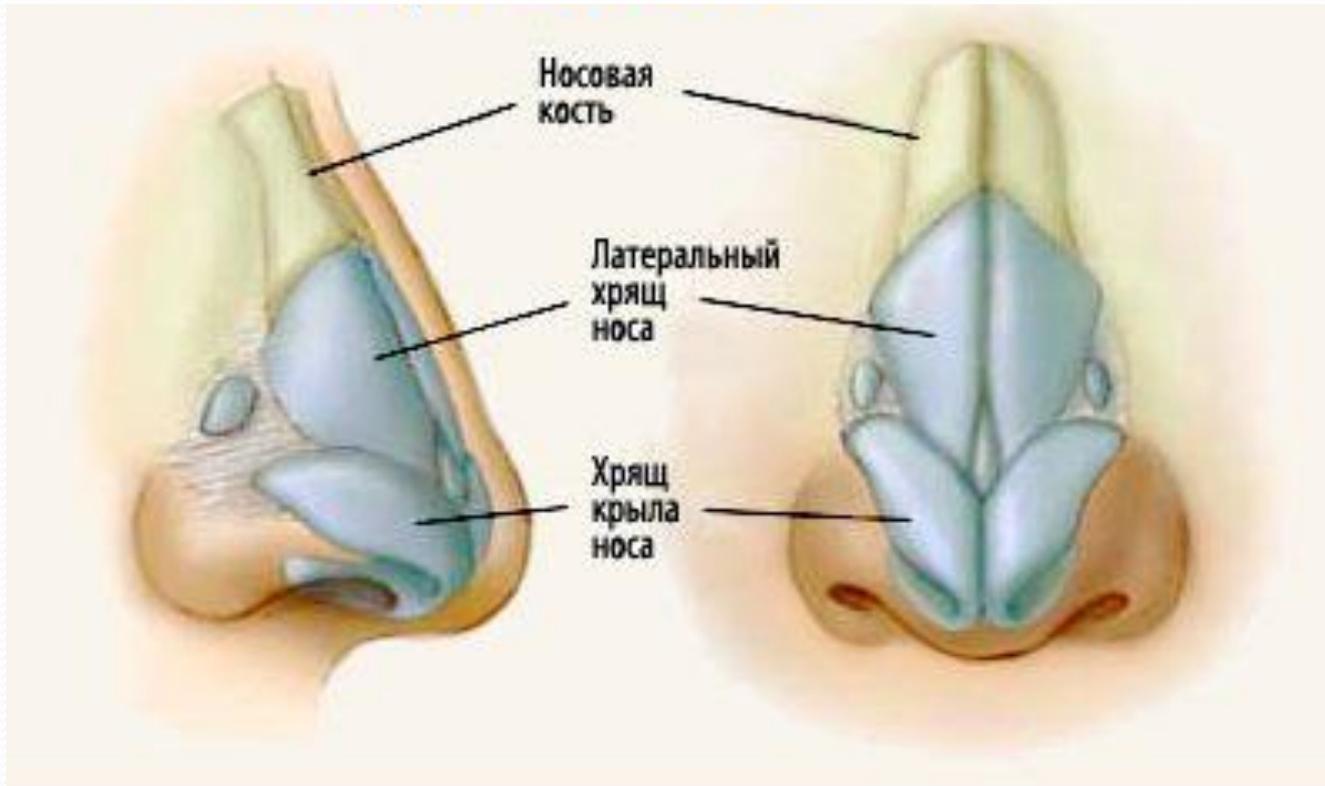
- Дыхательная система участвует также в голосообразовании.

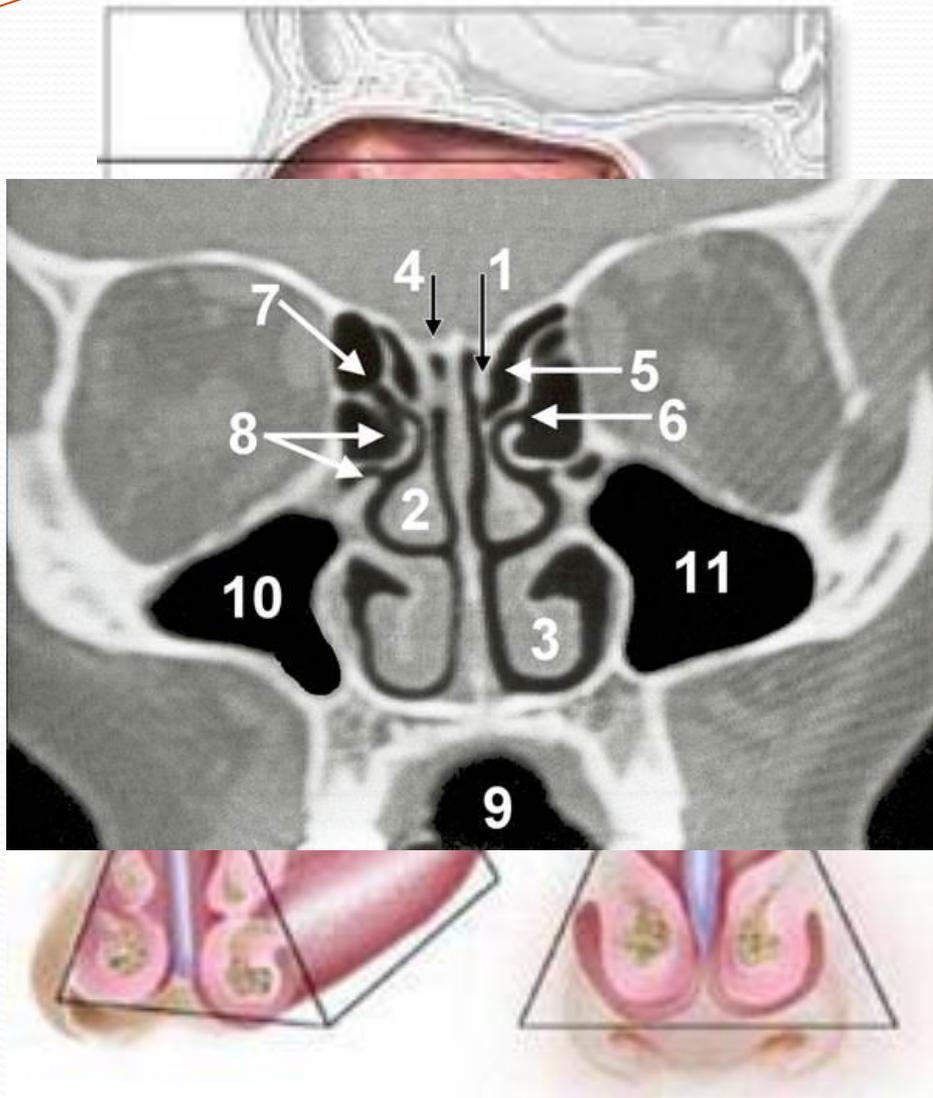


# Носовая полость

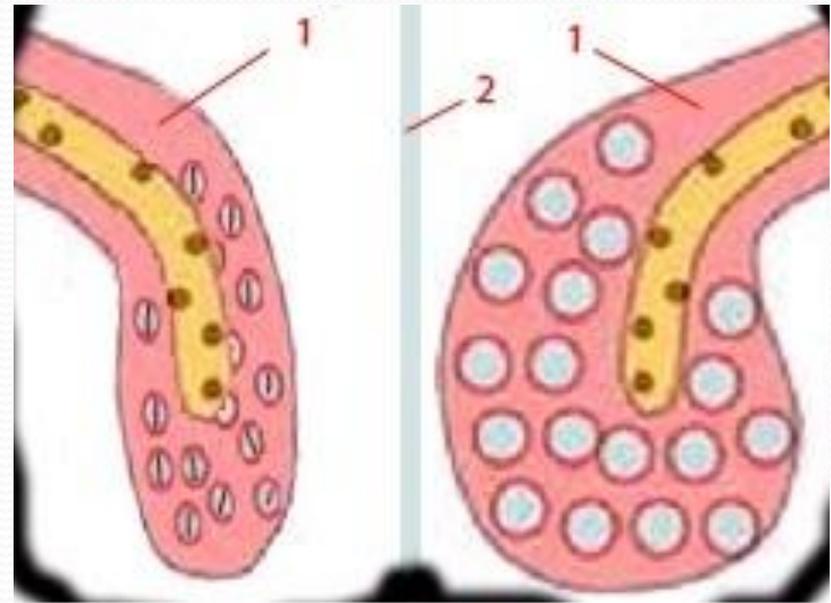
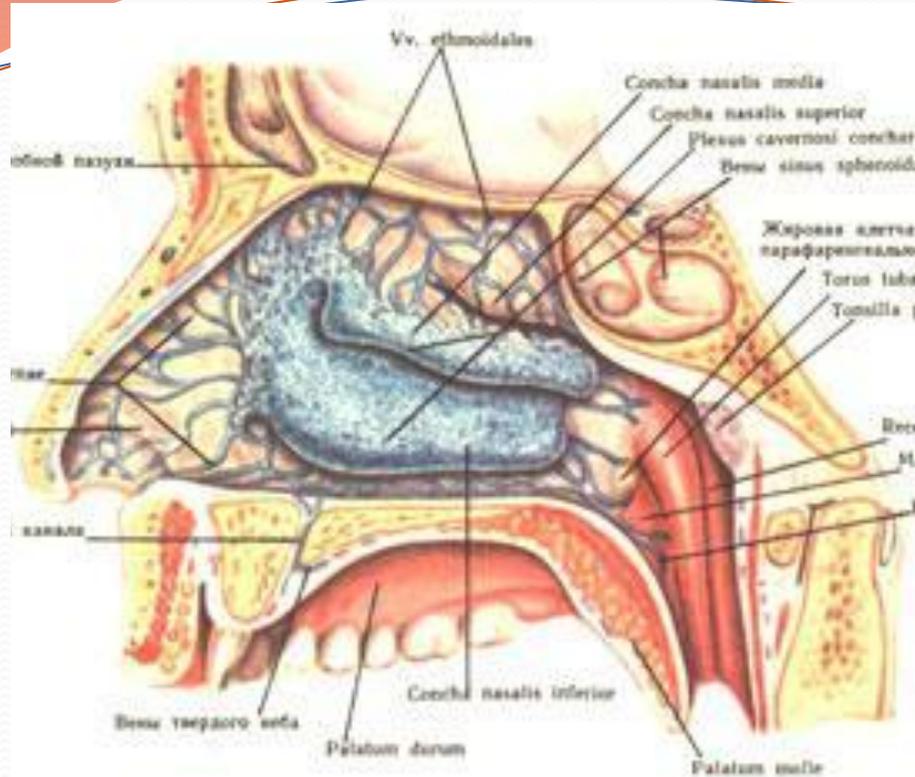


Для человека характерен выступающий наружный нос. Скелет носа образован костной и хрящевой тканью; хрящи носа держат ноздри постоянно раскрытыми.



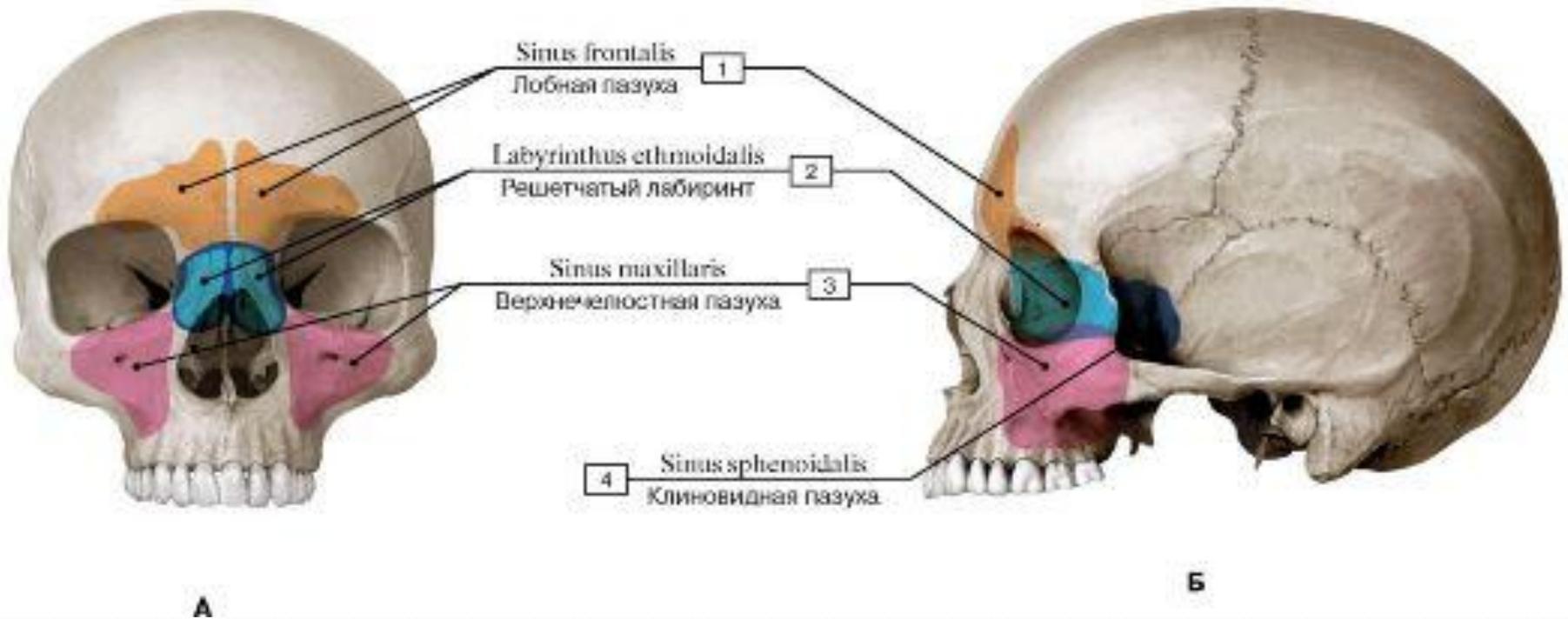


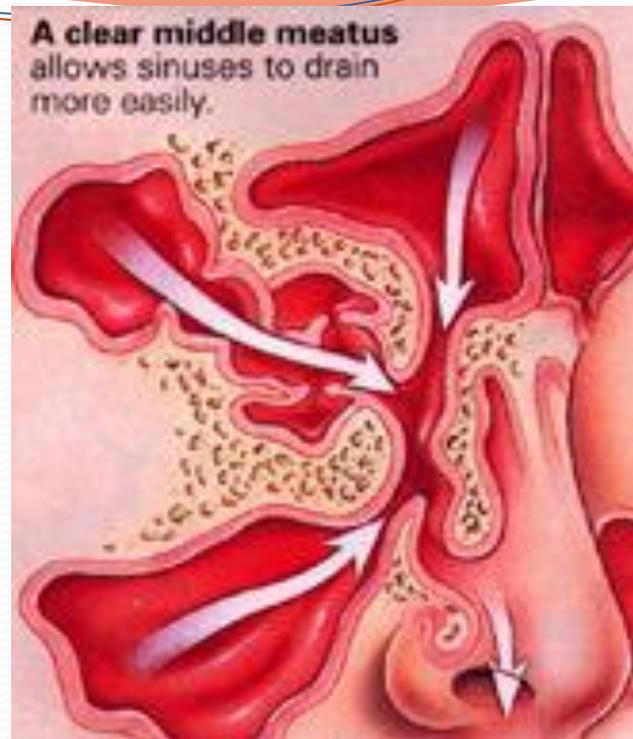
Каждая половина носовой полости делится верхней, средней и нижней носовыми раковинами на 3 носовых хода: верхний, средний и нижний. Верхняя и средняя носовые раковины – части решетчатой кости, нижняя носовая раковина – самостоятельная кость. Носовые раковины заметно удлиняют путь вдыхаемого воздуха, и он лучше согревается и очищается от механических примесей.



Основой носовых раковин является кость, но большую часть составляют кавернозные тела – система полостей (венозных сосудов), которые при необходимости могут заполняться кровью. Тогда кавернозное (пещеристое) тело увеличивается в объеме, становится твердым и упругим. Это способствует согреванию воздуха: температура наружного воздуха с 20 °С повышается до 36 °С после прохождения его по полости носа до носоглотки.

# Придаточные пазухи носа (околоносовые синусы)





Воздухоносные пазухи черепа открываются в носовые ходы.

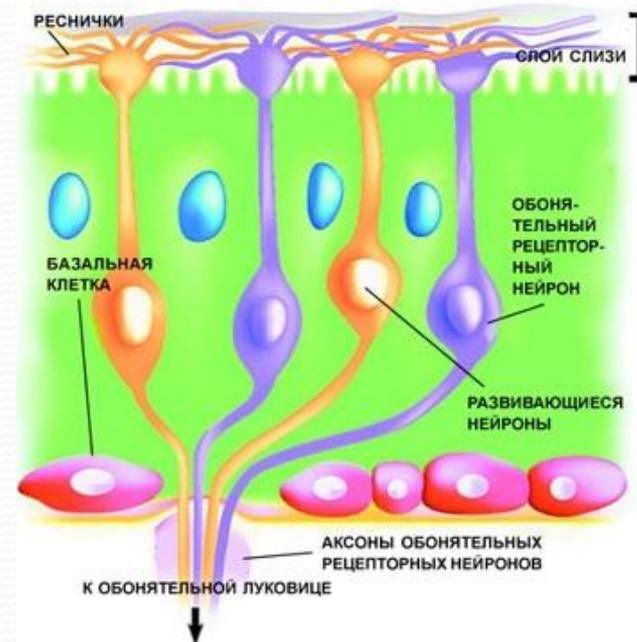
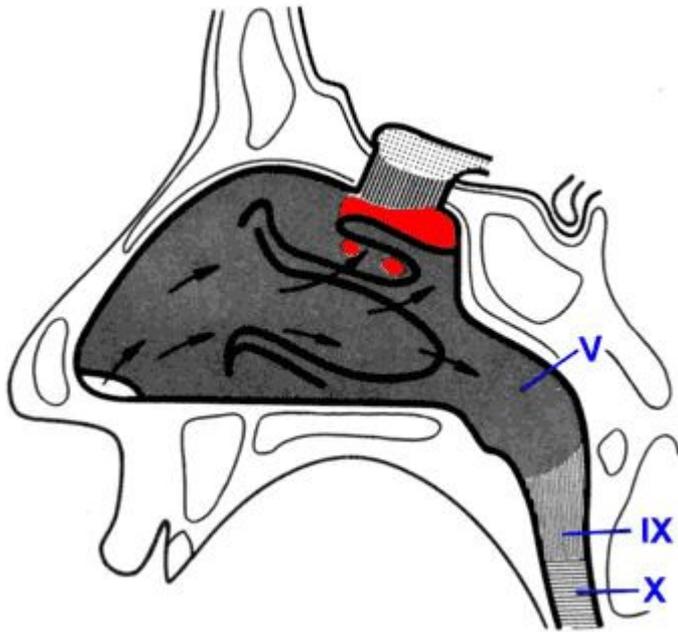
Они облегчают вес черепа и участвуют в голосообразовании как резонаторы.

# Слизистая оболочка носовой полости

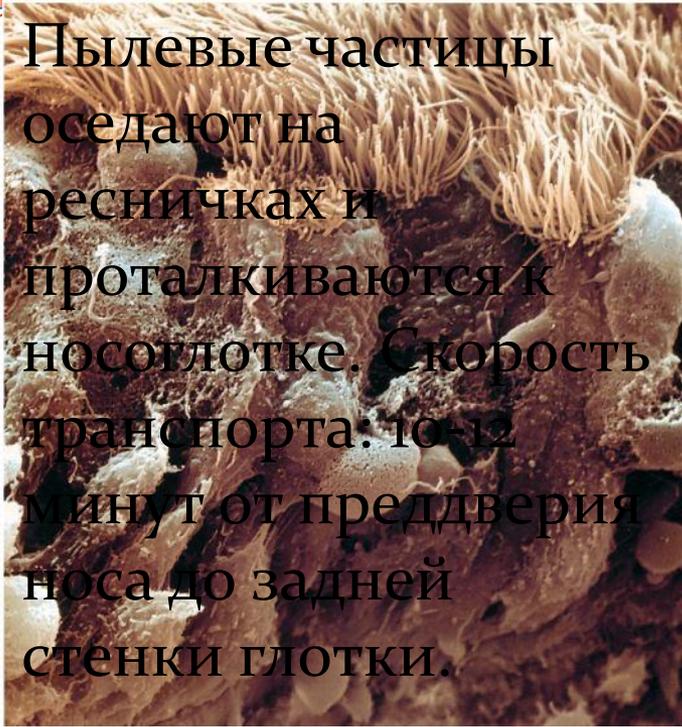
2 области: **обонятельная** (филогенетически более древняя) и **дыхательная**.

Обонятельная область находится на верхней носовой раковине, площадь ее около  $10 \text{ см}^2$ .

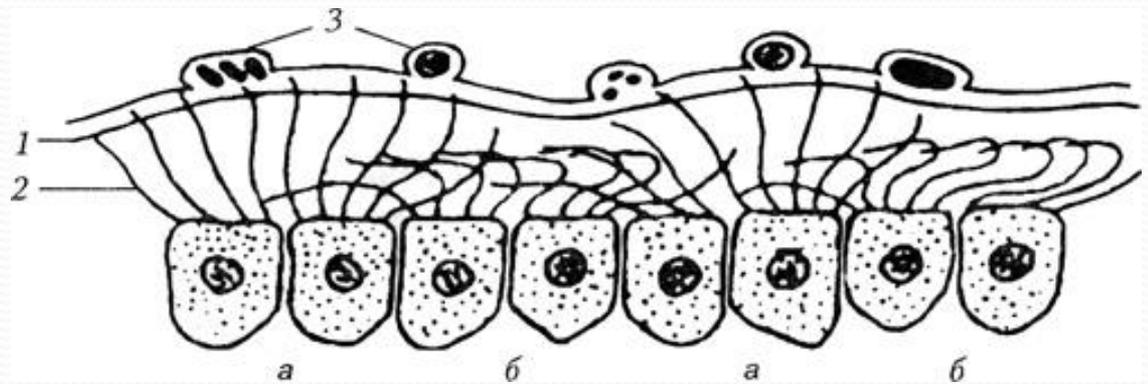
Выстлана ресничным эпителием, среди клеток которого расположены чувствительные биполярные обонятельные нейроны.



Пылевые частицы оседают на ресничках и проталкиваются к носоглотке. Скорость транспорта: 10-12 минут от преддверия носа до задней стенки глотки.



**Дыхательная (респираторная)** область покрыта многорядным мерцательным эпителием. Много бокаловидных клеток, выделяющих слизь.



**Схема движения ресничек мерцательного эпителия**  
а — эффективная фаза движения ресничек; б — фаза возвратного движения; 1 — верхний вязкий слой слизи; 2 — нижний менее вязкий (перилицилярный) слой слизи; 3 — микроорганизмы и инородные тела. Реснички совершают примерно 250 циклов в минуту.

ПОЛОСТИ:

ФНКЦИИ НОСОВО

• ОБОНЯТЕЛЬНАЯ

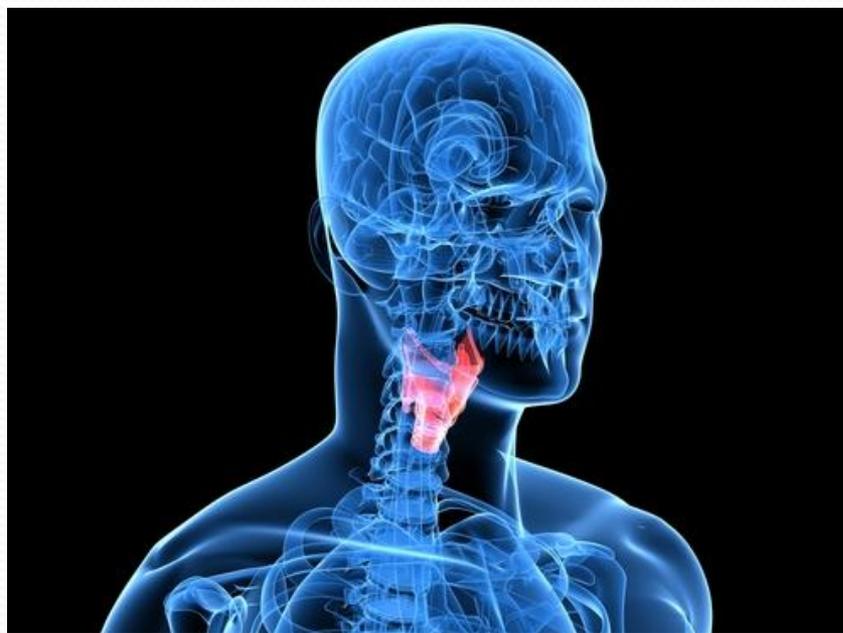
• ЗАЩИТНАЯ

• ЮЩАЯ

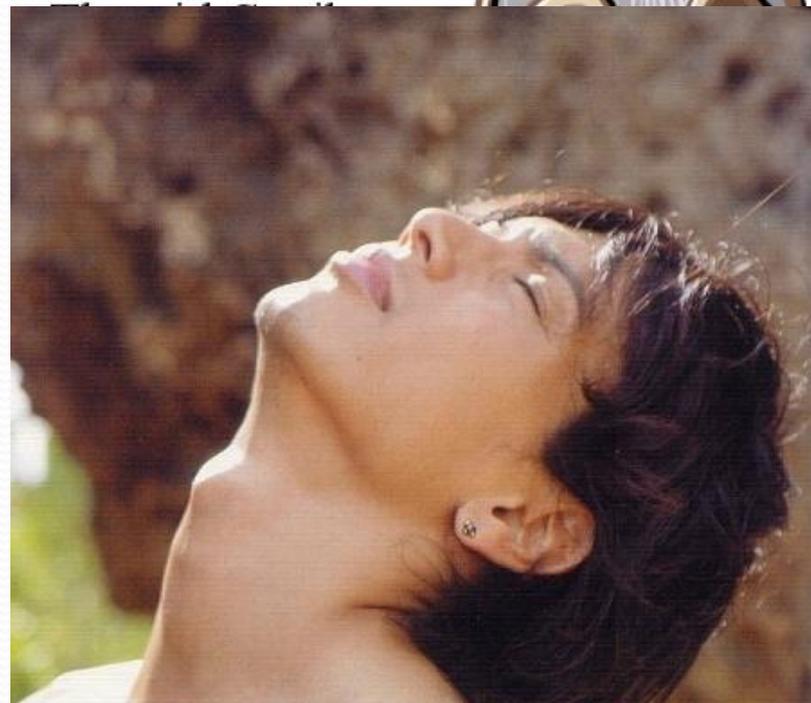
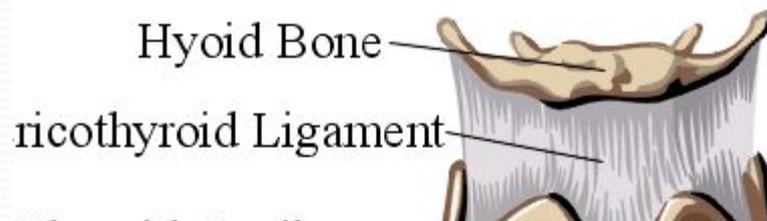
• КОММУНИКАЦИОННАЯ

• ВОЗДУХОНОСНАЯ

# Гортань, larynx



Топография: на уровне С4-С6; верхняя часть подвешена к подъязычной кости щитоподъязычной связкой; нижняя часть соединена с трахеей. Спереди и с боков прилегает щитовидная железа, сзади – гортанная часть глотки. Под кожей на шее виден **выступ гортани** (особенно у мужчин – «кадык», «адамово яблоко»).



# Скелет гортани

Гиалиновые  
хрящи

Щитовидный

Перстневидный

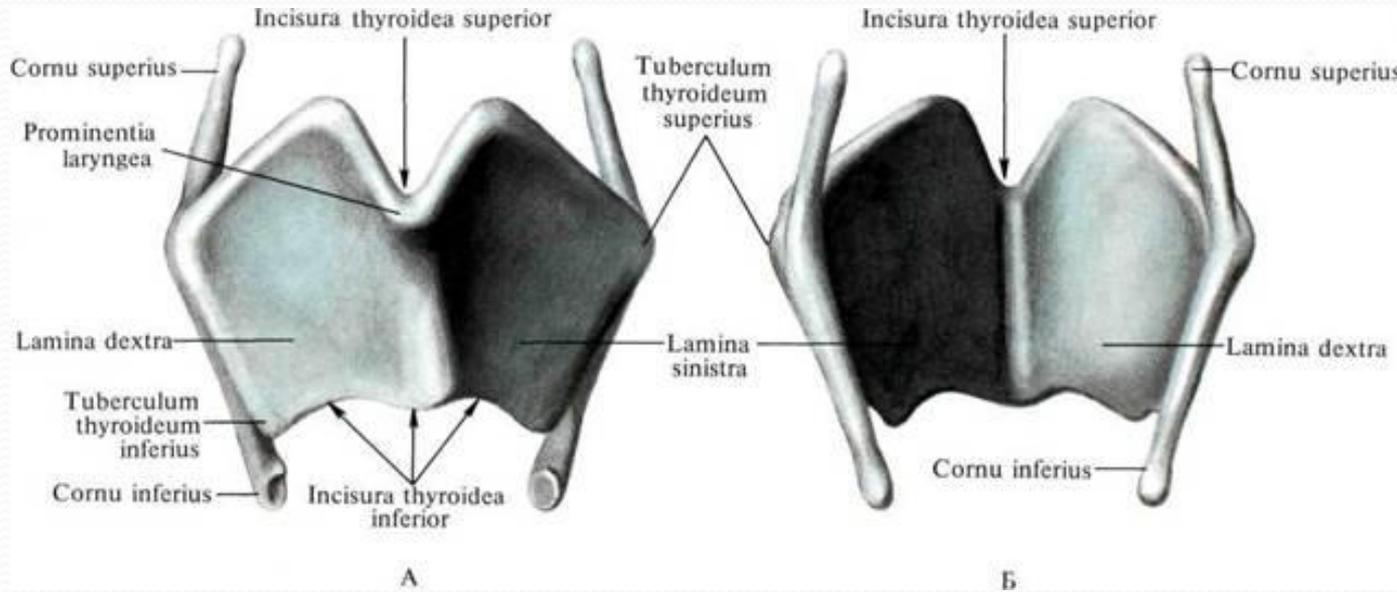
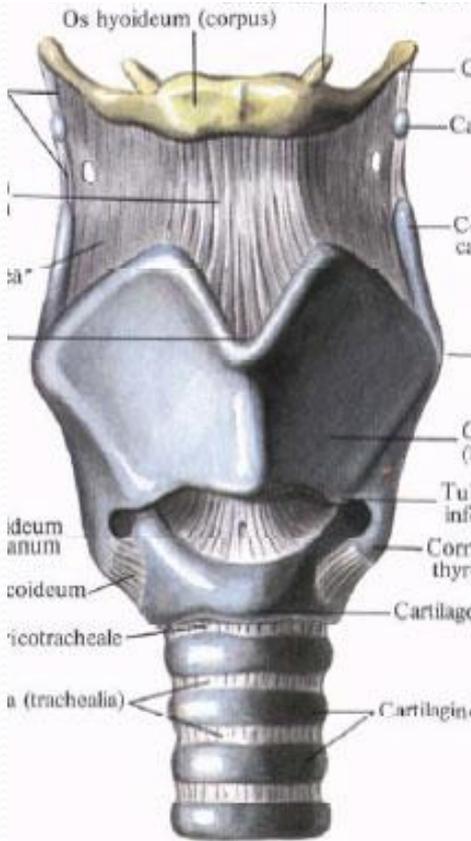
Черпаловидные

Эластические  
хрящи

Рожковидные

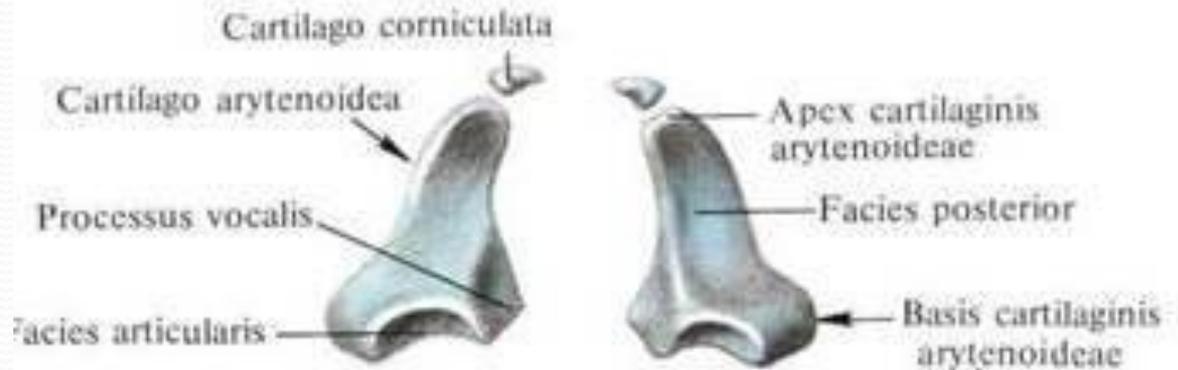
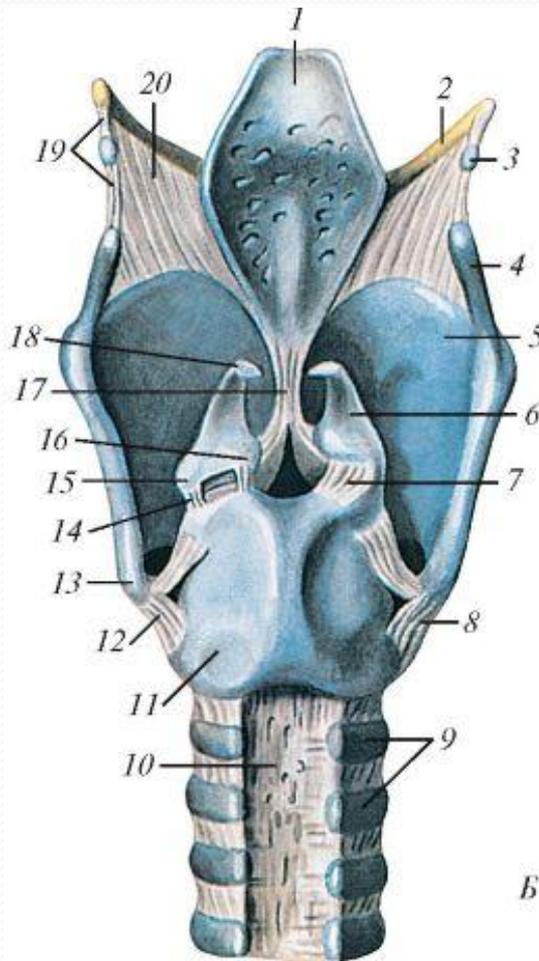
Клиновидные

Надгортанник



**Щитовидный хрящ** самый крупный, состоит из 2-х пластинок, сходящихся спереди (у мужчин – под прямым углом, у женщин  $\approx 120^\circ$ ). Задние углы каждой пластинки образуют верхние и нижние рога.





**Черпаловидные хрящи** напоминают трехгранные пирамидки, имеют 2 отростка: в полость гортани выступает голосовой отросток, назад и наружу – мышечный.

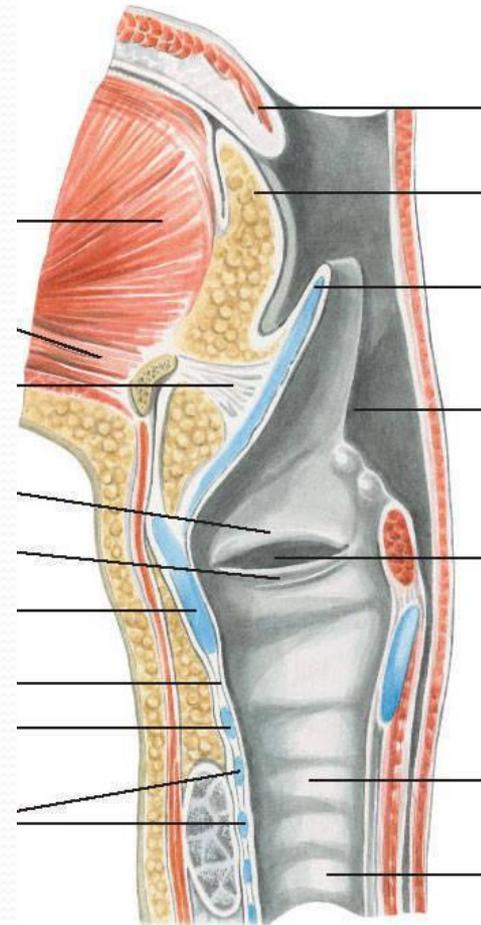
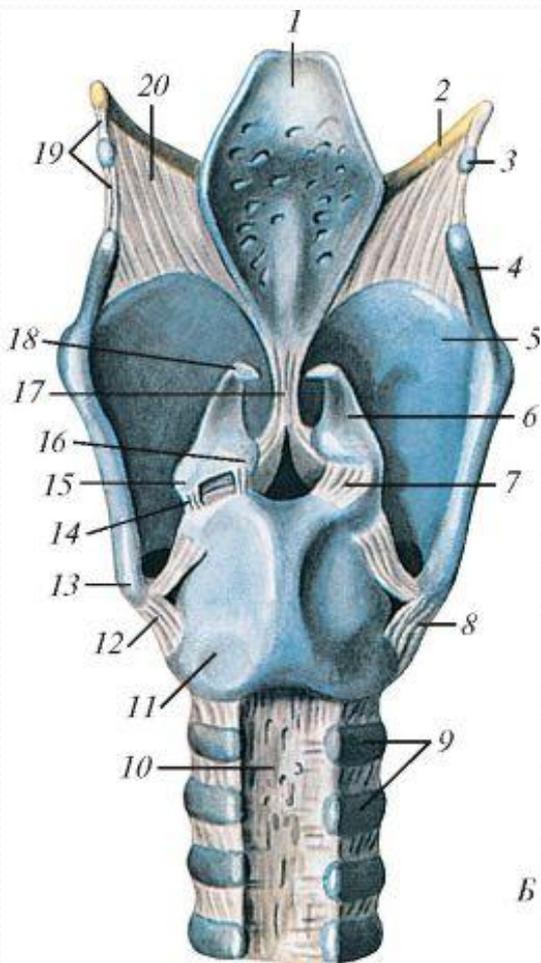
**Рожковидные и клиновидные хрящи** – небольшие, клиновидный часто рудиментарен.

В

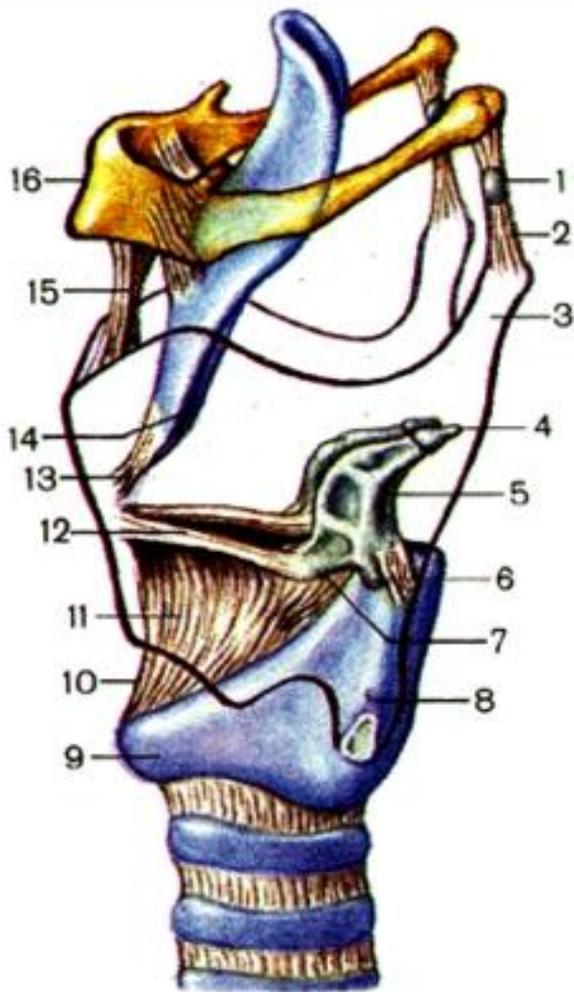
## Надгортанник –

листовидная изогнутая пластинка; более широкое основание обращено кверху, передняя поверхность – к корню языка, а верхушка опущена книзу, прикреплена к щитовидному хрящу щитонадгортанной связкой, к подъязычной кости – подъязычно-надгортанной. Не имеет опорной функции и выполняет роль клапана, закрывающего вход в гортань при глотании.

Б Все хрящи гортани соединяются между собой связками и суставами.





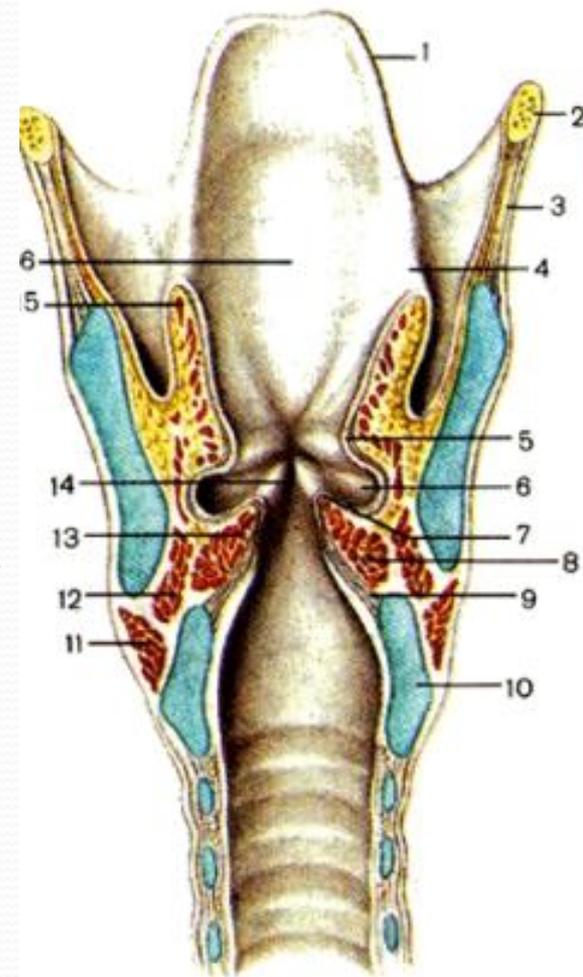


Голосовые связки у мужчин длиннее (22-24 мм), чем у женщин (15-18 мм), и толще.

Выше голосовых складок расположены **преддверные складки**.

Между голосовой и преддверной складками на каждой боковой стенке гортани имеется углубление –

**желудочек гортани** (рудимент голосовых мешков-резонаторов).



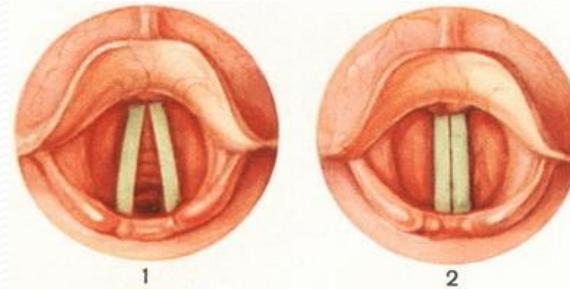
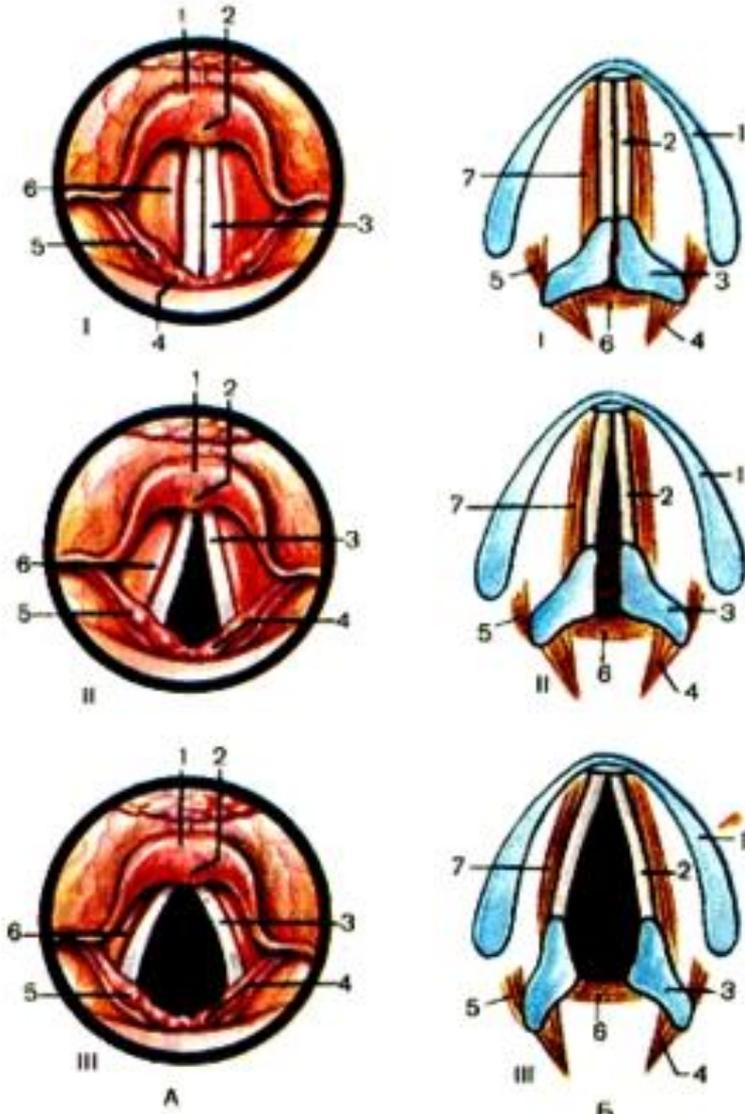
# Механизм голосообразования

- Гортань функционирует как язычковый духовой музыкальный инструмент. Звук возникает при колебании голосовых связок под воздействием струи воздуха из нижележащих отделов дыхательной трубки.
- Тембр звука (богатство обертонов) определяется резонирующими аппаратами.
- Резонаторы у человека: пространство гортани (желудочки), глотка, ротовая и носовая полости.
- Полостные резонаторы: околоносовые пазухи.

# Мышцы гортани

Регулируют давление воздуха, ширину голосовой щели и натяжение связок, то есть управляют силой звука и его высотой.

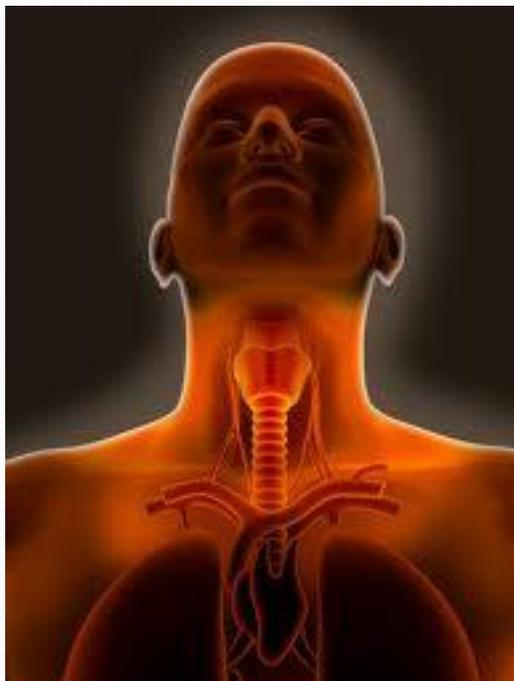
1. Напрягатели голосовых связок: голосовая мышца.
2. Расширители голосовой щели: задняя перстнечерпаловидная (4).
3. Суживатели голосовой щели: поперечная черпаловидная (6).



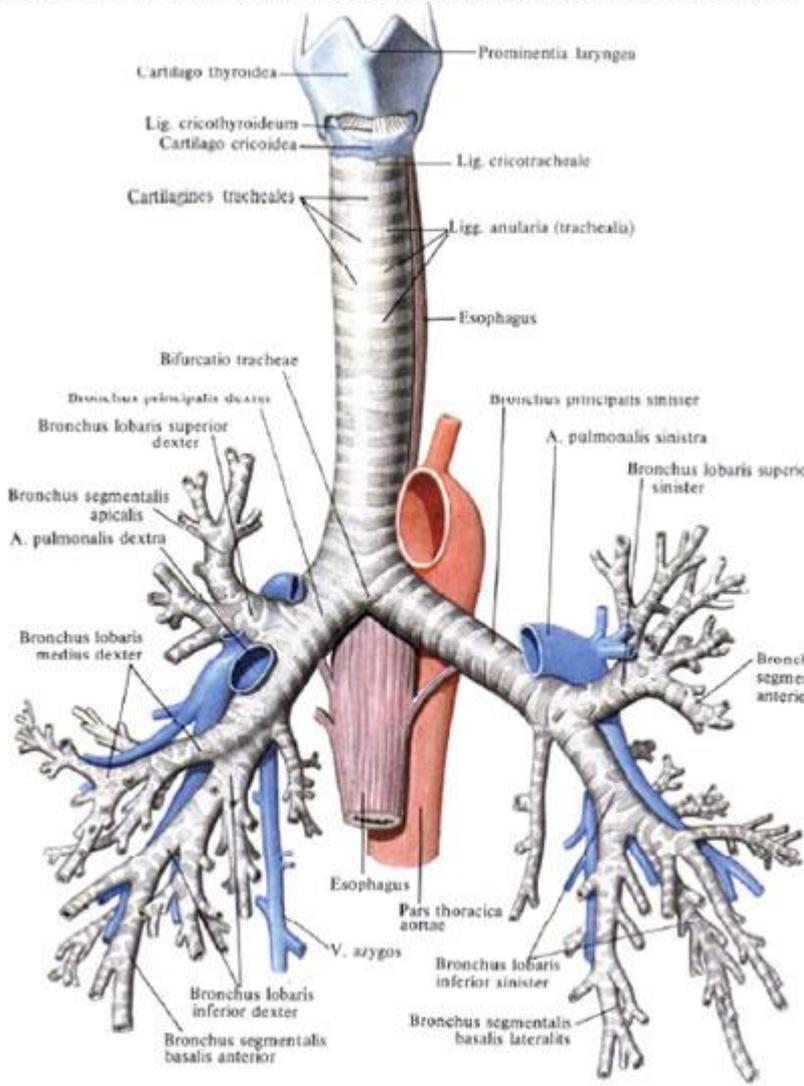
Во время дыхания голосовая щель открыта, при фонации – сомкнута.

- У курильщиков под влиянием высокой температуры дыма возникает отек, утолщение голосовых связок, что делает голос хриплым.
- С возрастом (после 20-50 лет) хрящи гортани окостеневают. При этом голос теряет гибкость и приобретает хриплый, скрипучий оттенок.
- Сами по себе звуки, создаваемые колебанием голосовых связок, относительно тихие, невыразительные и «плоские». Неповторимый тембр дают резонаторы.

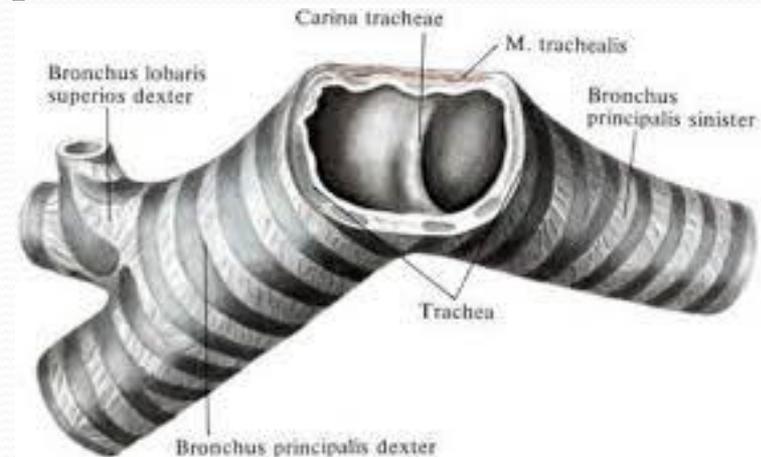
# Трахея



Трахея, trachea, и бронхи, bronchi, вид спереди  
(показано ветвление главных, долевых и сегментарных бронхов)



- Цилиндрическая трубка диаметром просвета  $\approx 12$  мм, слегка уплощена спереди назад, средняя длина 10-12 см.
- Начинается от гортани между С6 и С7 и заканчивается на уровне Т4 (**бифуркация** на 2 главных бронха).
- В области бифуркации в просвет трахеи в сагиттальной плоскости выступает **киль трахеи** – обеспечивает аэродинамический эффект.



# Строение стенки трахеи

## Слизистая оболочка

- Покрыта многорядным мерцательным эпителием с большим количеством бокаловидных клеток.

## Подслизистая основа

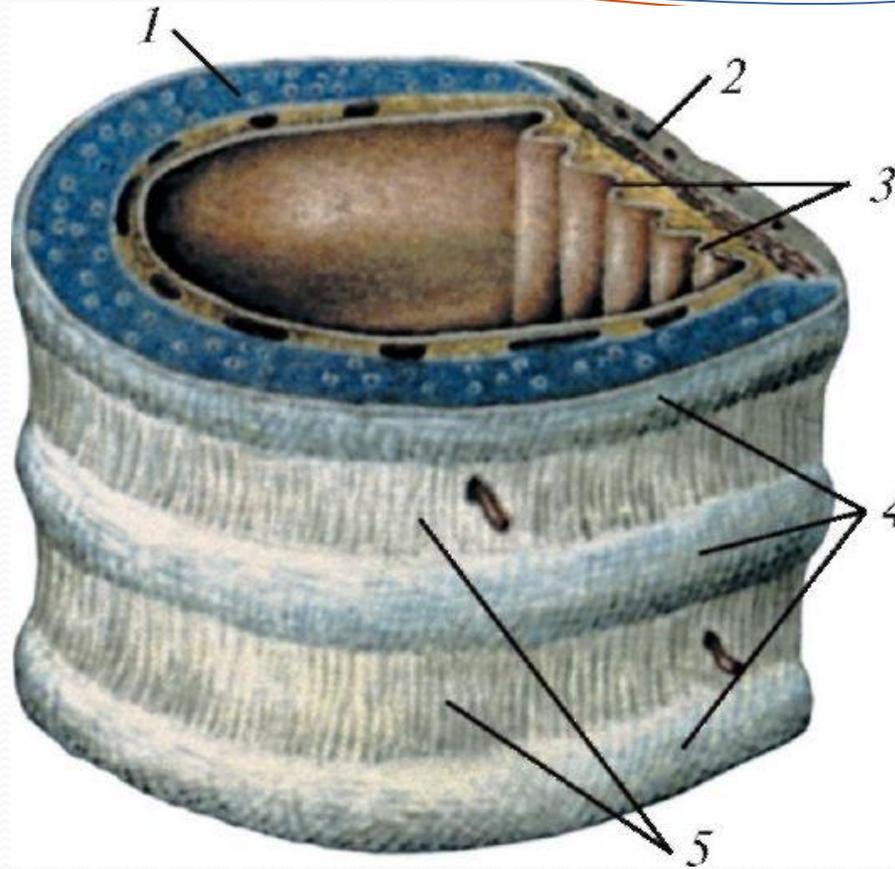
- Смешанные серозно-слизистые железы, их выводные протоки открываются на поверхности слизистой.

## Волокнисто-мышечно-хрящевая оболочка

- 16-20 гиалиновых хрящей в виде полуколец (на  $\frac{1}{4}$  окружности не сходятся сзади).
- Полукольца соединены между собой кольцевыми связками.
- ПВСТ, гладкие миоциты.

## Адвентициальная оболочка

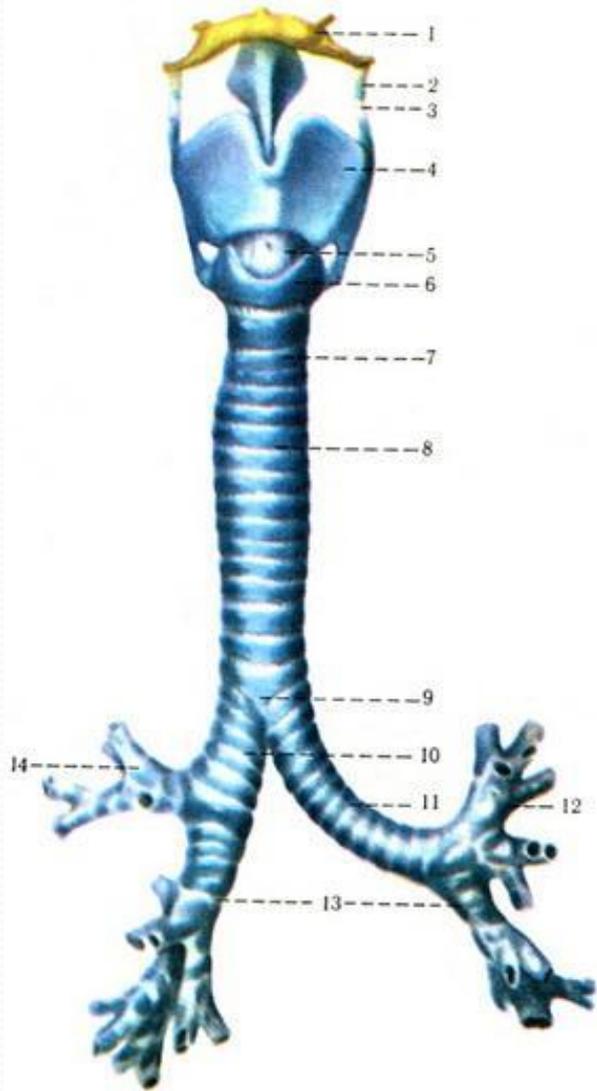
- ПВСТ.



Фрагмент (участок) трахеи, вид сбоку и сверху: 1 - фиброзно-хрящевая оболочка; 2 - перепончатая стенка; 3 - продольные складки; 4 - хрящи трахеи; 5 - кольцевые связки

# Бронхи

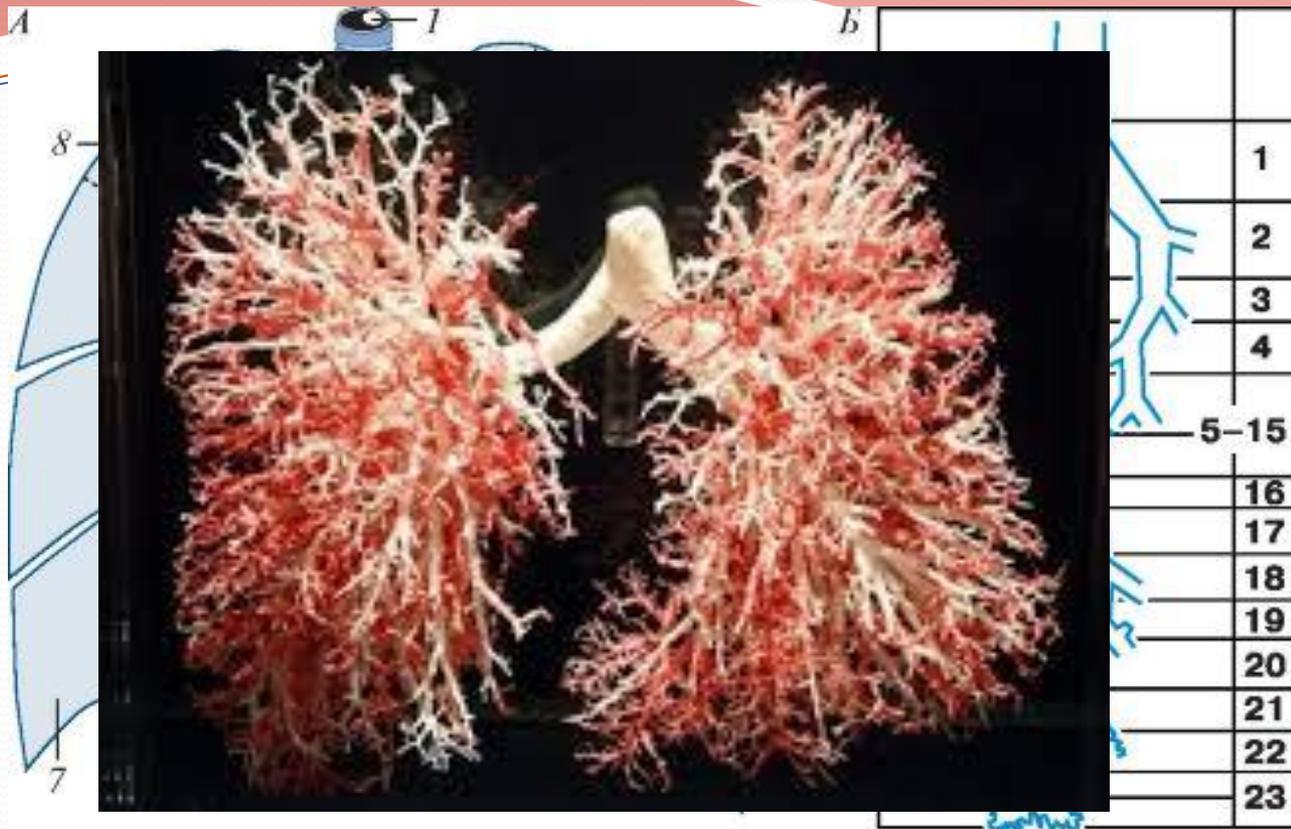




Главные бронхи (правый и левый) отходят от места бифуркации под разными углами: правый  $\approx 20^{\circ}$ , левый  $\approx 35^{\circ}$ .

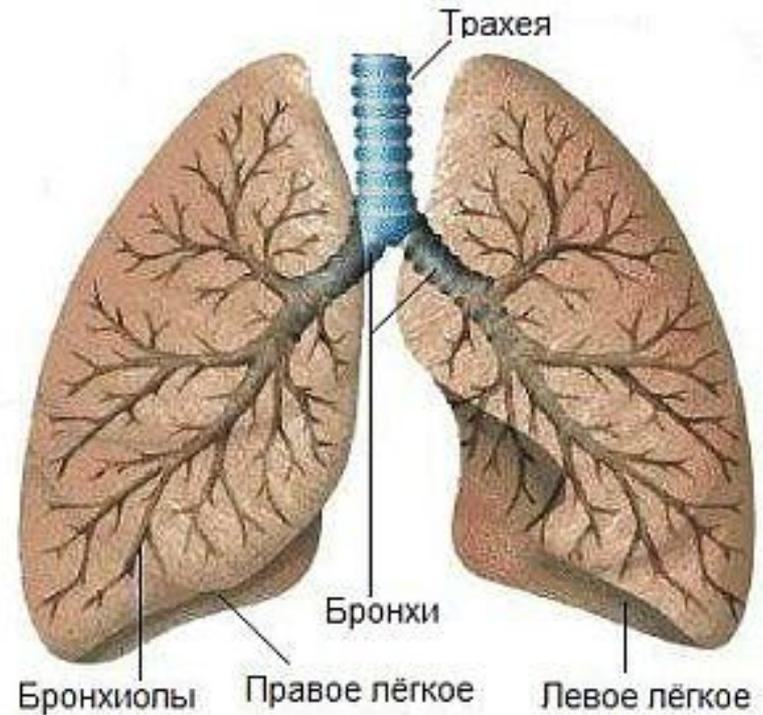
Правый бронх короче и шире левого, является как бы продолжением трахеи.

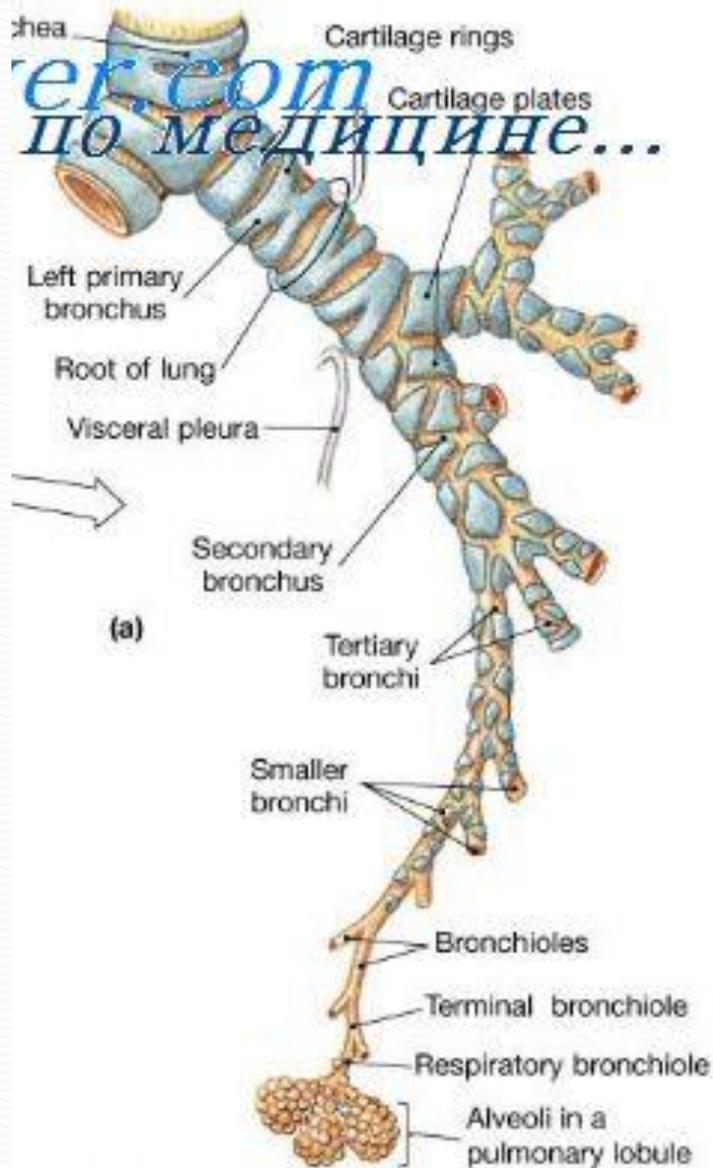
Главные бронхи расположены за пределами легочной ткани.



Ветви главных бронхов расположены уже внутри легкого. Бронхи 2-го порядка – **долевые**. Правый бронх образует 3 долевых бронха, левый – 2. Бронхи 3-го порядка – **сегментарные**, и далее до 24-го уровня ветвления. Просвет бронхов постепенно уменьшается, многочисленные ветвления образуют **бронхиальное дерево**.

Наиболее мелкие бронхи диаметром 1-2 мм распадаются на бронхиолы (диаметром менее 1 мм) и далее на терминальные (концевые) бронхиолы диаметром около 0,5 мм.

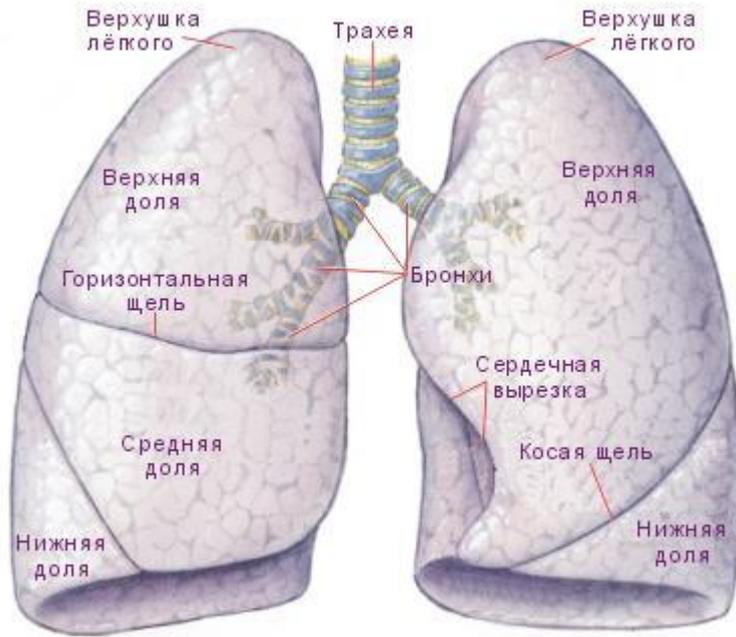




По мере уменьшения калибра бронхов меняется строение их стенки: уменьшается хрящевой и увеличивается мышечный компонент. Гиалиновые хрящи, хорошо выраженные в главных бронхах, постепенно уменьшаются и в бронхиолах исчезают.

# Легкие, pulmones





Легкие – респираторный отдел дыхательной системы, где и происходит газообмен.

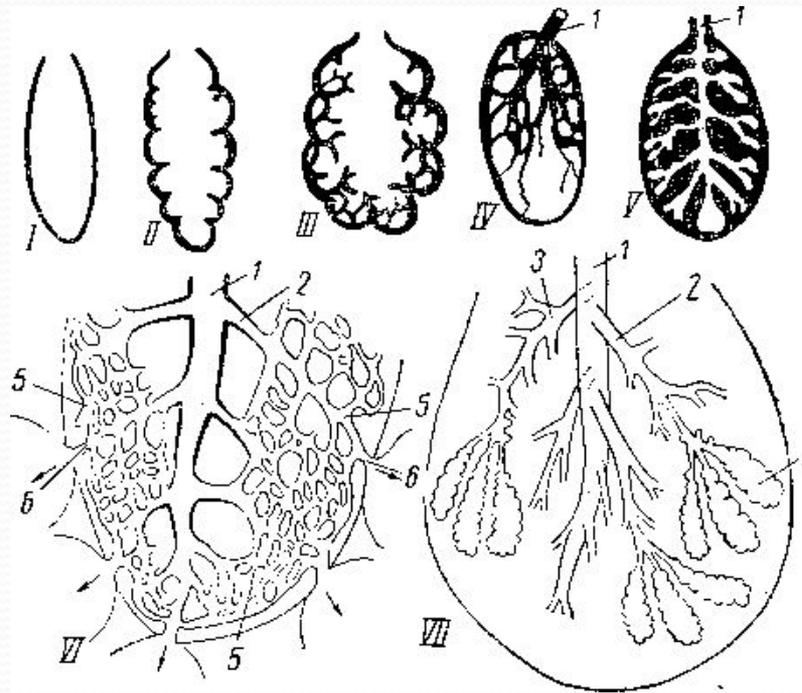
Образованы мягкой эластичной тканью ячеистого строения.

Вес 1 легкого около 0,5-0,6 кг. Вместимость – до 6,3 л воздуха (у мужчин).

В эмбриогенезе легкие возникают в виде вентрального выпячивания дна глотки.

У млекопитающих с высокой активностью и большей потребностью в кислороде площадь дыхательной поверхности должна увеличиться. Это происходит за счет усложнения их внутренней дифференцировки.

# Сравнительная анатомия



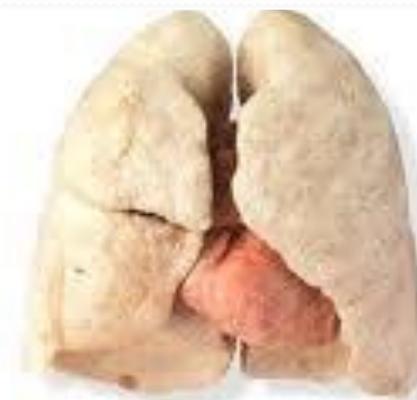
**Схема строения легких у позвоночных** (по Видерсгейму). I, II — хвостатые амфибии; III — бесхвостые амфибии; IV — чешуйчатые рептилии; V — крокодил и черепаха; VI — птицы; VII — млекопитающие:  
1 — бронхи, 2, 3 — брюшные и спинные ветви бронха, 4 — легочные альвеолы, 5 — легочные трубочки, 6 — сообщение легких с воздушными мешками



Цвет легких у детей розовый, у взрослых – серый. В легких, даже спавшихся, всегда остается воздух, поэтому они не тонут в воде.



**Курить - это круто!**

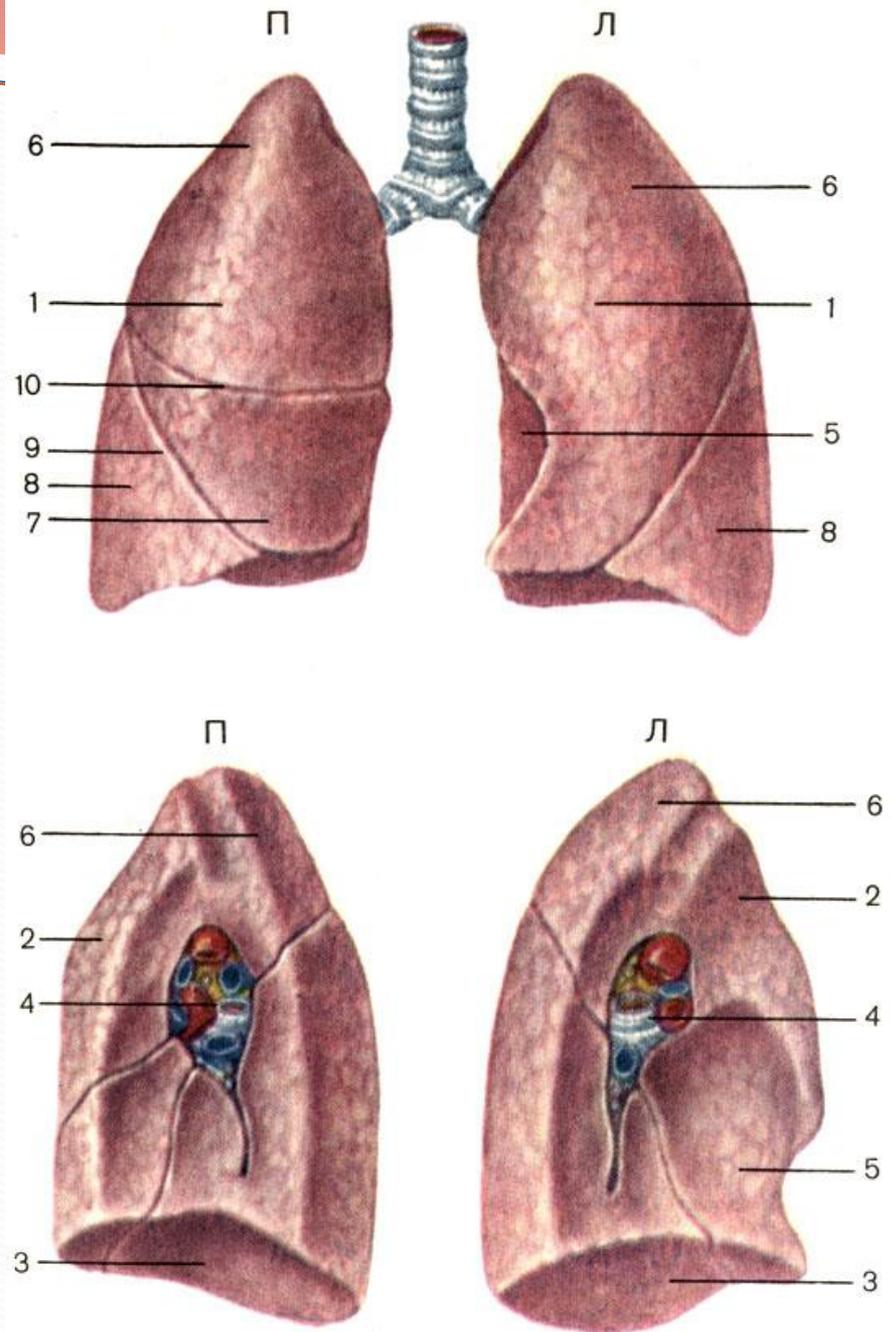


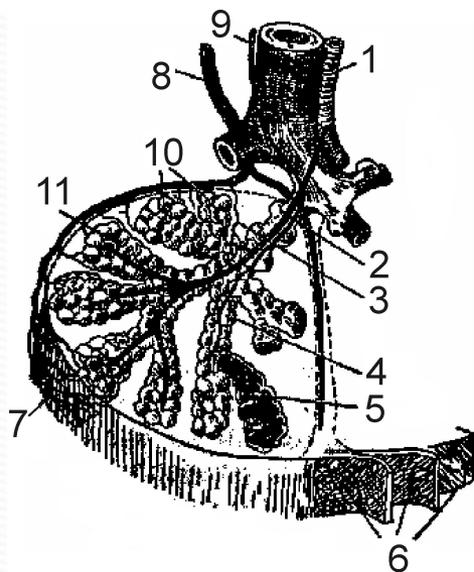
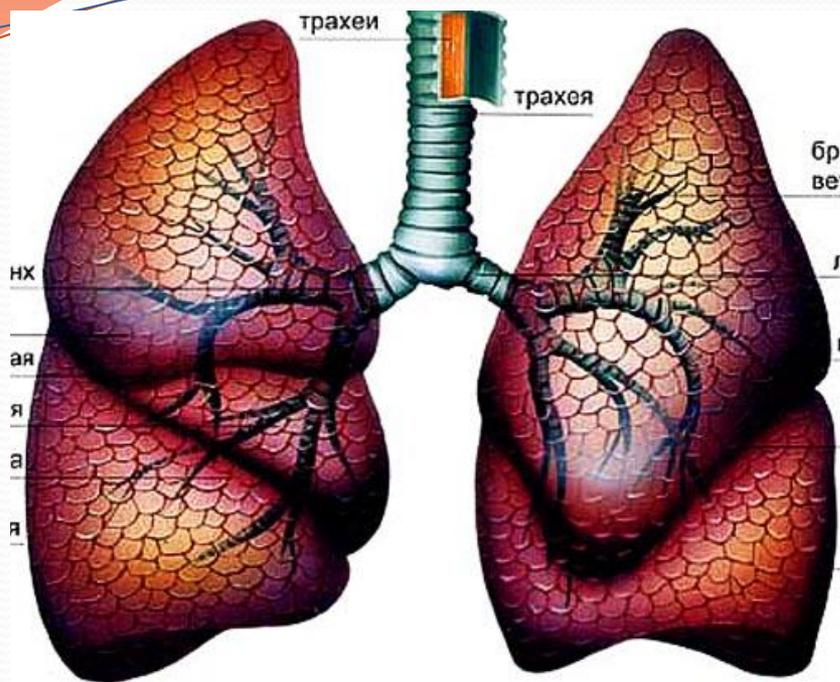
**Да конечно!**

На каждом легком – 3 поверхности: наружная - **реберная** (1), медиальная – **средостенная** (2) и нижняя – **диафрагмальная** (3). Суженный и закругленный конец, несколько выступающий в область шеи – **верхушка легкого**.

**Ворота легкого**: на медиальной поверхности, здесь входят главные бронхи, артерии, выходят вены. Эти компоненты составляют **корень легкого** (4).

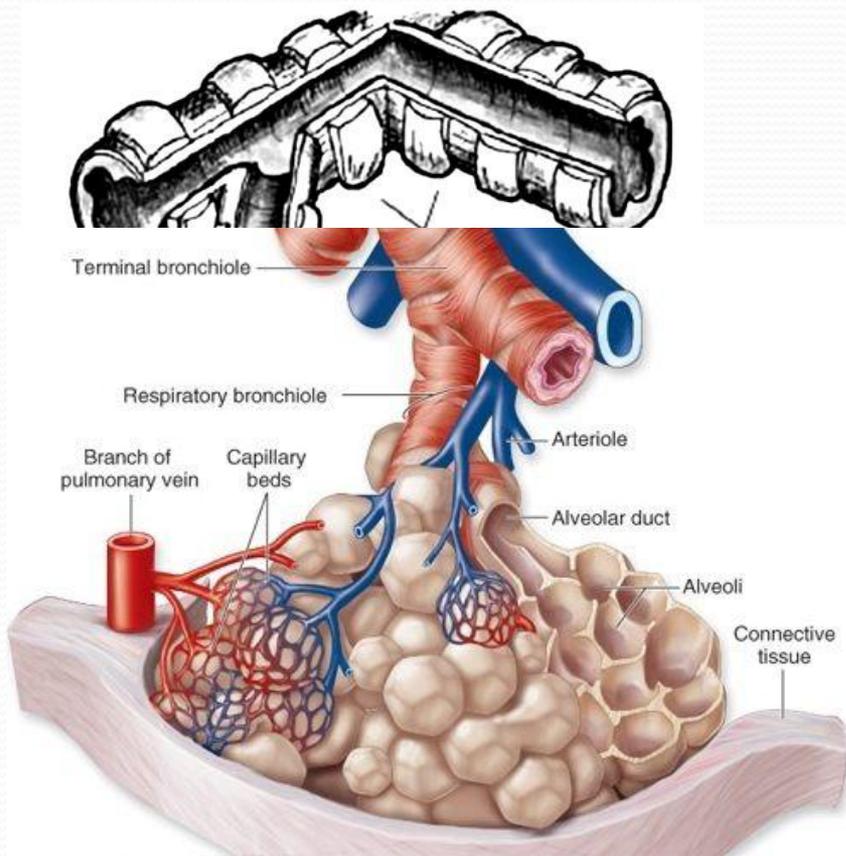
Глубокие борозды делят легкие на **доли**: правое – на 3 (верхняя, средняя и нижняя), левое – на 2 (верхняя и нижняя).





Каждая доля делится на **сегменты**; сегменты – на легочные **дольки**, подобные пирамидкам с основанием 1-2 см. Легкие состоят из множества таких долек, часть из которых видна на поверхности легких в виде многогранных ячеек. Эти ячейки особенно заметны у человека и у животных, живущих в помещениях, например собак, вследствие отложения мельчайших частиц пыли в соединительнотканые прослойки между дольками.

# Строение воздухоносных путей в легких



Каждая бронхиола входит в легочную дольку, ветвится и образует терминальные бронхиолы. Терминальные бронхиолы распадаются на респираторные бронхиолы, их концы расширяются в альвеолярные ходы. Стенки их образуют многочисленные выпячивания – альвеолы. Диаметр альвеол 0,1-0,3 мм. В 1 легком в среднем 375 млн. альвеол. Их общая поверхность: 60-120 м<sup>2</sup>.

# Ацинус

Ацинус (лат. acinus – гроздь, ягода) - структурно-функциональная единица легкого. Это система разветвлений одной терминальной бронхиолы.

1 терминальная бронхиола



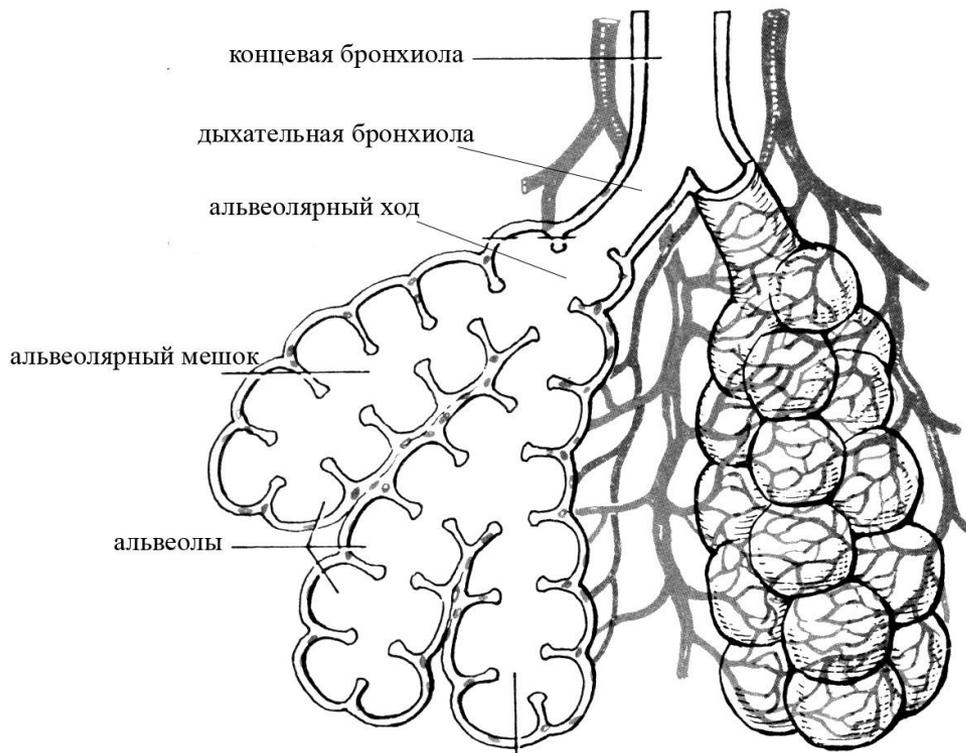
14-16 респираторных бронхиол



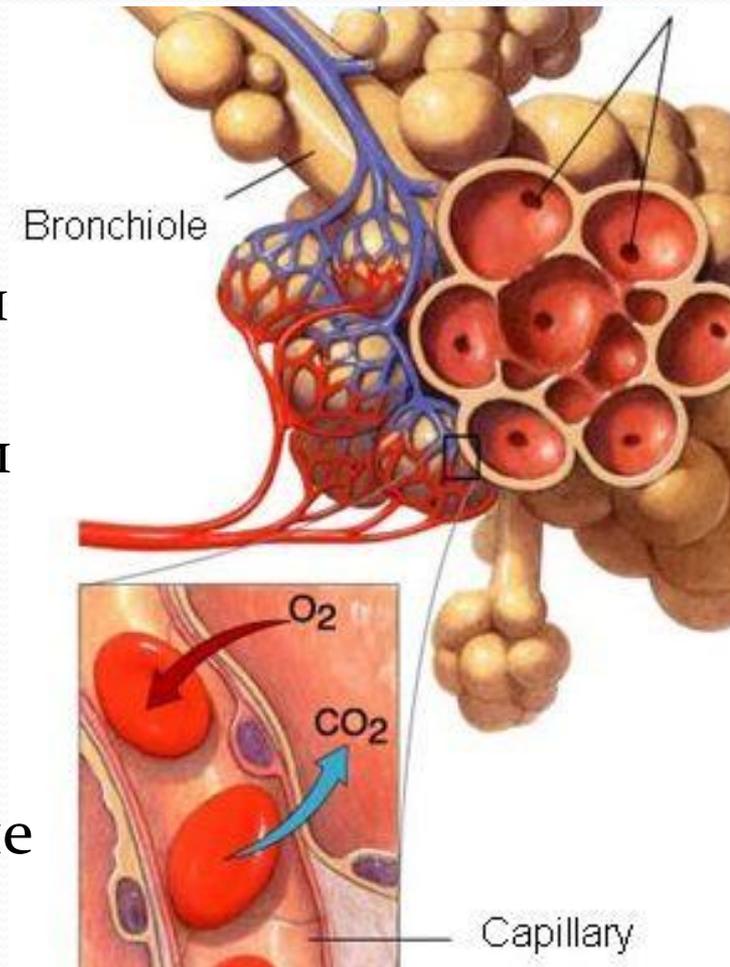
≈ 1500 альвеолярных ходов



≈ 20 ТЫСЯЧ альвеол



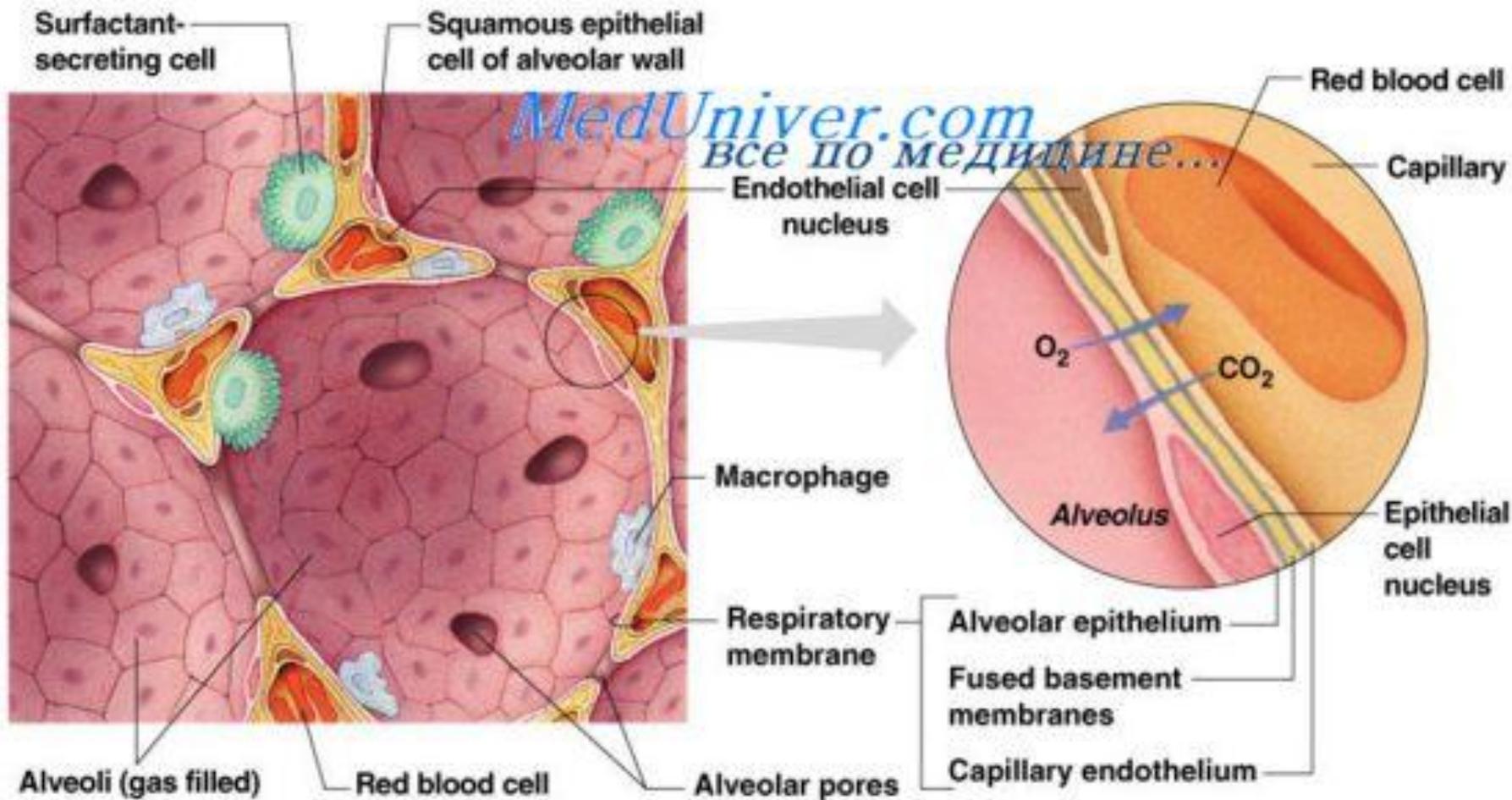
Стенки бронхиол выстланы цилиндрическим мерцательным эпителием, в среднем слое – эластические волокна и гладкие миоциты.



Стенки альвеол очень тонкие, густо оплетены капиллярами. В стенках альвеол находятся эластические волокна, придающие упругость.

# Строение стенки

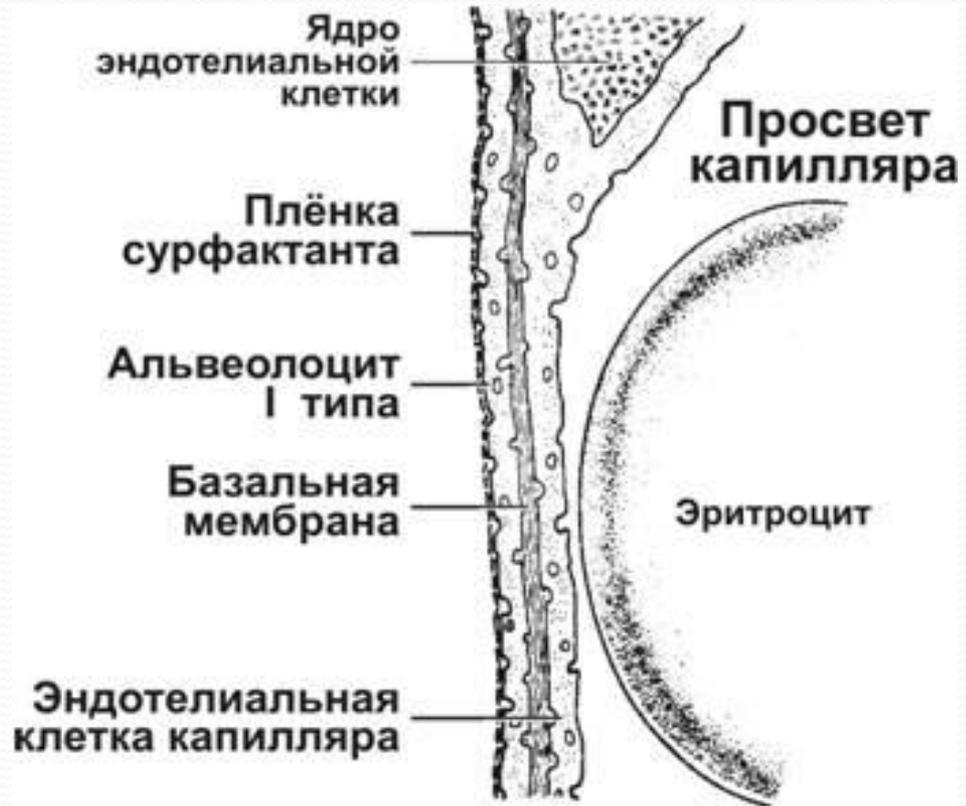
## альвеолы

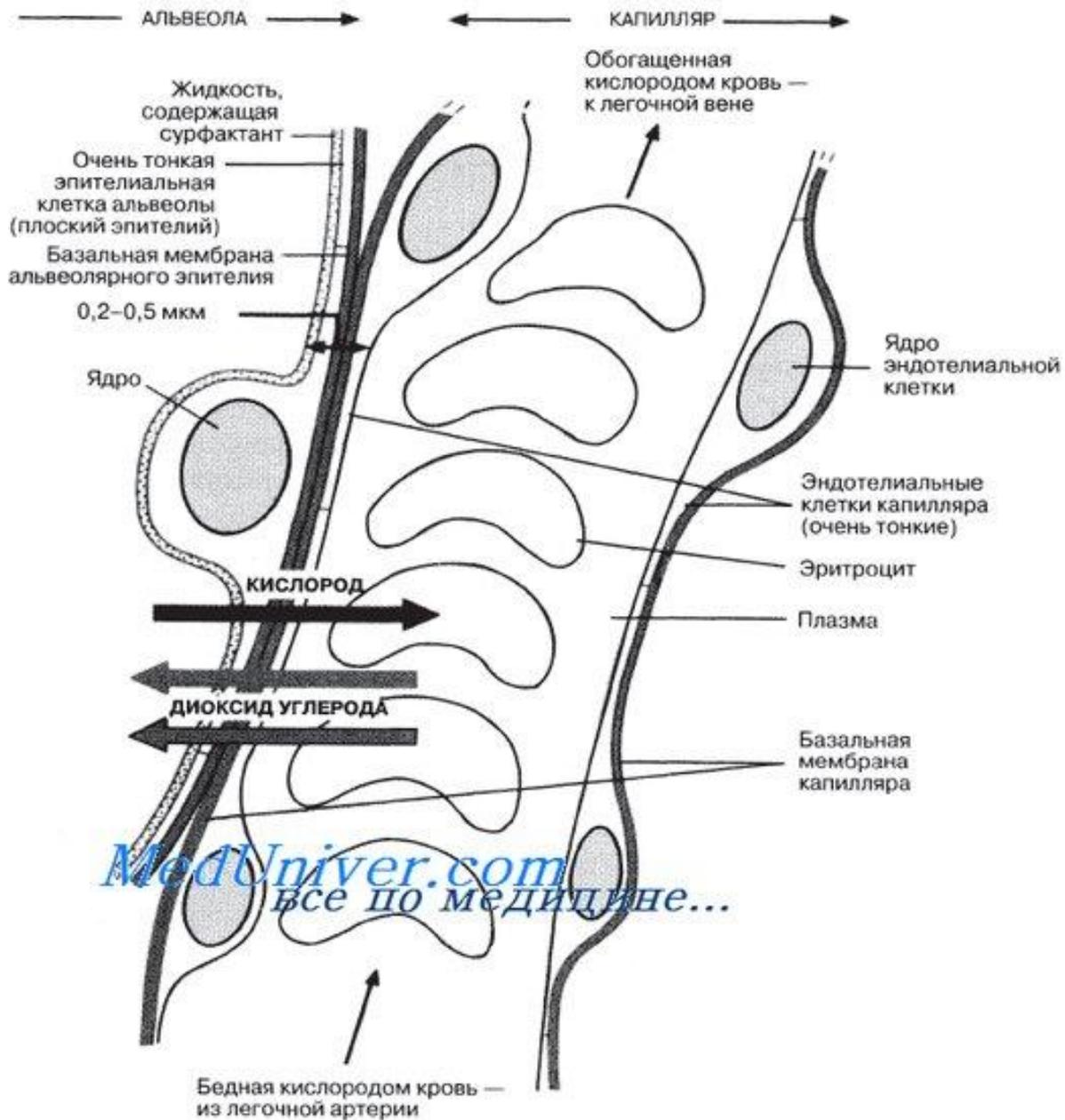


# Аэрогематический барьер

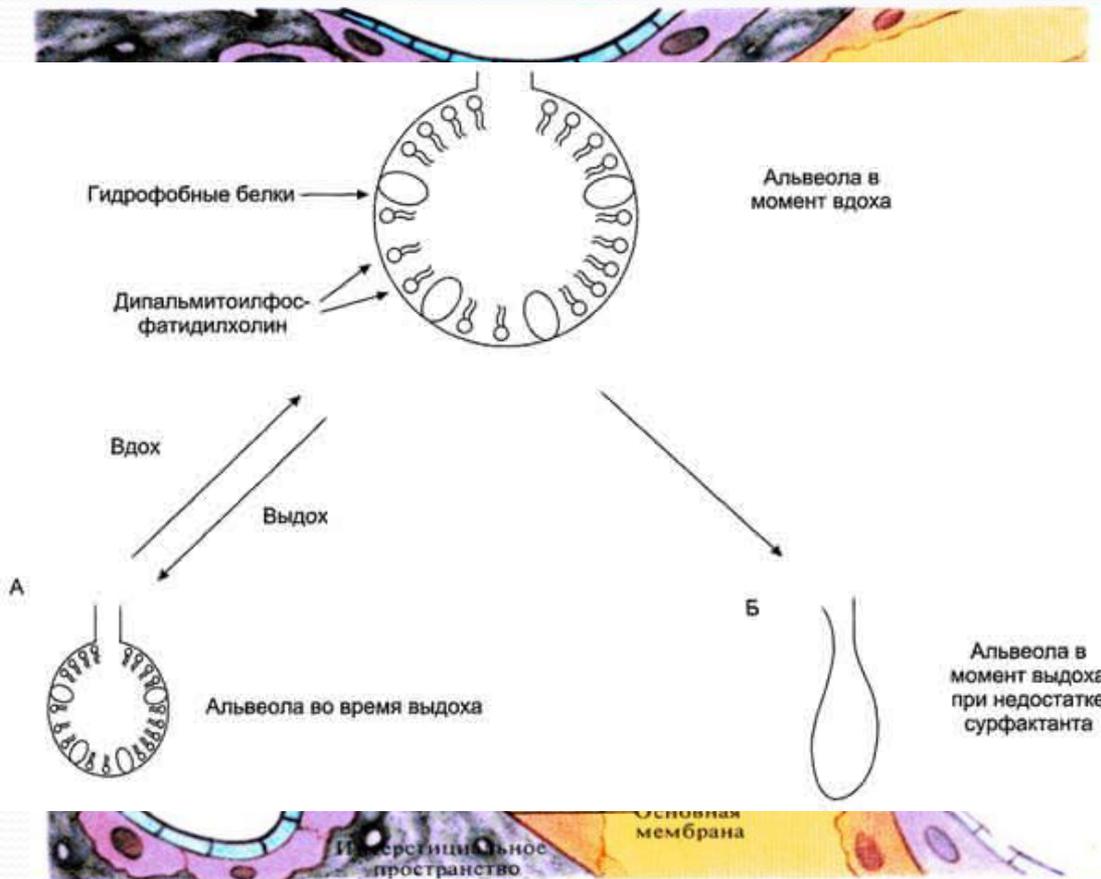


Толщина барьера: 0,5 мкм.  
Базальные мембраны во многих участках сливаются друг с другом.



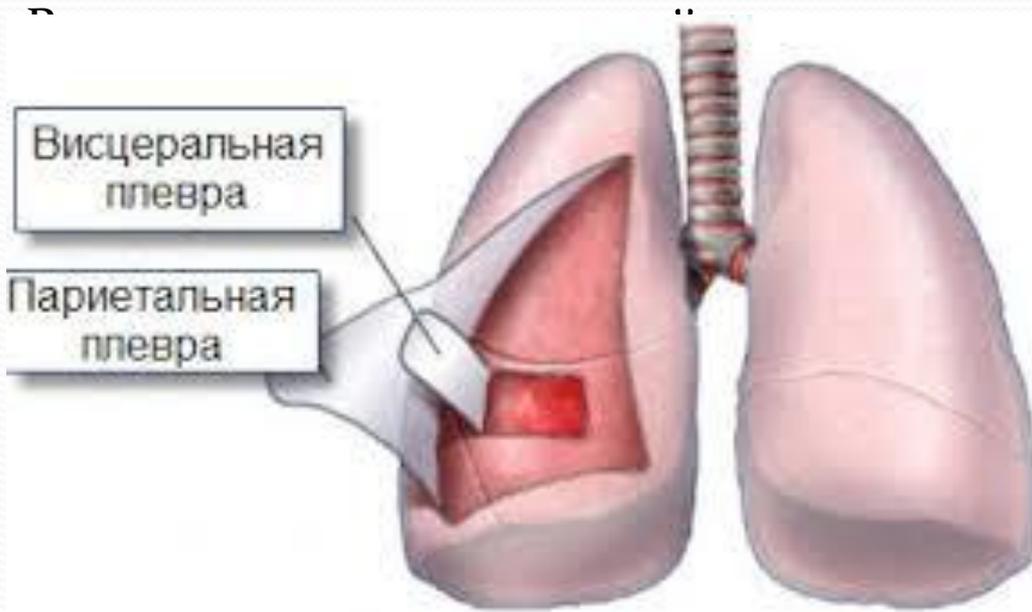


# Сурфактант

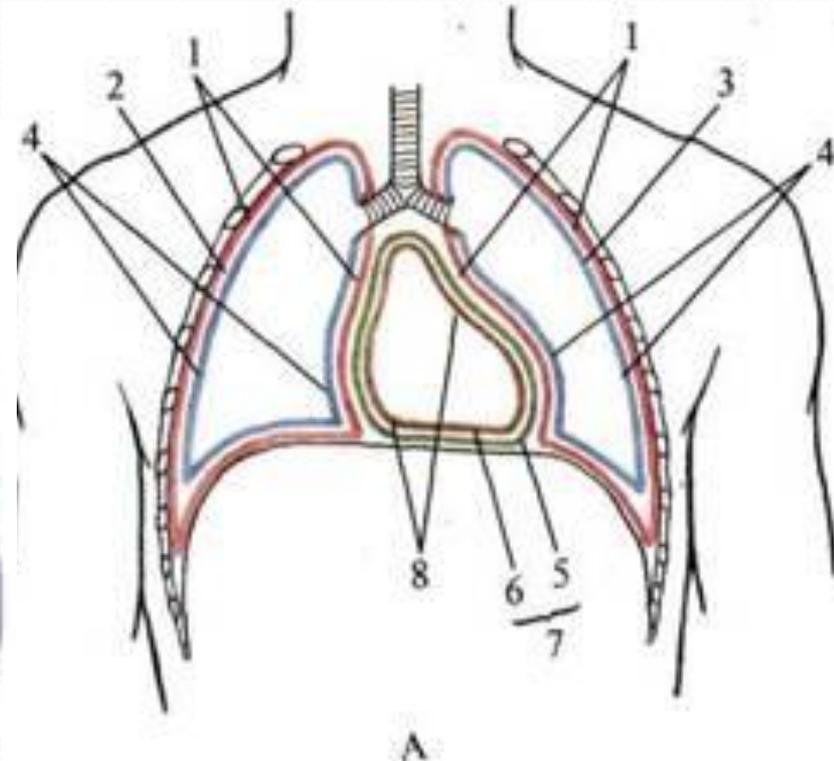


Это вещество липидной природы. Покрывает внутреннюю поверхность альвеол в виде тонкой пленки (поверхностно-активное вещество). Уменьшает поверхностное натяжение на границе газ-жидкость, то есть не позволяет альвеолам склеиваться в отсутствие воздуха.

# Плевральная полость

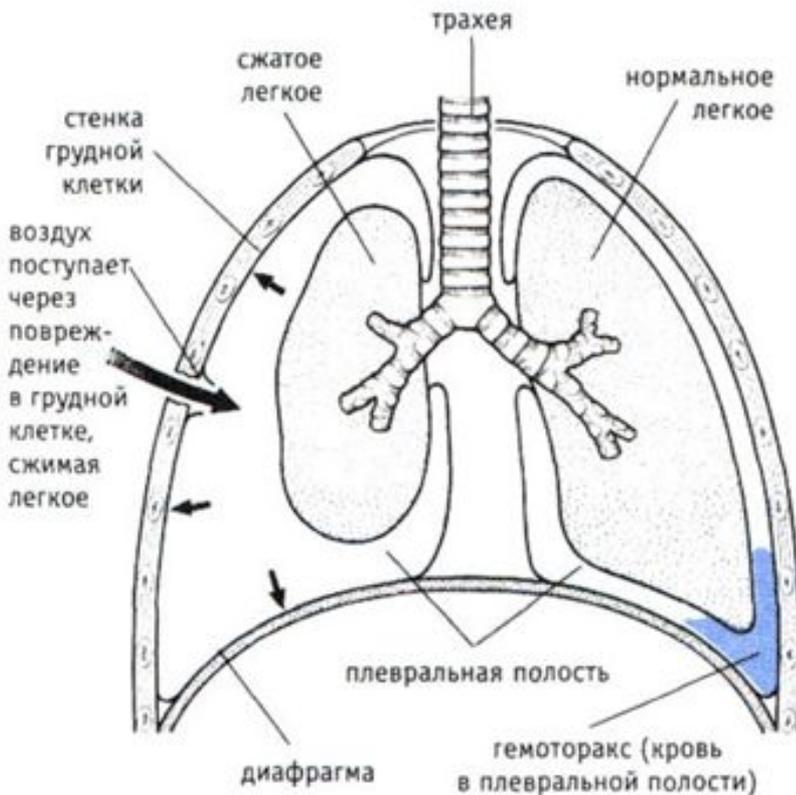


плевральной жидкости, предназначенной для скольжения легких по внутренней поверхности грудной клетки при дыхании.



В плевральных полостях поддерживается отрицательное давление.

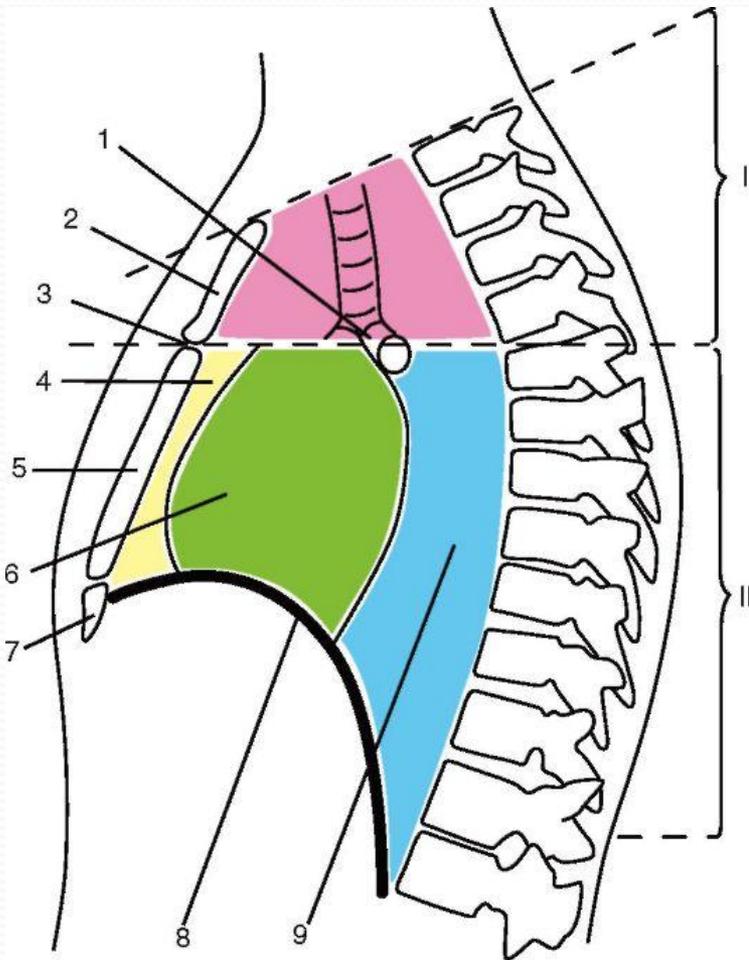
## Пневмоторакс и гемоторакс



*Пневмоторакс, показанный на рисунке слева, вызван воздухом, проникшим в плевральную полость через повреждение в стенке грудной клетки. Гемоторакс справа является следствием проникновения крови в полость через поврежденные сосуды.*

Иннервация легких осуществляется вегетативной нервной системой. Активация симпатического отдела вызывает расширение бронхов, парасимпатического (блуждающего нерва) – сокращение гладкой мускулатуры и сужение бронхов.

# Средостение, mediastinum



Это заполненное органами пространство между правой и левой плевральными полостями. Средостение и его отделы (схема):

I - верхнее средостение;

II - нижнее средостение;

4 - переднее средостение;

6 - среднее средостение;

9 - заднее средостение.

Все органы средостения окружены рыхлой жировой клетчаткой.