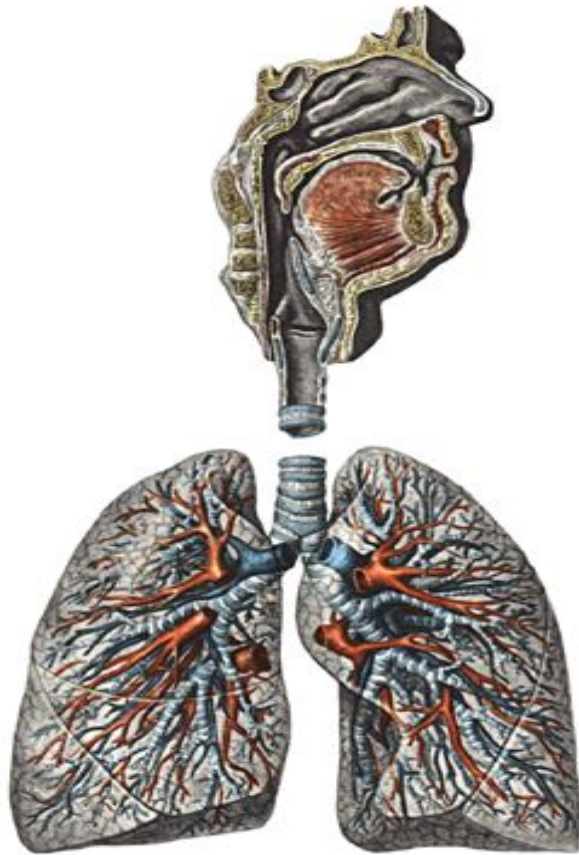


# Дыхательная система

Человек не осознает, что он дышит, пока не вспомнит об этом. (Стивен Кинг Кэрри)



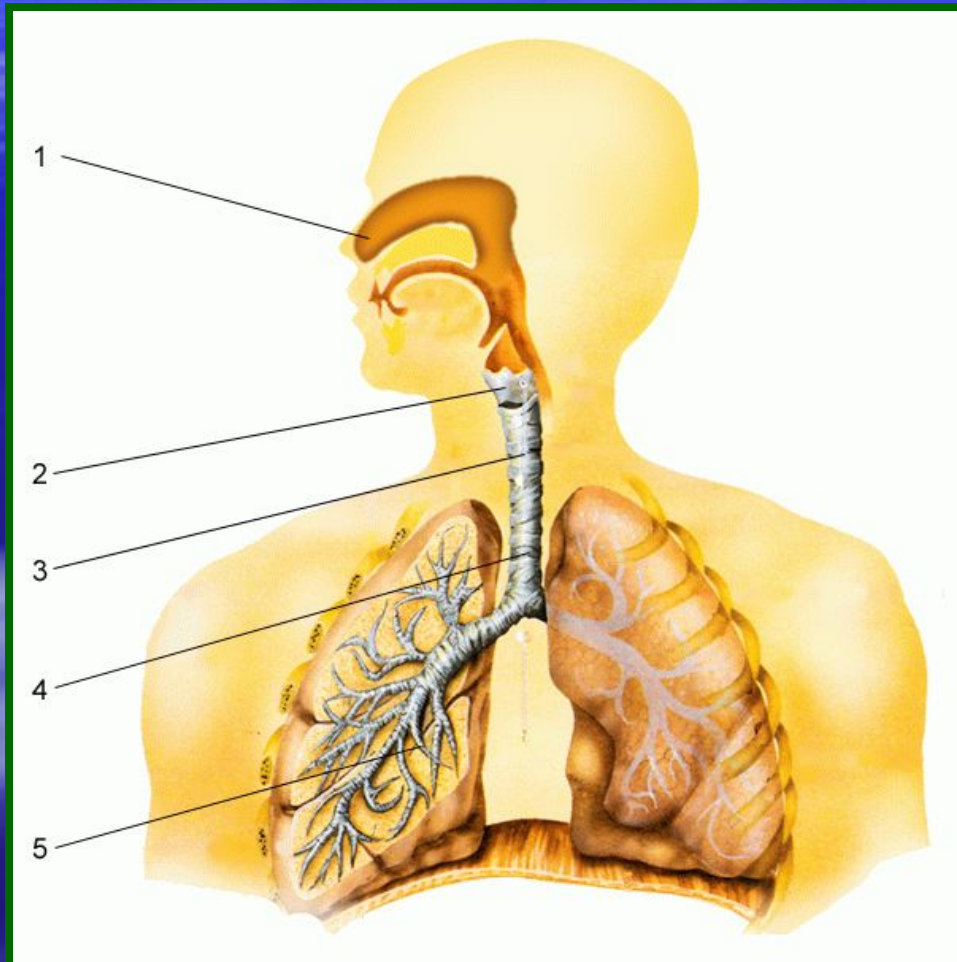


- Общая характеристика бронхолегочной системы.
- Развитие бронхолегочной системы, возрастные изменения, регенерация.
- Строение воздухоносных путей.
- Легкие, внутрилегочные воздухоносные пути, особенности строения их стенок в зависимости от калибра.
- Респираторный отдел: ацинус - структурно-функциональная единица легкого.
- Строение стенки альвеолы, сурфактантно-альвеолярный комплекс, аэрогематический барьер.
- Васкуляризация легкого.
- Плевра, морфофункциональная характеристика.
- Средостение.
- Теории и механизмы образования голоса.

# Дыхательная система

Легкие

Дыхательные  
(воздухоносные) пути



Носовая полость

Носоглотка

Глотка

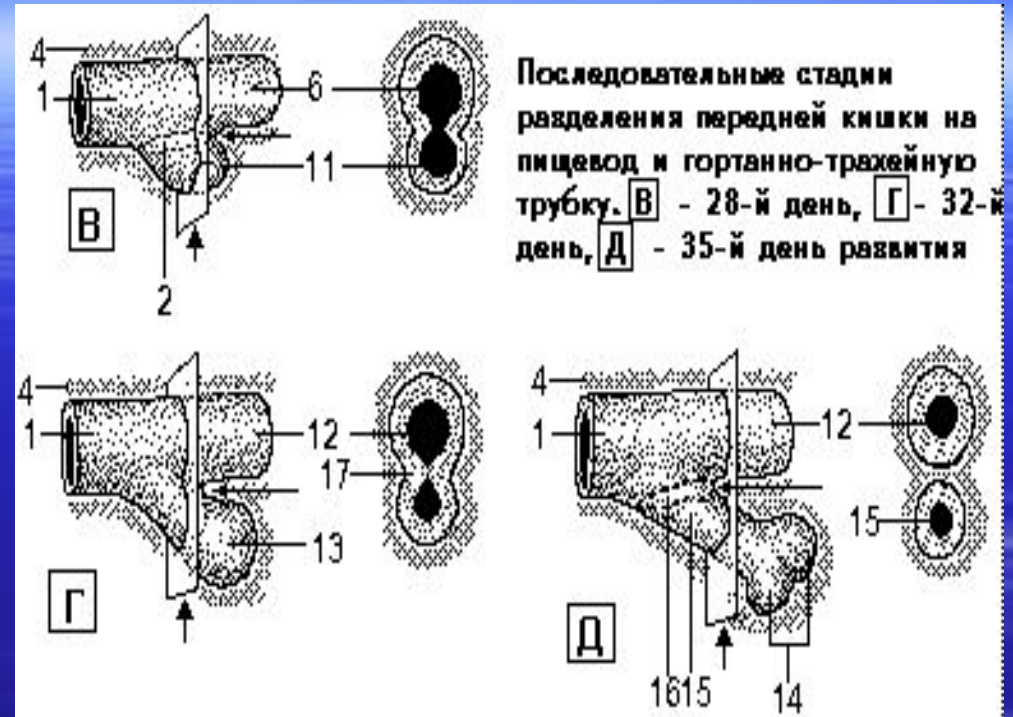
Гортань

Трахея

Бронхи

# Развитие бронхолегочной системы.

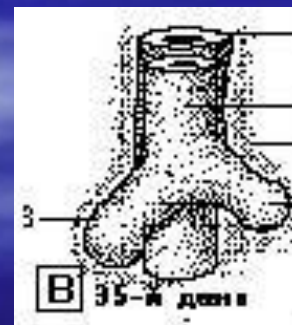
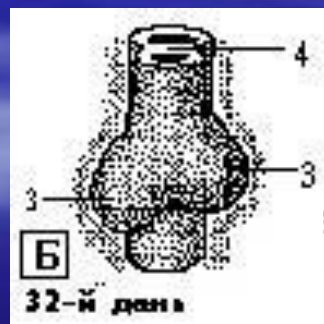
- 1 - примитивная глотка,
- 2 - гортанно-трахейная щель,
- 3 - уровень горизонтального разреза,
- 4 - спланхическая мезодерма,
- 5 - срединный зачаток языка,
- 6 - первичная кишка,
- 7 - дистальный зачаток языка,
- 8 - слепое отверстие,
- 9 - гипобранхиальное выпячивание,
- 10 - 4-й глоточный карман,
- 11 - гортанно-трахейный дивертикул,
- 12 - пищевод,
- 13 - почка легкого,
- 14 - почки бронхов,
- 15 - гортанно-трахейная трубка,
- 16 - вход в гортань,
- 17 -трахео-пищеводная перегородка

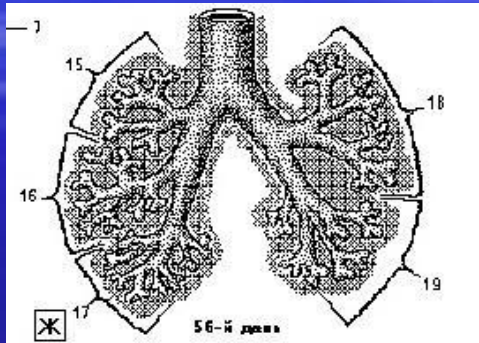
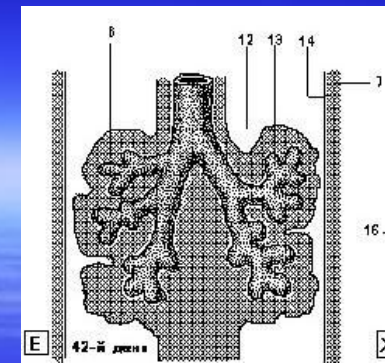
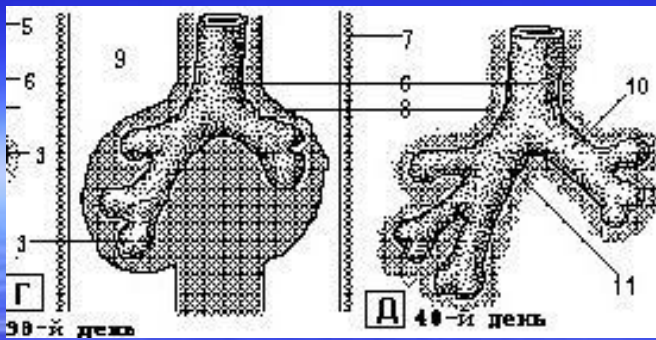


Первым признаком начала формирования нижней части дыхательной системы служит появление срединной гортанно-трахейной щели на каудальном конце вентральной стенки примитивной глотки.

Эта щель на наружной поверхности примитивной глотки образует выпячивание или гребень. Затем стенки этой щели утолщаются и образуется гортанно-трахейный дивертикул вентральнее примитивной глотки. Луковицеобразная почка легкого (lung bud) находится на каудальном конце гортанно-трахейной трубки.

1. Луковицеобразная почка носит название респираторного дивертикула. Респираторный дивертикул отделяется от передней кишки двумя продольными эзофаготрахеальными (трахеопищеводными) бороздами, вдающимися в просвет передней кишки в виде гребней. Эти гребни, сближаясь, соединяются, и формируется эзофаготрахеальная перегородка. В результате передняя кишка разделяется на дорсальную (пищевод) и вентральную (трахея и легочные почки) части.
2. Респираторный дивертикул, удлиняясь в каудальном направлении, формирует по средней линии будущую трахею, которая заканчивается двумя мешковидными выпячиваниями – легочными почками.
3. Легкие образуются из эпителия стенки головной кишки и имеет вид продольно расположенного выпячивания. Оно отшнуровывается от головной кишки во всех участках, за исключением краниального конца. Образующаяся при этом трубочка является ф предшественником гортани и трахеи.





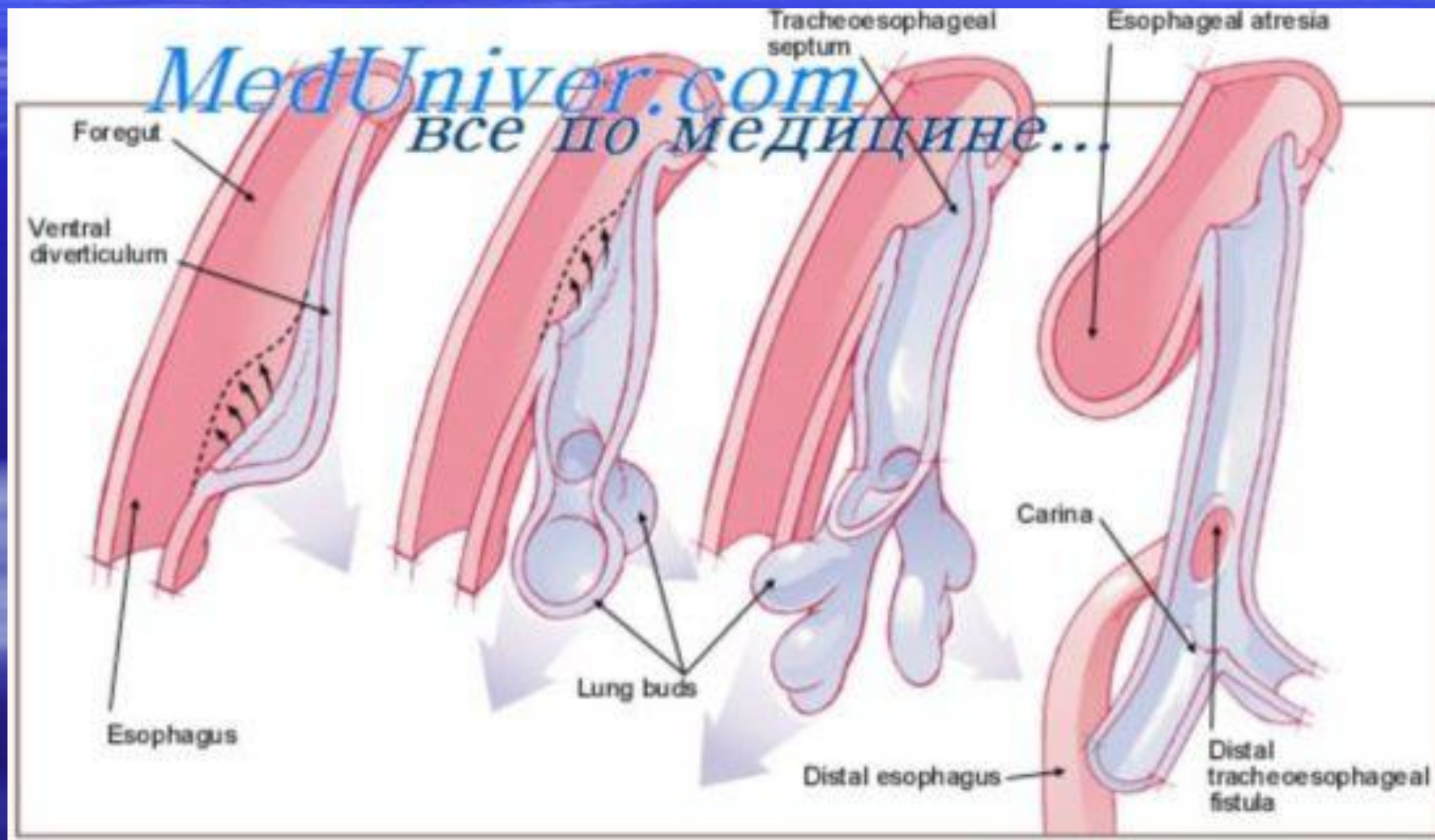
4. На этих растущих трубочках появляются выпячивания, которые потом разрастаются и удлиняются, давая начало бронхам второго порядка. Последние тоже ветвятся, образуя еще более мелкие бронхи. После ветвления становятся менее упорядоченными, и, продолжая ветвиться, дают начало предшественникам бронхиол.

5. К концу 16 недели внутриутробного развития уже имеются все порядки бронхиол, характерные для легких. С того момента, как образуются все бронхиолы и до 24 недели внутриутробного развития эпителий бронхиол вырастает из мезенхимы, образуя структуры, которые соответствуют секреторным отделам.

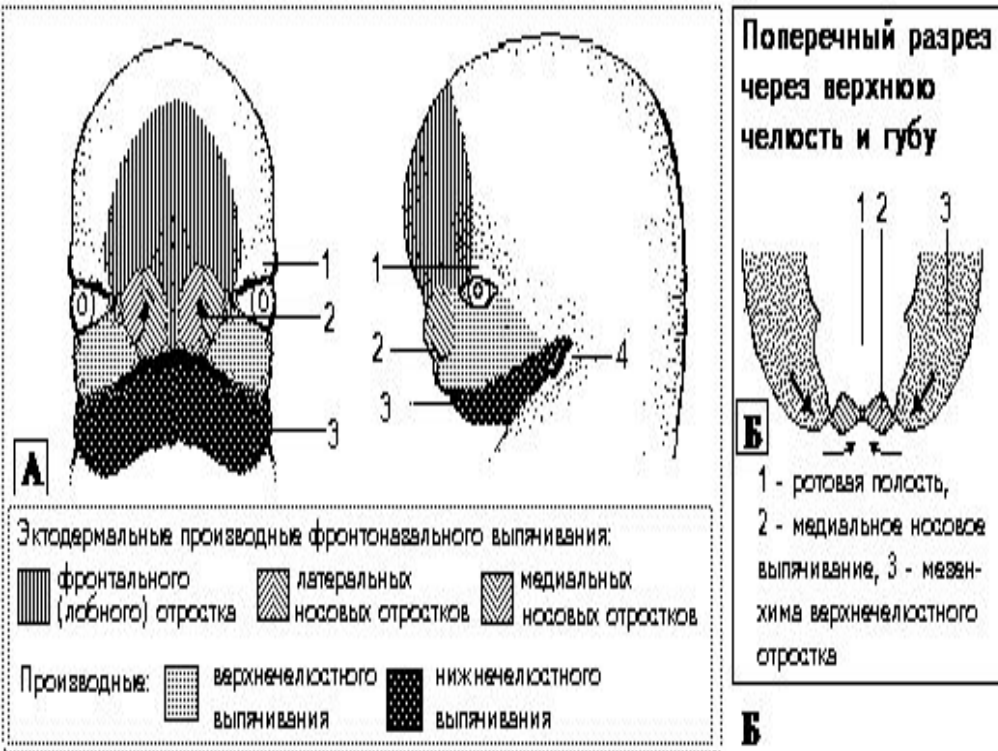
6. Синтез и секреция сурфактанта осуществляется пневмоцитами 2-го типа. Функция сурфактанта – снижение сил поверхностного натяжения альвеол и повышение эластичности легочной ткани.

7. К рождению легкие заполнены жидкостью, в большом количестве содержащей хлориды, белок, некоторое количество слизи, поступающей из бронхиальных желез, и сурфактант. Количество сурфактанта в жидкости возрастает, особенно за две недели перед рождением.

8. После рождения, с началом функционирования органов дыхания, большая часть легочной жидкости быстро резорбируется кровеносными и лимфатическими капиллярами; небольшое количество удаляется через бронхи и трахею. Сурфактант остается в виде тонкой пленки на поверхности альвеолярного эпителия. В течение последних 2-х месяцев пренатального развития и нескольких лет постнатальной жизни число терминальных мешочков постепенно увеличивается. Зрелые альвеолы до рождения отсутствуют.



# Развитие носовой полости

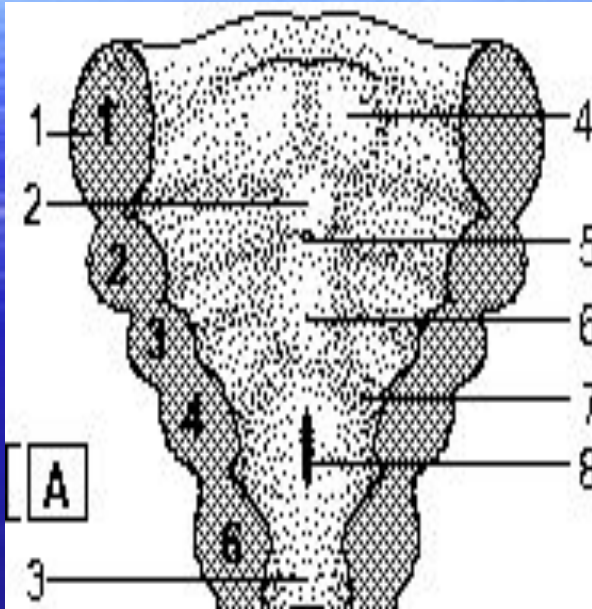


Ранние стадии развития полости носа рассмотрены в связи с развитием лица и разделением первичной полости рта с помощью небных отростков на вторичную полость рта и полость носа. Следует отметить, что самые передние отделы полости носа - его преддверие, образуется не из стомадеума, а из первичной полости носа, т.е. обонятельных или носовых ямок. Из них же возникает и regio olfactoria nasi. Эпителий обонятельной области носа, который возникает из обособившегося участка нервной пластинки, быстро дифференцируется и образует в своем составе специфические биполярные обонятельные клетки.

Носовая полость развивается из ротовой бухты. Глотка является производным передней кишки. Зачаток органов дыхания: гортань, трахея, бронхи и легкие человека развиваются из общего зачатка, который появляется на 3-ей или 4-ой неделе эмбриогенеза путем выпячивания вентральной стенки передней кишки (гортанно-трахеальный вырост или респираторный дивертикул).

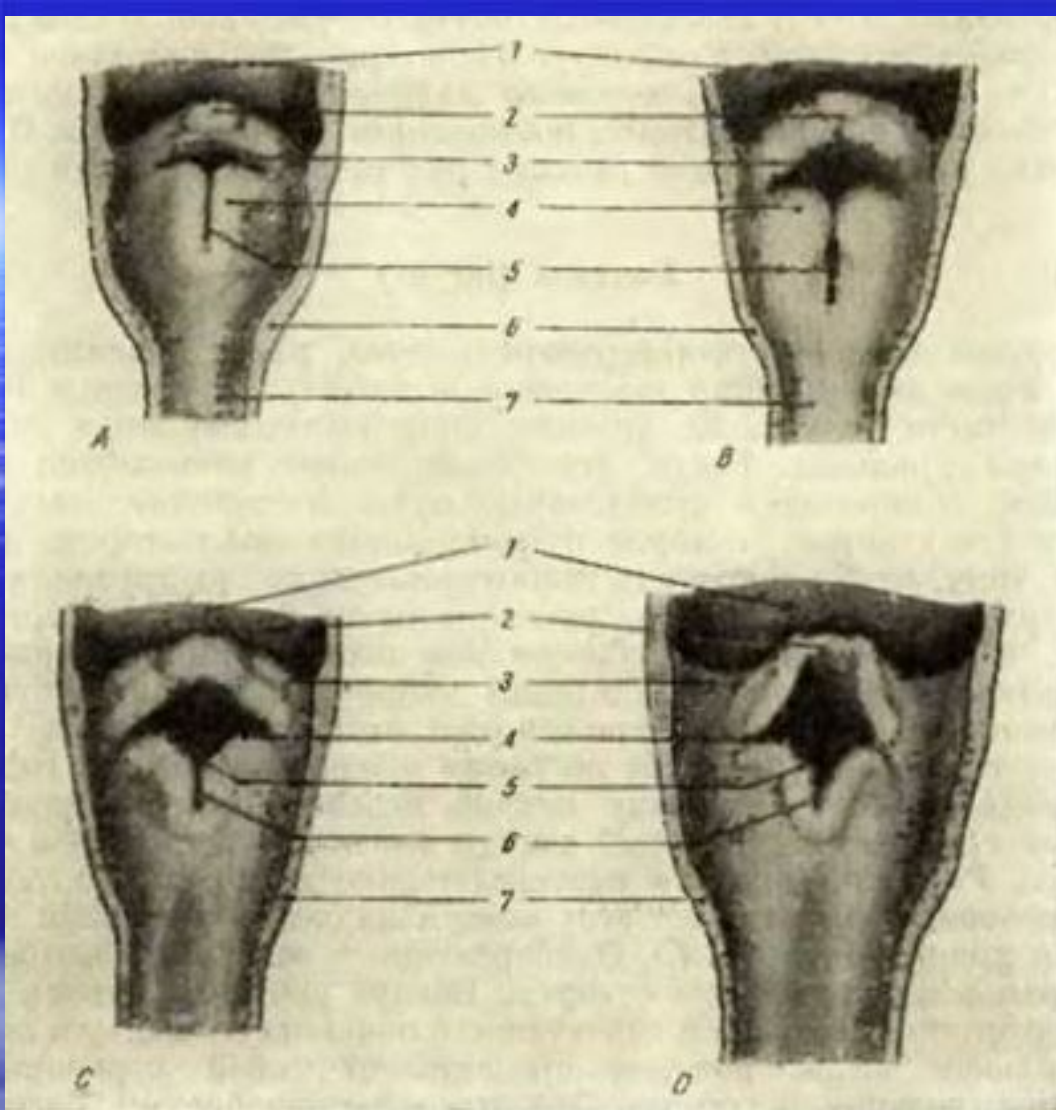


# Последовательные стадии развития гортани. 4 недели



1. бронхиальная дуга,
2. срединный зачаток языка,
3. первичная кишка,
4. дистальная почка языка,
5. слепое отверстие,
6. гипобронхиальное возвышение,
7. 4-й глоточный карман,
8. гортанно-трахеальная борозда

1. На 4-5-ой неделе эмбрионального развития вокруг гортанно-трахеального выроста образуется кольцевидное утолщение мезенхимы.
2. На 8-9 неделе внутриутробного развития эта закладка дифференцируется в хрящи и мышцы трахеи. Раньше других формируется перстневидный хрящ, затем черпаловидные, клиновидные хрящи и позже других – щитовидный хрящ (вначале как парное образование).
3. Надгортанник образуется в толще складки слизистой оболочки, расположенной кпереди от входа в гортань.
4. После образования скелета гортани происходит формирование ее стенок, голосовых складок, складок преддверия, желудочков гортани.



А — 8-недельный эмбрион; В — 9-недельный эмбрион; С — 10-недельный эмбрион; D — плод 7 месяцев.

А и В, 1 — корень языка; 2 — надгортанник; 3 — вход в гортань; 4 — черпаловидный бугорок; 5 — межчерпаловидная ямка; 6 — разрез стенки глотки; 7 — пищевод.

С и D, 1 — корень языка; 2 — надгортанник; 3 — латеральная надгортанно-язычная складка; 4 — клиновидный бугорок; 5 — рогообразный бугорок; 6 — межчерпаловидная ямка; 7 — разрез стенки глотки.

Гортань начинает формироваться очень рано. Развивается она около места выпячивания первичной дыхательной закладки из каудальной части глотки. Ее нижняя часть несколько шире трахеи и укреплена хрящами. Выше голосовых связок расположен особый механизм, запирающий дыхательные пути. Устройство этого механизма и его действие, которое осуществляется рефлекторно, направлены к тому, чтобы закрывать дыхательные пути при глотании пищи. Эта верхняя часть гортани, расположенная вокруг надгортанного хряща, образуется из той области дна глотки, которая примыкает к голосовой щели. У пятинедельных эмбрионов на месте будущего образования черпаловидных хрящей (cart. arytenoideus) указывают бугорки, лежащие по краям входа в первичный гортанно-трахейный вырост.

К началу шестой недели развития появляется круглый срединно-вентральный выступ в основании третьей и четвертой дуг. Расположение его непосредственно краниальнее голосовой щели позволяет думать, что этот выступ является закладкой надгортанного хряща.

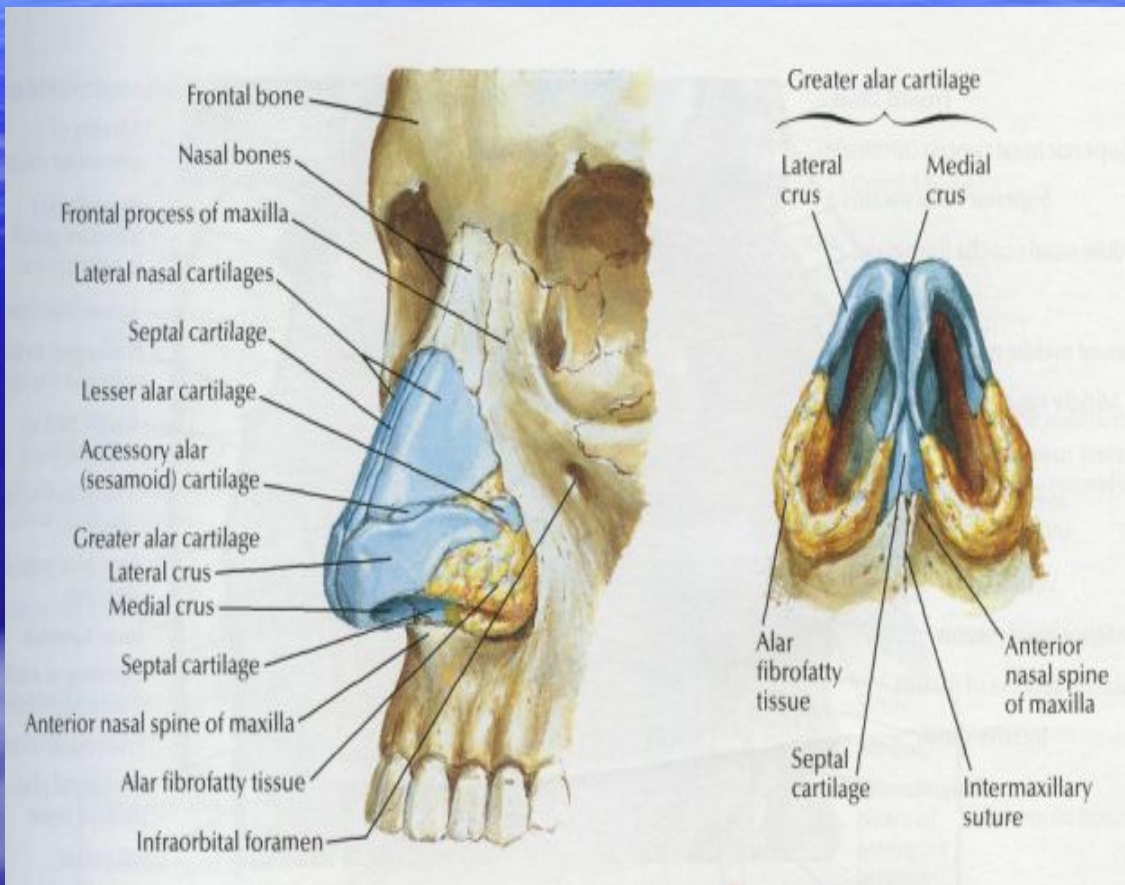
Одновременно к основанию языка начинают расти черпаловидные бугорки. Вскоре они оказываются напротив надгортанного хряща и образуют его поперечную часть на вершине сагиттальной щели, которая представляет собой первоначальное отверстие, ведущее в гортань. Это отверстие приобретает Т-образную форму.

Примерно на той же стадии развития, для которой характерен чрезвычайно активный рост эпителия гортани, происходит временное исчезновение ее полости, что очень напоминает уже известный нам процесс закрытия полости развивающейся пищеварительной трубки.

После того, как стенки гортани начинают расти быстрее и вторично образуется полость гортани, верхняя часть ее входа принимает яйцевидную форму, несмотря на то, что в ее сагиттальной плоскости еще сохраняется глубокий межчерпаловидный паз.

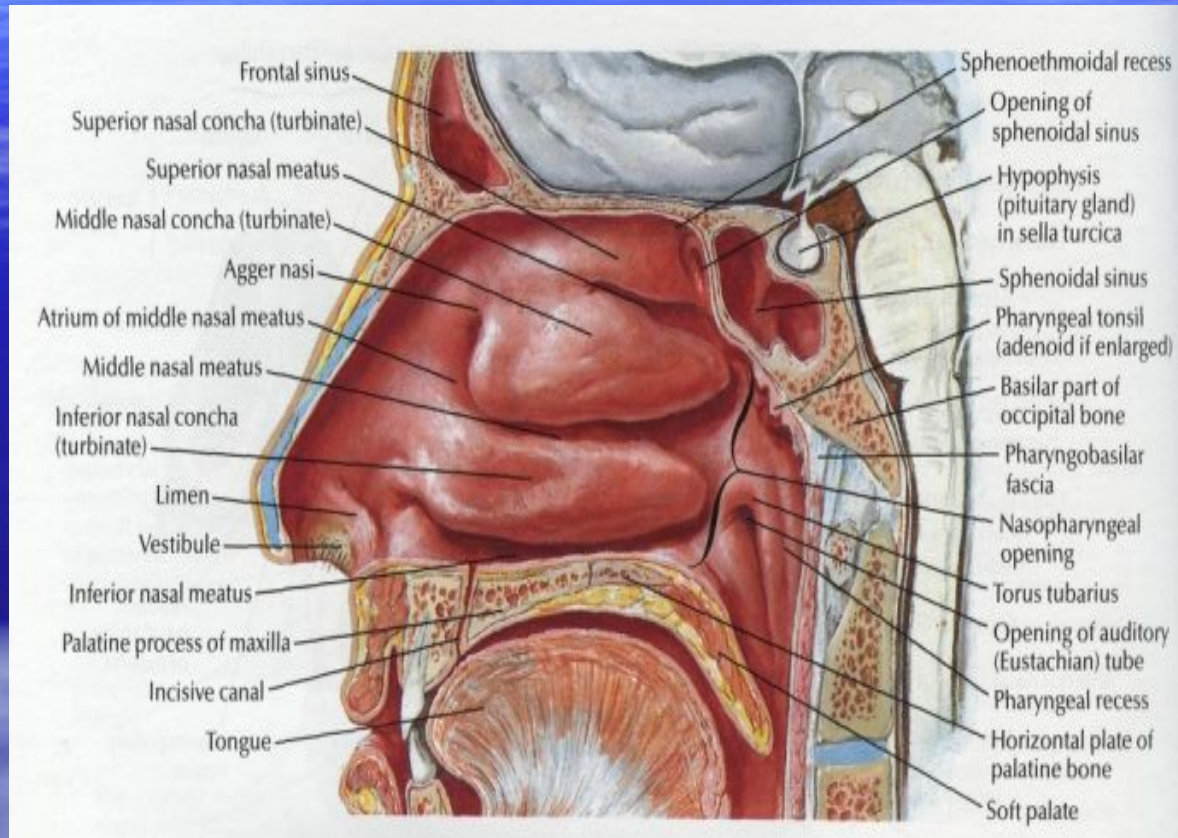
Большинство топографических особенностей входа в гортань уже намечается к десятой неделе внутриутробного развития. Почти одновременно с этим процессом начинают принимать свойственную им форму голосовые связки. Отверстие входа гортань получает окончательную форму лишь в последней трети внутриутробной жизни, т. е. в тот период, когда вся гор-ь приобретает свою дефинитивную структуру.

# Наружный нос



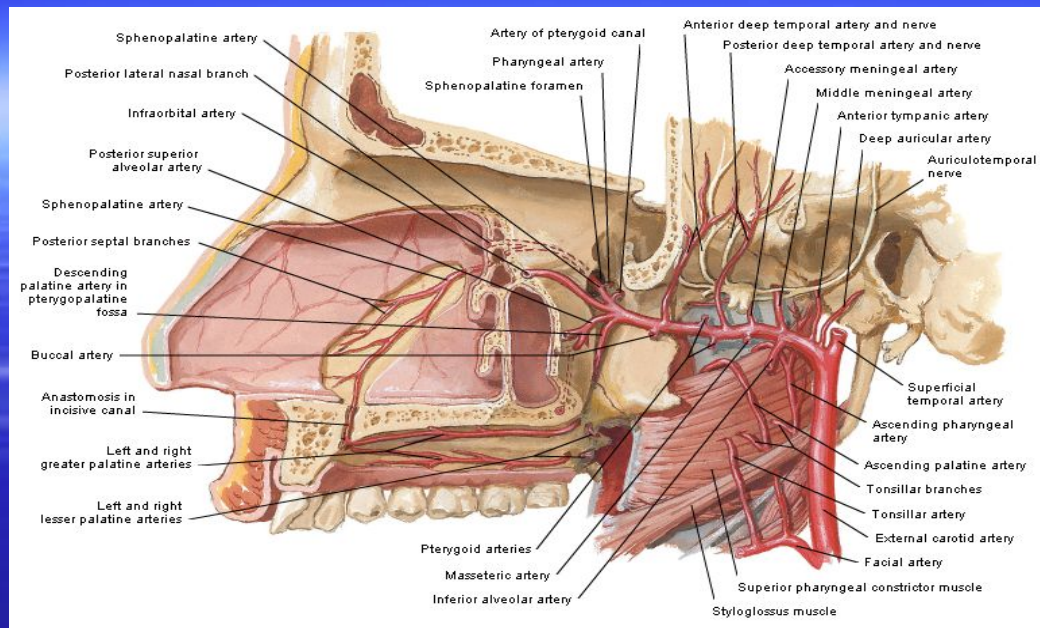
- корень носа
- верхушка носа
- боковые поверхности
- крылья носа
- ноздри

# Носовая полость



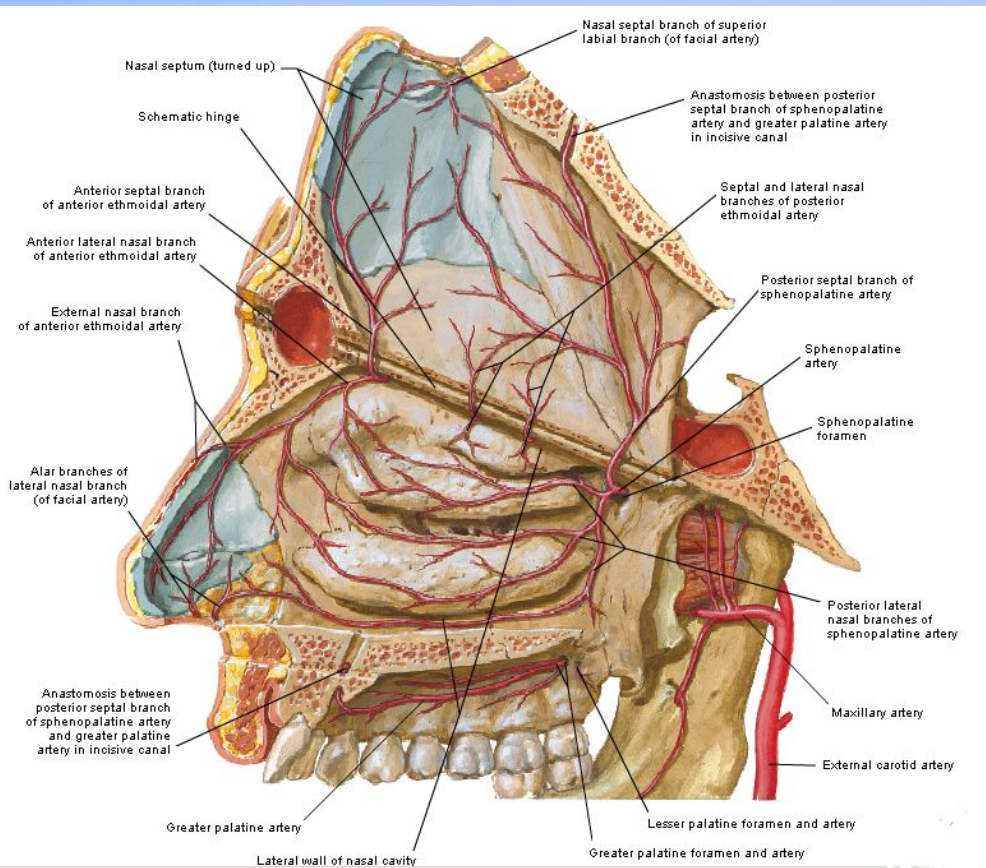
- Стенки носовой полости
- Раковины и носовые ходы
- Полость носа, сообщаящаяся с другими полостями черепа:
  - в верхний носовой ход открываются задние клетки решетчатой кости и клиновидная пазуха.
  - в средний носовой ход открываются передние и средние ячейки решетчатой кости, верхнечелюстная и лобная пазухи
  - в нижний носовой ход – носослезный канал.

# КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ ПОЛОСТИ НОСА



Наиболее крупная артерия носовой полости - *клиновидно-нёбная* (*a. sphenopalatine*) ветвь верхнечелюстной артерии из системы наружной сонной артерии. Проходя через клиновидно-нёбное отверстие (*foramen sphenopalatina*) вблизи заднего конца нижней носовой раковины, она обеспечивает кровоснабжение задних отделов полости носа и околоносовых пазух. От нее в полость носа отходят:

- *задние носовые латеральные артерии* (*aa. nasales posteriores laterales*);
- *перегородочные артерии* (*a. nasalis septi*).

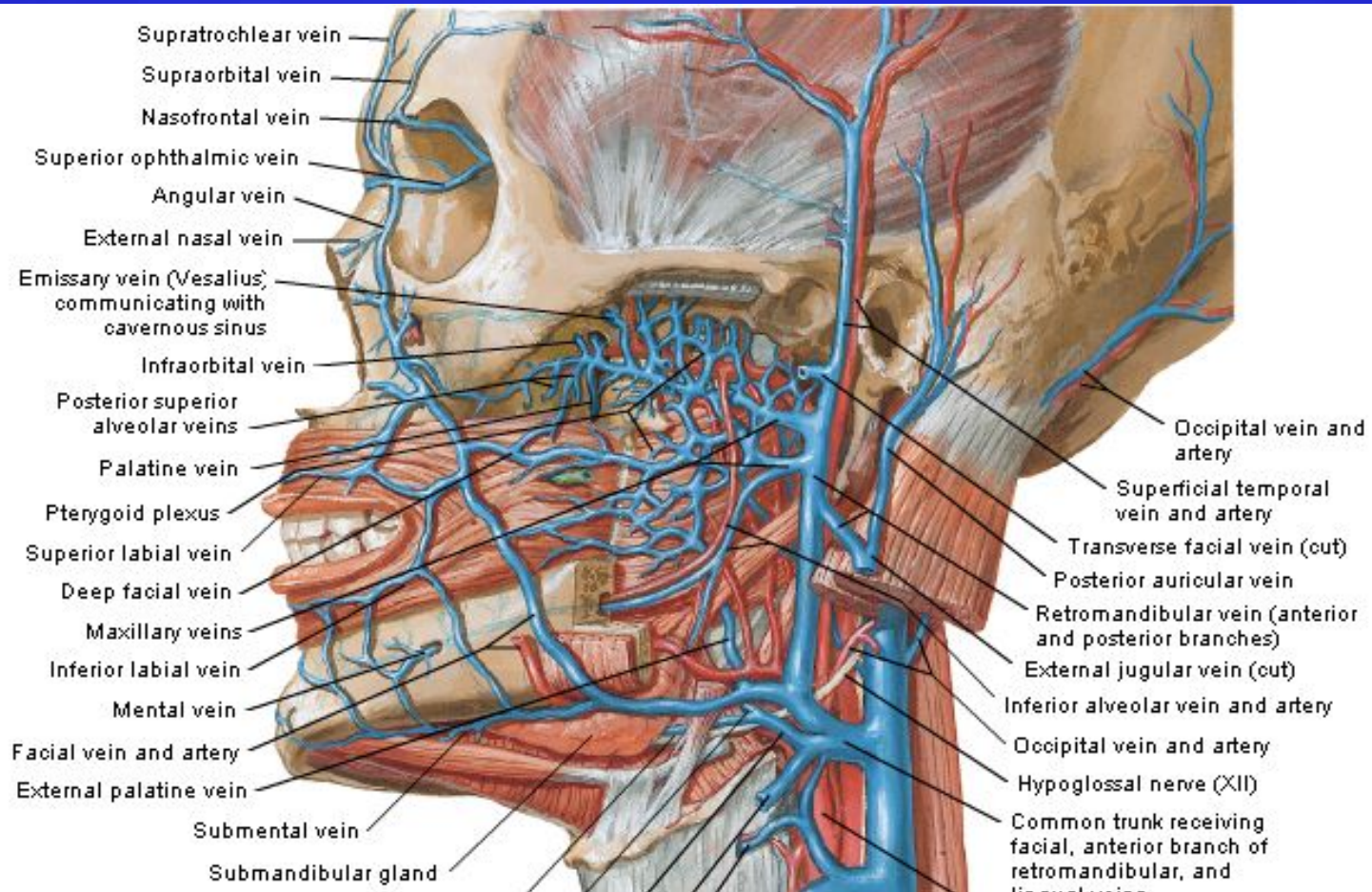


Передневерхние отделы полости носа и область решетчатого лабиринта кровоснабжается *глазной артерией* (*a. ophthalmica*) из системы внутренней сонной артерии. От нее через решетчатую пластинку в полость носа отходят:

- *передняя решетчатая артерия* (*a. ethmoidalis anterior*);
- *задняя решетчатая артерия* (*a. ethmoidalis posterior*).

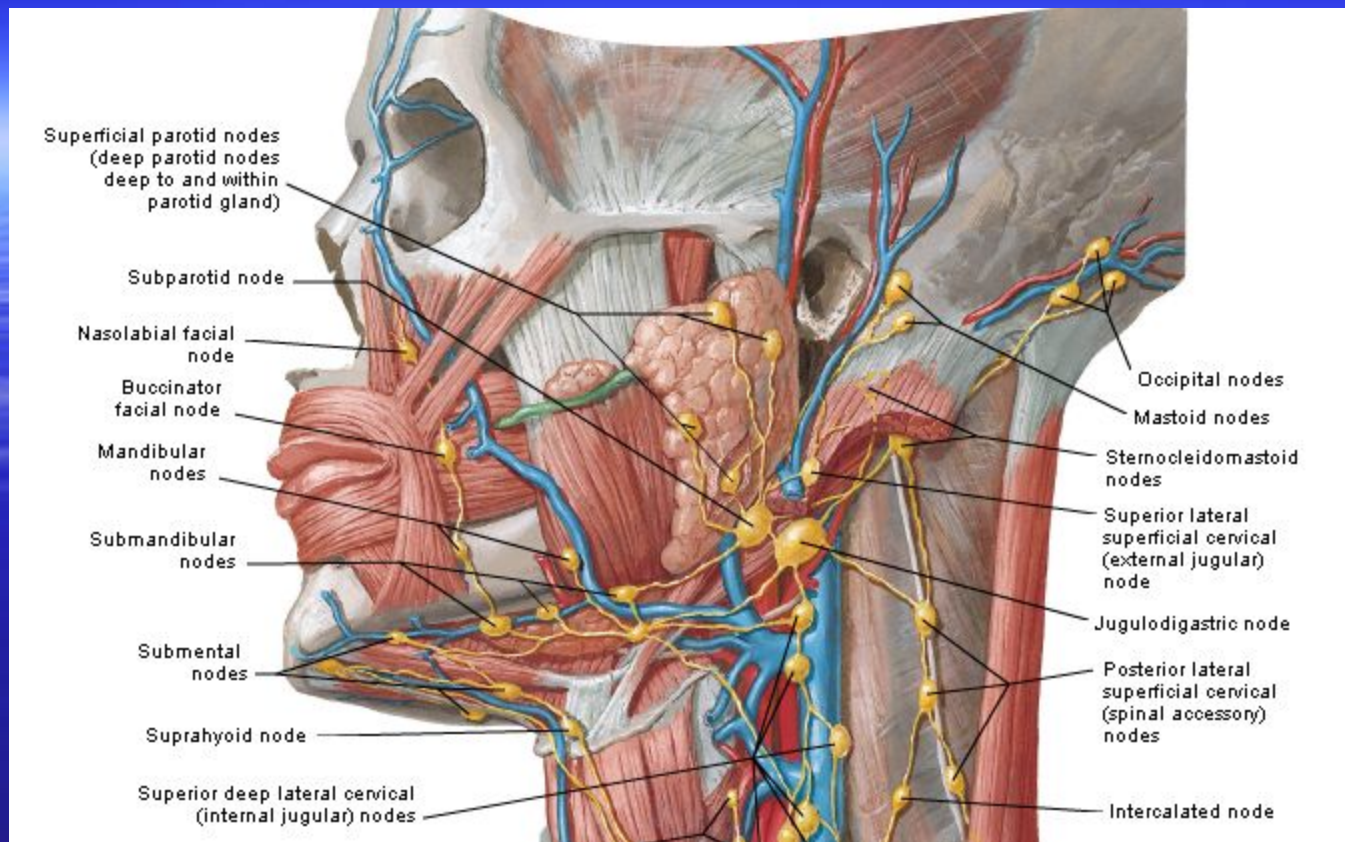
Особенностью васкуляризации перегородки носа является образование густой сосудистой сети в слизистой оболочке в передней ее трети - *киссельбахово место* (*locus Kisselbachii*).

Здесь слизистая оболочка нередко истончена. В этом месте чаще, чем в других отделах перегородки носа, бывают носовые кровотечения, поэтому оно получило название **кровооточивой зоны носа**.

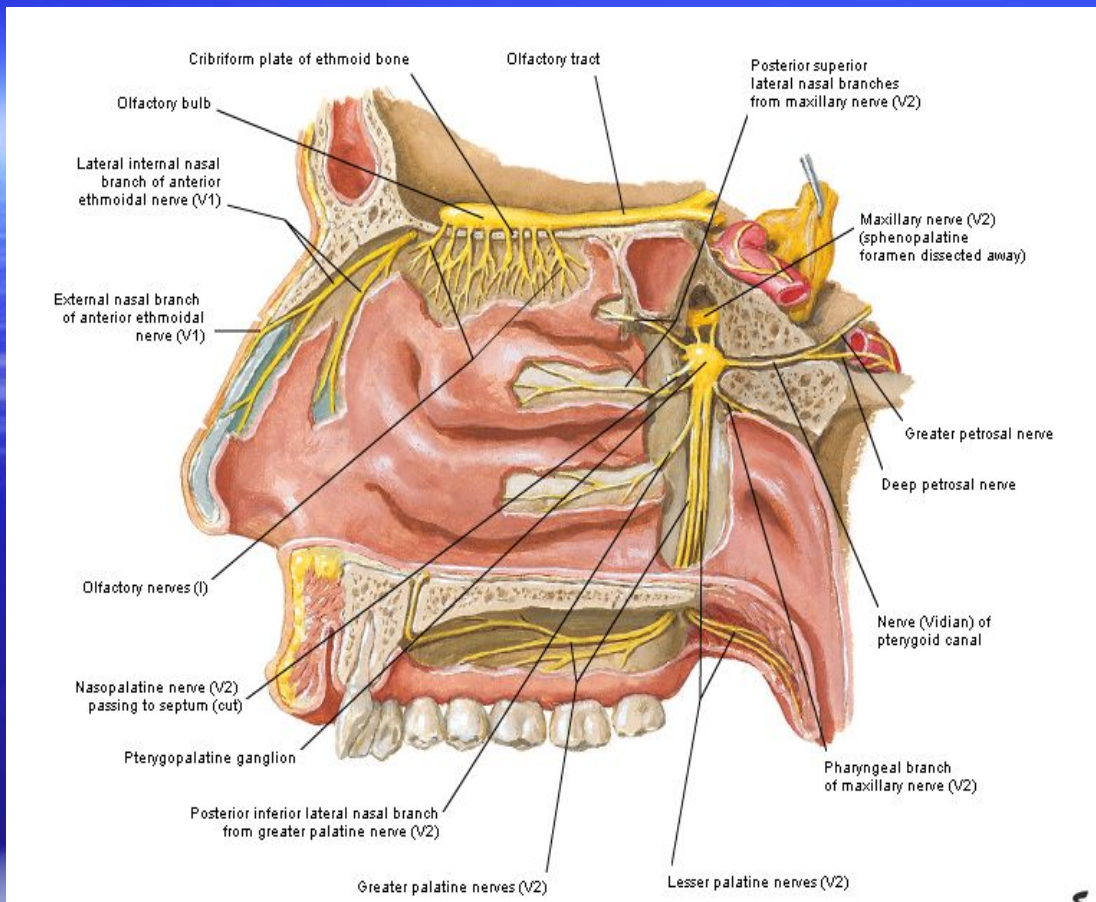


**Венозные сосуды.** Особенностью венозного оттока из полости носа является его связь с венами крыловидного сплетения (*plexus pterigoideus*) и далее пещеристого синуса (*sinus cavernosus*), располагающегося в передней черепной ямке. Это создает возможность распространения инфекции по указанным путям и возникновения риногенных и орбитальных внутричерепных осложнений.





**Отток лимфы.** Из передних отделов носа он осуществляется в поднижнечелюстные, из средних и задних отделов - в заглоточные и глубокие шейные лимфатические узлы. Возникновение ангины после операции в полости носа можно объяснить вовлечением в воспалительный процесс глубоких шейных лимфатических узлов, что приводит к застою лимфы в миндалинах. Кроме того, лимфатические сосуды полости носа сообщаются с субдуральным и подпаутинным пространством. Этим объясняется возможность возникновения менингита при оперативных вмешательствах в полости носа.

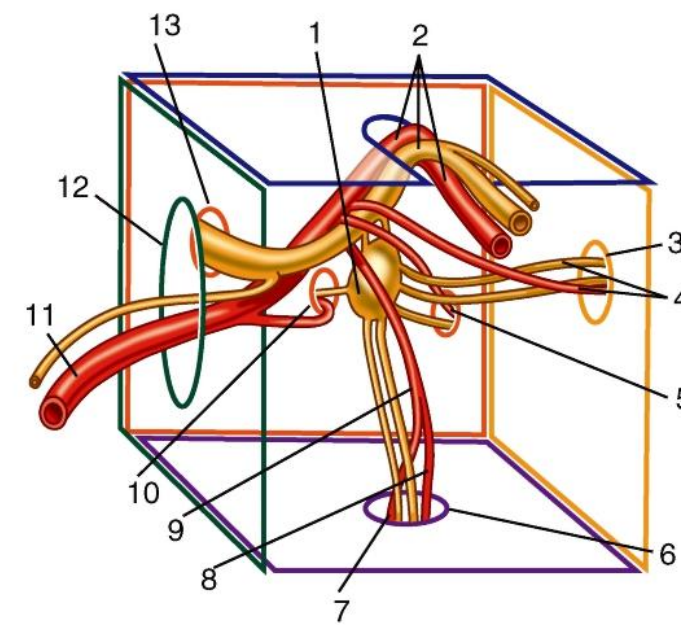
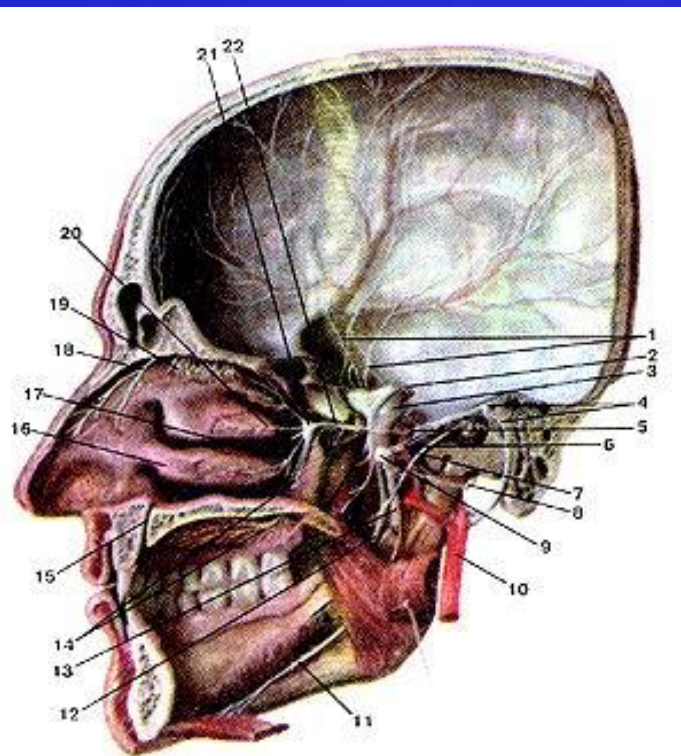


В полости носа различают иннервацию

- обонятельную;
- чувствительную;
- вегетативную.

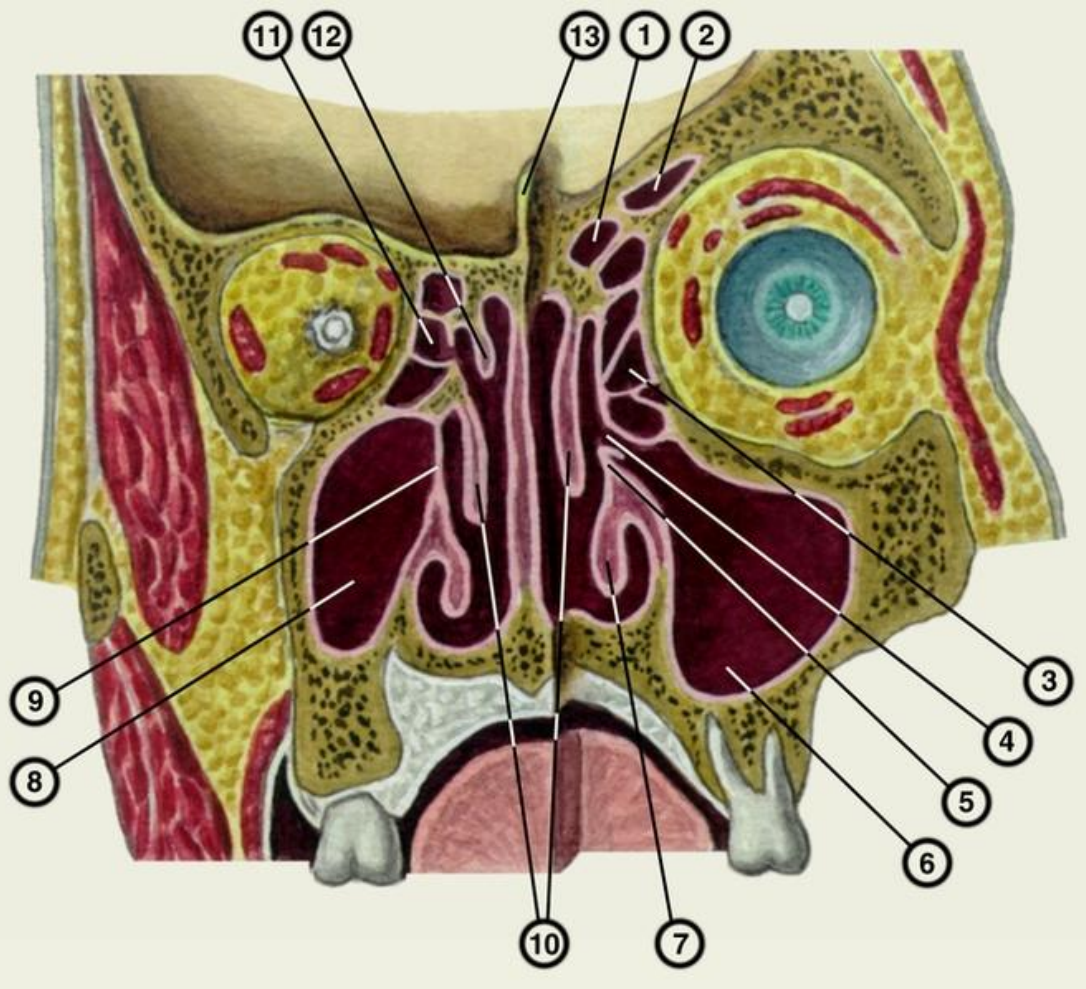
Обонятельная иннервация осуществляется обонятельным нервом (*n. olfactorius*). Обонятельные нити, отходящие от чувствительных клеток обонятельной области (I нейрон), проникают в полость черепа через решетчатую пластинку, где образуют обонятельную луковицу (*bulbus olfactorius*).

Здесь начинается II нейрон, аксоны которого идут в составе обонятельного тракта, проходят через парагиппокампальную извилину (*gyrus parahippocampalis*) и заканчиваются в коре гиппокампа (*hipocampus*), являющейся корковым центром обоняния.



Чувствительная иннервация полости носа осуществляется первой (глазной нерв - *n. ophthalmicus*) и второй (верхнечелюстной нерв - *n. maxillaris*) ветвями тройничного нерва. От первой ветви отходят передние и задние решетчатые нервы, которые проникают в полость носа вместе с сосудами и иннервируют боковые отделы и свод носовой полости. Вторая ветвь участвует в иннервации носа прямо и через анастомоз с крылонёбным узлом, от которого отходят задние носовые ветви (в основном к перегородке носа). От второй ветви тройничного нерва отходит подглазничный нерв к слизистой оболочке дна полости носа и верхнечелюстной пазухи. Ветви тройничного нерва анастомозируют между собой, что объясняет иррадиацию боли из области носа и околоносовых пазух в область зубов, глаза, твердой мозговой оболочки (боль в области лба, затылка) и т.д. Симпатическая и парасимпатическая (вегетативная) иннервация носа и околоносовых пазух представлена нервом крыловидного канала (видиев нерв), который берет начало от сплетения на внутренней сонной артерии (верхний шейный симпатический узел) и от коленчатого узла лицевого нерва.

## ПРИДАТОЧНЫЕ ПАЗУХИ НОСА



- верхнечелюстные;
- лобные;
- пазухи решетчатой кости;
- клиновидные.

**Кровоснабжение.** Околоносовые пазухи, как и полость носа, снабжаются кровью из верхнечелюстной (ветвь наружной сонной артерии) и глазной (ветвь внутренней сонной) артерий. Верхнечелюстная артерия обеспечивает питание в основном верхнечелюстной пазухи. Лобная пазуха снабжается кровью из верхнечелюстной и глазной артерий, клиновидная - из крыловидно-нёбной артерии и из ветвей менингеальных артерий. Ячейки решетчатого лабиринта питаются из решетчатых и слезной артерий.

**Венозная система** пазух характеризуется наличием широкопетливой сети, особенно развитой в области естественных соустьев. Отток венозной крови происходит через вены носовой полости, но ветви вен пазух имеют анастомозы с венами глазницы и полости черепа.

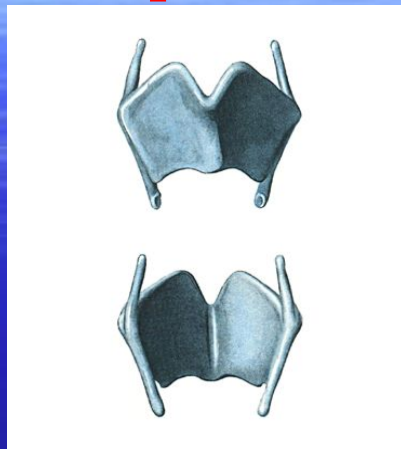
**Лимфоотток** из околоносовых пазух осуществляется в основном через лимфатическую систему полости носа и направлен к поднижнечелюстным и глубоким шейным лимфатическим узлам.

**Иннервация** околоносовых пазух осуществляется первой и второй ветвями тройничного нерва и из крылонёбного узла. От первой ветви - глазничного нерва - (*n. ophthalmicus*) берут начало передние и задние решетчатые артерии - *n. ethmoidales anterior posterior*, иннервирующих верхние этажи полости носа и ОНП. От второй ветви (*n. maxillaris*) отходят ветви *n. sphenopalatinus* и *n. infraorbitalis*, иннервирующие средние и нижние этажи полости носа и ОНП.

# Основные функции полости носа

- Проведение воздуха из внешней для организма среды к носоглотке и в обратном направлении.
- Очистка воздуха от пылевых частиц крупных и средних размеров.
- Увлажнение воздуха, разведение химических раздражающих веществ.
- Частичное обезвреживание воздуха.
- Тепловая коррекция вдыхаемого воздуха.
- Рефлекторный вызов защитных действий (от чихания до временной остановки дыхания).
- Участие в облегчении массы черепа за счет воздухонаполнения околоносовых пазух.
- Резонаторная функция.
- Обонятельная функция.
- К верхним дыхательным путям принадлежит и носоглотка.

# Гортань

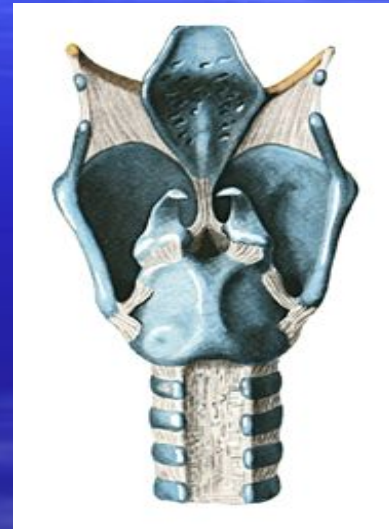
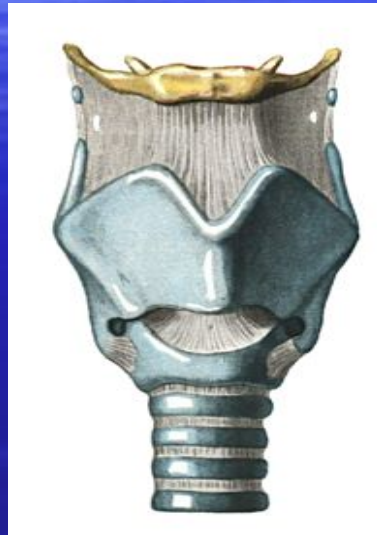
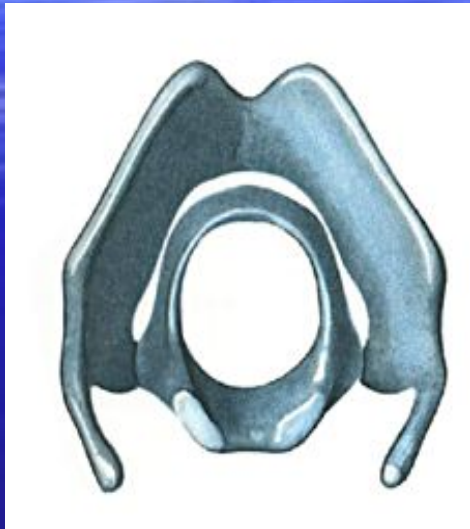


Гортань имеет хрящевой скелет:

- - перстневидный хрящ
- - щитовидный хрящ
- - надгортанник
- - черпаловидные хрящи
- - рожковидные и клиновидные хрящи.

Хрящи гортани образуют суставы :

- Перстнещитовидный сустав.
- Перстнечерпаловидный сустав.



Основные связки:

- - щитоподъязычная мембрана.
- - перстнещитовидная связка.
- - голосовая связка.



# Мышцы гортани делятся на наружные и внутренние.

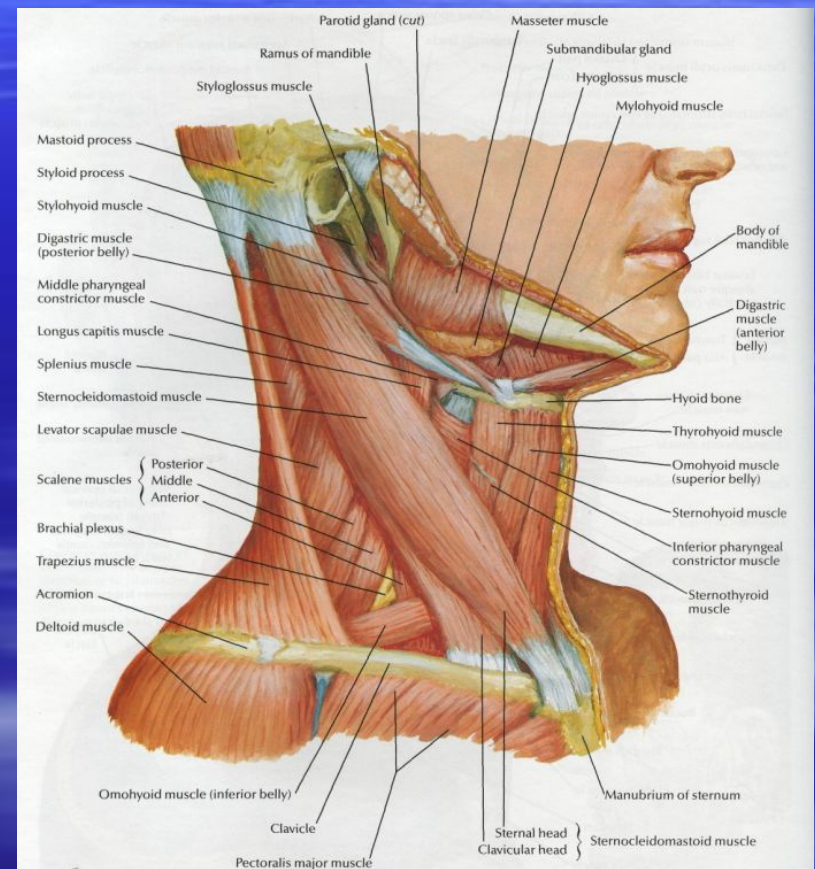
## Наружные

1. Мышцы, поднимающие гортань

- щитоподъязычная
- шилоподъязычная

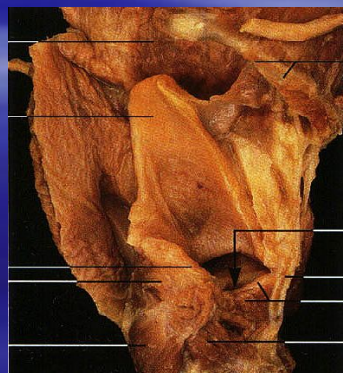
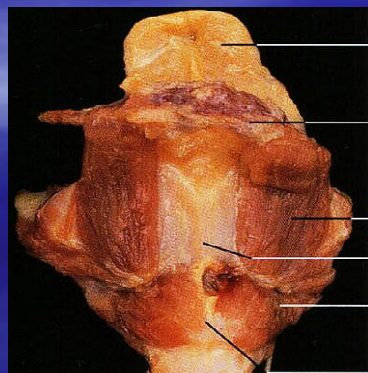
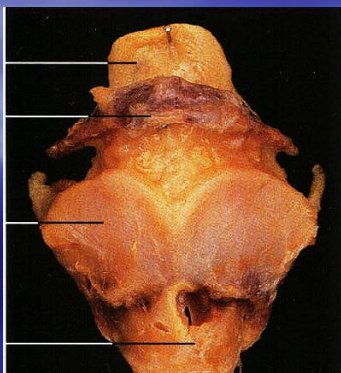
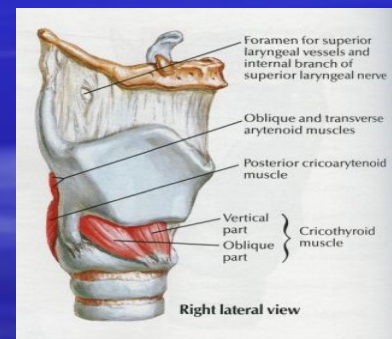
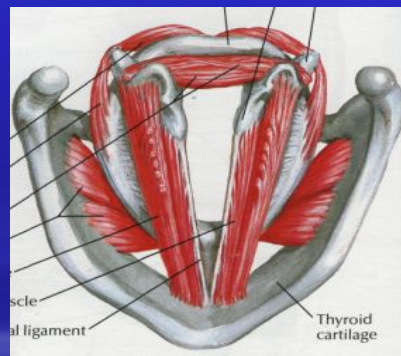
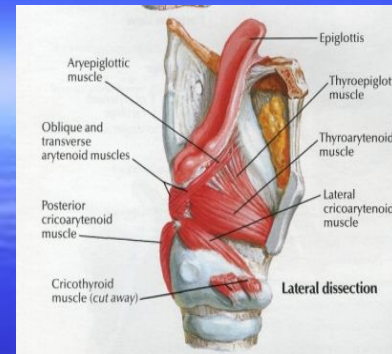
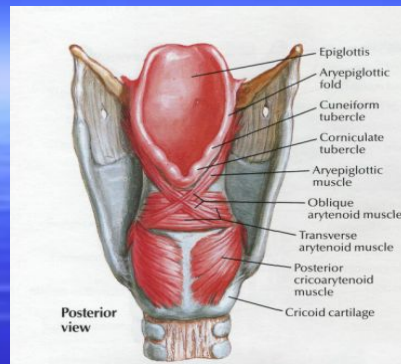
2. Мышцы, опускающие гортань

- грудино-щитовидная
- грудино-подъязычная
- лопаточно-подъязычная

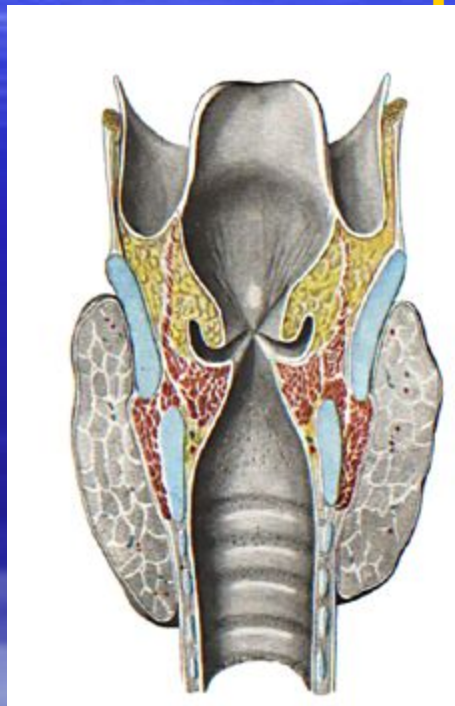
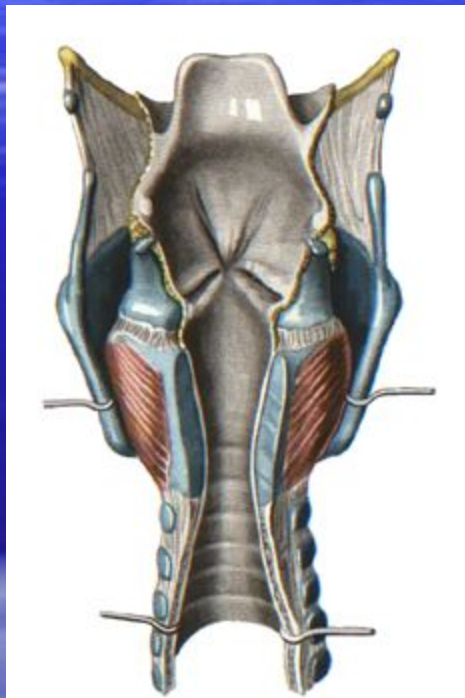


# Внутренние

1. Расширение голосовой щели
  - задняя перстне-ерпаловидная
2. Сужение голосовой щели
  - боковая перстнечерпаловидная
  - поперечная черпаловидная
  - косая черпаловидная
3. Расслабление голосовых связок
  - голосовая
  - щиточерпаловидная
4. Напряжение голосовых связок
  - перстнещитовидная
5. Поднятие и опускание надгортанника
  - щитонадгортанная
  - черпалонадгортанная.



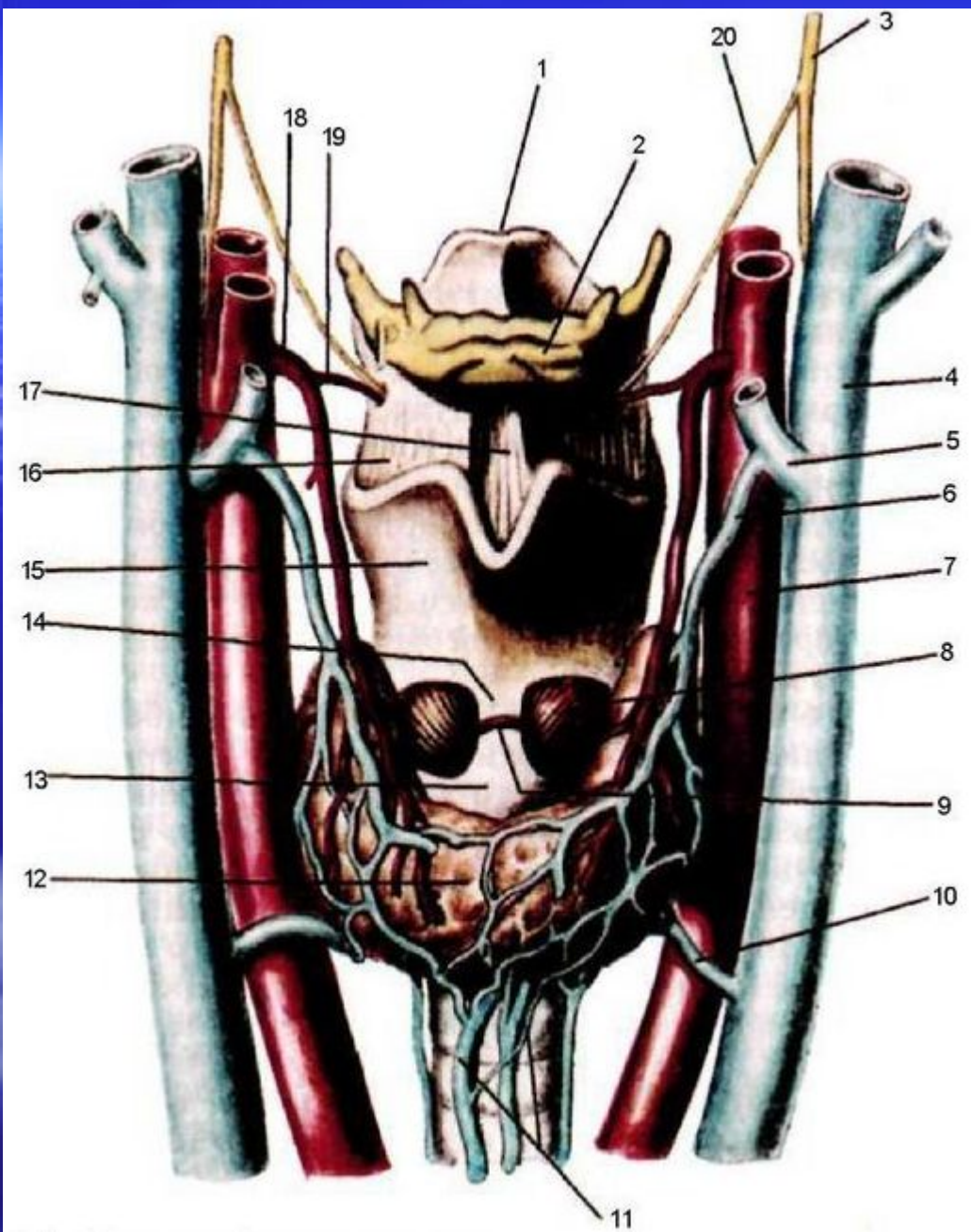
# Полость гортани



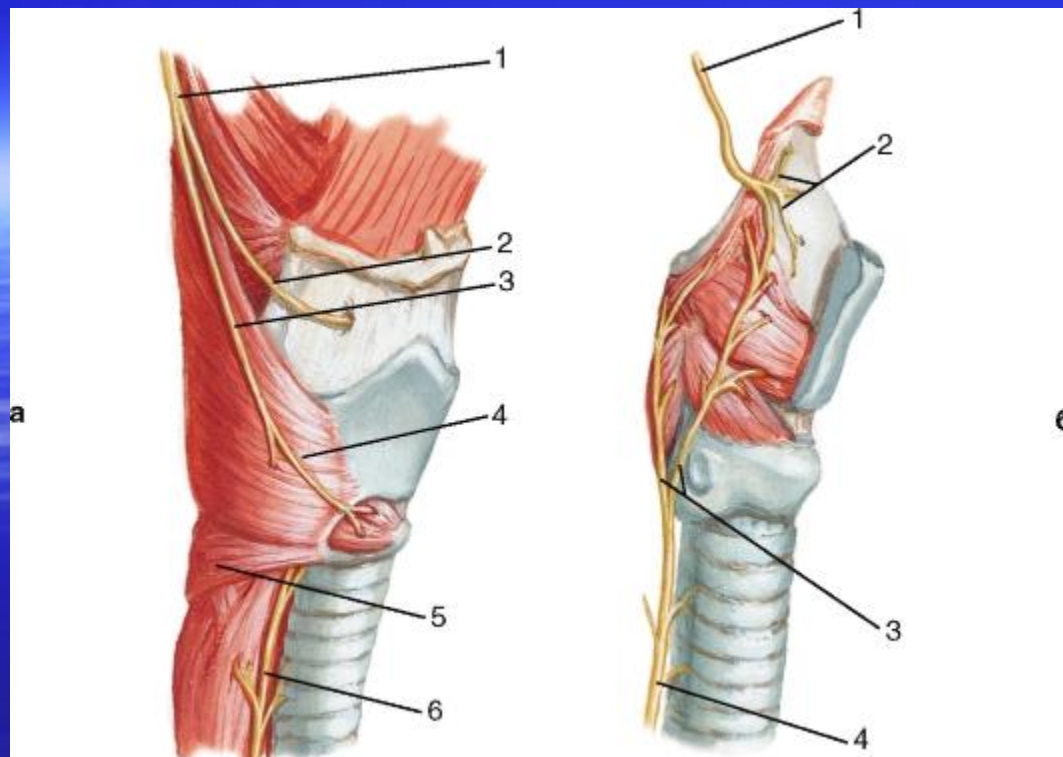
Полость гортани напоминает песочные часы. Средняя суженная часть соответствует голосовым связкам. Отдел, расположенный над ними называется преддверием гортани, а пространство ниже голосовых связок – подголосовая полость.

Слизистая гортани покрыта эпителием двух видов: многослойным плоским неороговевающим – в области голосовых связок, язычной поверхности надгортанника, между черпаловидными хрящами; во всех остальных отделах – многорядным мерцательным эпителием.

- Подслизистый слой представлен рыхлой соединительной тканью.



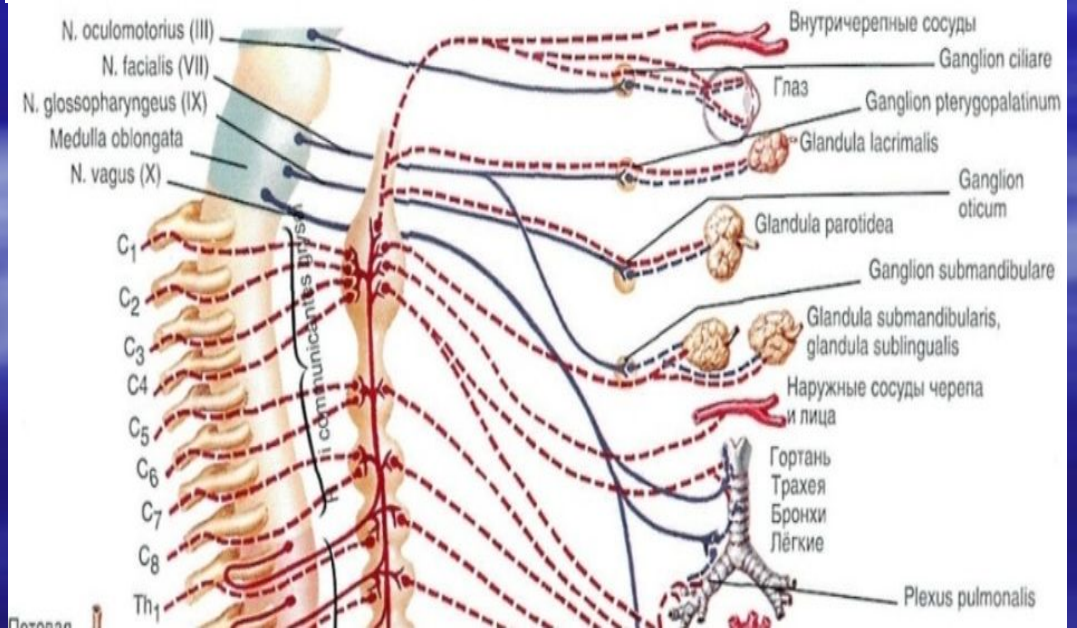
Кровоснабжение гортани обеспечивается *aa. laryngea superior et inferior*, которые отходят от верхней и нижней щитовидных артерий. Артерии гортани анастомозируют с одноименными ветвями противоположной стороны, а вены образуют сплетения. Отток венозной крови происходит по одноименным венам во внутренние яремные и плечеголовые вены. Лимфоотток осуществляется в передние (предтрахеальные) и глубокие лимфатические узлы шеи, расположенные вдоль сосудистонервного пучка.



Иннервация мускулатуры гортани и слизистой оболочки обеспечивается двумя ветвями блуждающего нерва:

- верхним гортанным нервом (*n. laryngeus superior*);
- нижним гортанным нервом (*n. laryngeus inferior s.n. recurrens*).

Симпатические нервы отходят от верхнего шейного симпатического шейно-грудного (звездчатого) узла (*ganglion stellatum*).



# Функции гортани

- Проводит воздух от носоглотки до трахеи и обратно.
- Регулирует количество поступающего воздуха в нижние дыхательные пути.
- Рефлекторно регулирует ритм и глубину дыхания.
- Предохраняет нижние дыхательные пути от проникновения инородных тел.
- Функция голосообразования.

## Теории голосообразования

### ■ Миоэластическая теория фонации Феррана:

В соответствии с данной теорией голосовые складки колеблются, как упругие перепонки, а частота колебаний определяется их эластическими свойствами. При этом активными факторами служат давление воздуха в трахее, живая игра и тонус внутренних мышц гортани. Высота основного тона зависит от силы выдыхаемой струи воздуха. Сложная система дыхательных мышц рефлекторно поддерживает внутритрахеальное и бронхиальное давления на определенном уровне, необходимом в соответствии с различными условиями голосообразования. По мере повышения и усиления звука подскладочное давление увеличивается, и наоборот. Действующей силой в процессе голосообразования является воздушная дыхательная струя, а голосовые складки пассивно колеблются под ее напором.

НО: Эта теория не объясняет некоторых явлений. Например, не ясно, почему при таком заболевании, как функциональная (психогенная) афония, голосовые складки иногда смыкаются достаточно хорошо, но звук не образуется.

### ■ Нейрохронаксическая теория Р. Юссона:

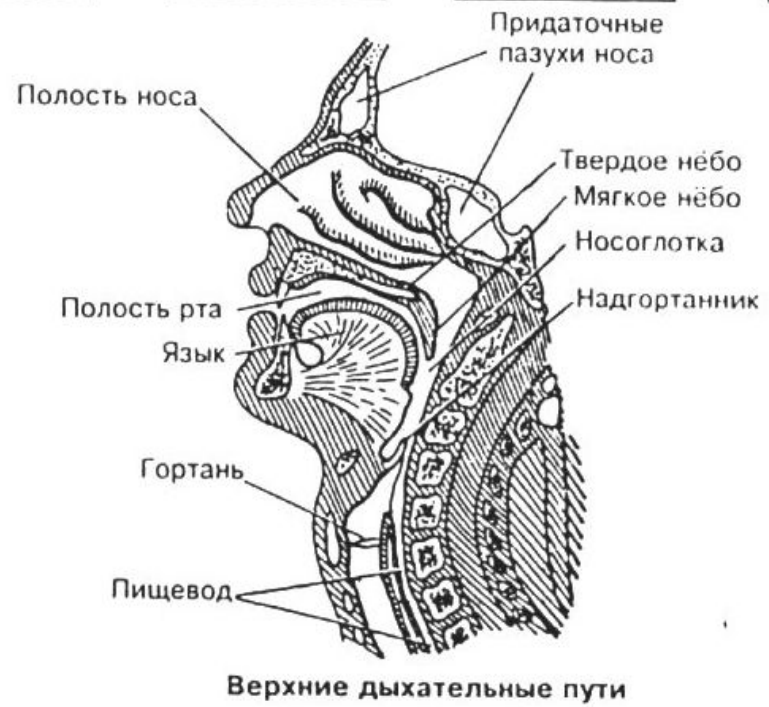
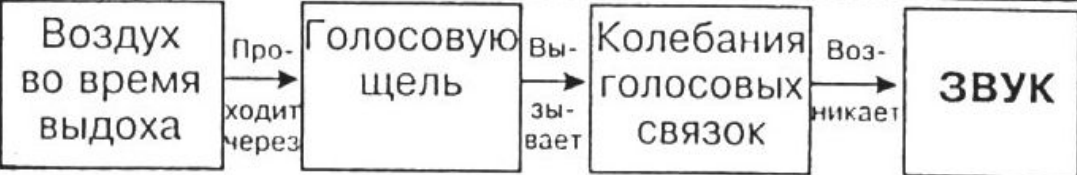
Согласно этой теории, голосовые складки колеблются не пассивно, а под действием импульсов биотоков, поступающих из центральной нервной системы. Частота таких колебаний соответствует частоте импульсов, проходящих к ним через двигательный нижний гортанный нерв, и подчиняется регулирующим механизмам центральной нервной системы. Следовательно, по миоэластической теории воздух колеблет голосовые складки, а по нейрохронаксической — именно голосовые складки колеблют воздух, т. е., периодически сокращаясь под воздействием импульсов, они прерывают проходящий через них воздушный поток, образуя тем самым звуковые колебания.

### ■ Мукоондулаторная теория фонации Й. Перейо:

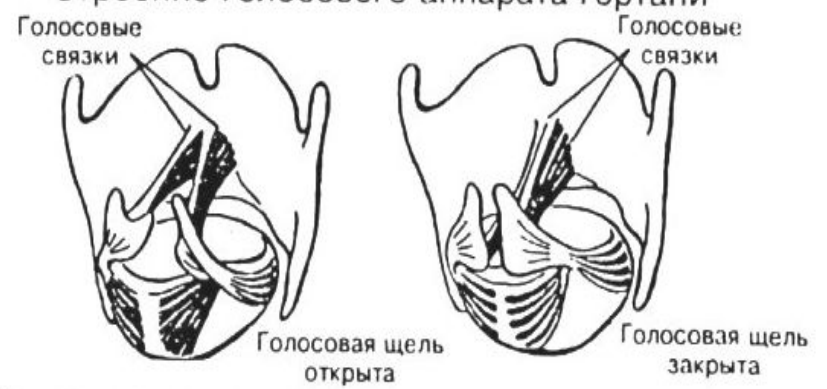
По этой теории колебания голосовых складок — это волнообразное скольжение покрывающей их слизистой оболочки из подскладочного пространства вверх и спереди назад по краю голосовых складок. Перед тем как погаснуть одной волне, возникает следующая и так далее.

НО: Болезненные изменения слизистой оболочки гортани даже при непродолжительных простудах влияют на качество голоса.

# Образование звука



## Строение голосового аппарата гортани





Голосовой аппарат — это система органов, служащая для образования звуков голоса и речи. К нему у человека относятся: органы дыхания, гортань с голосовыми складками, артикуляционный аппарат и резонаторы.

К голосовому аппарату, помимо органов дыхания и места возникновения звуков — гортани, относятся артикуляционный аппарат и резонаторы.

Артикуляционный аппарат служит для образования звуков членораздельной речи.

Артикуляция (от лат. *articulo* — расчленяю) — это работа органов речи. К активным органам артикуляционного аппарата относятся:

– голосовые складки, которые, вибрируя на выдохе, создают звук;

– язык, состоящий из поперечно-полосатых мышечных волокон, которые имеют различное направление; язык способен к самым разнообразным изменениям своей формы и положения; он прикрепляется своим корнем к подъязычной кости, непосредственно связанной с гортанью;

– губы;

– мягкое нёбо с маленьким язычком — подвижное мышечное образование, расслабленное при дыхании, благодаря чему имеется свободный проход из глотки в носоглотку и далее в нос; во время речи и пения мягкое нёбо поднимается и перекрывает ход в носоглотку;

– глотка — полость, расположенная за зевом, сообщающаяся при дыхании с носовой полостью и гортанью; во время речи и пения отделяется от носовой полости поднятым мягким нёбом; ее объем может сильно меняться благодаря перемещению языка и опусканию или поднятию гортани; при пении глотка должна быть свободно и широко открыта; сложное отверстие ротоглотки называют еще вторым (певческим) ртом, подчеркивая этим факт формирования при пении звука именно в этом месте.

К пассивным органам артикуляционного аппарата относятся:

- зубы;
- твердое нёбо;
- верхняя челюсть.

Резонаторы – это полости, резонирующие на возникающий в голосовой щели звук и придающие ему силу и окраску (тембр). Резонанс (от лат. *resono* – звучу в ответ, откликаюсь) – явление усиления собственных колебаний резонаторов под воздействием внешних колебаний той же частоты. Сверху и снизу к гортани непосредственно примыкают трубообразные полости, составляющие с ней единое целое. Различают головной и грудной резонаторы.

Нижняя подгортанная труба переходит в трахею и бронхи. Верхняя надгортанная труба – переходит в полость ротоглотки и далее в ротовую и носовую полости. Головное резонирование ощущается как вибрация в голове (зубы, темя). Грудное резонирование ощущается как вибрация в груди (трахея, бронхи). Таким образом, гортань вместе с надгортанной и подгортанной трубами представляет собой единую рупорную систему.

## Физиология органов речи

Периферический речевой аппарат в функциональном отношении сравнивается с языковой органной трубой, которая, как известно, состоит из 3-х частей:

- нагнетающего меха;
- пружинных язычков, являющихся прерывателем воздушной струи, поступающей из меха;
- надставной трубы, служащей резонатором.

Роль нагнетающего меха выполняют легкие с системой дыхательных мышц и дыхательными путями (бронхами, трахеей). Роль язычкового прерывателя исполняют истинные голосовые связки. Надставной трубой служат надсвязочная часть гортани, глотка, полость рта и носовая полость.

Соответственно такому делению речевого аппарата и в речевом акте можно рассматривать 3 связанные друг с другом функции:

- 1) образование воздушной струи;
- 2) голосообразование (фонация);
- 3) образование звуков речи (артикуляция).

Воздушная струя, необходимая для образования голоса и звуков речи, возникает в процессе дыхательного акта, именно в фазе вдоха. В связи с этим описание деятельности речевых органов целесообразно начинать с процесса дыхания.

Самой важной структурой являются голосовые связки. Предположим, вы собираетесь произнести определенный звук. Нервная система заранее «оценивает» частоту желаемого звука и начинает посылать импульсы к мышцам гортани именно с этой частотой. А они, ритмично сокращаясь, придают воздушной структуре колебательный характер.

Количество колебательных движений, совершаемых в секунду, определяет тембр голоса.

Так мужские голоса подразделяются на:

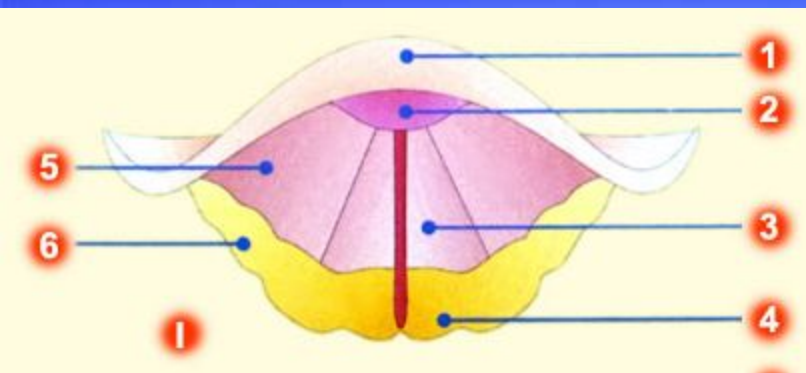
- тенор (длина связок – 15-17 мм). Число колебаний 122-580 в секунду.
- баритон (длина связок – 18-21 мм). Число колебаний 96-426 в секунду.
- бас (длина связок – 22-25 мм). Число колебаний 81-325 в секунду.

Из-за чрезмерного перенапряжения голосовых связок, например у певцов. Складки бусовидно утолщаются по краю.

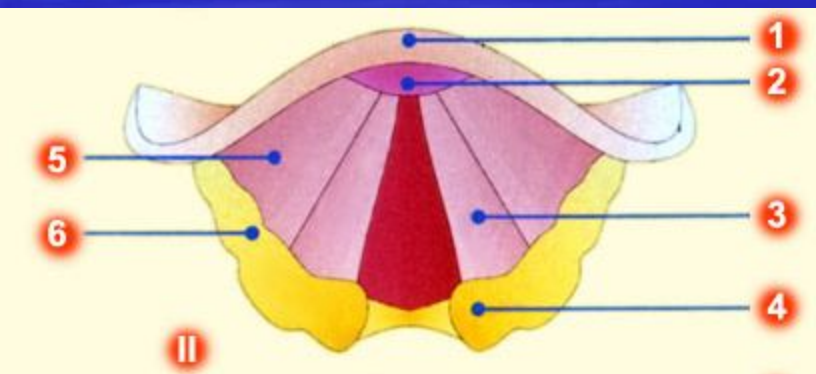
Чтобы осмотреть полость гортани, используются специальные инструменты, проводят непрямую ларингоскопию. В 1854 году учитель музыки, англичанин Гарсия, сев перед большим зеркалом, маленькое зеркало засунул себе в рот и увидел голосовые складки.

Следует отметить, что интенсивный рост, некоторые гормоны (щитовидной, половых желез, надпочечников, гипофиза) могут влиять на функциональную активность голосовых связок. Во время полового созревания меняется голос – мутация.

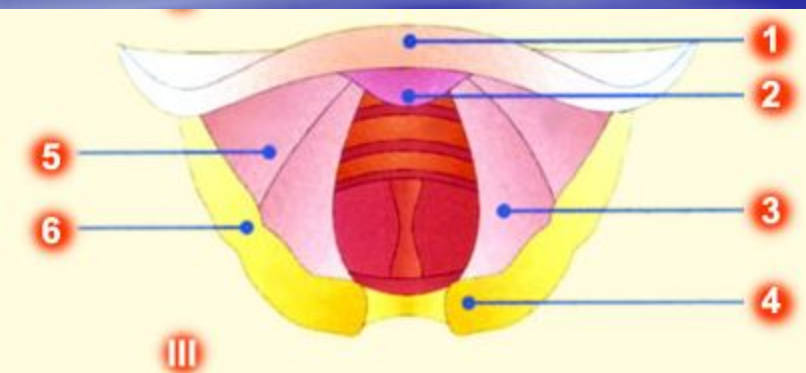
# Голосовые связки в разном состоянии



I – при разговоре, пении голосовые связки смыкаются, и воздух, поступивший в легкие во время выдоха давит на складки, заставляя их колебаться, – так рождается звук;



II – когда мы молчим, голосовые связки расходятся, образуя голосовую щель в виде равнобедренного треугольника;



III – положение голосовых связок в момент крика.

1 – надгортанник; 2 – надгортанный бугорок; 3 – голосовая складка; 4 – рожковидный бугорок; 5 – клиновидный бугорок; 6 – складки преддверья

# Механизм голосообразования

При обычном дыхании голосовая щель широко раскрыта и имеет форму равнобедренного треугольника, основание которого обращено кзади (к черпаловидным хрящам), а вершина – кпереди (к щитовидному хрящу). Вдыхаемый и выдыхаемый воздух при этом беззвучно проходит через широкую голосовую щель.

При фонации истинные голосовые связки находятся в сомкнутом состоянии. Струя выдыхаемого воздуха, прорываясь через сомкнутые голосовые связки, несколько раздвигает их в сторону. В силу своей упругости, а также под действием мышц, суживающих голосовую щель, связки возвращаются в исходное, т.е. срединное положение, с тем, чтобы в силу продолжающегося давления выдыхаемой воздушной струи снова раздвинуться в стороны, и т.д. Таким образом, при фонации происходят колебания голосовых связок. Эти колебания совершаются в поперечном, а не продольном направлении, т.е. связки перемещаются кнутри и кнаружи, а не кверху и книзу.

В результате колебания голосовых связок движение струи воздуха, текущей по трахее под давлением, превращается над голосовыми связками в колебания частиц воздуха. Эти колебания, передаваясь в окружающую среду, воспринимаются слуховым органом как звук голоса.

При каждом расхождении голосовых связок во время их колебаний при фонации прорывается очень небольшое количество воздуха. Поэтому давление поступающей в окружающую среду звуковой волны ничтожно по сравнению с давлением свободно выдыхаемой воздушной среды.

# Трахея – продолжение гортани



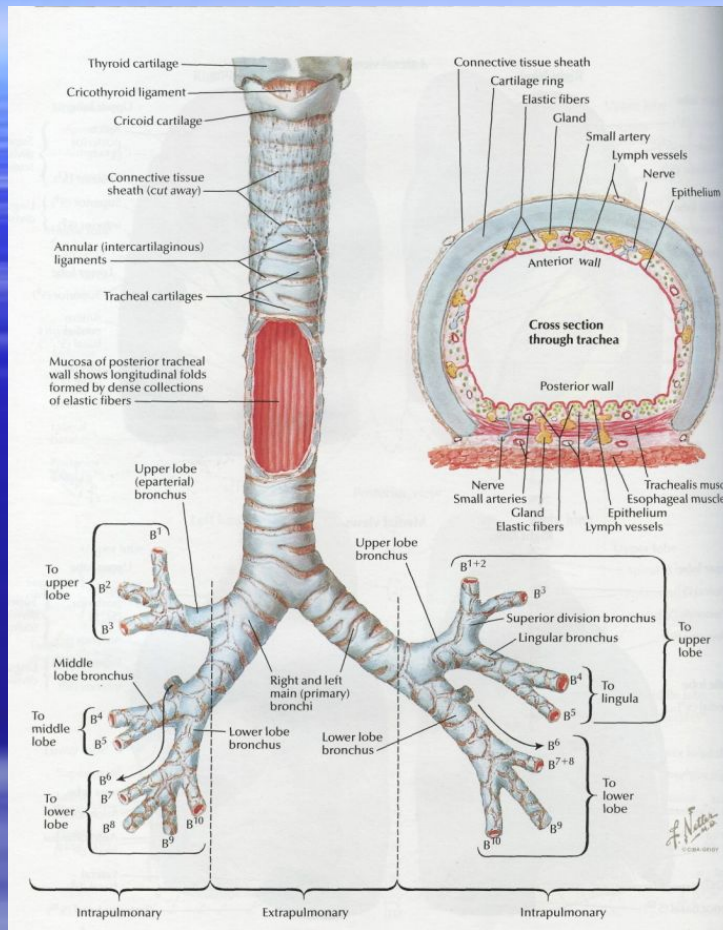
- Ее длина 9-12 см, диаметр – 15-30 мм. Начинается на уровне С6, а заканчивается на уровне Th4-Th5.
- В трахеи выделяют шейный и грудной отделы. Основой строения трахеи являются хрящевые полукольца. Это гиалиновые, покрытые надхрящницей, расположенные строго одно над другим, соединяясь кольцевидными связками. Количество их 15-19 полуколец.

Вся обращенная к пищеводу стенка трахеи затянута полоской из гладкомышечных волокон и элементов соединительной ткани. Это перепончатая стенка.

Слизистая оболочка, выстилающая трахею изнутри, представлена мерцательным, многорядным эпителием. Несколько глубже расположен подслизистый слой. Затем идет волокнисто-хрящевая оболочка (полукольца и мембрана). Самой наружной оболочкой является адвентиция.

**Значение трахеи сводится к проведению воздуха от гортани к месту бифуркации, т.е. до бронхиального дерева, и продолжения очистки, согревания и увлажнения воздуха**

# Трахея делится на два бронха: правый и левый.

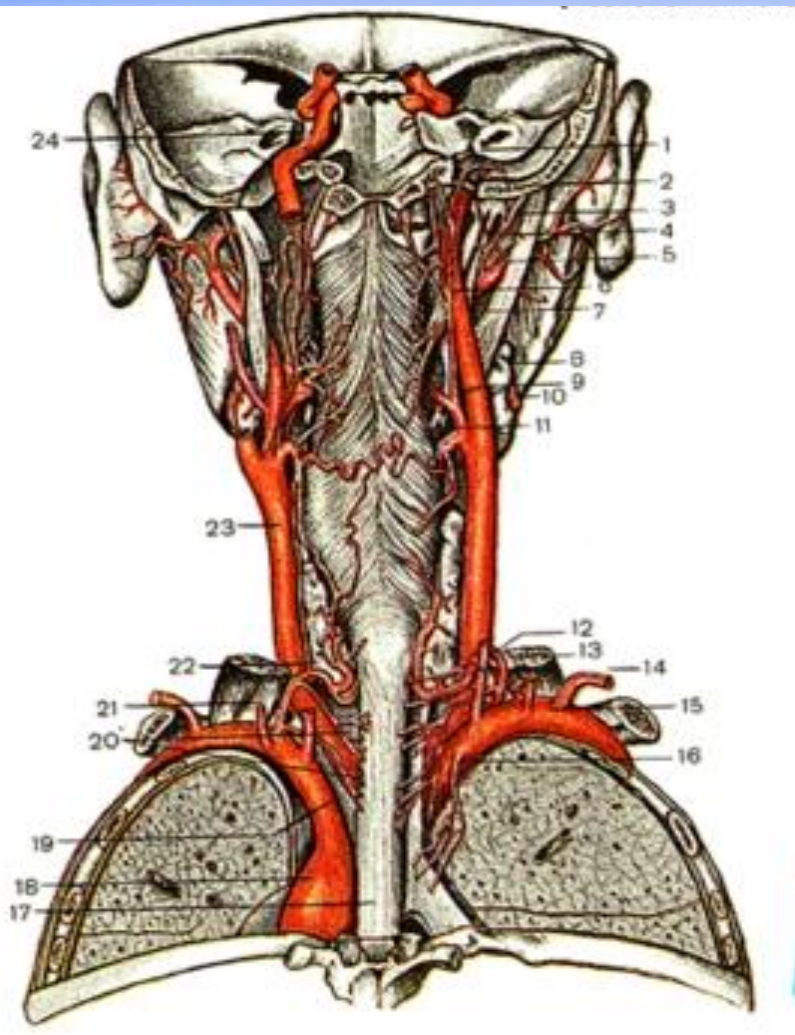


- Правый является продолжением трахеи, а левый отходит под углом. Правый бронх содержит 6-7 хрящевых колец, левый – 9-12.
- После вхождения в легочную ткань главный бронх распадается на долевые бронхи: правый на 3, левый на 2.
- Долевые бронхи (каждый) распадается на бронхи 3-го порядка – сегментарные (10 в правом, 9 в левом). Уже на их уровне постепенно изменяется характер хрящевого скелета.
- Далее сегментарные бронхи делятся на бронхи 4-го, 5-го, 6-го и 7-го порядков. Причем деление их дихотомическое, т.е. каждый предыдущий дает два последующих.

Бронхиальным деревом называют совокупность бронхов, начиная с главного и заканчивают терминальными бронхиолами. Значение бронхиального дерева заключается в проведении воздуха от трахеи до альвеолярного аппарата легких и обратно, продолжением очистки, обеззараживания и согревания воздушной струи.

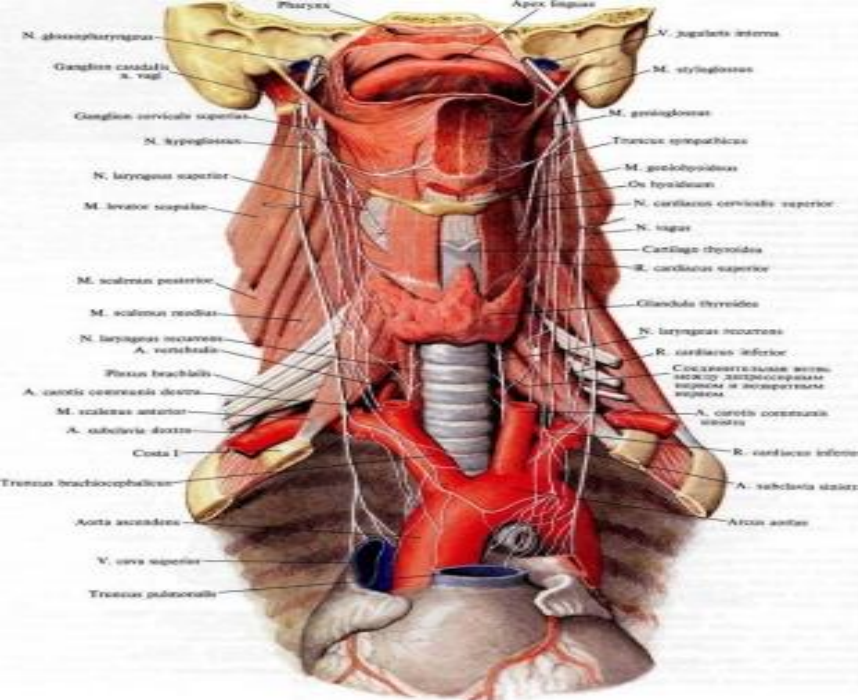


## Кровоснабжение, иннервация, отток лимфы трахеи

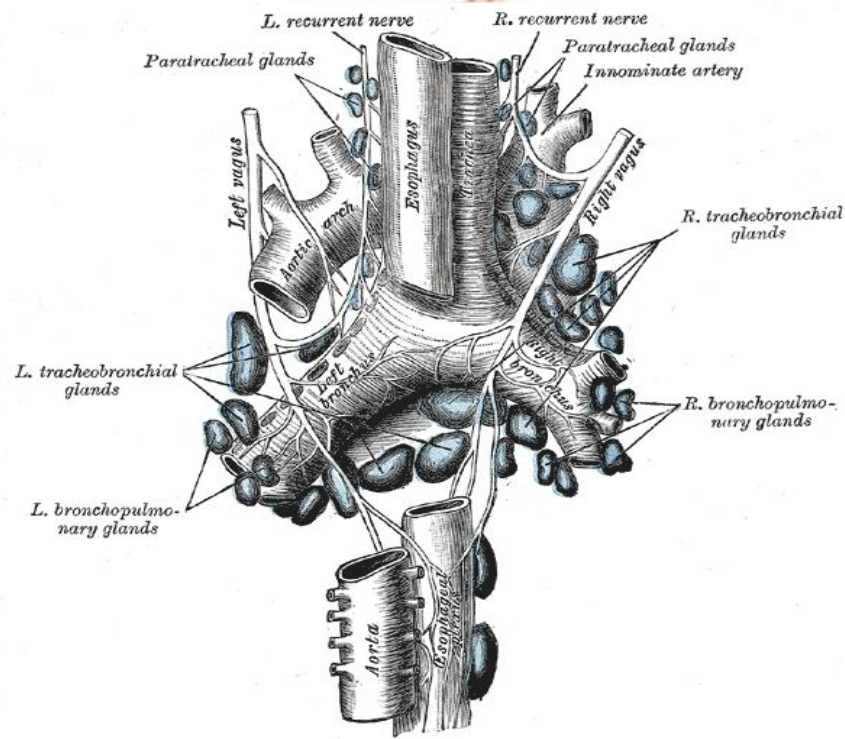


Кровоснабжение трахеи осуществляется ветвями нижних щитовидных артерий и ветвями бронхиальных артерий, берущих начало от нисходящей аорты или верхних межреберных артерий.

Венозная кровь оттекает главным образом в венозные сплетения, расположенные вокруг трахеи и пищевода, откуда поступает в нижние венозные сплетения щитовидной железы, непарную и полунепарную вены.

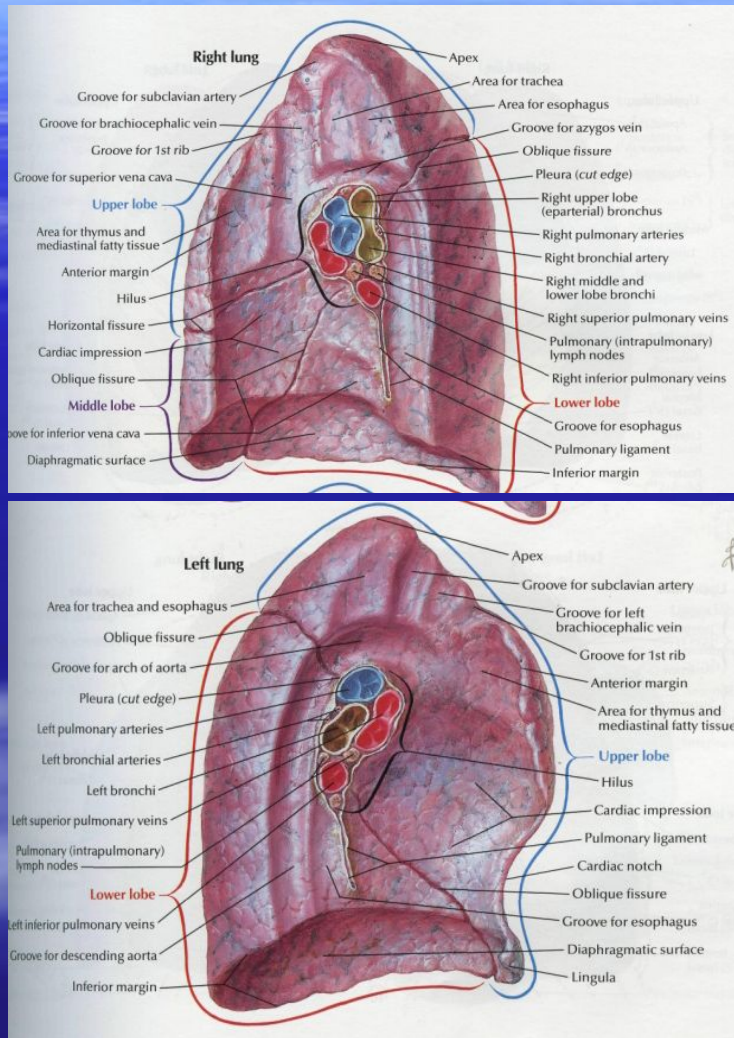


Иннервация трахеи осуществляется ветвями возвратных и верхнегортанных нервов. Кроме того, трахея имеет симпатическую и парасимпатическую иннервацию. Часть нервных волокон — спинномозговые (от С1 до D6).



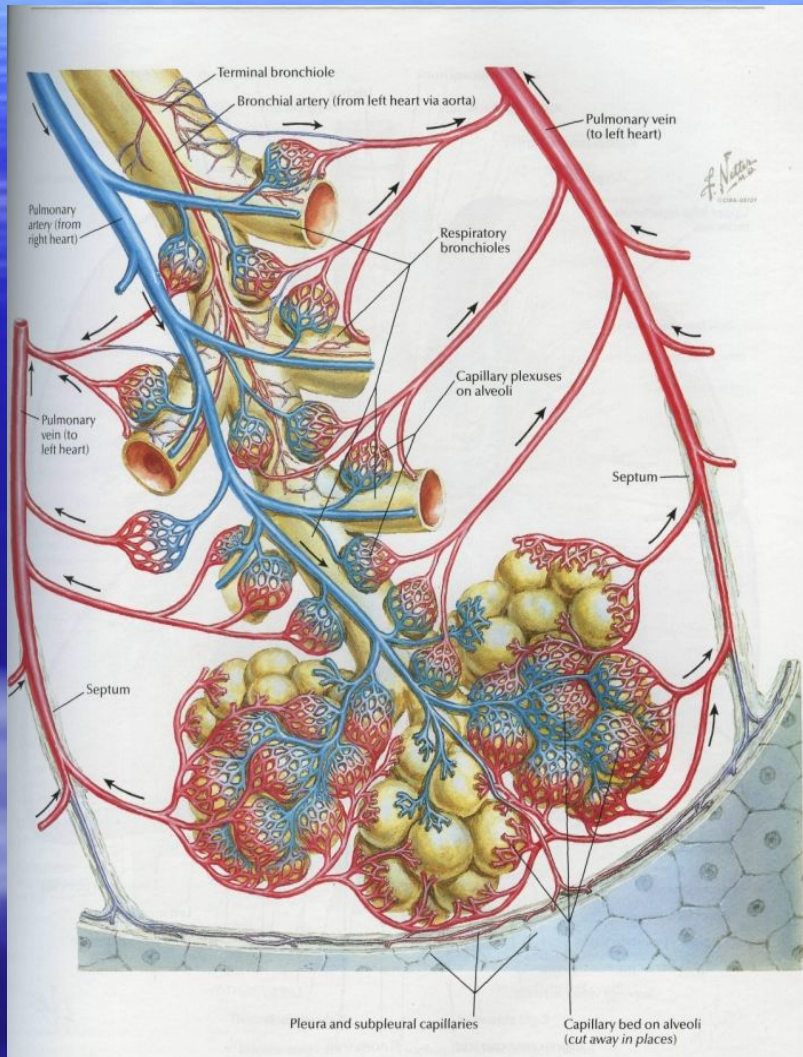
Отток лимфы из трахеи идет в центростремительном вентродорсальном направлении. Пути оттока лимфы из трахеи тесно связаны с лимфатическими путями пищевода, гортани, щитовидной железы.

# Легкие



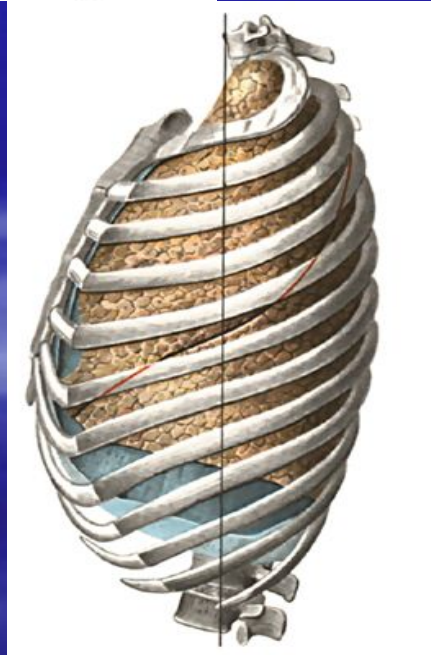
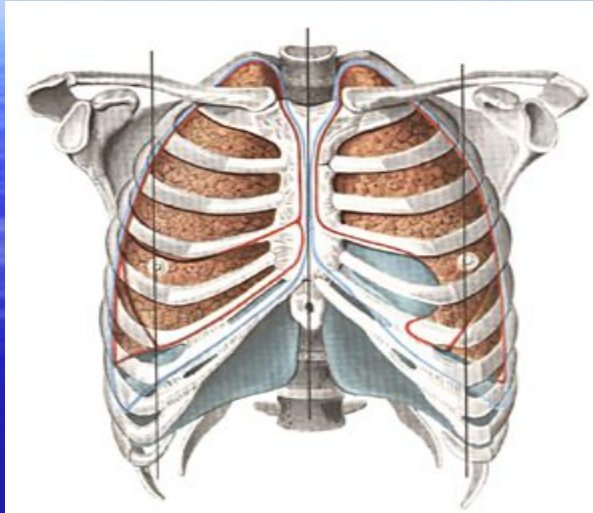
- - верхушка
- - основание
- - диафрагмальная поверхность
- - реберная поверхность
- - медиастинальная поверхность

## Часть легкого, вентилируемая системой одной респираторной бронхиолы 3-го порядка называется ацинусом.



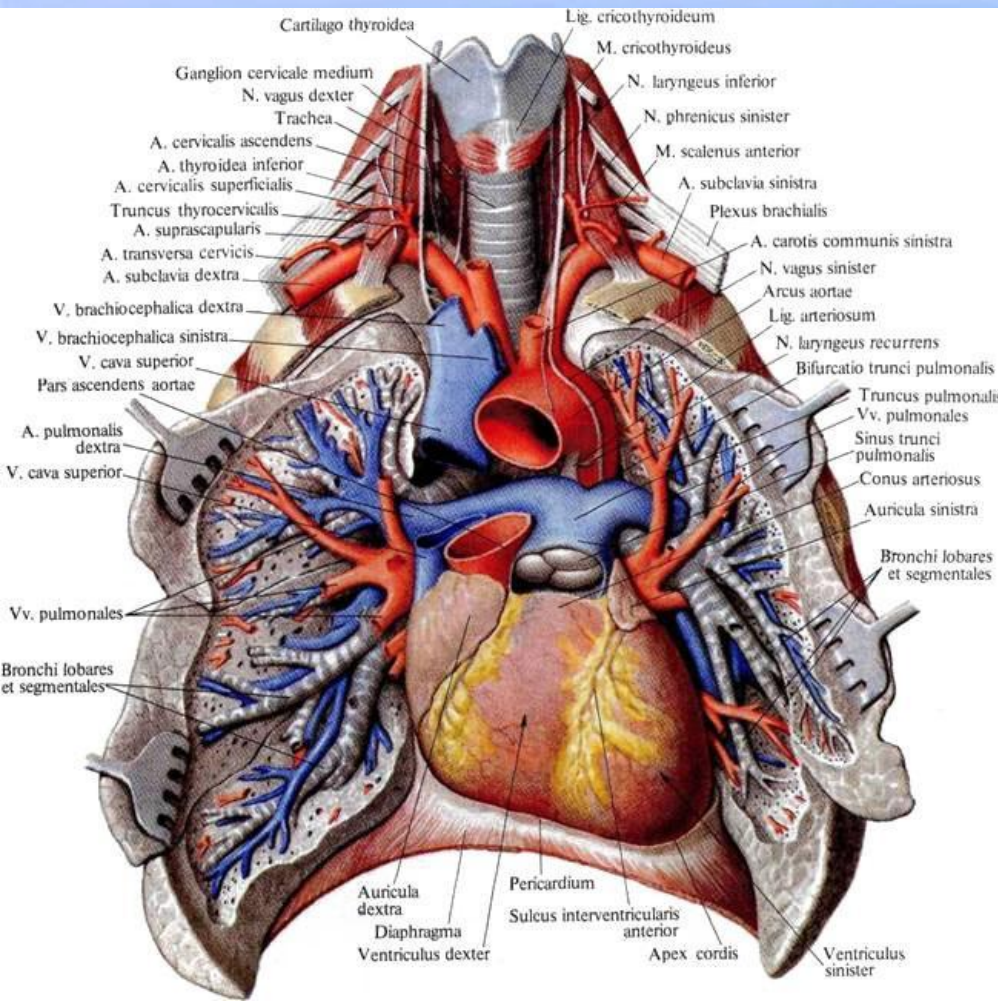
- Главный бронх – долевыми бронхи – сегментарные бронхи – дольковые бронхи.
- Последним элементом бронхиального дерева являются терминальные бронхиолы, внутри которых располагаются дольки (около 15).
- Каждая из них трехкратно делясь дихотомически, образует дыхательные или респираторные бронхиолы (1-го, 2-го и 3-го порядков).
- Главной отличительной чертой респираторных бронхиол являются небольшие выпячивания стенки, расположенные на некотором расстоянии друг от друга. Они называются альвеолами, взявшие на себя главную функцию этой системы – газообмен.
- Респираторные бронхиолы конусовидно разветвляются на 2-11 альвеолярных ходов, более широких, чем сами респираторные бронхиолы. От их дистальных концов отходят 2-5 альвеолярных мешочков.

Плевра - одна из четырех серозных оболочек, имеющих в организме. Серозные оболочки могут некоторое время сдерживать патологический процесс, возникающий в органе, который она покрывает. Это связано с высокой прочностью серозных оболочек

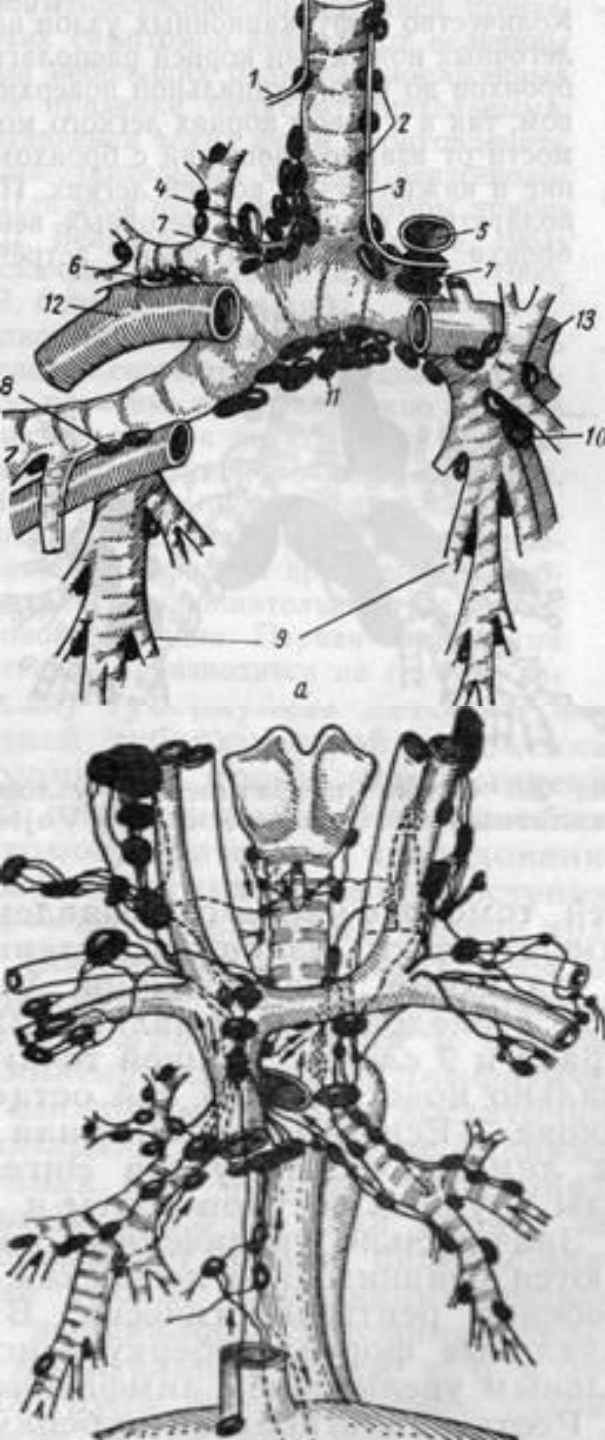


- Все серозные оболочки имеют сходное строение.
- Все серозные оболочки имеют общую функцию механической защиты от неожиданностей извне.
- Остальные функции более специализированные и соответствуют той системе, тому органу, который оказался «обернутым»
- Плевра окружает легкие со всех сторон двумя слоями.
- Один листок облегает легочную ткань и называется легочной плеврой.
- Второй листок – пристеночную (париетальную) плевру, которая снова заворачивает легкое, но контакт осуществляется не с самим органом, а со стенками грудной клетки

## Кровоснабжение легких. Иннервация. Отток лимфы



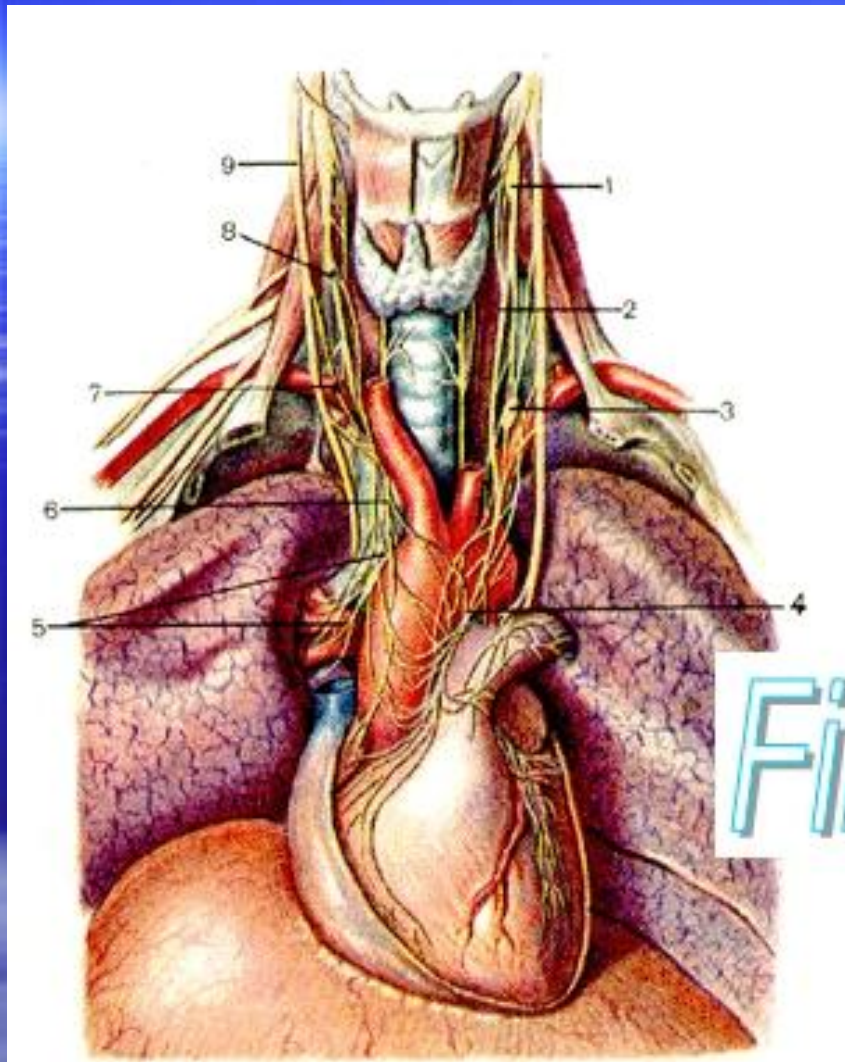
Артериальная кровь приносится в легкие по rr. bronchiales (из аорты, aa. intercostales posteriores и a. subclavia). Они питают стенку бронхов и легочную ткань. Из капиллярной сети, которая образуется разветвлениями этих артерий, складываются vv. bronchiales, впадающие отчасти в vv. azygos et hemiazygos, а отчасти — в vv. pulmonales. Таким образом, системы легочных и бронхиальных вен анастомозируют между собой.



## Лимфатическая система легкого хорошо развита и состоит из:

1) начальных сетей лимфатических капилляров,  
 2) внутриорганных сплетений,  
 3) отводящих сосудов, которые вливаются в лимфатические протоки. Выделяют четыре группы трахеобронхиальных лимфатических узлов:

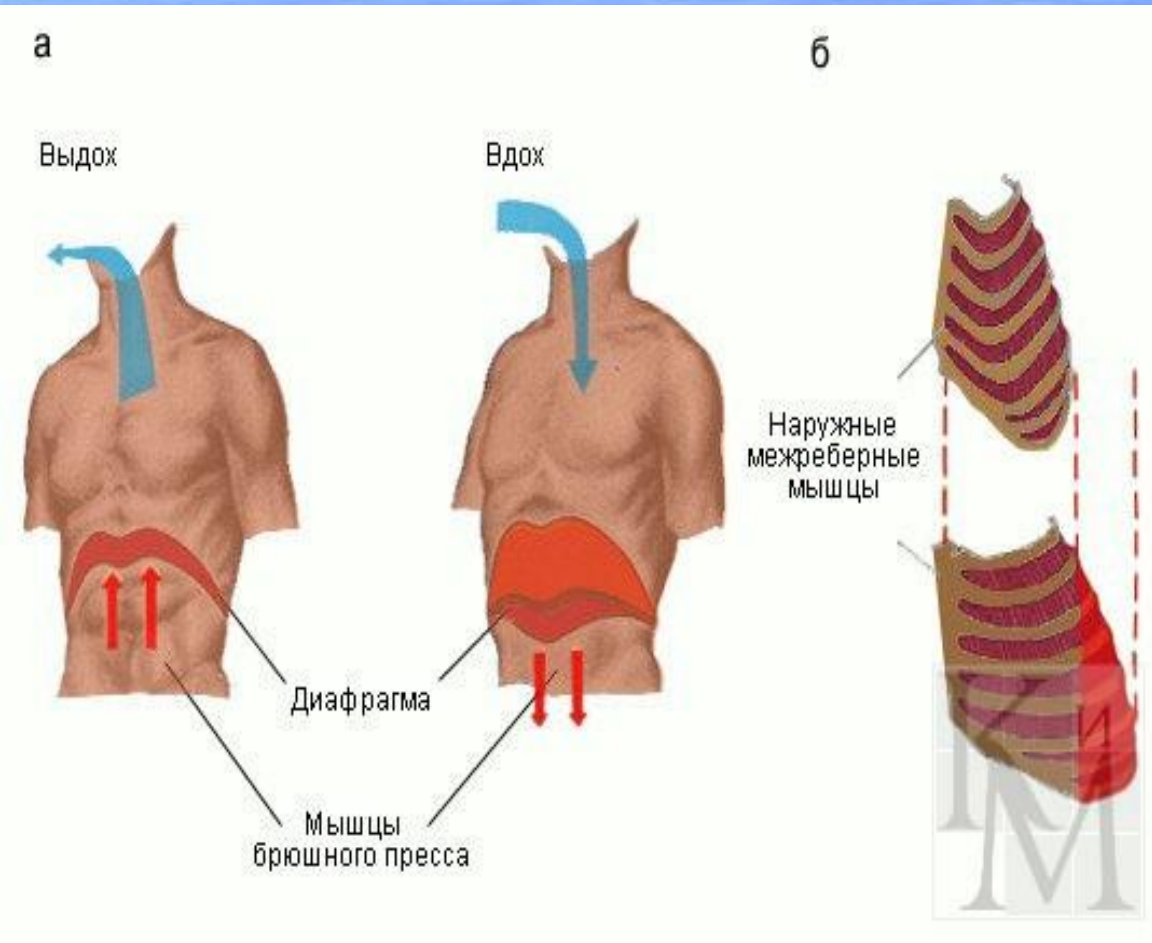
1) внутрилегочные, расположенные в паренхиме легких и в местах разделения бронхов,  
 2) бронхопульмональные, лежащие в области ворот и корня легкого, в углах разделения главного и долевого бронхов,  
 3) трахеобронхиальные, расположенные в месте бифуркации трахеи,  
 4) паратрахеальные, расположенные вдоль трахеи. Ток лимфы идет от периферии к корню легкого и до впадения в лимфатический проток проходит хотя бы через один из лимфатических узлов. Большая часть лимфы оттекает из легких в правый лимфатический проток, только от верхней части левого легкого отток лимфы осуществляется по левой паратрахеальной цепи лимфатических узлов. Из нижних долей обоих легких лимфа оттекает также по сосудам, идущим вниз в листках легочных связок к узлу, расположенному в заднем средостении позади пищевода и диафрагмы.



Афферентными путями от висцеральной плевры являются легочные ветви грудного отдела симпатического ствола, от париетальной плевры — nn. intercostales и n. phrenicus, от бронхов — n. vagus. Эфферентная парасимпатическая иннервация. Преганглионарные волокна начинаются в дорсальном вегетативном ядре блуждающего нерва и идут в составе последнего и его легочных ветвей к узлам plexus pulmonalis, а также к узлам, расположенным по ходу трахеи, бронхов и внутри легких. Постганглионарные волокна направляются от этих узлов к мускулатуре и железам бронхиального дерева. Функция: сужение просвета бронхов и бронхиол и выделение слизи. Эфферентная симпатическая иннервация. Преганглионарные волокна выходят из боковых рогов спинного мозга верхних грудных сегментов (ThII — ThVI) и проходят через соответствующие rami communicantes albi и симпатический ствол к звездчатому и верхним грудным узлам. От последних начинаются постганглионарные волокна, которые проходят в составе легочного сплетения к бронхиальной мускулатуре и кровеносным сосудам. Функция: расширение просвета бронхов; сужение.



# Механизмы вдоха и выдоха.

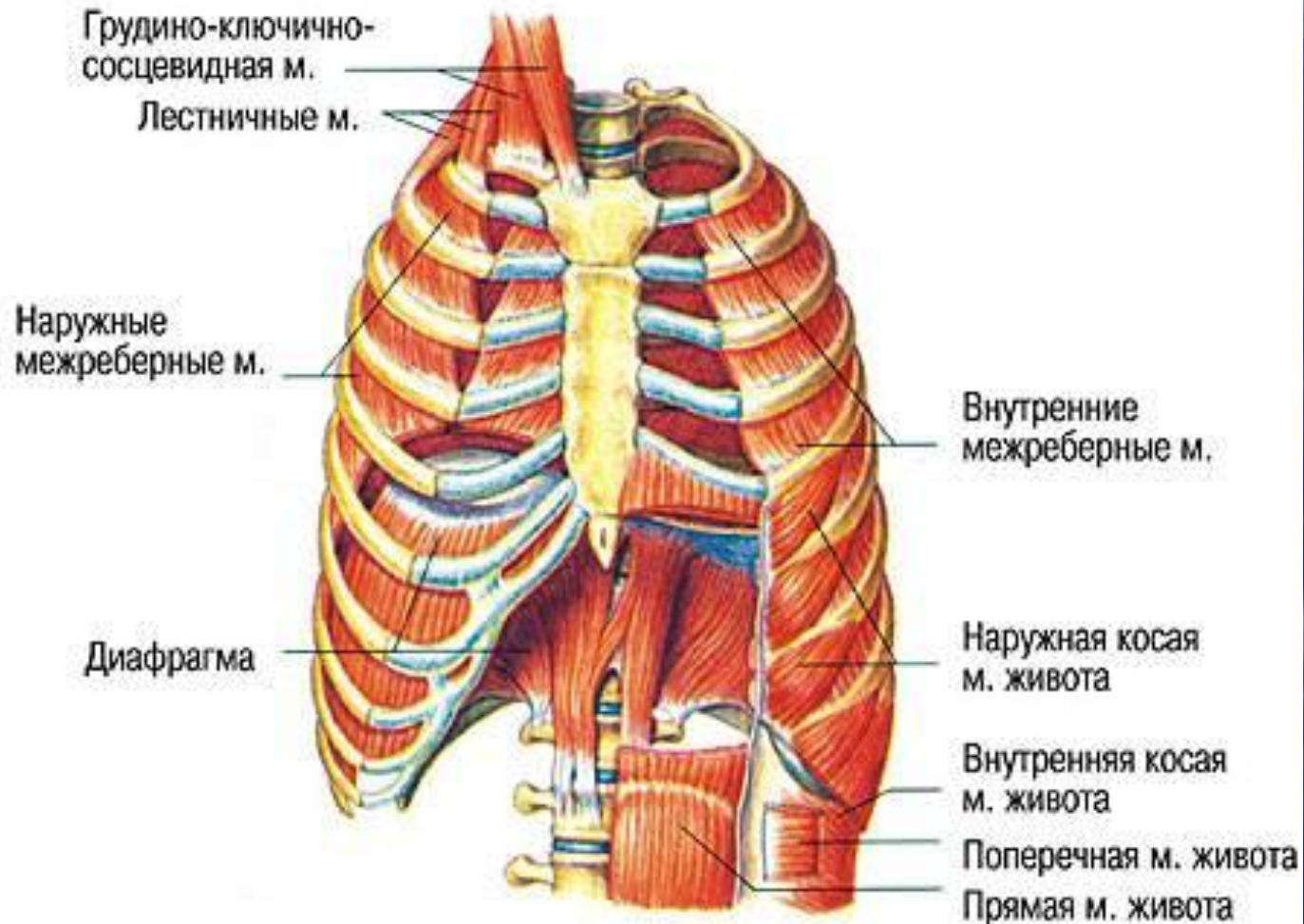


Благодаря ритмичному сокращению диафрагмы (16—18 раз в минуту) и других дыхательных мышц (наружных межреберных мышц, мышц плечевого пояса, шеи) объем грудной клетки то увеличивается (при вдохе), то уменьшается (при выдохе). При расширении грудной клетки легкие пассивно растягиваются, расширяются. При этом давление в легких понижается и становится ниже атмосферного (на 3—4 мм рт. столба). Так происходит вдох. При глубоком вдохе, форсированном дыхании сокращаются не только дыхательные мышцы, но и вспомогательные.

# Мышцы, задействованные при вдохе и при выдохе.

## МЫШЦЫ ВДОХА (ИНСПИРАТОРНЫЕ МЫШЦЫ)

## МЫШЦЫ ВЫДОХА (ЭКСПИРАТОРНЫЕ МЫШЦЫ)



## Типы дыхания

Различают 3 основных типа дыхания:

- ключичное,
- реберное (грудное)
- диафрагмальное (брюшное).

При реберном, или грудном, дыхании грудная клетка расширяется главным образом вперед и в стороны.

В диафрагмальном дыхании, как показывает само название, наиболее активное участие принимает диафрагма. Сокращаясь и уплощаясь, она опускается, вследствие чего увеличивается в объеме главным образом нижняя часть грудной клетки; брюшная стенка при этом выпячивается. Чистого процесса дыхания при этом не наблюдается, в частности.

При любом его типе в большей или меньшей степени активно действует диафрагма. Поэтому практически можно говорить лишь о преимущественно брюшном или преимущественно ключичном дыхании.

Типы дыхания зависят от пола. Так, у женщин чаще наблюдается грудной тип дыхания, у мужчин – брюшной тип дыхания; у работников физического труда превалирует брюшной тип дыхания; у лиц, занятых канцелярской и вообще сидячей работой, - грудной тип. У детей обычно бывает смешанный тип дыхания, т.е. средний между грудным и брюшным. Глубокое, или полное, дыхание сочетает в себе все 3 типа дыхания.

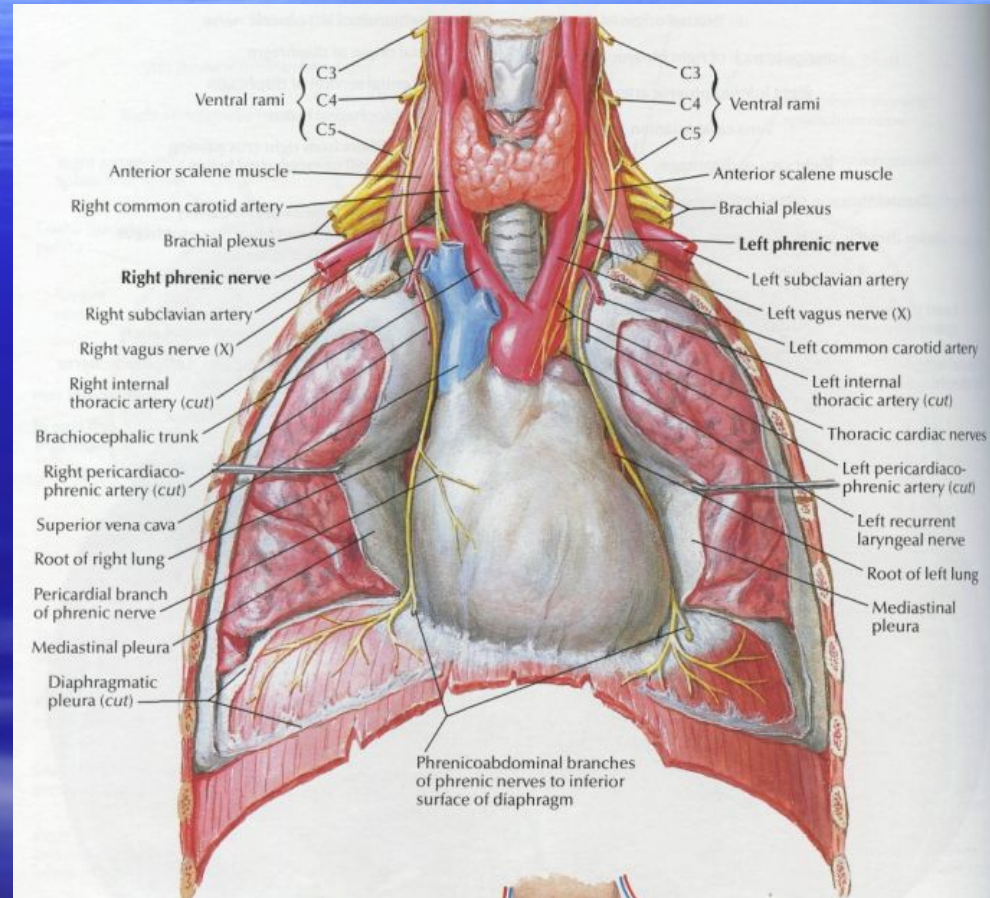
В течение одной минуты происходит 16-20 полных дыхательных движений (вдохов и выдохов). Длительность вдоха почти равна длительности выдоха (отношение времени вдоха и времени выдоха составляет 1: 1,25).

# Регуляция дыхания

- Человек дышит ритмично без участия сознания.
- Сокращение дыхательной мускулатуры обусловлено постоянно поступающими импульсами из дыхательного центра, расположенного в средней трети продолговатого мозга, под влиянием которых и происходит ритмическое сокращение и расслабление дыхательных мышц.
- Деятельность дыхательного центра протекает автоматически; строго периодические вспышки возбуждения зарождаются в самих клетках дыхательного центра под влиянием обменных процессов в них.
- Автоматическая деятельность дыхательного центра может быть изменена волевым усилием под влиянием коры головного мозга. Человек способен произвольно на короткое время изменить как ритм, так и глубину дыхания, но через некоторое время оно возвращается к первоначальному ритму.
- Ведущий физиологический механизм, влияющим на дыхательный центр, - рефлекторный: возбуждение с различных участков тела передается в центральную нервную систему и вызывает изменение дыхания. Большое значение имеют рефлексy с внутренней поверхности самих легких.

# Средостение

- Это часть грудной полости, расположенная между правым и левым плевральными мешками, ограниченная спереди грудиной, сзади – грудным отделом позвоночного столба, снизу – диафрагмой, сверху – апертурой грудной клетки.
- Условно оно разделено на верхнее и нижнее средостение горизонтальной плоскостью, проходящей через границу грудинной рукояткой и телом грудины (Th4-Th5).
- Верхнее средостение лежит выше корней легких, нижнее – ниже.



# Верхнее средостение:

- - тимус
- - восходящая дуга аорты
- - дуга аорты
- - трахея
- - начало главных бронхов
- - плечеголовые вены, верхняя полая вена
- - верхние части пищевода, обеих симпатических стволов, непарной вены, грудного лимфатического протока, блуждающего нерва, диафрагмального нерва.

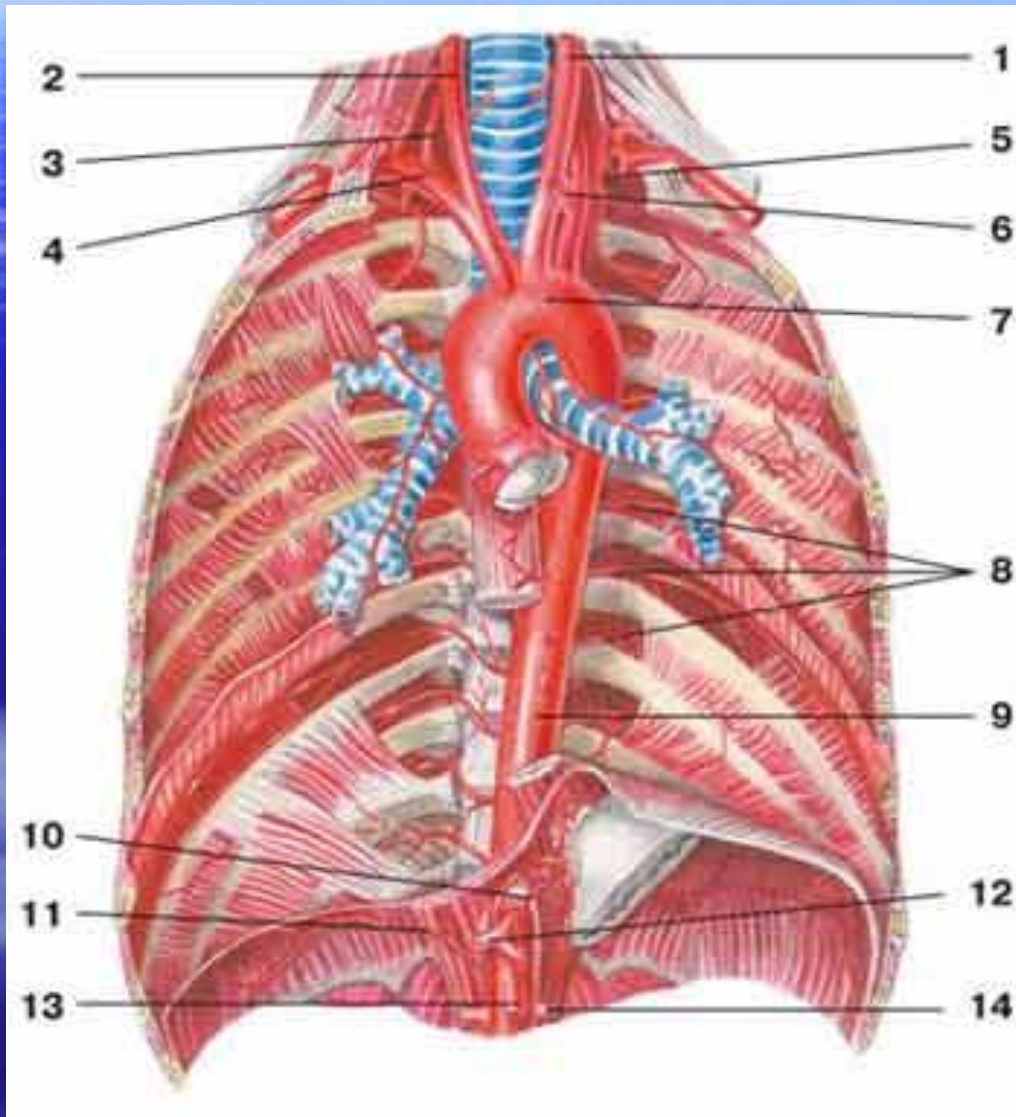
# Нижнее средостение

1. Переднее средостение расположено между задней поверхностью передней стенки грудной клетки и передней поверхностью перикарда. Оно содержит: внутреннее грудные артерию и вену, передние средостенные, окологрудные и перикардиальные лимфоузлы.
2. Среднее средостение: ограничено передней и задней поверхностями сердечной сумки и содержит: перикард с сердцем, главные бронхи, легочные артерии и вены, диафрагмальные нервы, нижние трахеобронхиальные и латеральные перикардиальные лимфатические узлы.
3. Заднее средостение: расположено между задней поверхностью перикарда и позвоночником. Содержит: грудную часть нисходящей аорты, непарную и полунепарную вены, нижние части пищевода, симпатических стволов, блуждающего нерва, внутренностного нерва, задние средостенные и предпозвоночные лимфатические узлы.

# Функции легких:

- Легкие выделяют  $H_2O$ , участвуя в ее обмене.
- Участвуют в теплорегуляции, способствуя теплоотдаче.
- Выделяют в секрет мелких бронхов иммуноглобулины типа А.
- В легких происходит превращение ангиотензина I в ангиотензин II (благодаря чему в какой-то мере регулируют АД)
- Играют роль биохимического и механического фильтра крови.
- Осуществляют экскрецию вредных веществ.

# Артерии грудной полости



- 1 — левая общая сонная артерия;
- 2 — правая общая сонная артерия;
- 3 — позвоночная артерия;
- 4 — правая подключичная артерия;
- 5 — наивысшая межреберная артерия;
- 6 — левая подключичная артерия;
- 7 — дуга аорты;
- 8 — межреберные артерии;
- 9 — аорта;
- 10 — левая желудочная артерия;
- 11 — нижняя диафрагмальная артерия;
- 12 — общая печеночная артерия;
- 13 — верхняя брыжеечная артерия;
- 14 — почечная артерия



Грудная аорта (*aorta thoracica*) располагается в заднем средостении, прилегает к позвоночному столбу и разделяется на два вида ветвей: внутренностные и пристеночные.

К внутренностным ветвям относятся:

1) бронхиальные ветви (*rr. bronchiales*), которые в количестве двух, реже больше, разветвляются вместе с бронхами и снабжают кровью ткани легкого, а их концевые веточки подходят к бронхиальным лимфатическим узлам, плевре, околосердечной сумке и пищеводу;

2) пищеводные ветви (*rr. esophagei*), которые в количестве трех-шести направляются к стенке пищевода и разветвляются восходящими, анастомозирующими с левой желудочковой артерией, и нисходящими ветвями, анастомозирующими с нижней щитовидной артерией;

3) медиастинальные, или средостенные, ветви (*rr. mediastinales*), многочисленные и мелкие, питающие соединительную ткань, лимфатические узлы и органы средостения;

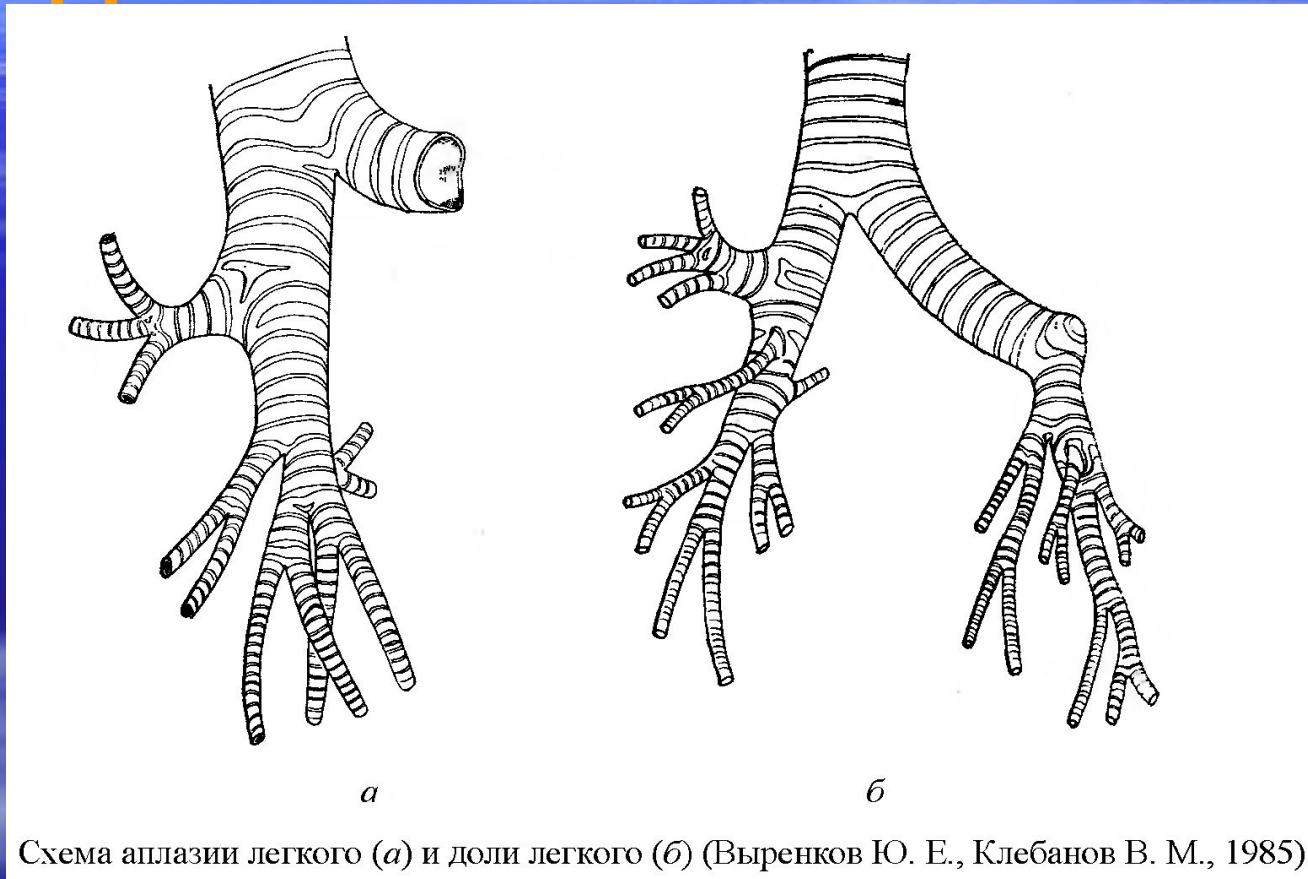
4) перикардальные, или околосердечно-сумочные, ветви (*rr. pericardisci*), поставляющие кровь к задней поверхности околосердечной сумки.

Группа пристеночных ветвей включает в себя:

1) верхние диафрагмальные артерии (*aa. phrenicae superiores*), которые в количестве двух обеспечивают кровью верхнюю поверхность диафрагмы;

2) задние межреберные артерии (*aa. intercostales posteriores*) в количестве 10 пар, 9 из которых проходят в межреберных промежутках (от 3-го до 11-го), а нижние залегают под XII ребрами и называются подреберными артериями (*aa. subcostales*). Каждая из них разделяется на дорсальную ветвь (*r. dorsalis*) и спинно-мозговую ветвь (*r. spinalis*). У головок ребер каждая межреберная артерия разделяется на переднюю ветвь, питающую межреберные мышцы, широкие и прямые мышцы живота, кожу груди и молочную железу, и заднюю ветвь, которая снабжает кровью спинной мозг, кожу и мышцы спины.

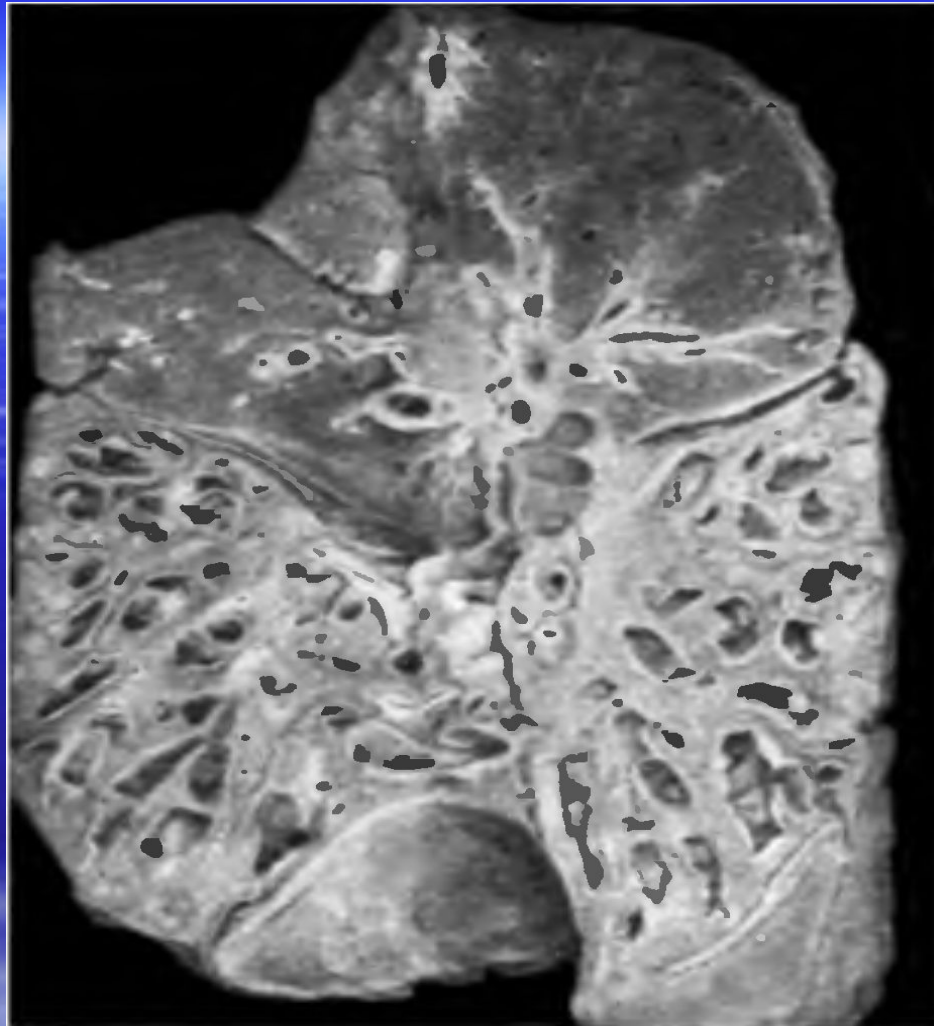
# Аномалии развития дыхательной системы:



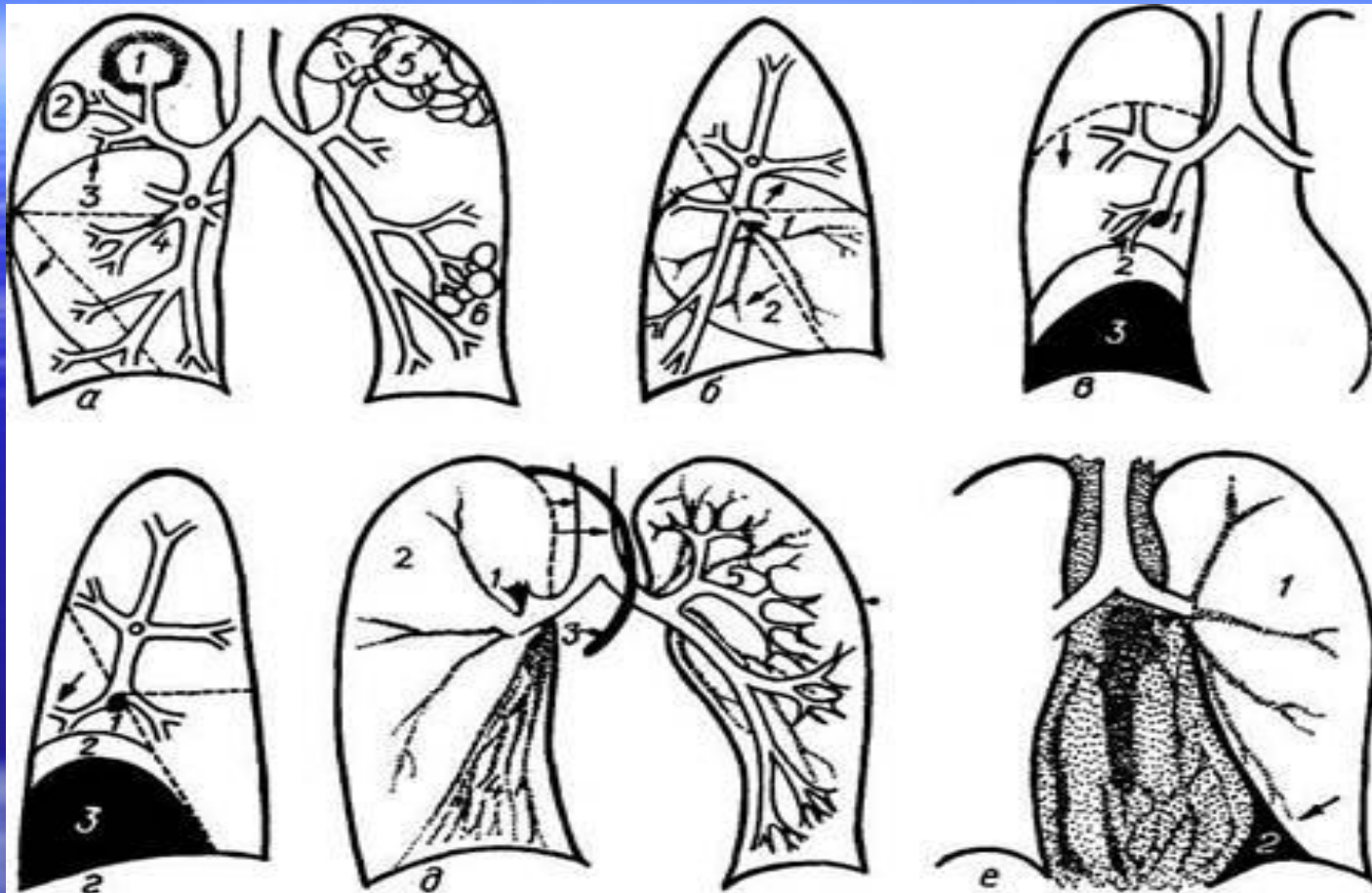
Аплазия легкого – рудиментарный бронх, который слепо заканчивается.



Кистозная гипоплазия легких



Врожденные бронхоэктазы – расширение ограниченных участков бронхов, преимущественно в нижних отделах легких



Врожденные кисты в легких с деструкцией легочной паренхимы