



**Дыхательная система
возрастные особенности и
развитие**

Лекция 5.

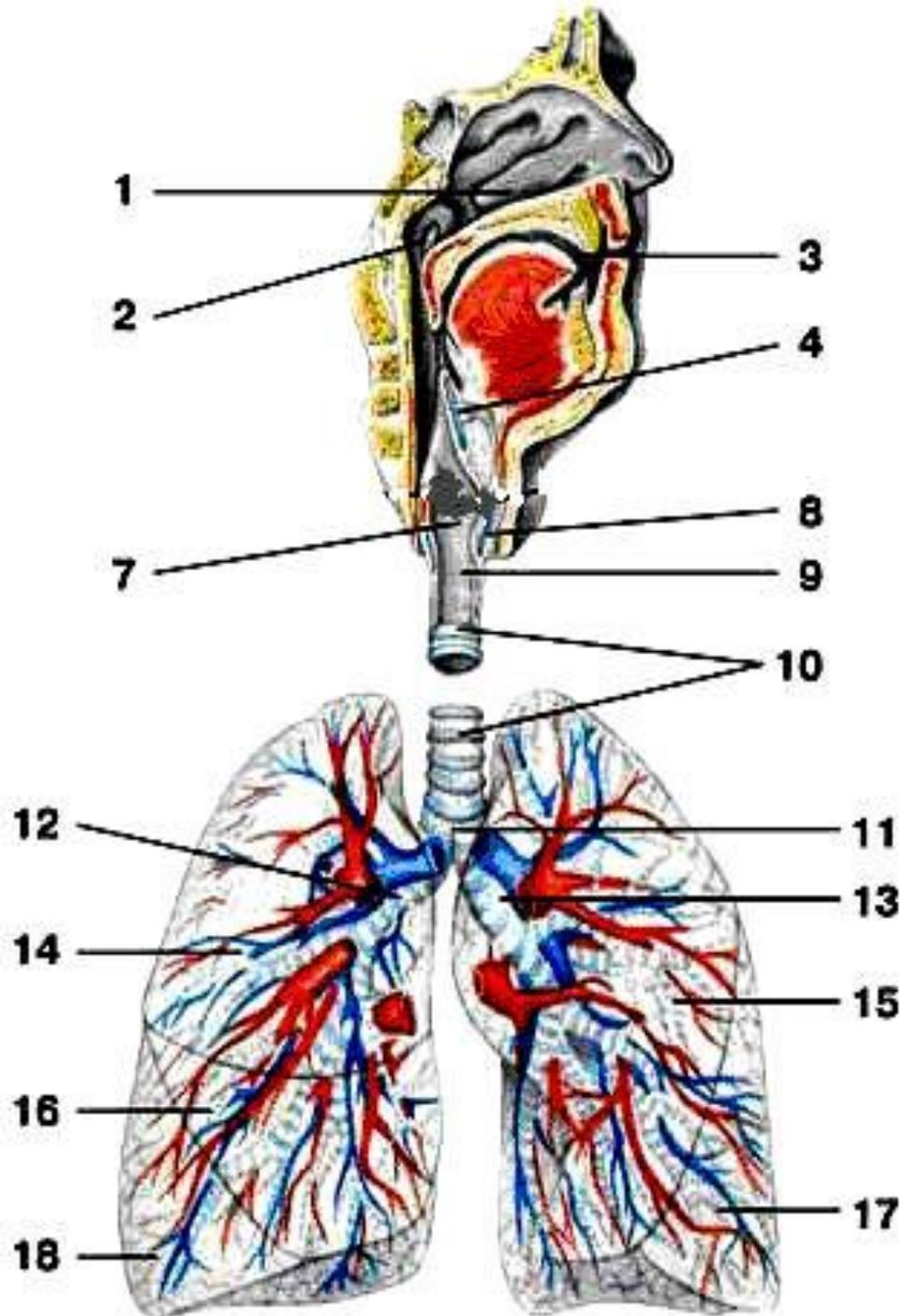
Дыхание -

**совокупность процессов,
обеспечивающих обмен газов между
организмом и окружающей средой, в
результате чего происходит
потребление кислорода и
выделение углекислого газа**

Пять процессов дыхания:

1. **Внешнее дыхание или вентиляция легких** (обмен газов между внешней средой и альвеолами легких).
 2. **Диффузия газов в легких** (обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью протекающей через легочные капилляры).
 3. **Перенос кровью газов к тканям.**
 4. **Диффузия газов в тканях** (обмен газов между кровью и тканями в тканевых капиллярах).
 5. **Внутреннее дыхание или клеточное дыхание** (потребление кислорода клетками тканей и выделение ими углекислого газа)
- 

Дыхательный аппарат



- 1 — полость носа;
- 2 — глотка;
- 3 — полость рта;
- 4 — надгортанный хрящ;
- 7 — голосовая складка;
- 8 — щитовидный хрящ;
- 9 — гортань;
- 10 — трахея;
- 11 — бифуркация;
- 12 — главный правый бронх;
- 13 — главный левый бронх;
- 14 — 1-я доля правого легкого;
- 15 — 1-я доля левого легкого;
- 16 — 2-я доля правого легкого;
- 17 — 2-я доля левого легкого;
- 18 — 3-я доля правого легкого

Функции органов дыхания:

1. Дыхательная (газообмен)
2. Кондиционирование вдыхаемого воздуха
3. Выделительная (сероводород, вода, пары ацетона, пары алкоголя и.т.д.)
4. Тепловыделительная (участие в терморегуляции)
5. Голосообразование
6. Защитная

Органы дыхания

Органы
дыхания

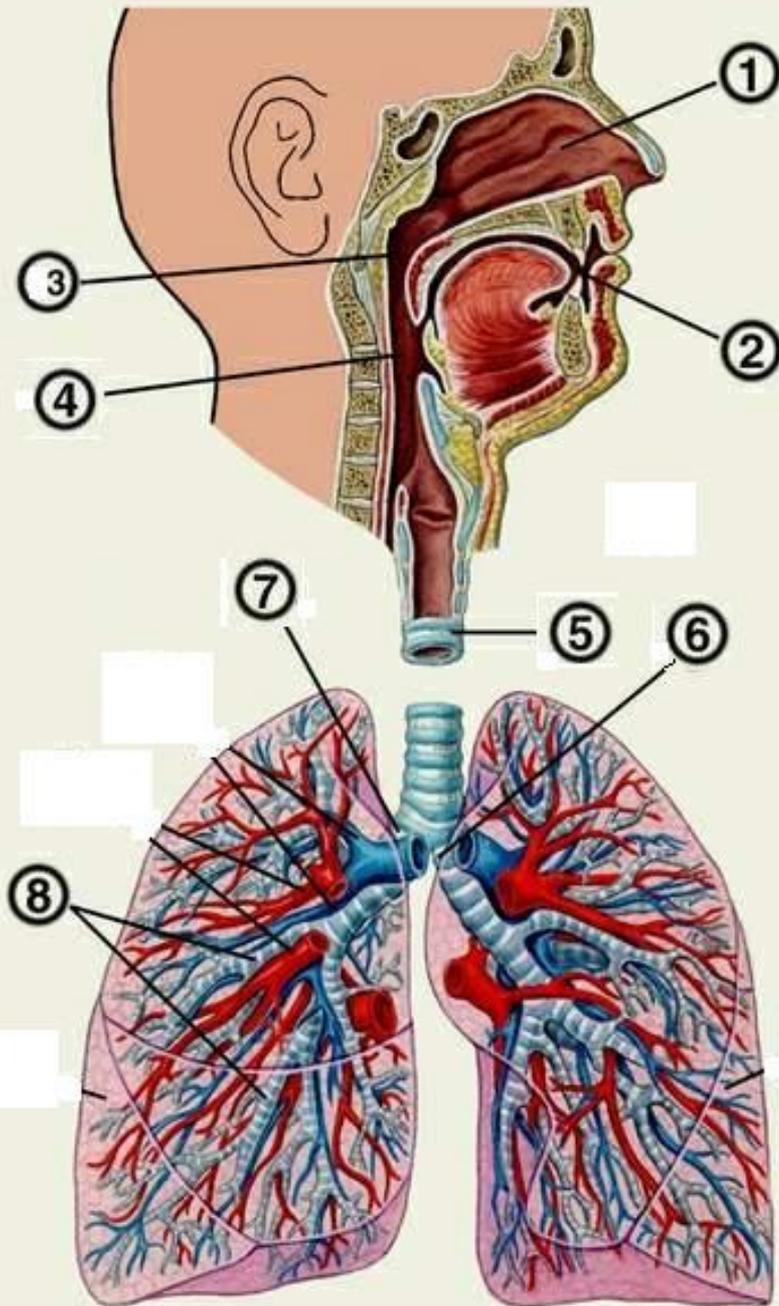
Воздухоносные
пути

Дыхательная
часть (легкие)

Верхние дыха-
тельные пути
(носовая полость,
гортань)

Нижние дыха-
тельные пути
(трахея, бронхи)

Воздухоносные пути



1 – носовая полость

2 – ротовая полость

3 - глотка

4 – гортань

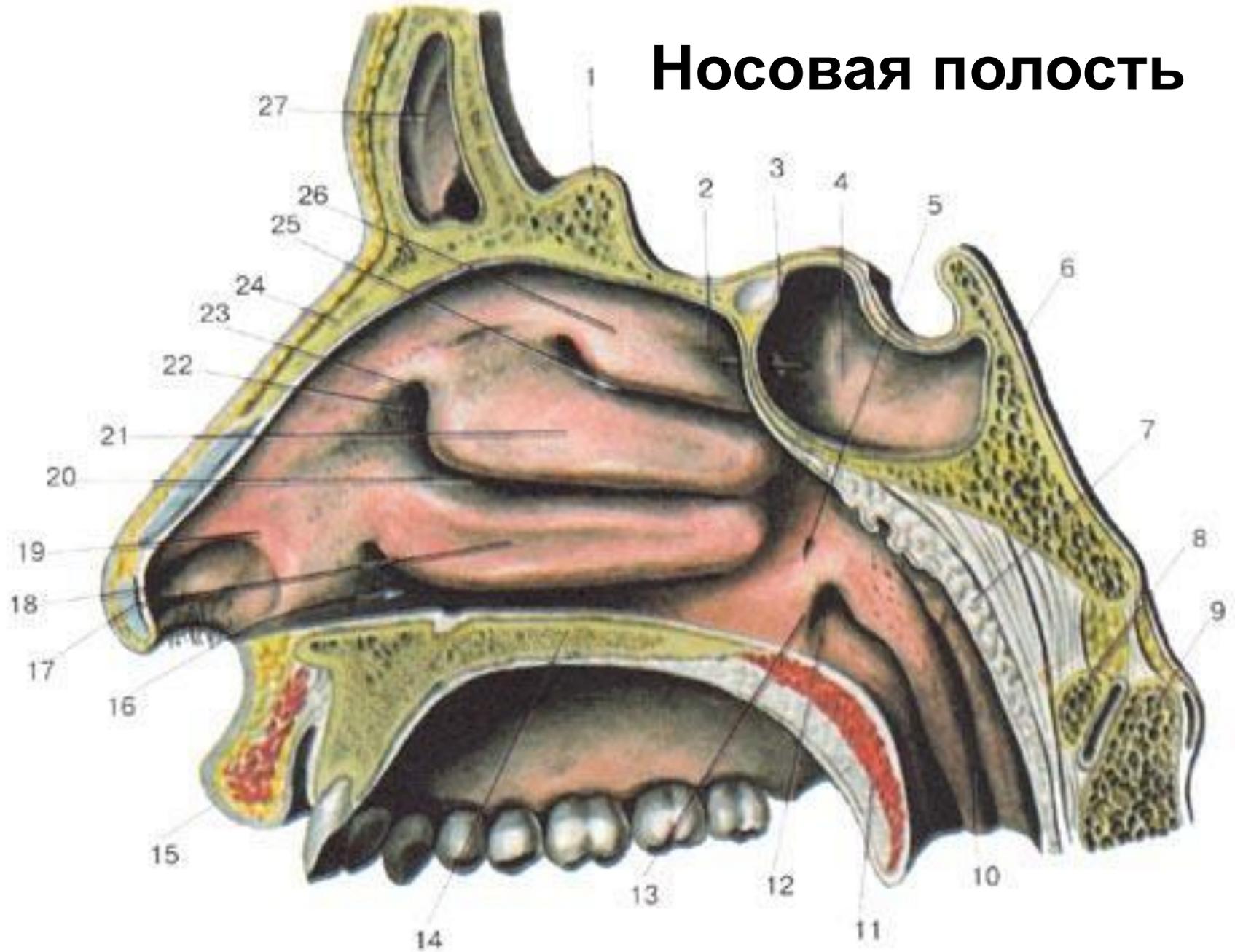
5 - трахея

6 – бифуркация

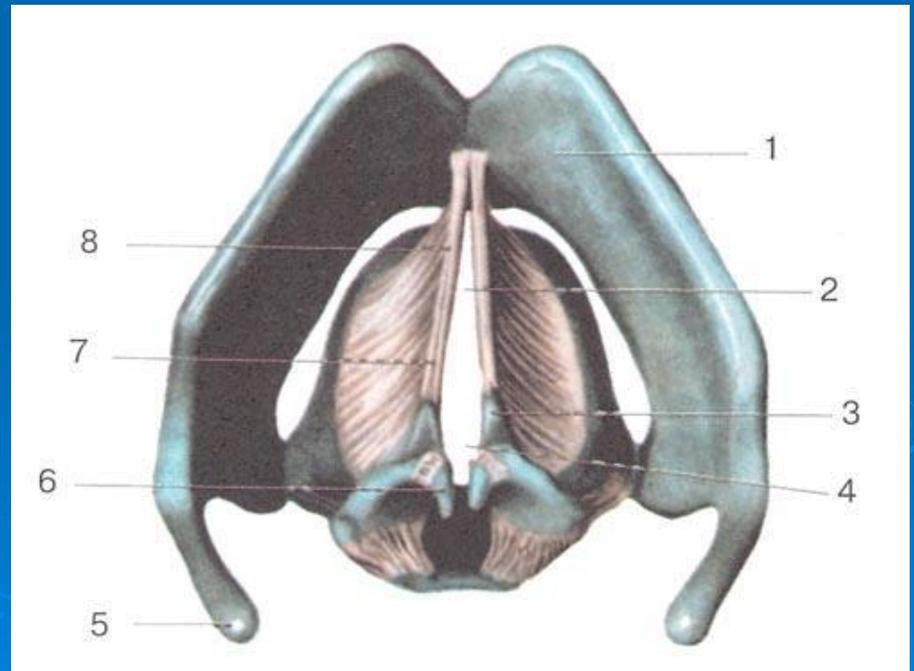
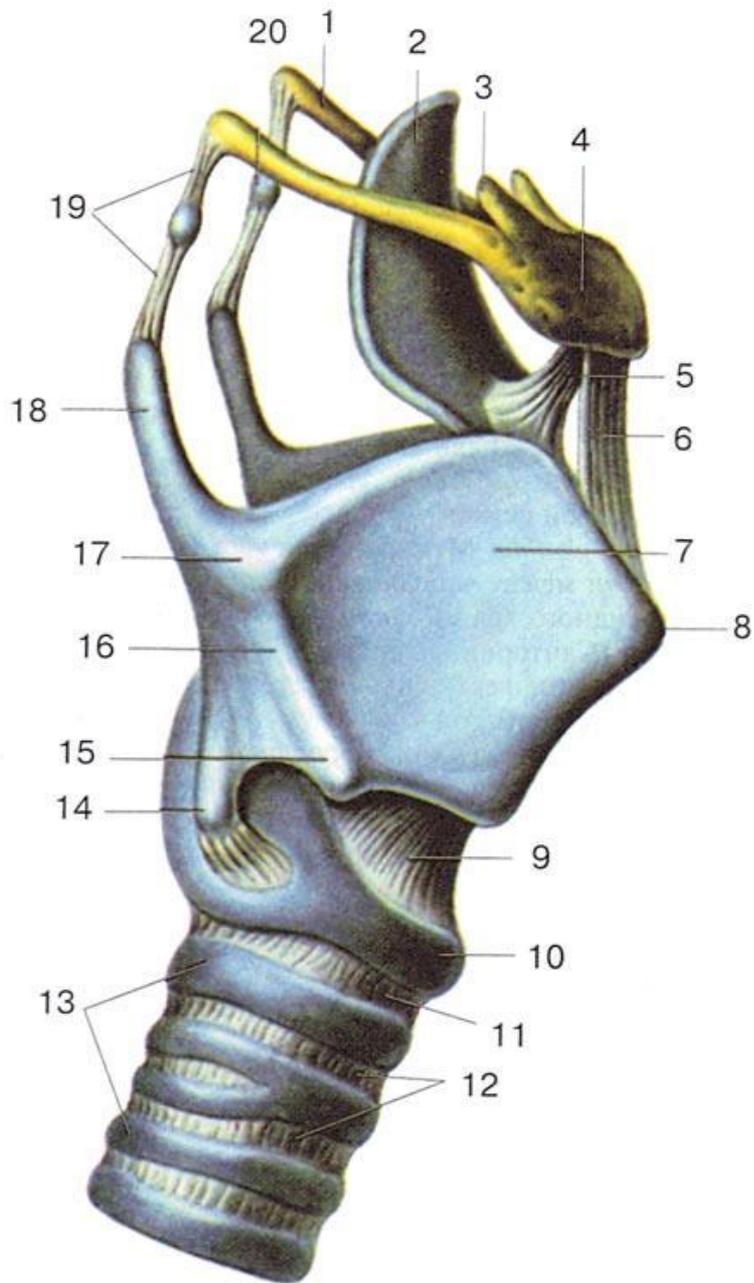
*7 – правый первичный
бронх*

*8 – правые вторичный и
третичный бронхи*

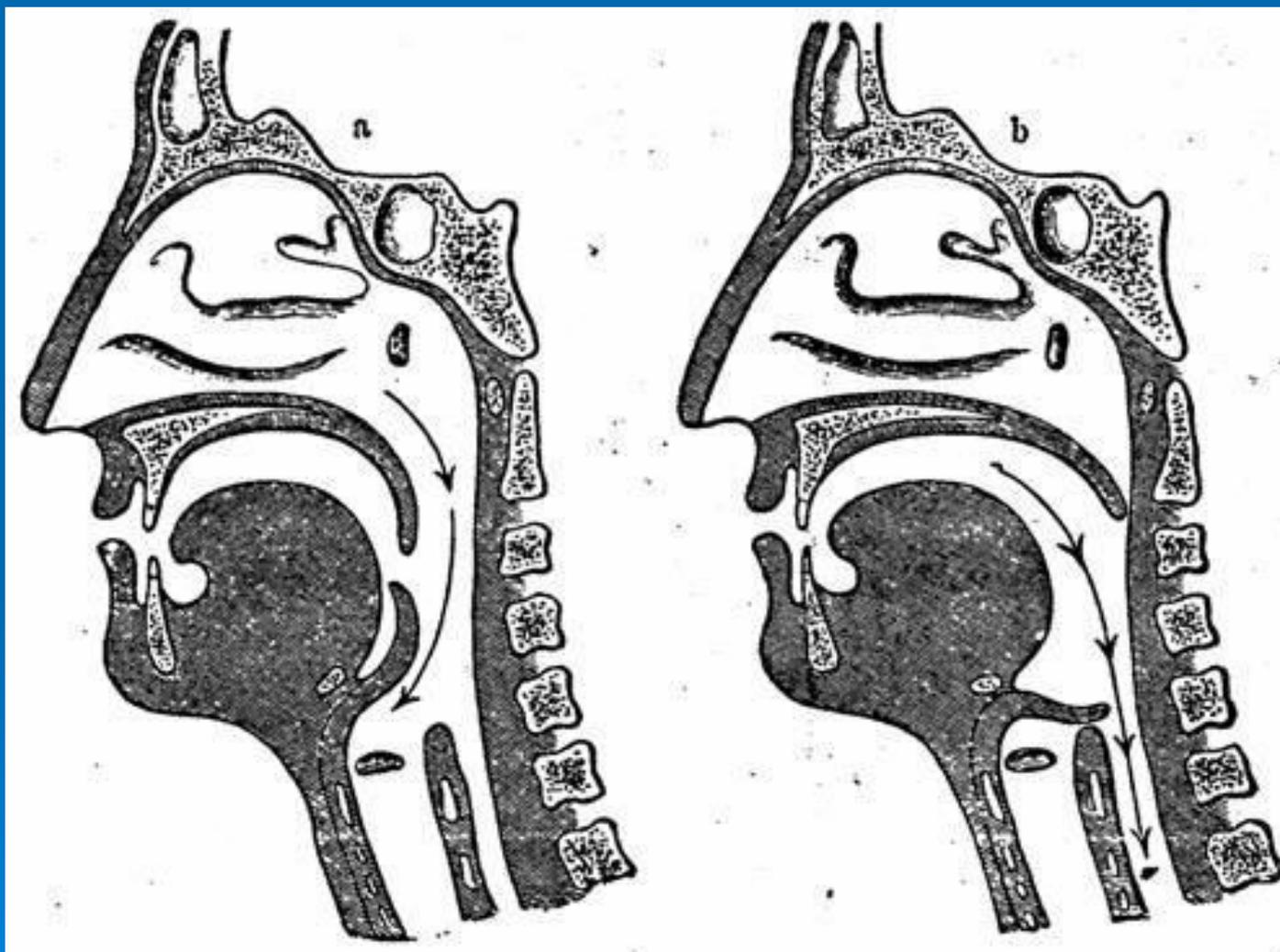
Носовая полость



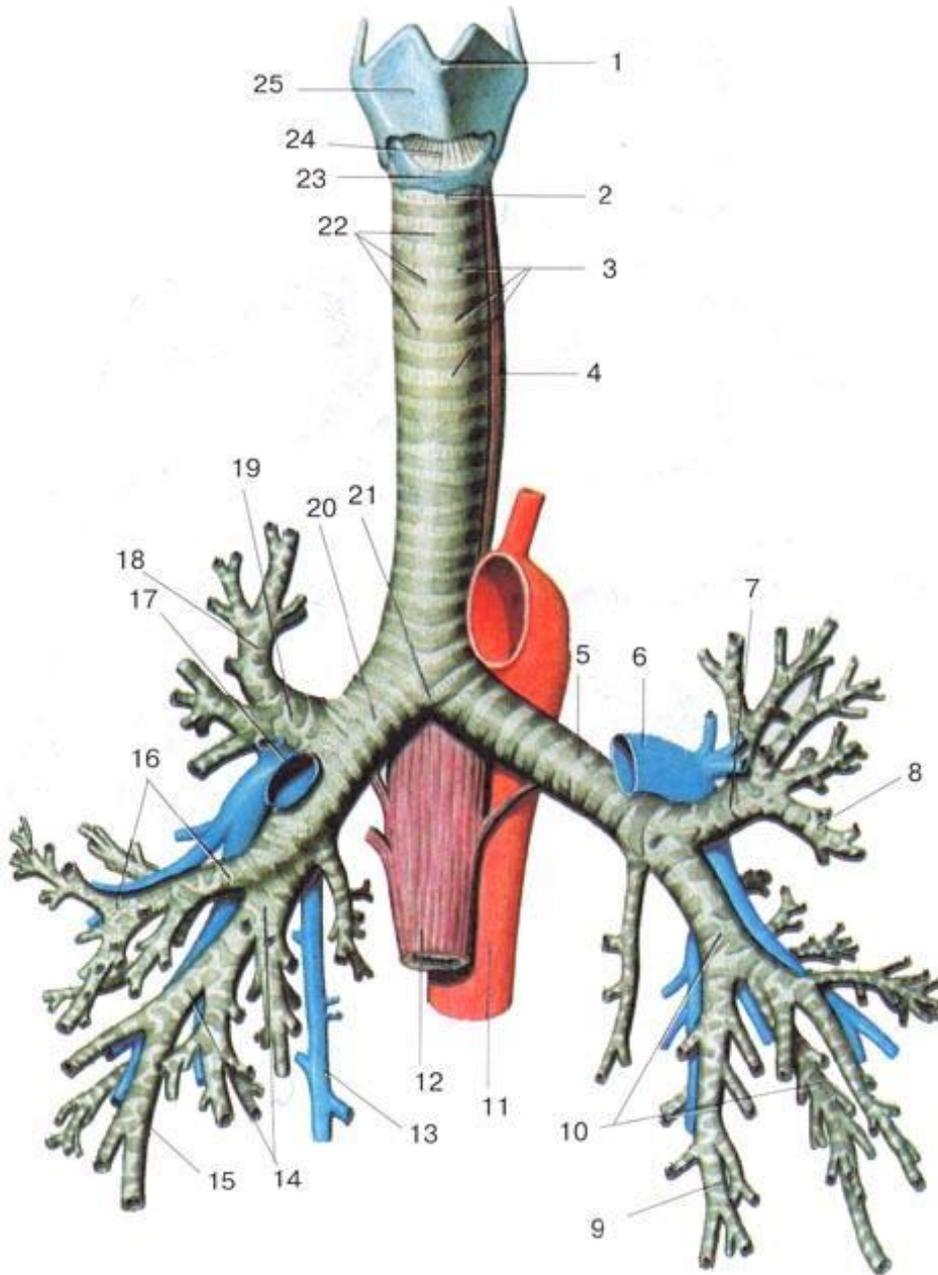
Гортань



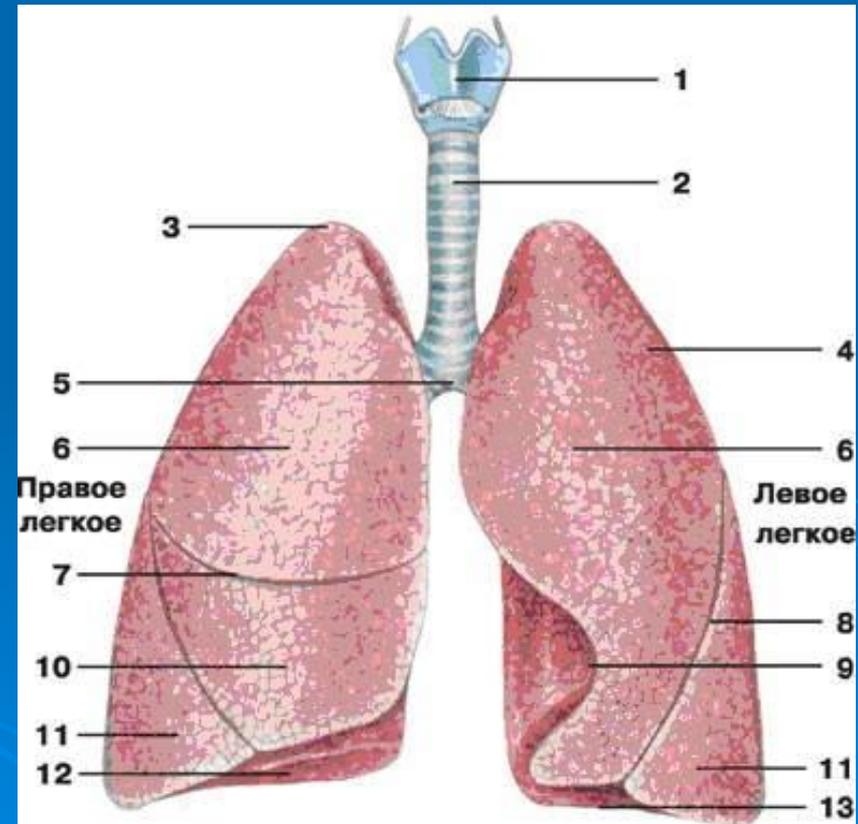
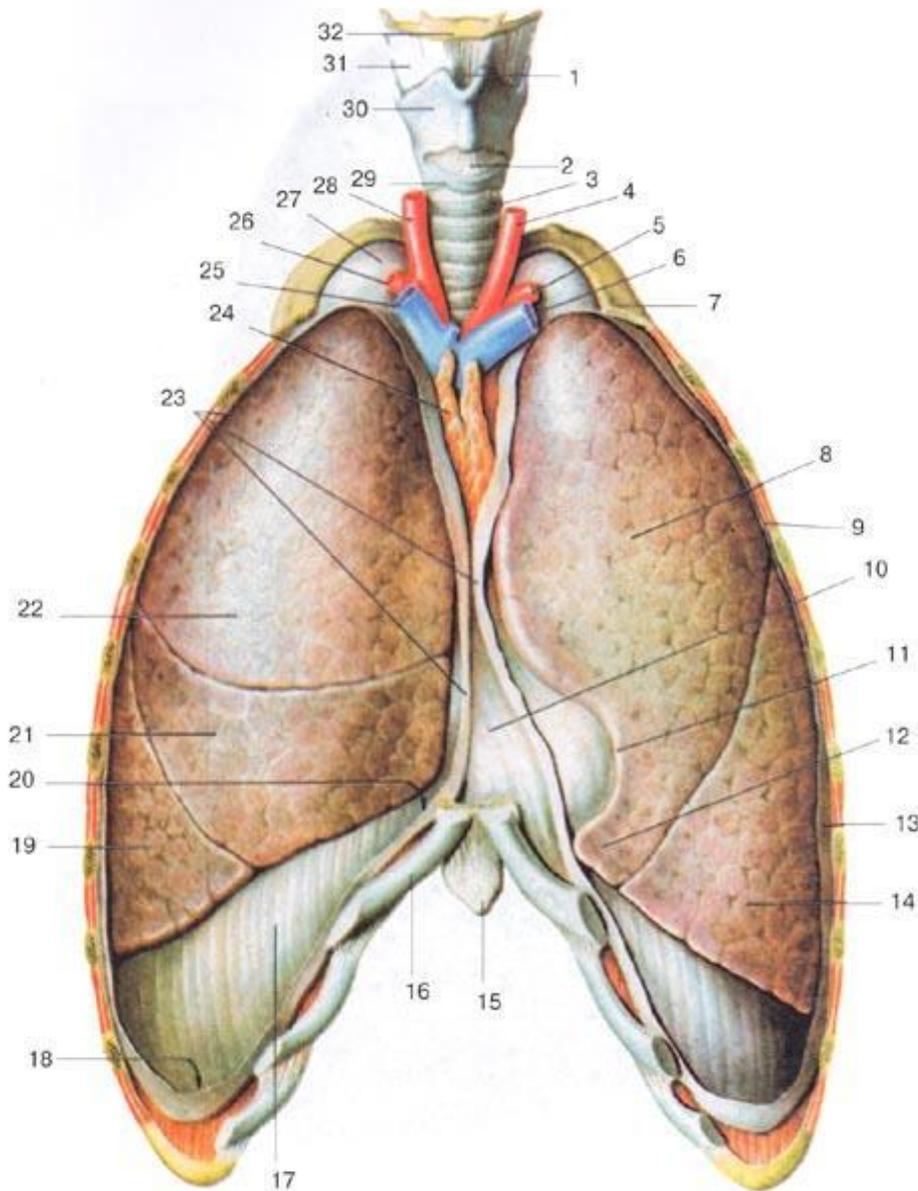
Работа надгортанника

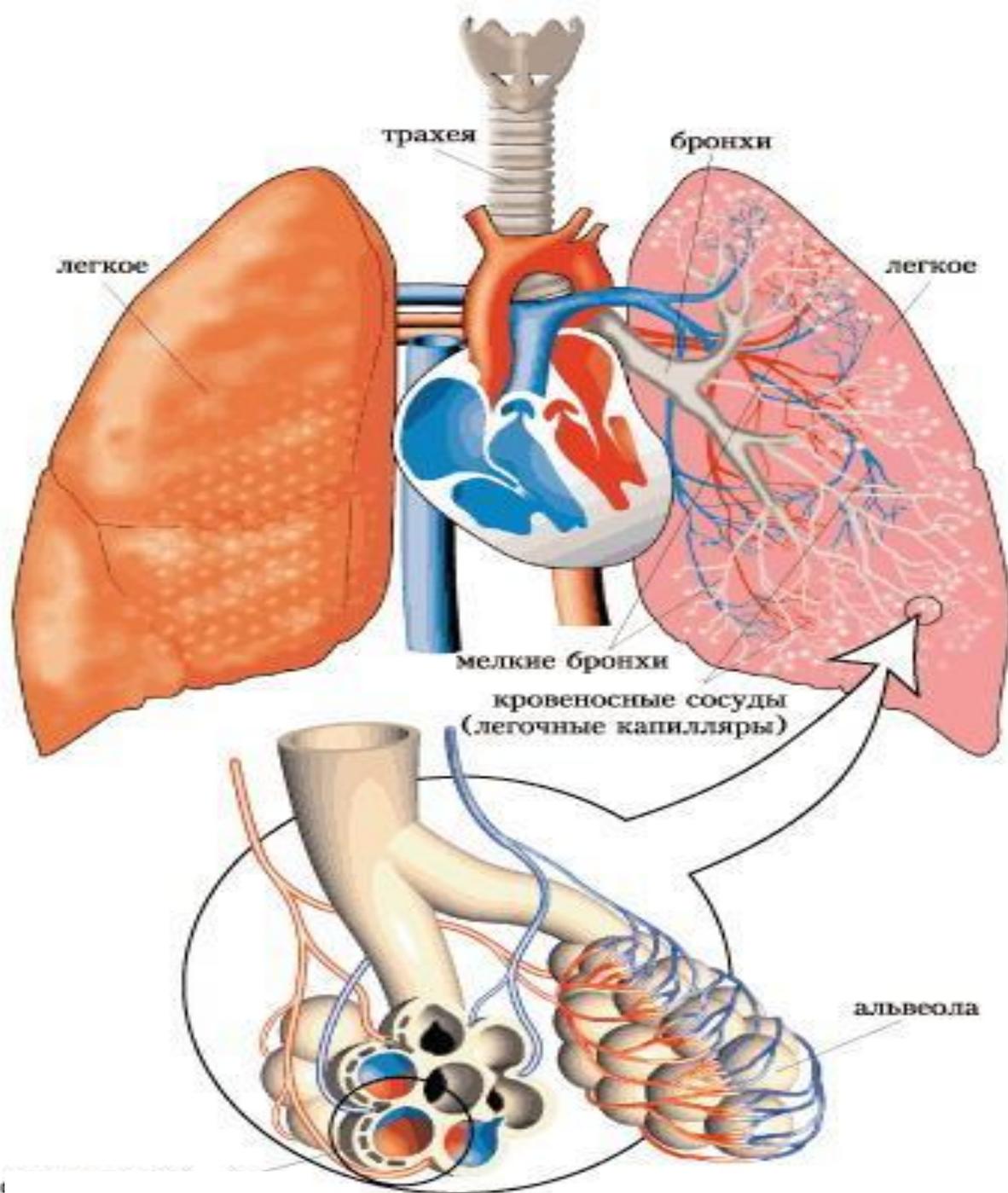


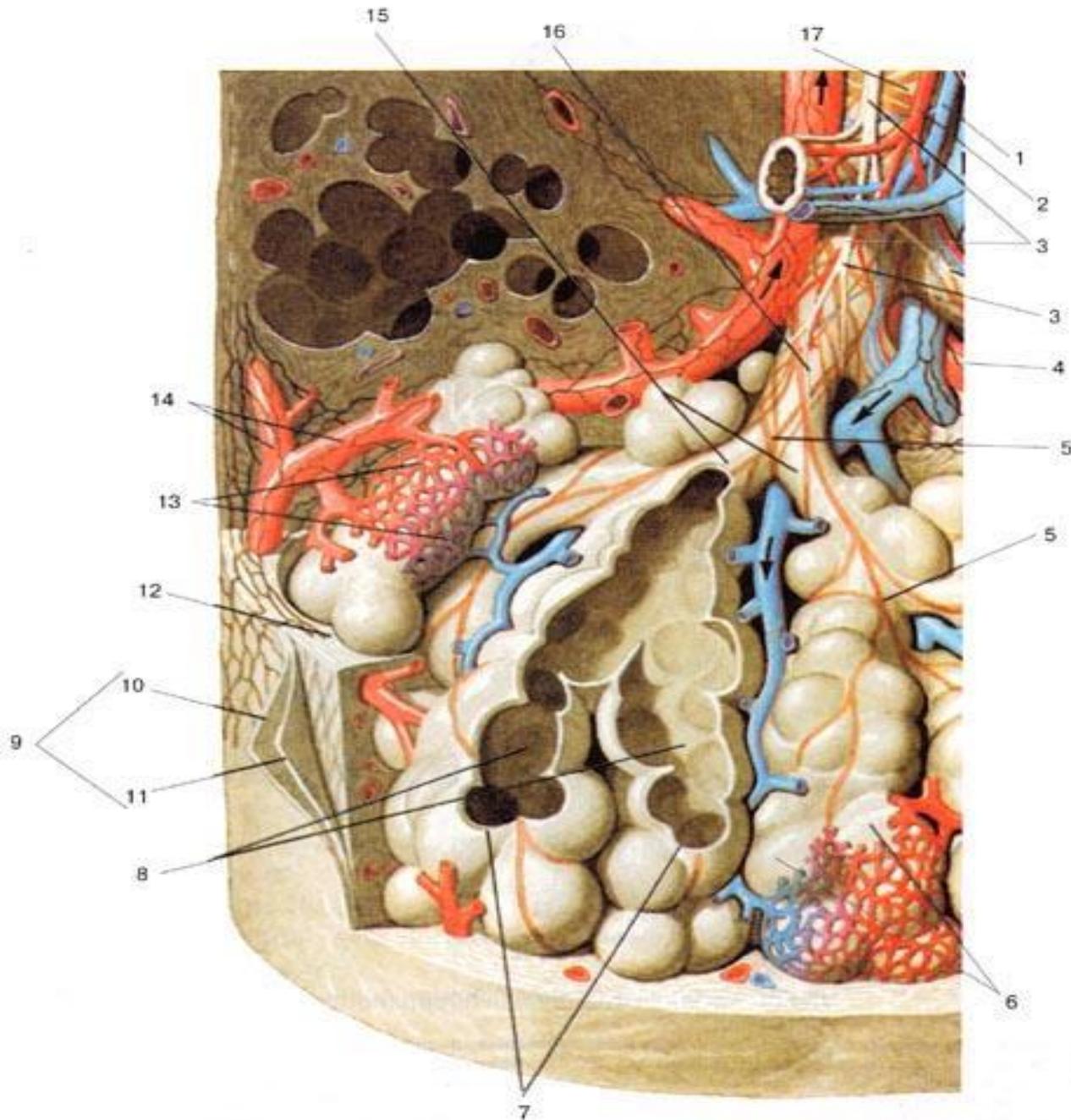
Трахея и бронхи



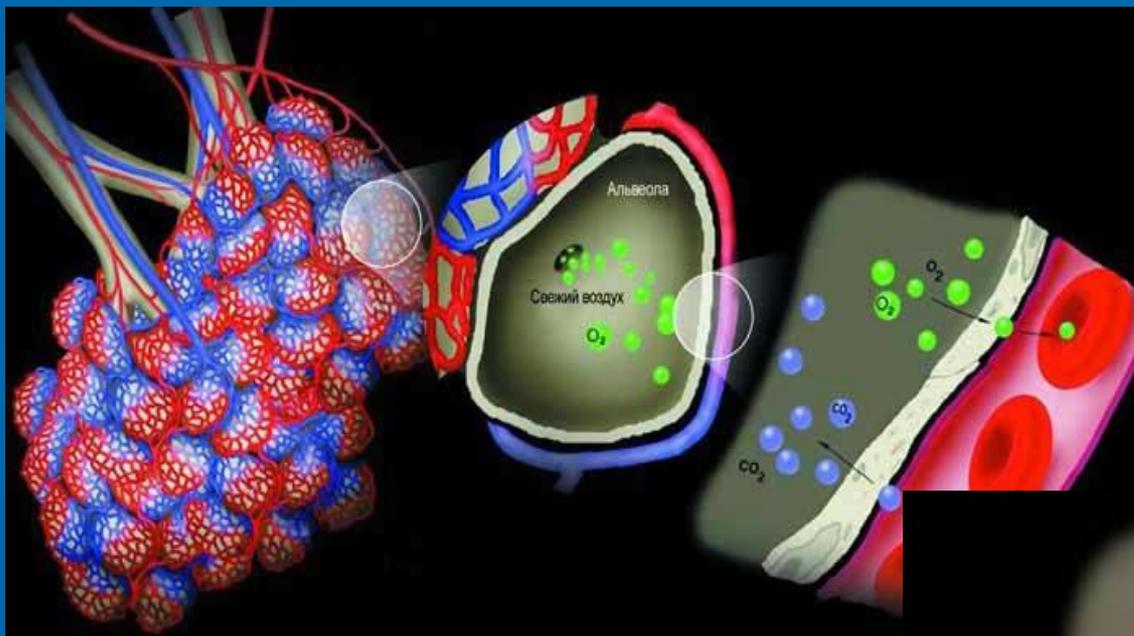
Дыхательная часть (легкие)



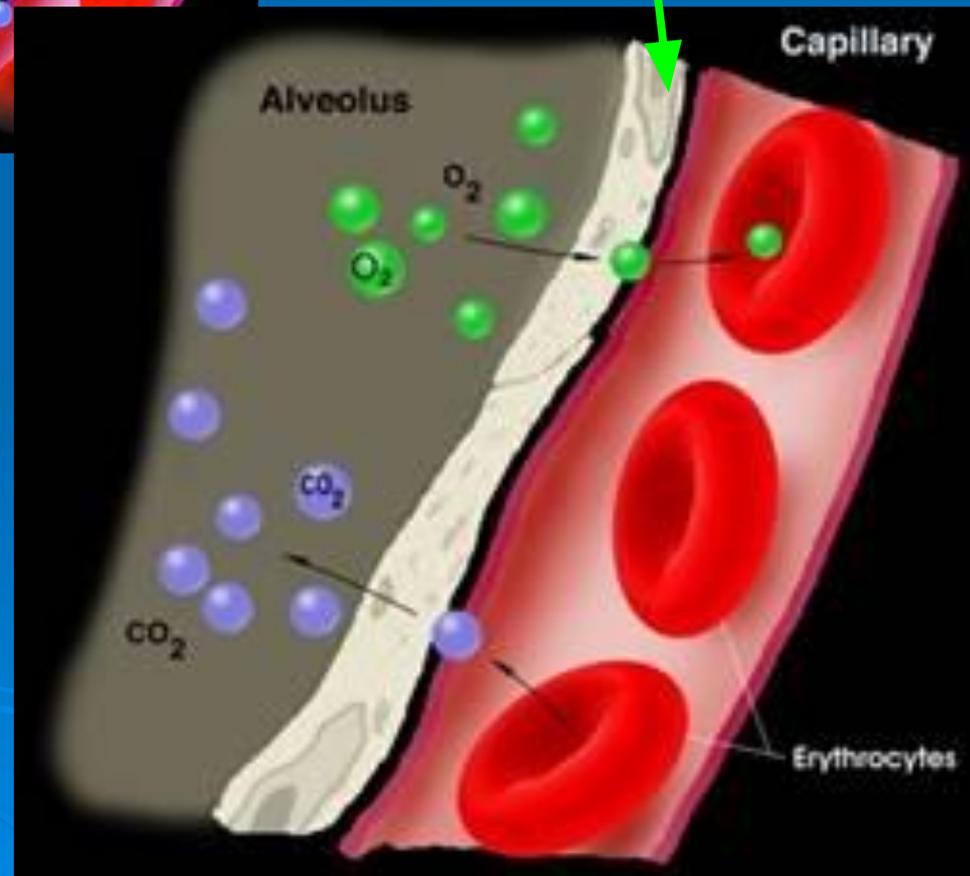




Ацинус-
структурно-
функциональ-
ная единица
легкого

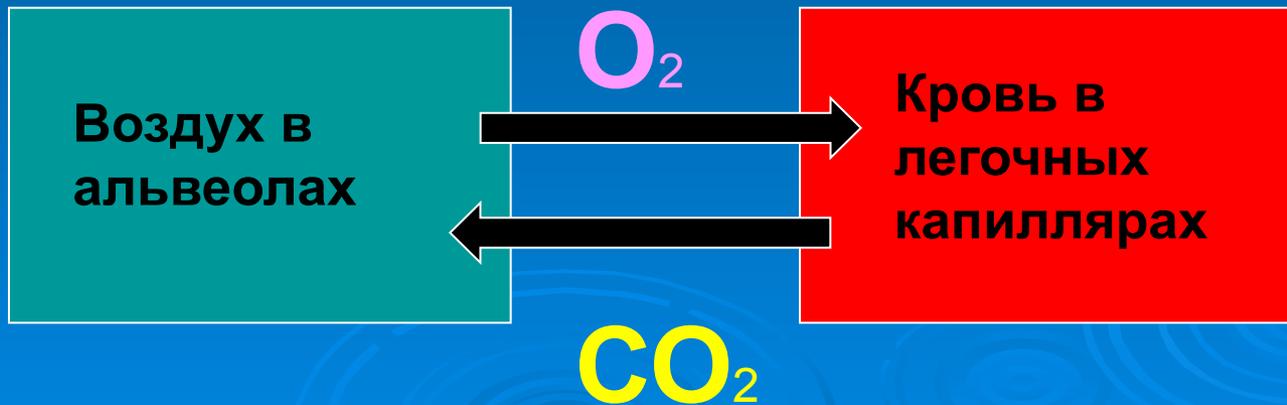


Аэрогематический барьер



Газообмен в легких

- В легких газообмен O_2 и CO_2 происходит через альвеоло-капиллярную мембрану путем диффузии газов по градиенту концентрации. Толщина *аэрогематического барьера* составляет 0.3 – 1.2 мкм при общей площади около 150 м^2 , что создает благоприятные условия для газообмена.



Механизм дыхания



Вдох

Купол диафрагмы опускается,
Ребра поднимаются

внутренние
межреберные мышцы

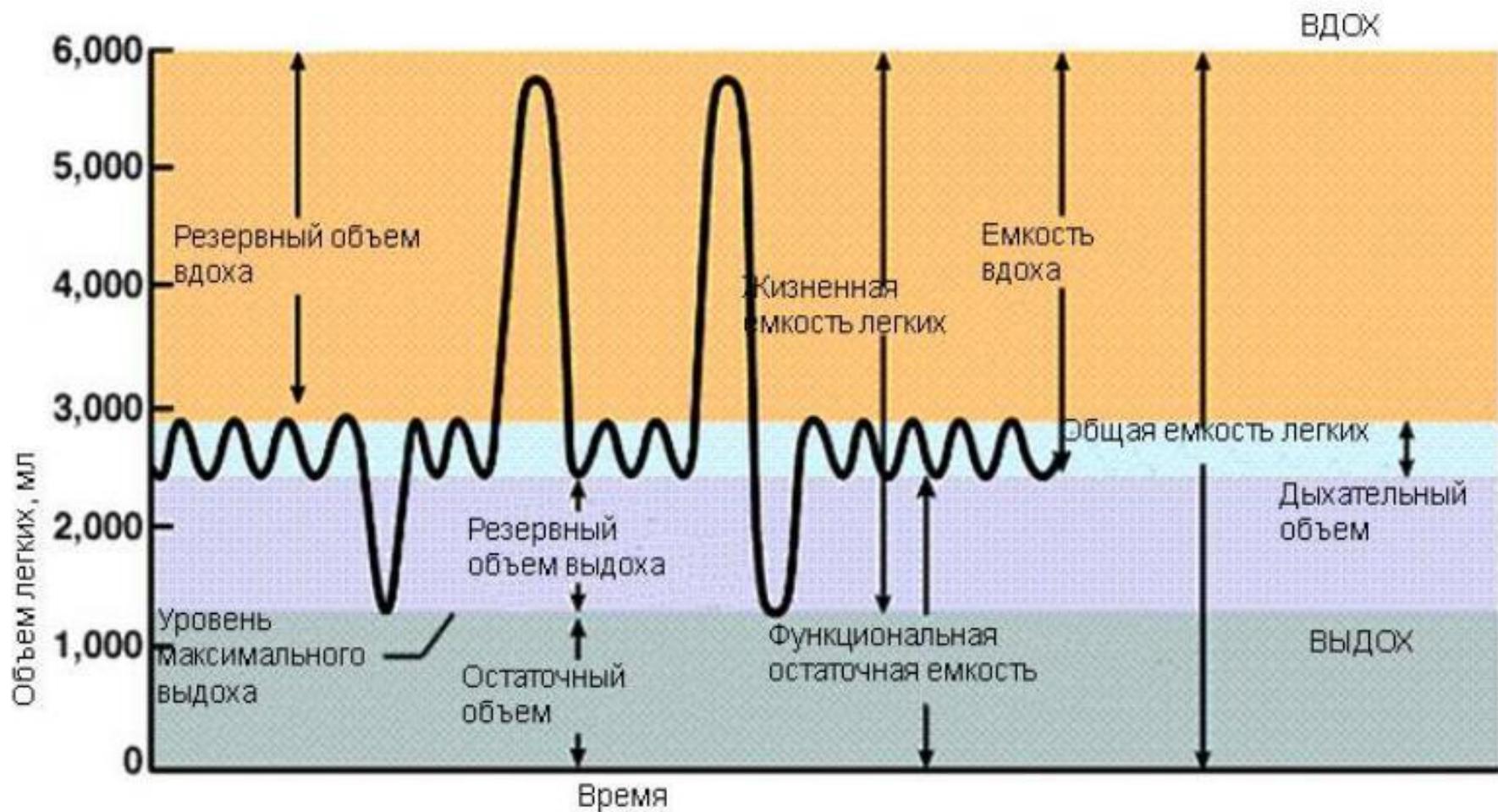


Выдох

Мышцы живота поднимают
диафрагму, ребра опускаются

Основные функциональные показатели системы внешнего дыхания

- ▣ **Частота дыхательных движений (ЧД)** – количество дыхательных движений (вдох-выдох – одно дыхательное движение), совершаемых человеком в 1 минуту (11-18).
- ▣ **Дыхательный объем (ДО)** - объем воздуха, который поступает в легкие при спокойном вдохе (300-500 мл).
- ▣ **Резервный объем выдоха (РОВвд.)** – объем воздуха, который может быть выдохнут дополнительно, после спокойного выдоха (1500 мл)



Дыхательные объемы и емкости

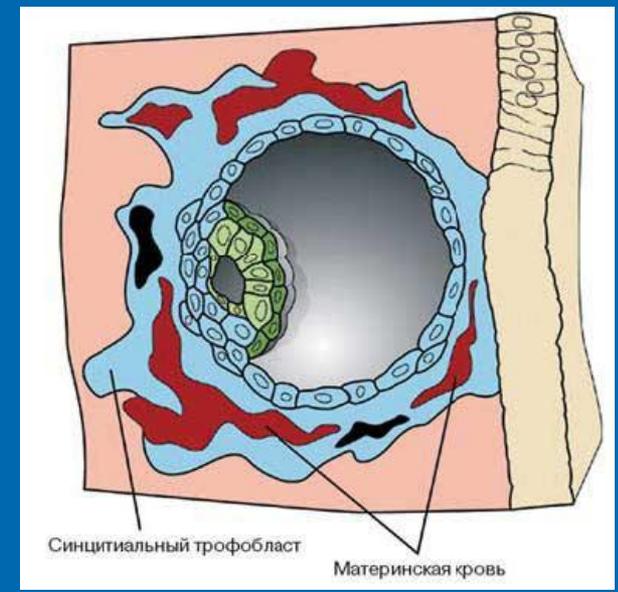
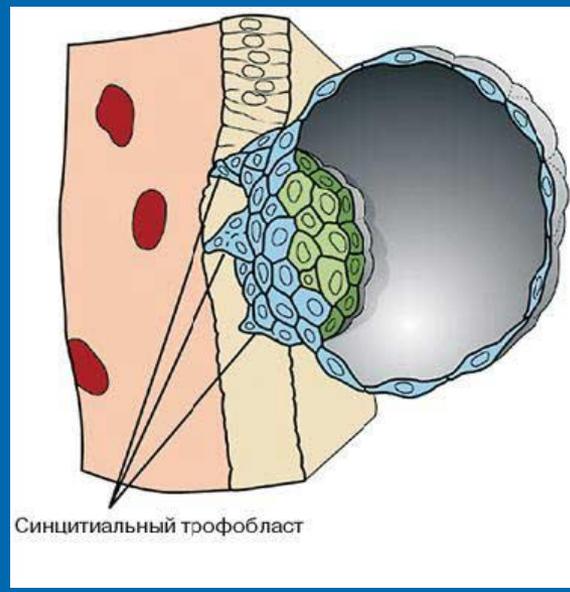
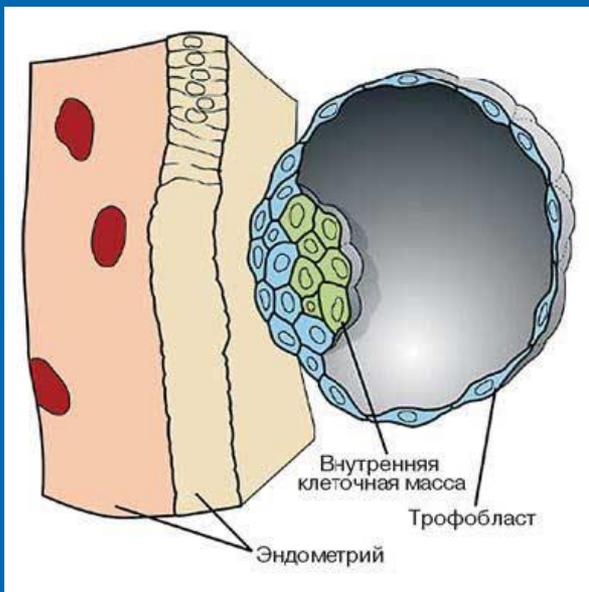
- ▣ **Резервный объем вдоха (РОВд)** – объем воздуха, который можно вдохнуть дополнительно, после спокойного вдоха (1500 мл)
- ▣ **Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)** наибольшее количество воздуха, которое человек может выдохнуть после максимально глубокого вдоха (3-6 л)
- ▣ **Остаточный объем (ОО)** – количество воздуха, которое остается в легких после максимально глубокого выдоха (1500 мл).

- ▣ **Общая емкость легких (ОЕЛ)** – сумма ЖЕЛ и остаточного объема легких
- ▣ **Функциональная остаточная емкость легких (ФОЕ)** – это сумма резервного объема выдоха и остаточной емкости легких.
- ▣ **Минутный объем дыхания (МОД)** - количество воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого в течение 1 мин (7-10 л).

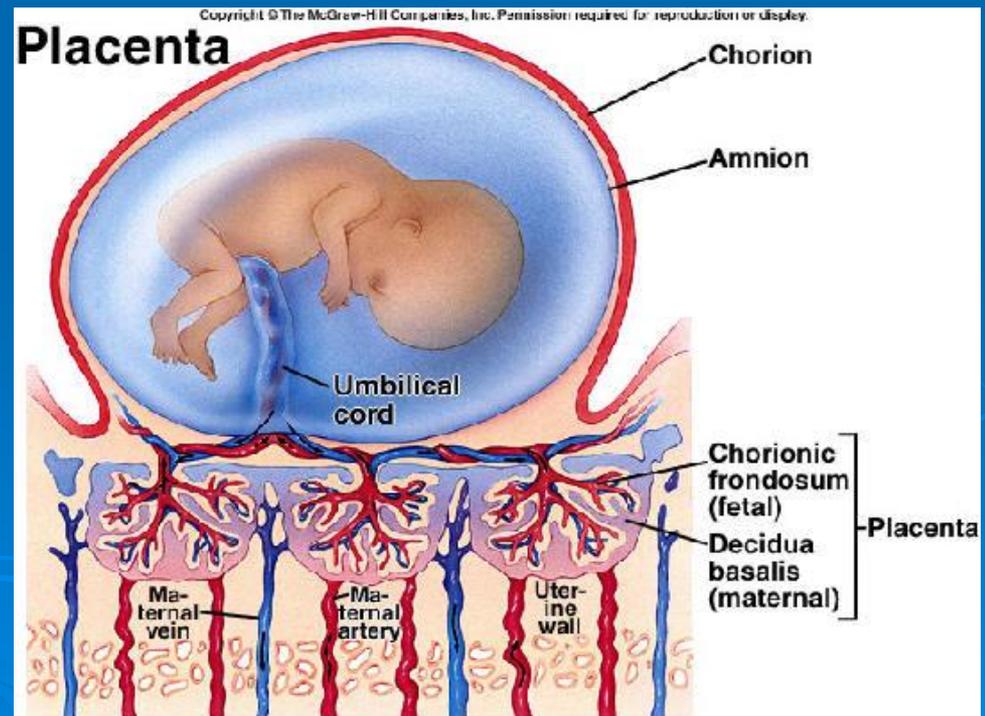
$$\text{МОД} = \text{ЧД} \times \text{ДО}$$

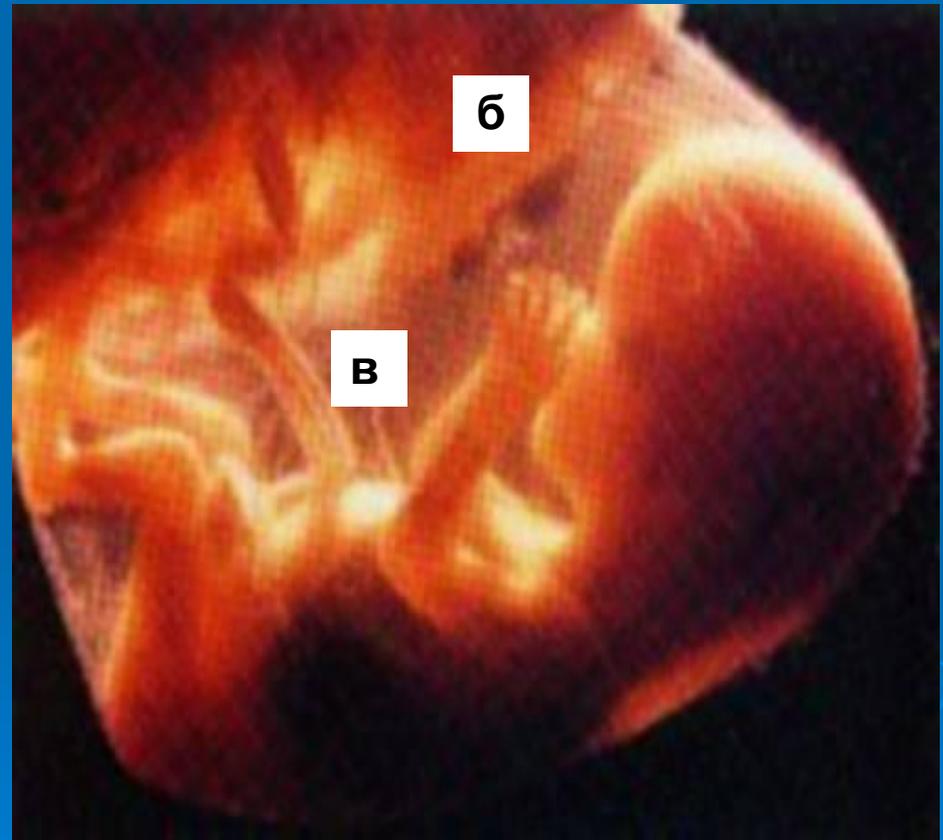
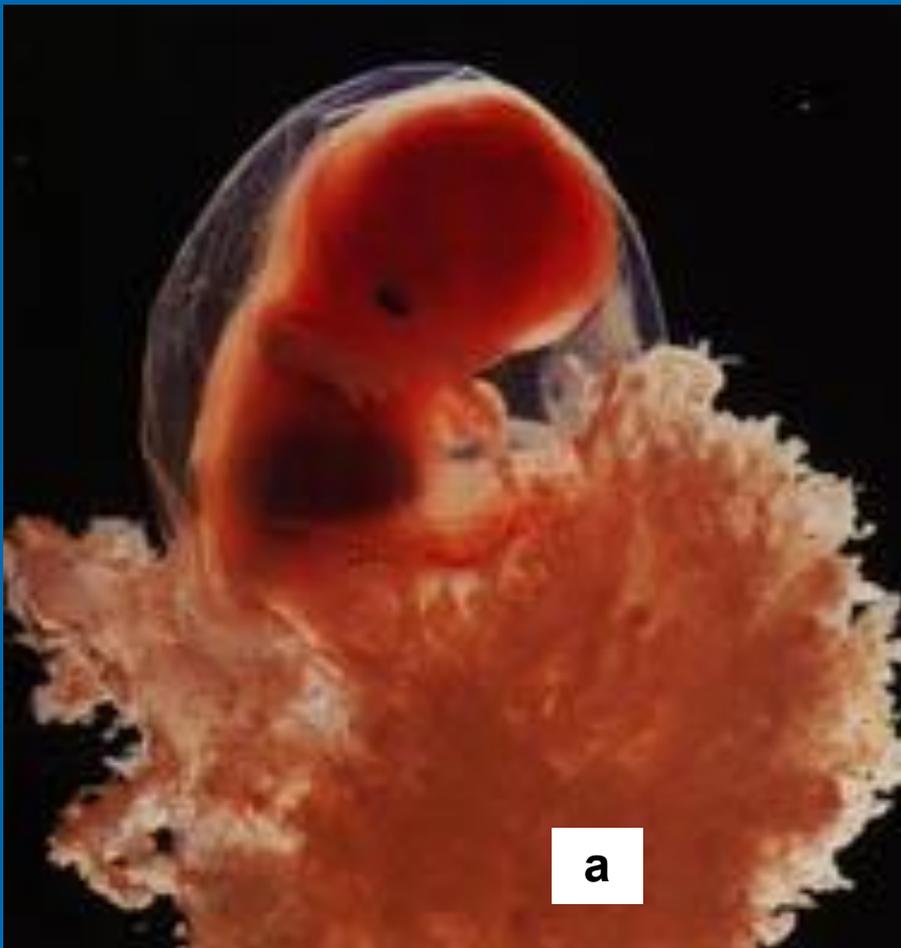
Дыхание в периоде внутриутробного развития

- После оплодотворения яйцеклетки до имплантации зародыша в слизистую оболочку матки газообмен осуществляется путем диффузии O_2 и CO_2 между зародышем и слизистой матки. После имплантации газообмен облегчается вследствие образования ворсинок хориона и их контакта с материнской кровью. Образующаяся плацента становится основным органом внешнего дыхания плода на весь период внутриутробного развития.



Имплантация зародыша и начало формирования плаценты

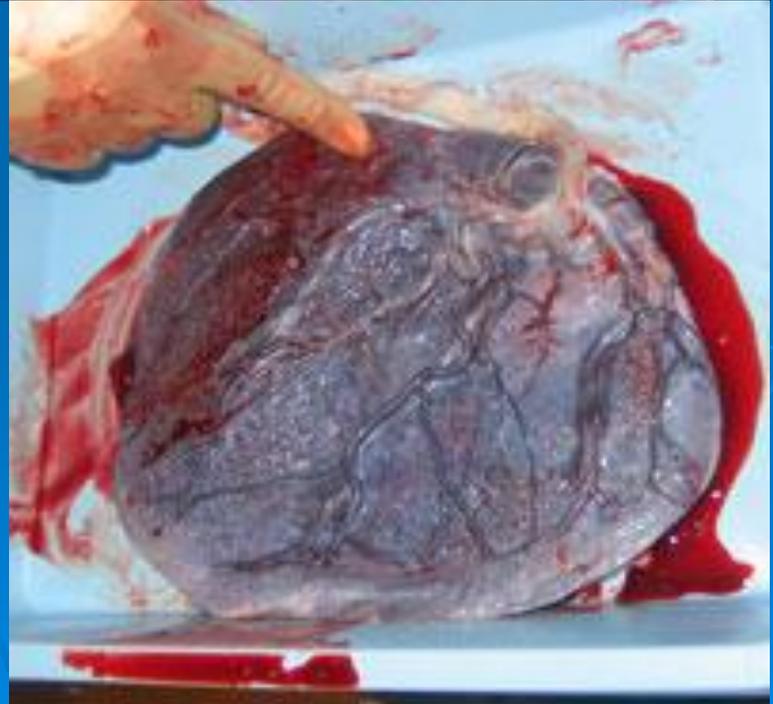
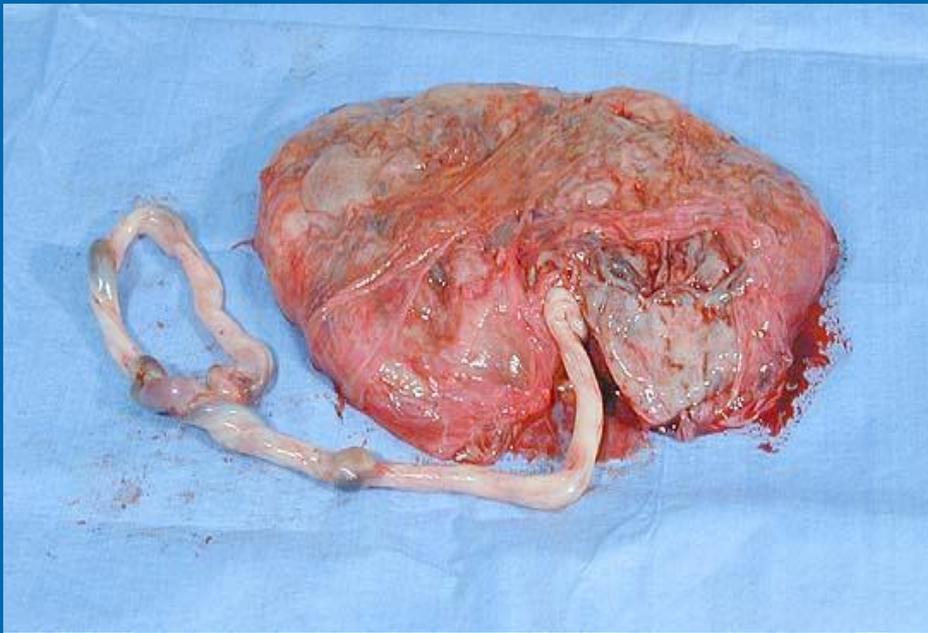


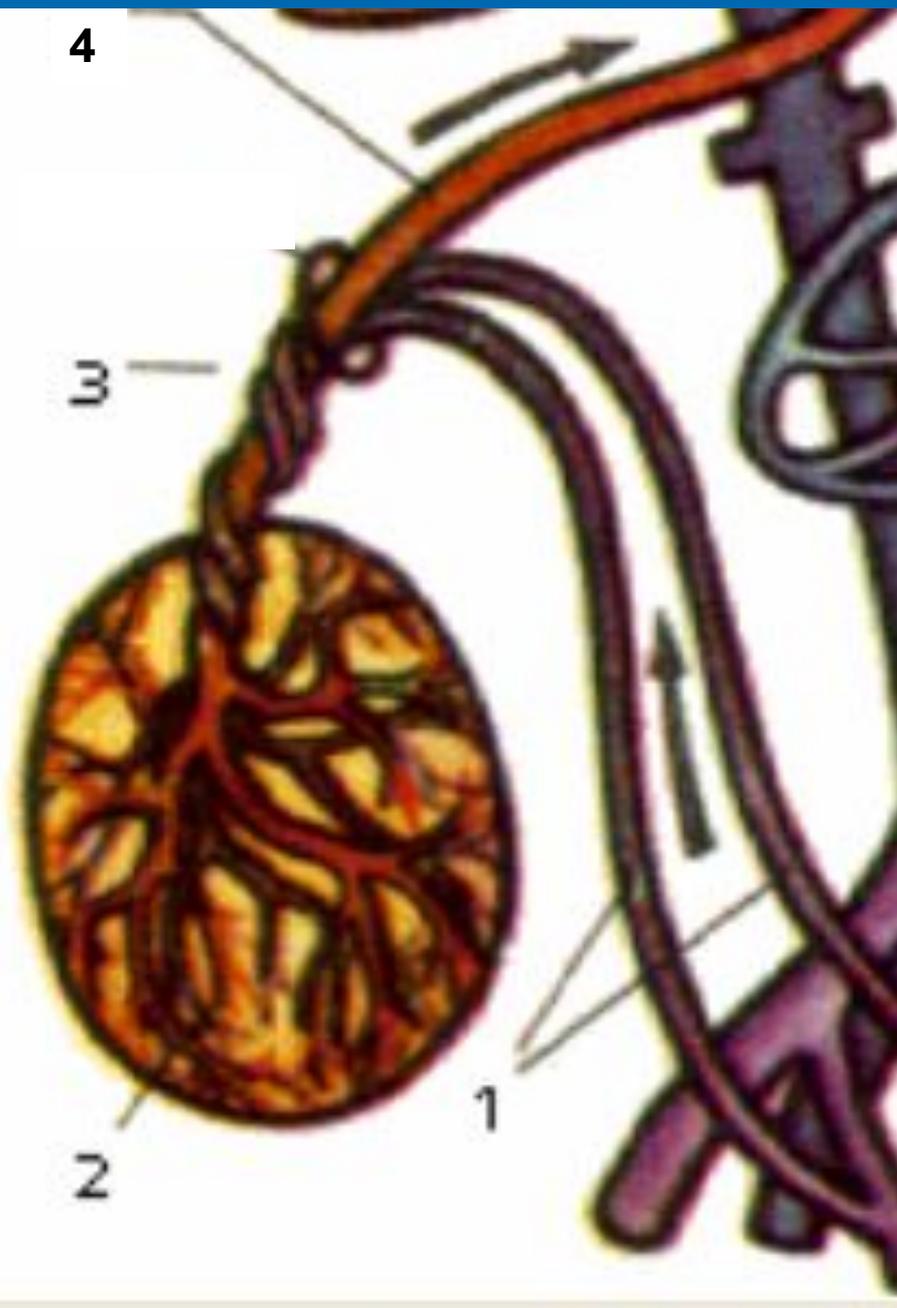


а – хорион; **б** – плацента

в - пуповина







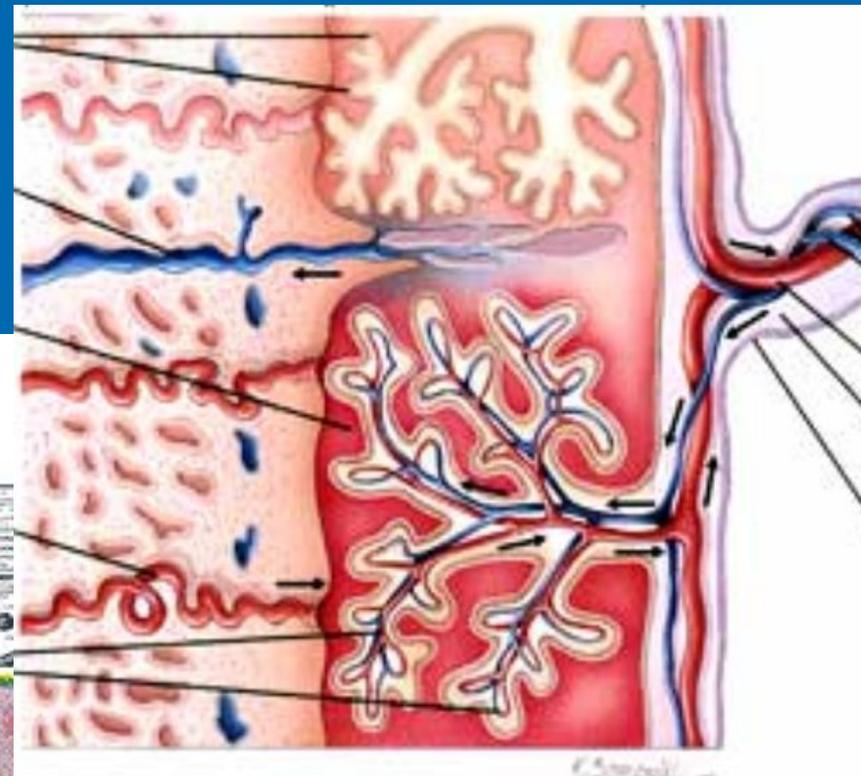
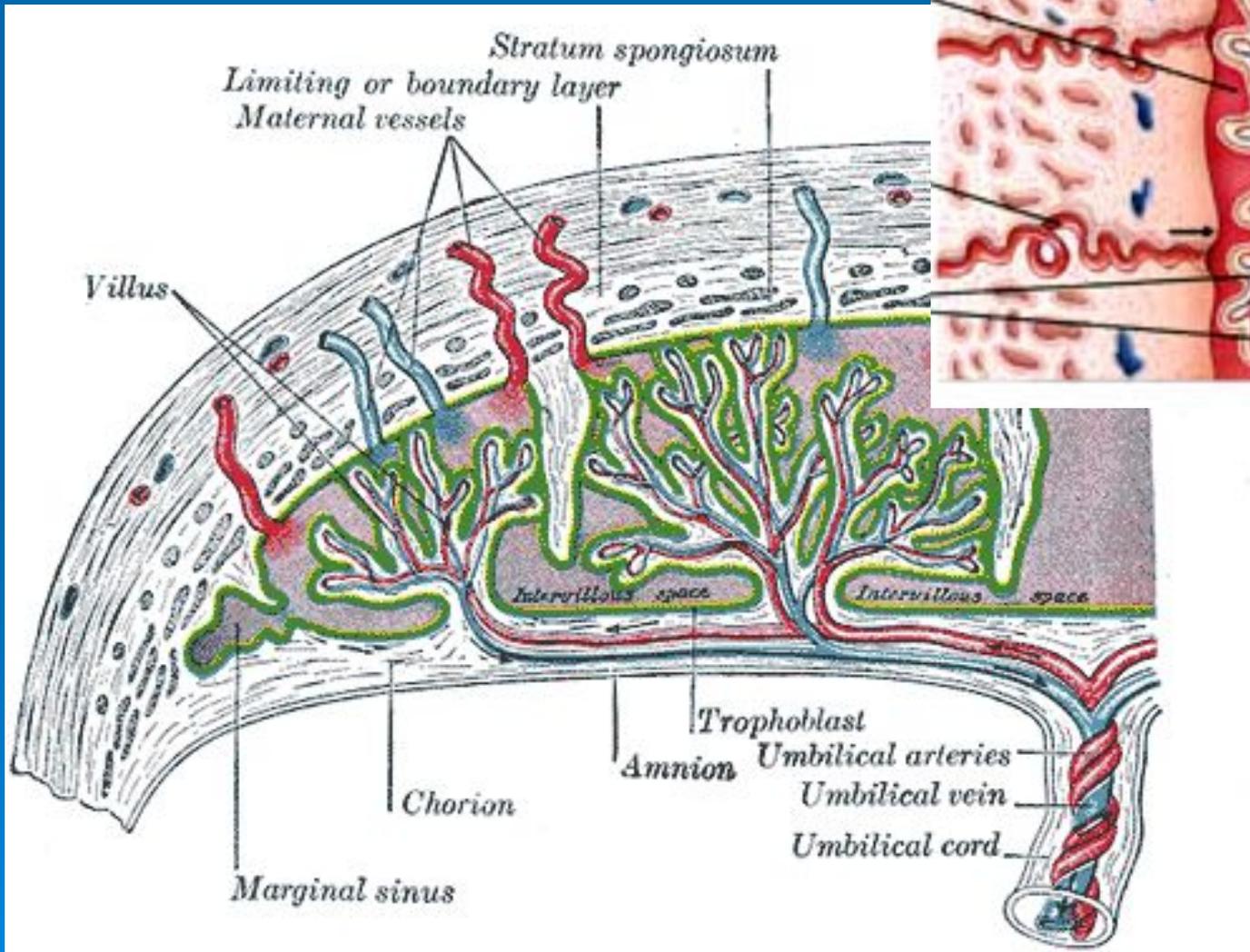
1 – пупочные артерии

2 – плацента

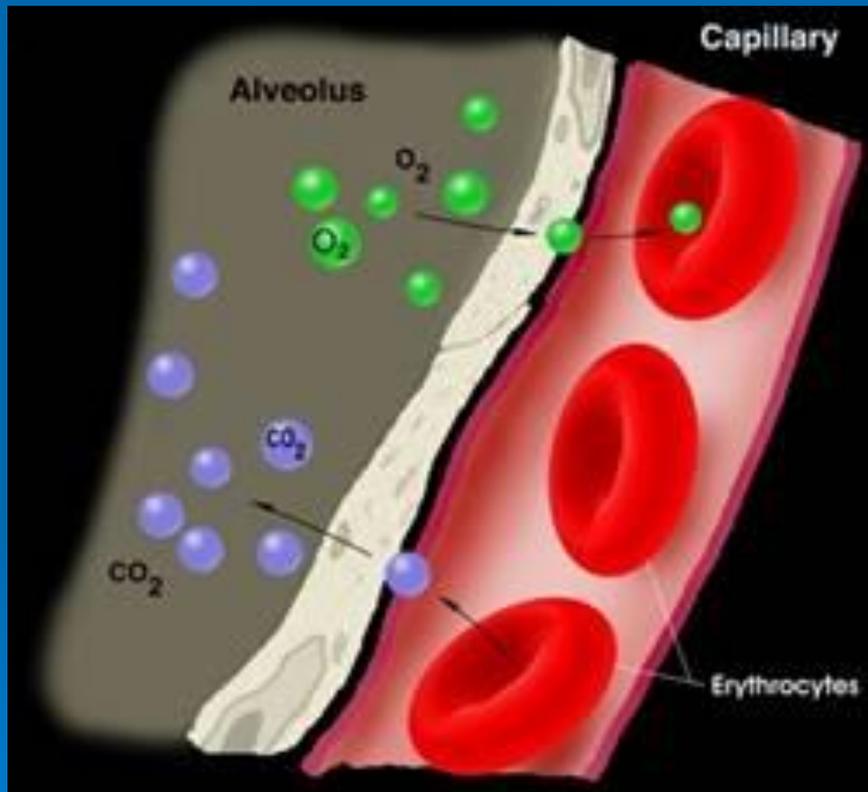
**3 – пупочный канатик
(пуповина)**

4 – пупочная вена

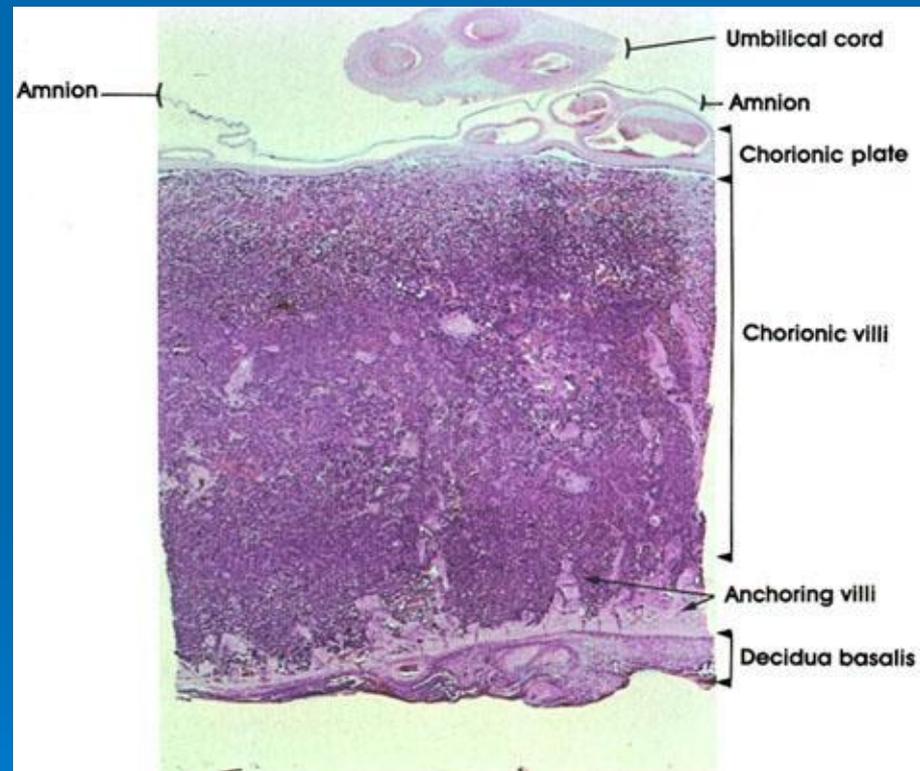
Строение плаценты



Газообмен в легких и плаценте



Аэрогематический барьер в легких

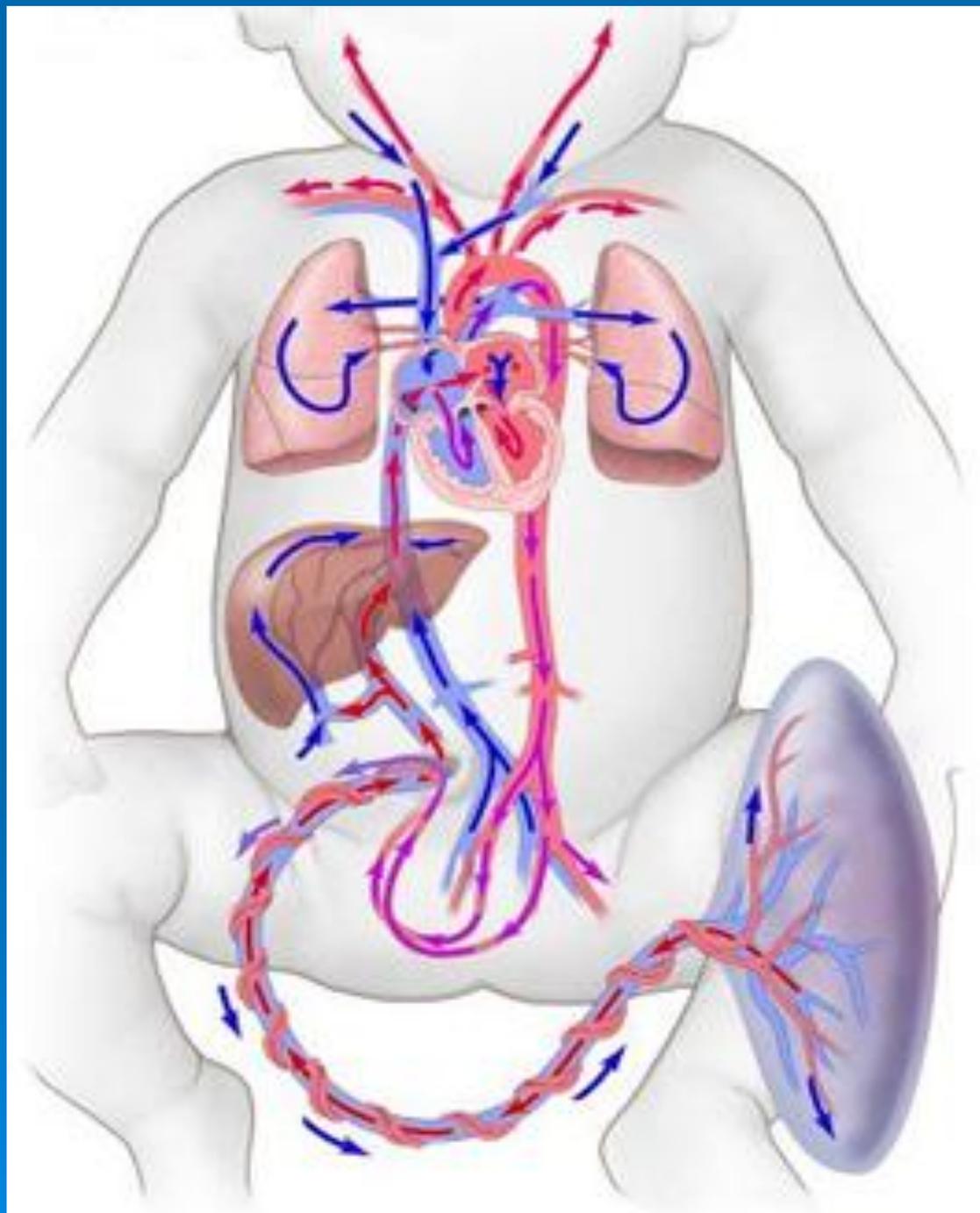


Плацентарная мембрана

- В плаценте диффузия O_2 осуществляется менее эффективно, чем в легких (толщина плацентарной мембраны ~ в **5-10 раз** больше, чем альвеолярной), поэтому парциальное давление O_2 в крови плода составляет лишь **20-50 мм. рт.ст.**, что обеспечивает насыщение гемоглобина кислородом лишь на **65 %**. Кровью с таким содержанием кислорода снабжается лишь печень плода. Остальные органы и ткани получают смешанную кровь, где парциальное давление кислорода еще меньше (до **17 мм. рт.ст.** или **55 %** насыщения кислорода.).

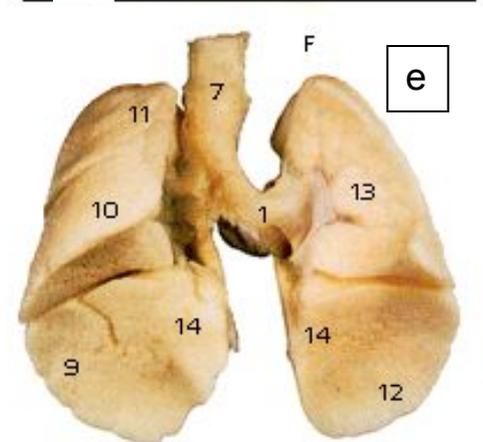
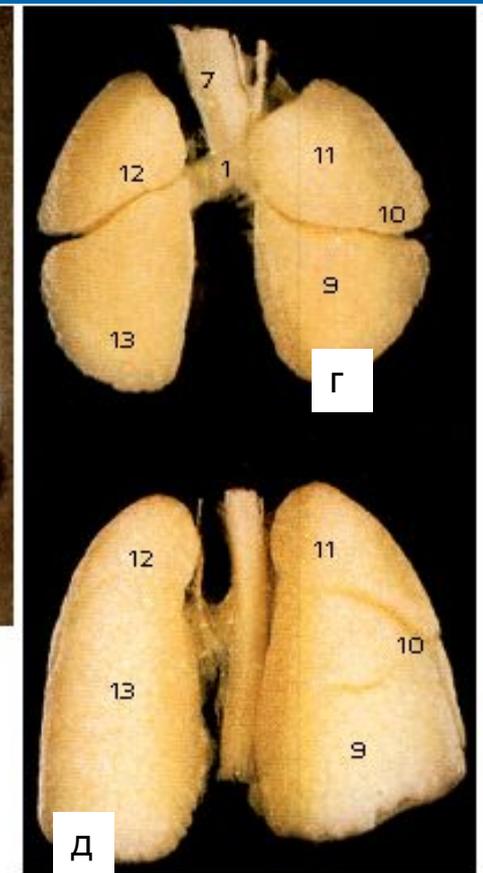
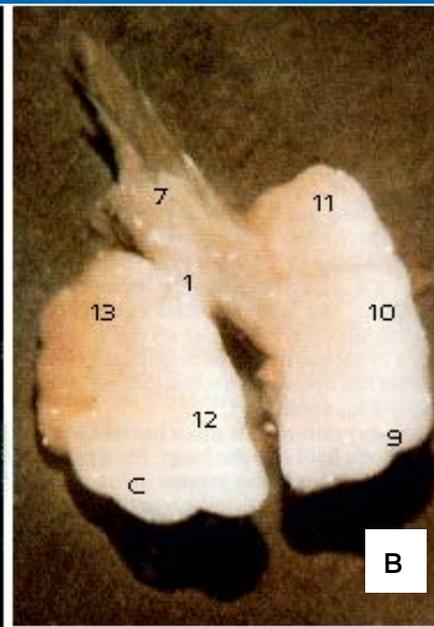
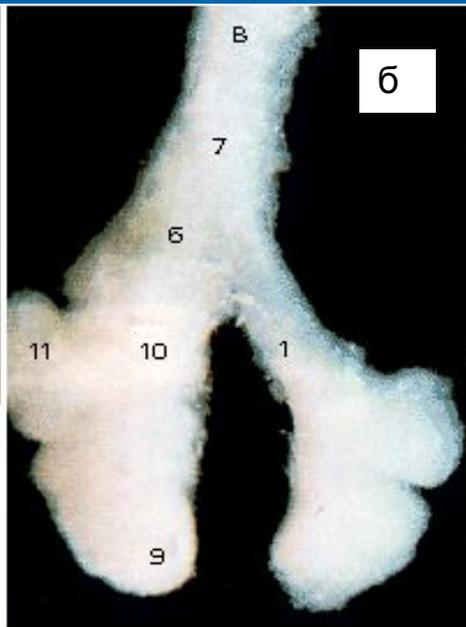
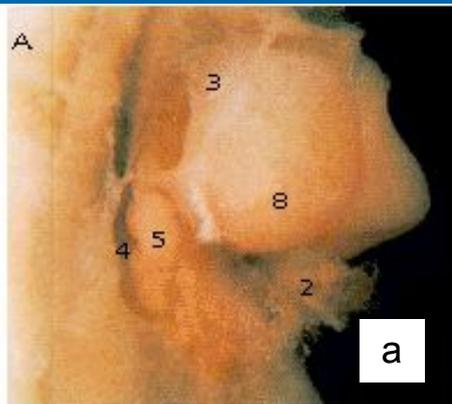
- Таким образом, плод развивается в условиях значительно более низкого парциального давления O_2 в артериальной крови, чем у взрослых. По отношению к взрослому организму такое содержание O_2 в крови соответствует тяжелой гипоксии (при PO_2 в крови около 35 мм. рт. ст. взрослые люди теряют сознание).
- Тем не менее, для нормального развития ткани плода получают достаточное количество O_2 . Это объясняется несколькими обстоятельствами:

- 1. Окислительные процессы в тканях плода имеют относительно невысокую интенсивность, зато более интенсивно протекают анаэробные процессы (*гликолиз*);
- 2. **Затраты энергии** у плода **ограничены**. Не требуется затрат энергии на терморегуляцию, концентрирования мочи, вентиляцию легких, пищеварение, мало расходуется энергии на сокращение скелетных мышц;
- 3. **Кровоток через ткани** плода очень **интенсивен**, почти в 2-3 раза выше, чем у взрослых. У плода большая плотность капиллярной сети, большая скорость круговорота крови;
- 4. **Снабжению тканей кислородом** способствует **большее, чем у взрослых количество эритроцитов в крови, большое сродство гемоглобина к кислороду.**



1. Развитие легких у плода

- Легкие начинают развиваться **на 3-й неделе**, после **6 месяцев** образуются альвеолы. Легкие плода как орган внешнего дыхания не функционирует. Они заполнены жидкостью, которая секретируется клетками альвеол.
- Поверхность альвеол **после 6 месяцев** начинает покрываться белково-липоидной выстилкой - **сурфактантом**. Наличие сурфактанта является необходимым условием нормальной аэрации легких после рождения. При недостатке сурфактанта, после попадания в легкие воздуха альвеолы спадаются, что приводит к тяжелым расстройствам дыхания или смерти новорожденного.



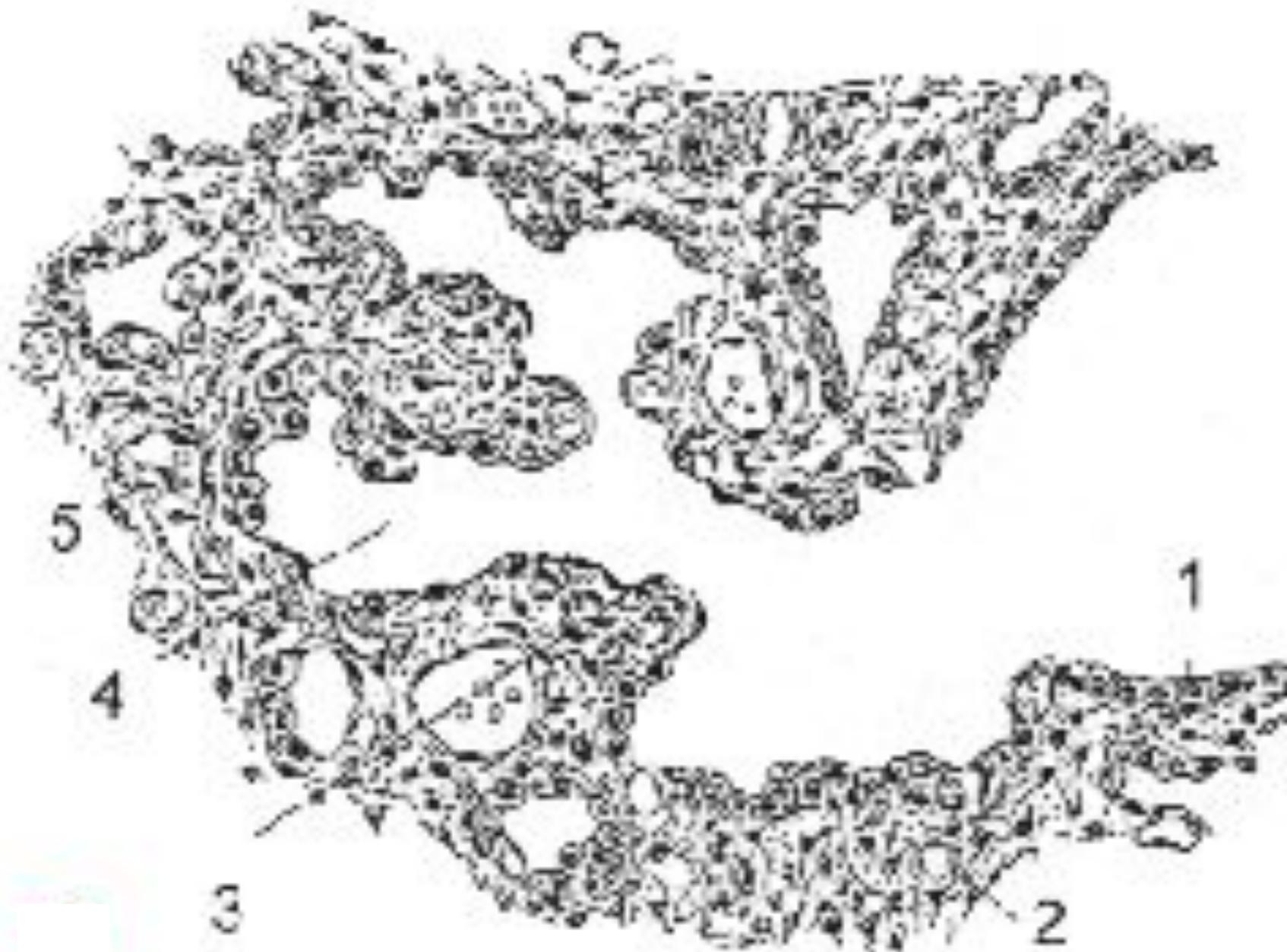
1. left main bronchus
2. liver cords
3. pericardium
4. pleural membrane
5. right lung
6. right main bronchus
7. trachea
8. ventricles of the heart
9. inferior lobe (right lung)
10. middle lobe (right lung)
11. superior lobe (right lung)
12. inferior lobe (left lung)
13. superior lobe (left lung)
14. diaphragmatic surface

Этапы развития легких

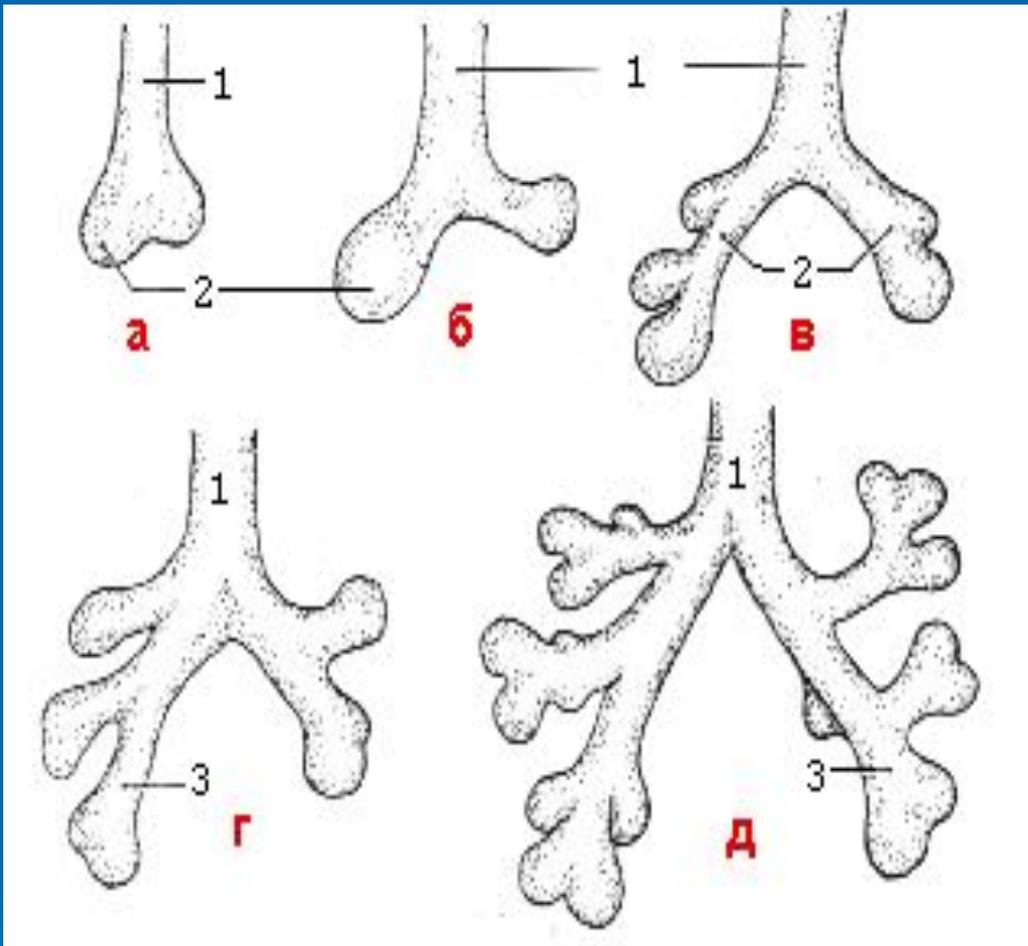
а - б – 36-38-й день; **в** – 38-40-й день (1,5 месяца);

г – 9 недель (2 месяца); **д** – 10 недель (2,5 месяца);

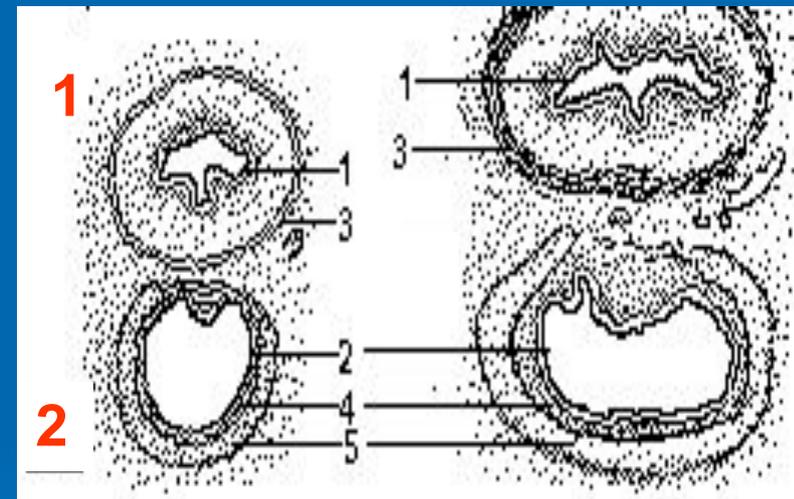
е – 13 недель (3-4 месяца)



2. Развитие бронхов

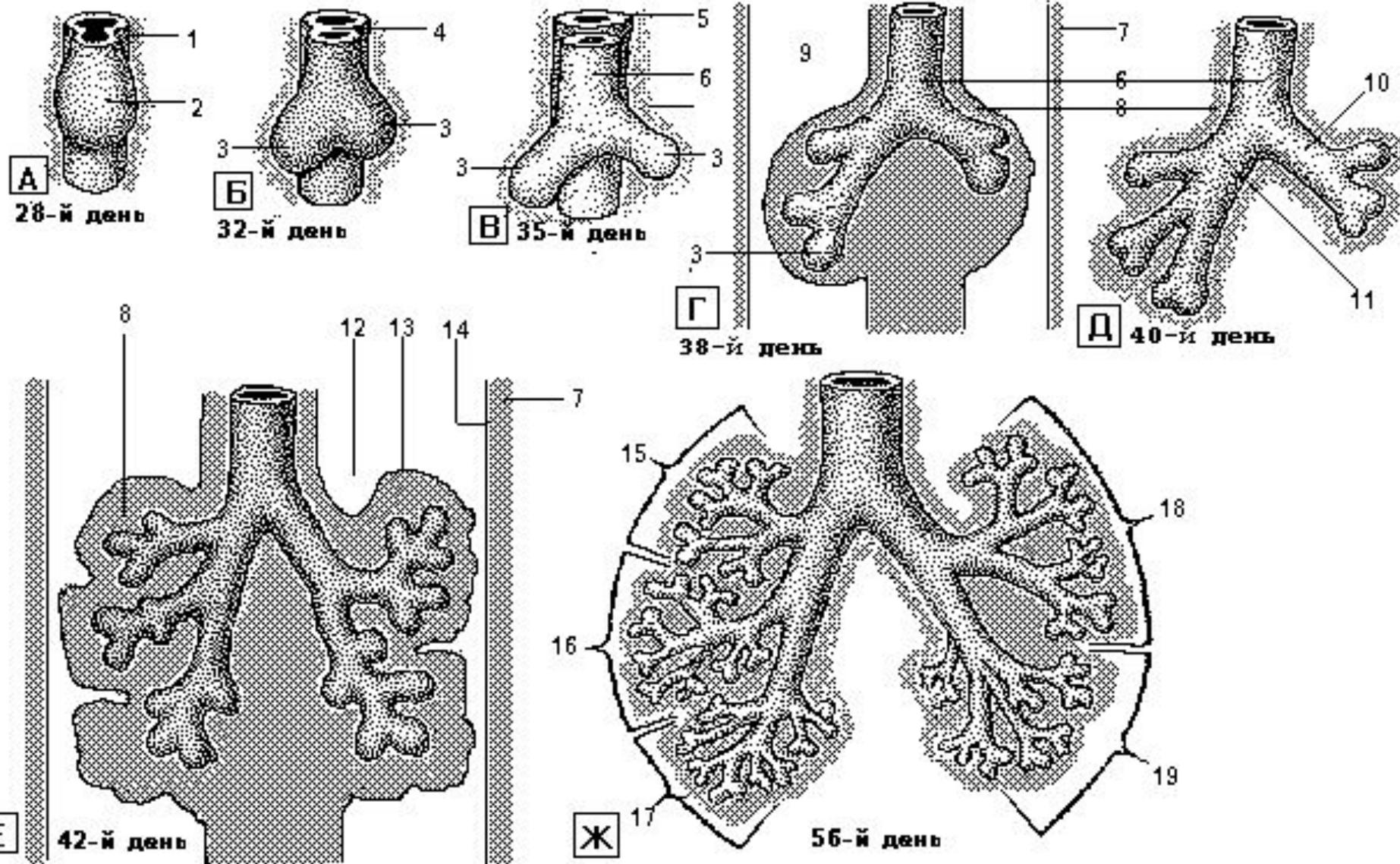


а – 28-й день; **б** - 35-й день; **в** - 38-й день;
г - 40-й день; **д**- 42-й день



Разделение
пищеварительной
трубки (1) и
бронхиальной (2), 32-й
день

Этапы развития бронхиальной системы

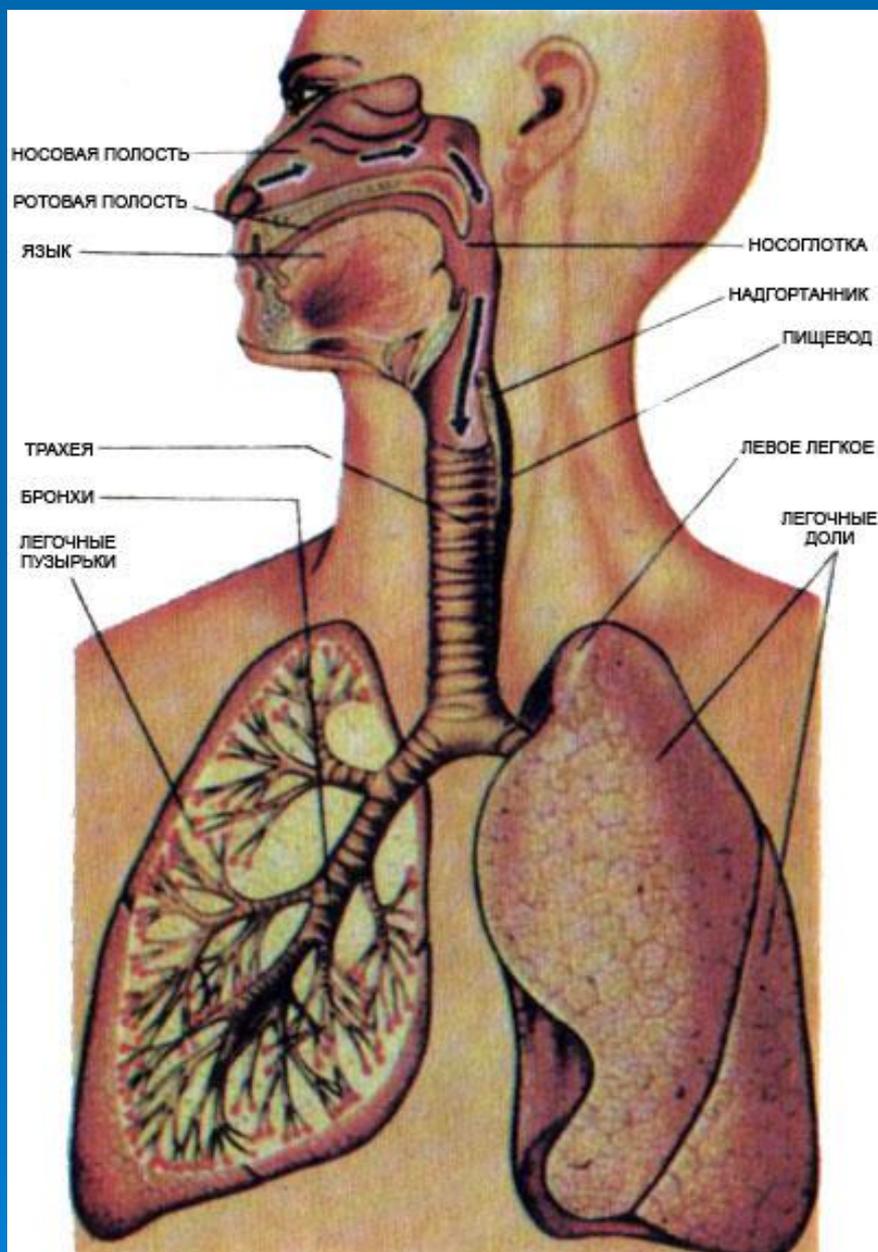


- **Дыхательные движения** у плода появляются задолго до рождения **с 11-й недели** внутриутробного развития.
- Различают 2 типа дыхательных движений плода:
 1. Короткие с высокой частотой (30-100 в мин) и неправильным ритмом, они продолжаются длительно и
 2. Более сильные и редкие (1-4 в мин), типа «вздохов», они наблюдаются реже (около 5 % времени).

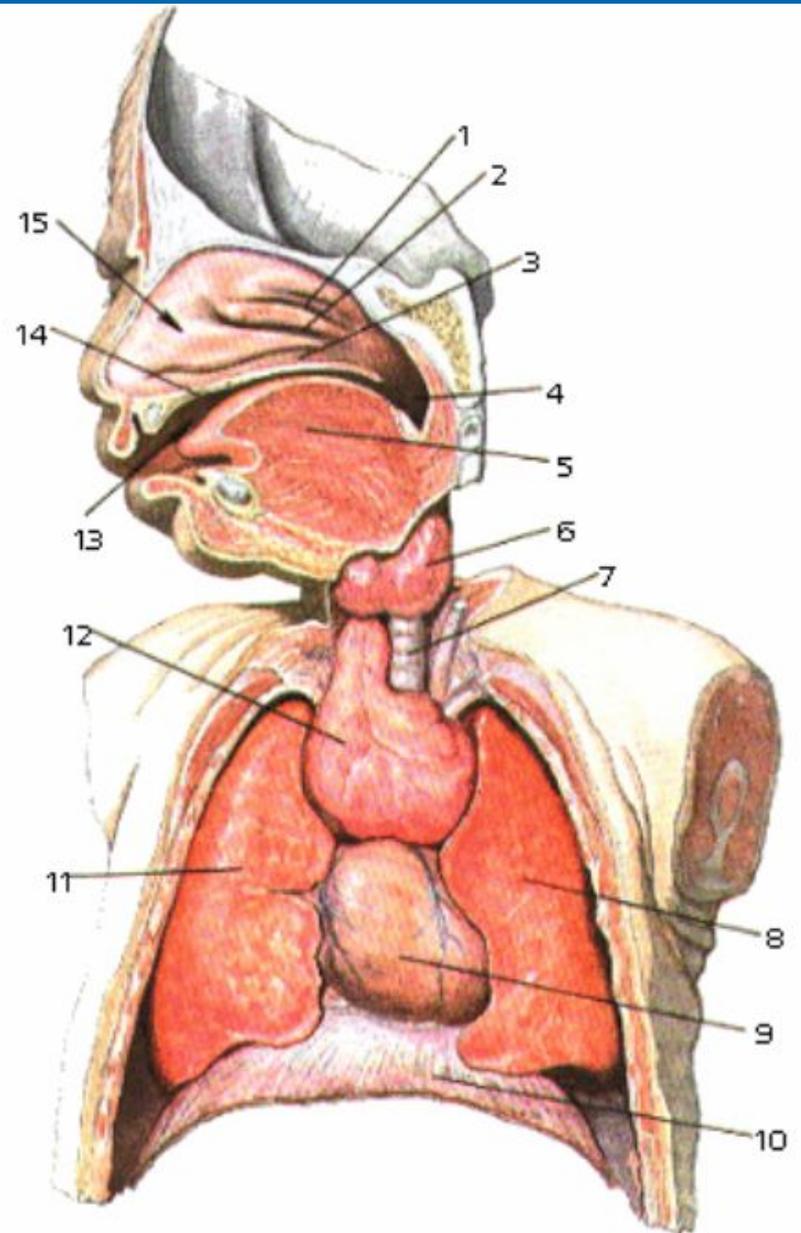
- Дыхательные движения плода необходимы для нормального развития легких. После их выключения (перерезка диафрагмальных нервов или спинного мозга) развитие альвеол и увеличение массы легких замедляется.

- К концу внутриутробного развития дыхательные движения занимают 40-60% времени. Частота дыхательных движений в этом периоде достигает 40-70 в минуту.
- На **6-м** месяце внутриутробного развития все основные звенья центральной регуляции дыхания уже достаточно зрелы, чтобы поддерживать дыхание в течение 2-3 дней, а начиная **с 6,5 - 7 месяцев** – плод может дышать неопределенно долгое время.

плод 7 месяцев



взрослый



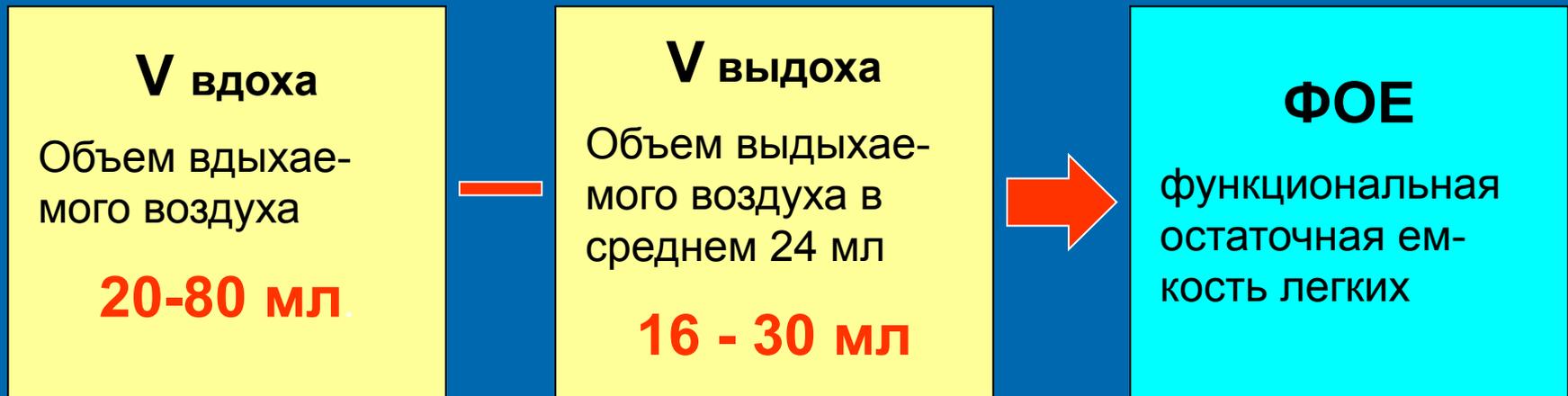
Дыхание в периоде новорожденности

- Масса легких у новорожденных около **50 г** (у взрослого 1 кг). Количество альвеол у новорожденных (24 млн.) в **10-12 раз**, а их диаметр в **3-4 раза** меньше, чем у взрослых. До начала вентиляции легкие заполнены жидкостью (объем ~ 100 мл).
- Рождение ребенка вызывает резкие изменения состояния дыхательного центра, приводящие к началу вентиляции. Первый вдох наступает, как правило, через 15-70 с после рождения, обычно после пережатия пуповины. Вопрос о причинах возникновения первого вдоха далеко не прост. Считают, что он вызывается действием одновременно ряда факторов.

Причины первого вдоха

- 1. Наличие в крови гуморальных раздражителей дыхания. В процессе родов, и в особенности после перевязки пуповины напряжение CO_2 и концентрация H^+ возрастает, усиливается гипоксия (состояние асфиксии).
- 2. Резкое усиление потока афферентных импульсов от рецепторов кожи (холодовых и тактильных), проприорецепторов, вестибулорецепторов, наступающие в процессе родов и сразу после рождения. Эти импульсы активируют ретикулярную формацию мозга, которая повышает возбудимость нейронов дыхательного центра.
- 3. Устранение источников торможения дыхательного центра. Так раздражение жидкостью рецепторов, расположенных в области ноздрей, сильно тормозит дыхание («рефлекс ныряльщика»). Поэтому сразу после появления из родовых путей головки плода акушеры удаляют с лица слизь и околоплодные воды.

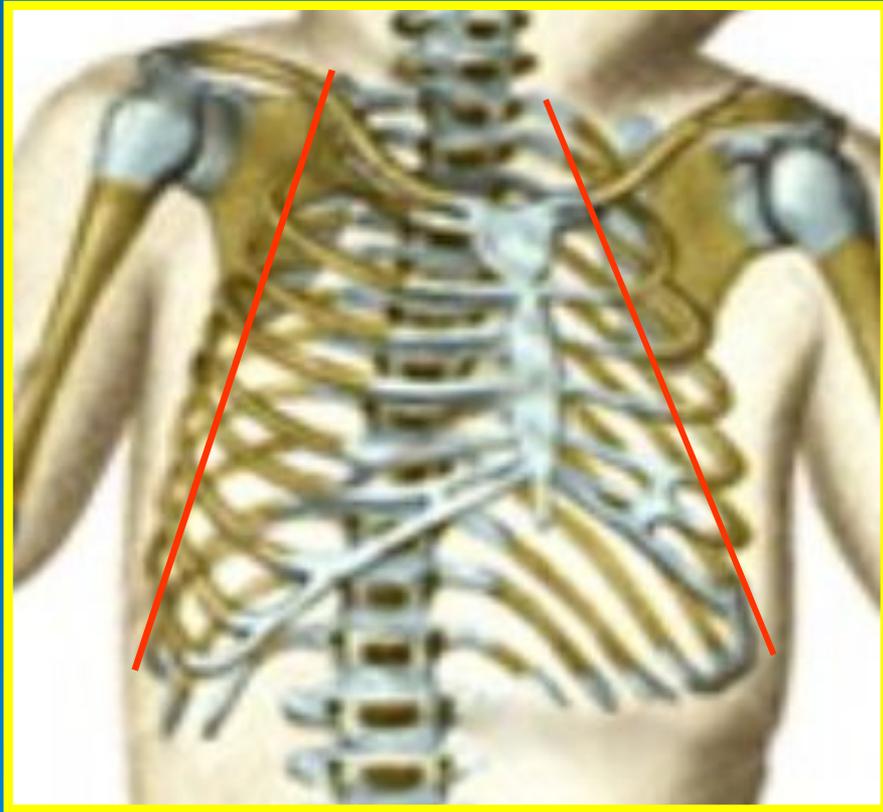
Первый вдох более глубокий и длительный, чем все последующие (длительность первого вдоха 0,1-0,4 сек).



Формирование ФОЕ заканчивается ко 2-4-му дню и составляет в этом возрасте около 100 мл.

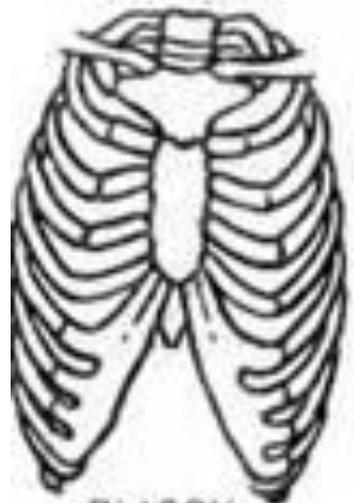
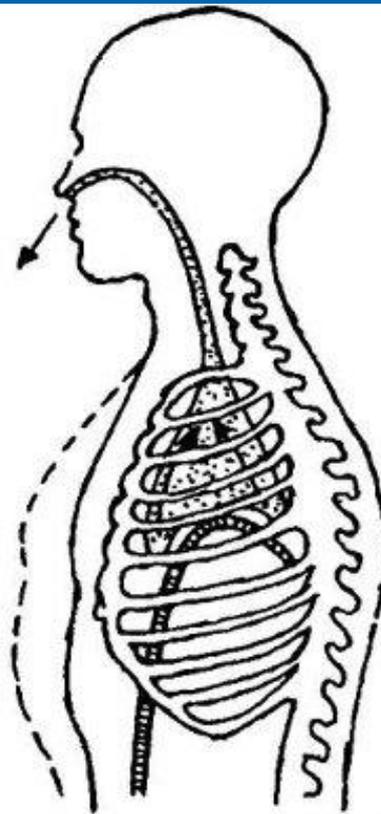
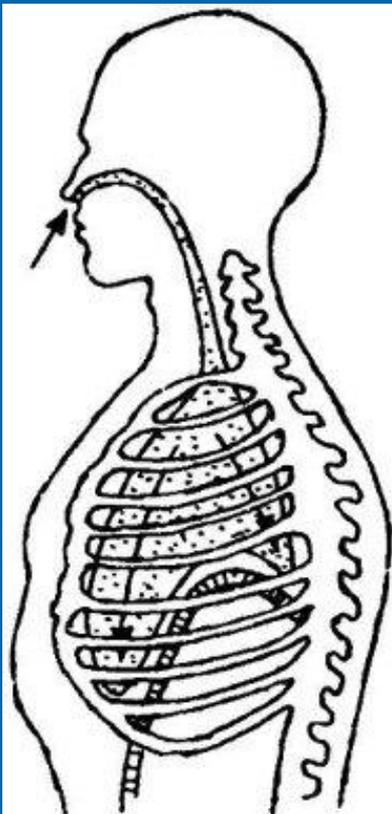
Начало вентиляции легких сопряжено с началом функционирования малого круга кровообращения. Кровоток через легочные капилляры резко усиливается, легочная жидкость всасывается из легких в кровеносное русло.

Грудная клетка новорожденного

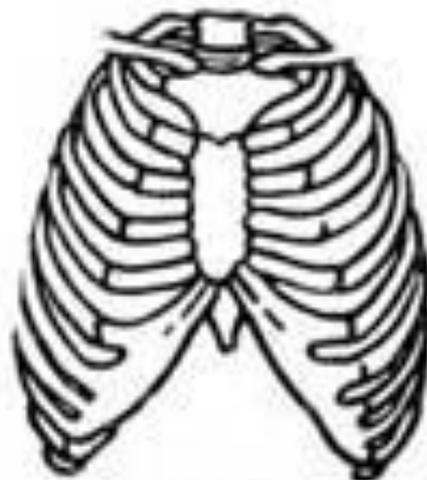


Грудную клетку новорожденного сравнивают по форме с конусом. Ребра расположены под меньшим углом к позвоночнику, чем у взрослых, поэтому сокращение межреберных мышц мало изменяют объем грудной полости.

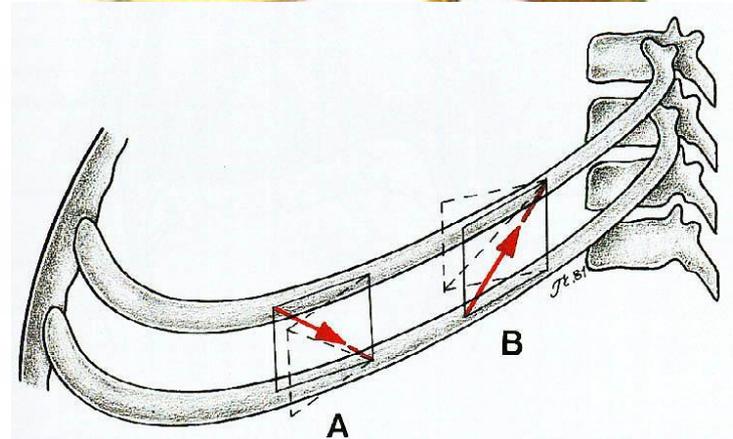
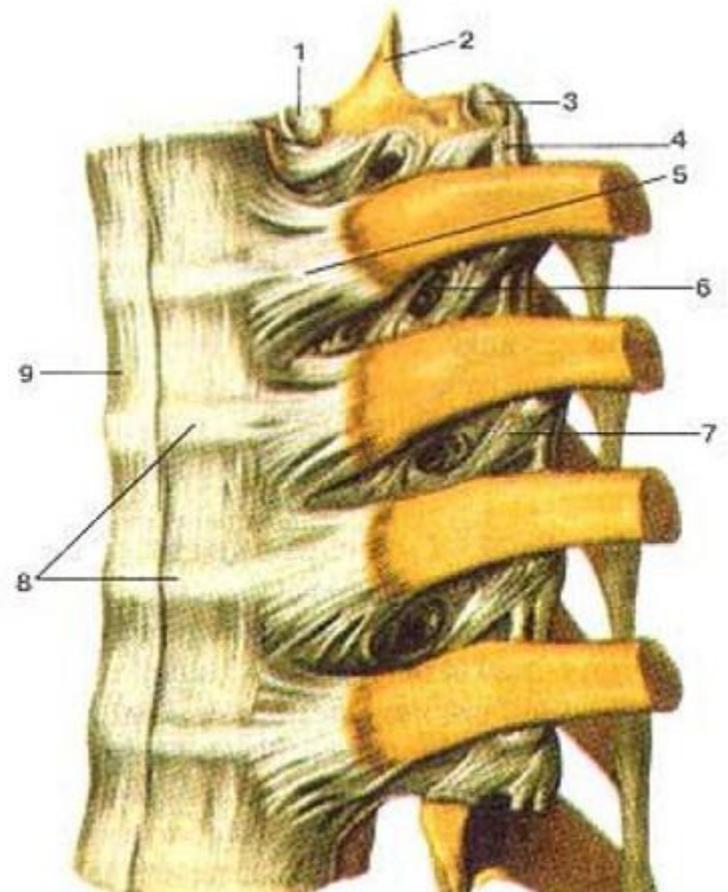
Спокойное дыхание у новорожденных является **диафрагмальным**.



ВЫДОХ



ВДОХ



- Малые размеры тела новорожденных во многом определяют свойства внешнего дыхания. Для новорожденных характерна малая абсолютная величина **ФОЕ** (~ 100 мл), высокая частота дыхания (**ЧД** у новорожденных в среднем **40 в мин** (30-70) и малая величина дыхательного объема (**ДО** в среднем ~ **17 мл** (от 10 до 25 мл).
- Минутный объем дыхания (**МОД**) у новорожденных составляет **500-900 мл/мин**. Однако МОД и альвеолярная вентиляция у новорожденных, приходящаяся на единицу массы тела, в 2-3 раза больше, чем у взрослых.
- Жизненная емкость легких (**ЖЕЛ**) составляет **120-150 мл**.

- Резервные возможности дыхательной системы у детей невысоки. У новорожденных при крике возможно увеличение вентиляции легких лишь **в 5 раз** в то время как у взрослых максимальная вентиляция может превышать вентиляцию легких в покое - **в 25 раз**.
- Воздухоносные пути у новорожденных узкие, их аэродинамическое сопротивление приблизительно **в 8 раз** выше, чем у взрослых. Поэтому дыхательные мышцы (в основном инспираторные) затрачивают на вентиляцию легких относительно много энергии (работа, затрачиваемая на вентиляцию легких 1 л воздуха, в 8 лет ~ в 2,5 раза больше, чем у взрослых). С возрастом, особенно в пубертатном периоде, затраты энергии на вентиляцию легких и воздуха уменьшаются.

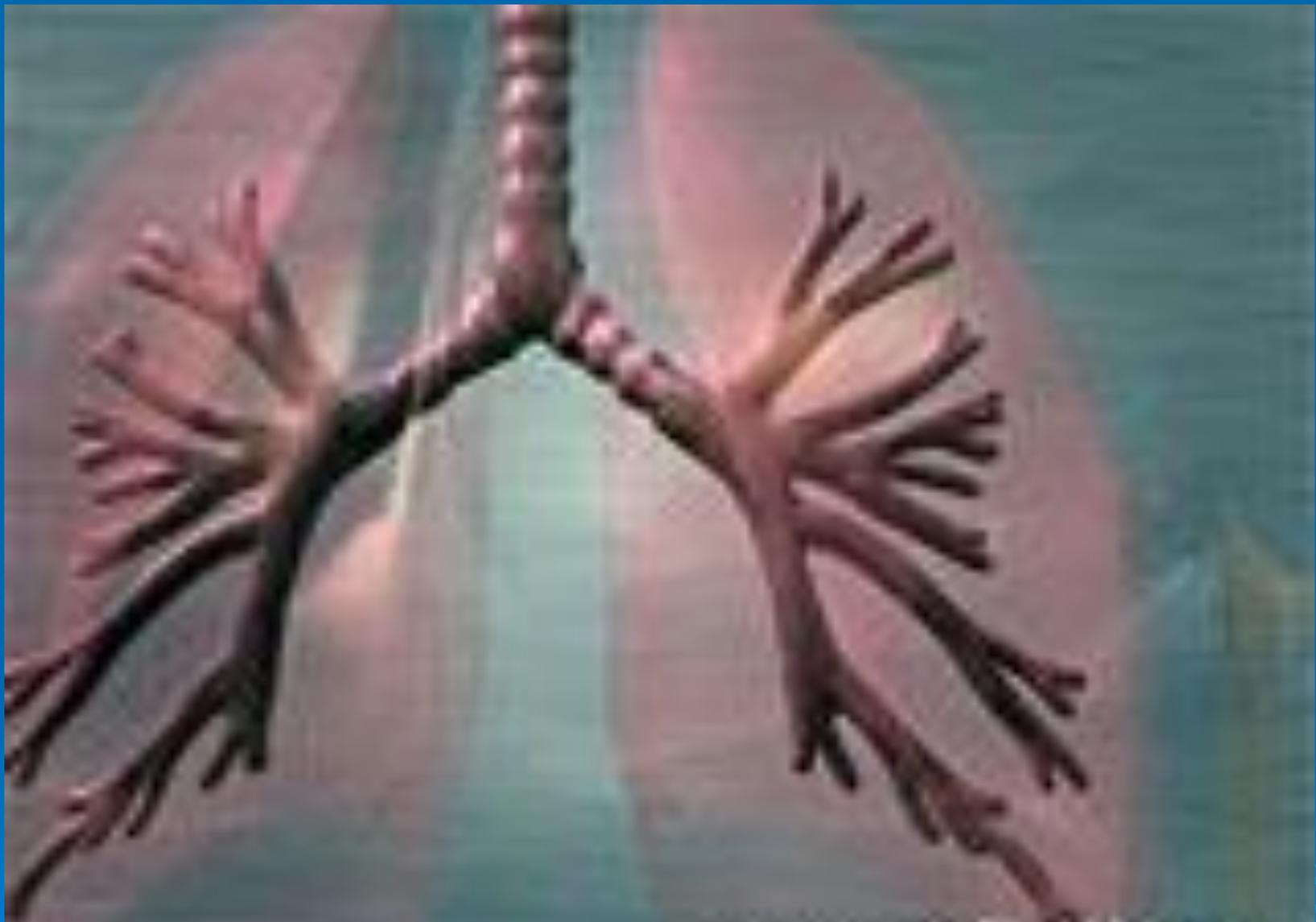
Регуляция дыхания у новорожденных

- Дыхательная периодика у новорожденных нерегулярна, серии частых дыханий чередуются с более редкими. Могут наступать задержки дыхания на выдохе (**апноэ**) длительностью до 3 и более секунд.
- Невысокая, но нормальная для новорожденных реактивность дыхания на CO_2 имеет большое значение. У детей со сниженной реактивностью, наблюдаются длительные периоды апноэ, особенно во время сна. Это отклонение от нормы может быть причиной, так называемой внезапной смерти детей, вследствие возникновения асфиксии.
- Явление **асфиксии** (сочетание **гипоксии** (недостаток O_2) и **гиперкапнии** (избыток CO_2)) у новорожденных очень опасно, прежде всего, из-за гипоксии мозга.

Развитие системы внешнего дыхания в постнатальном периоде

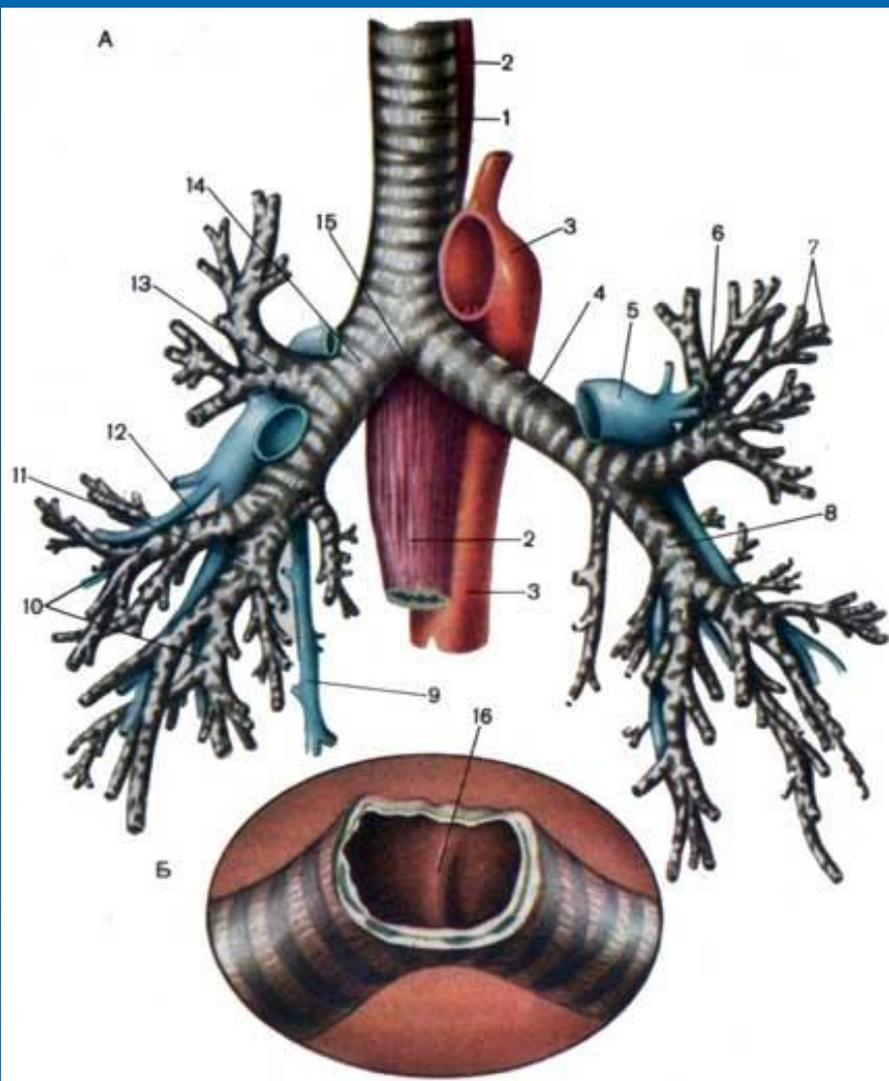
От рождения в дыхательной системе идут 2 основных процесса:

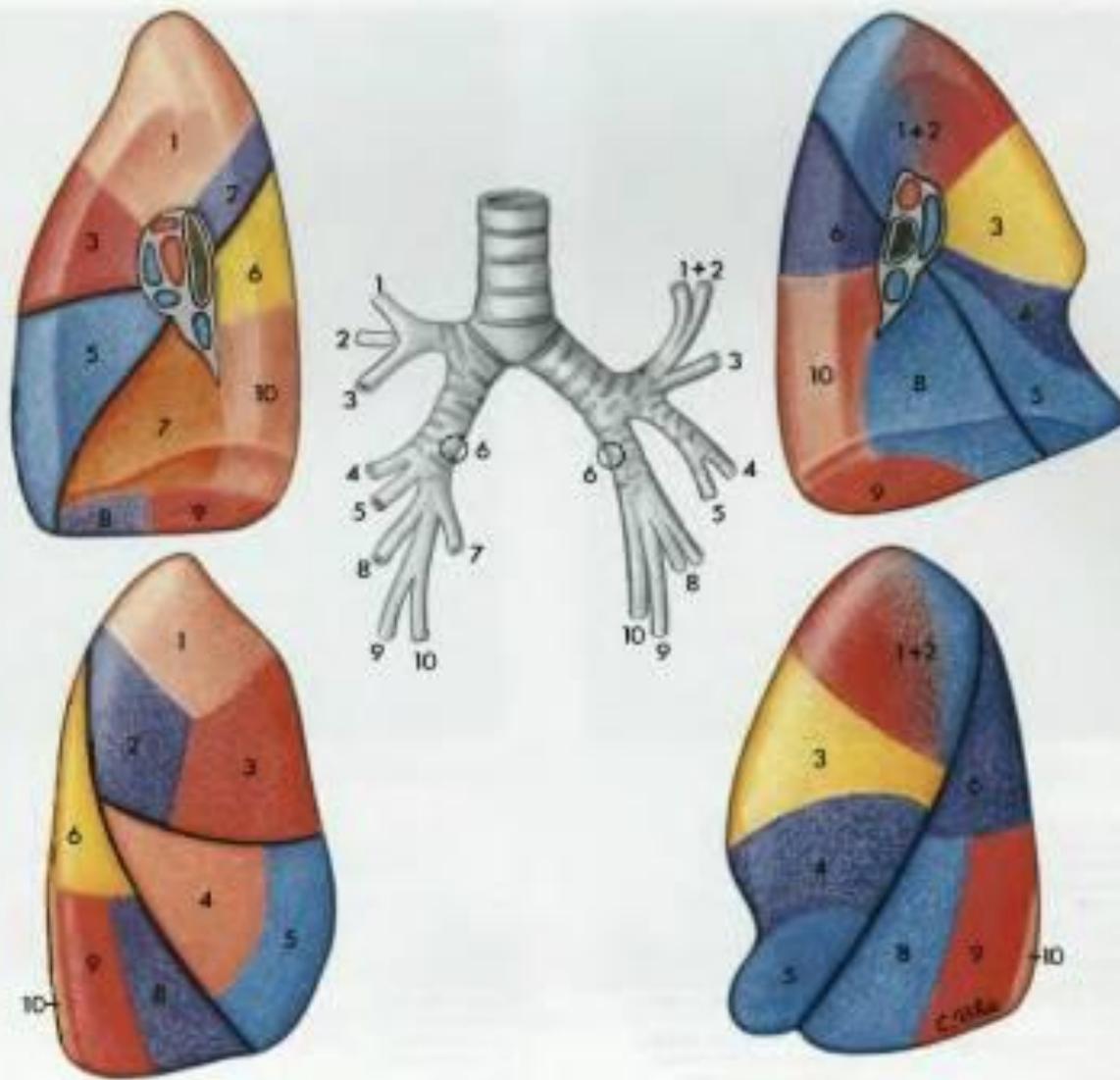
- 1. **развитие бронхиальной системы** - рост и дифференцировка трахеи и бронхиального дерева
- 2. **рост легочной ткани** - увеличение количества и объема альвеол



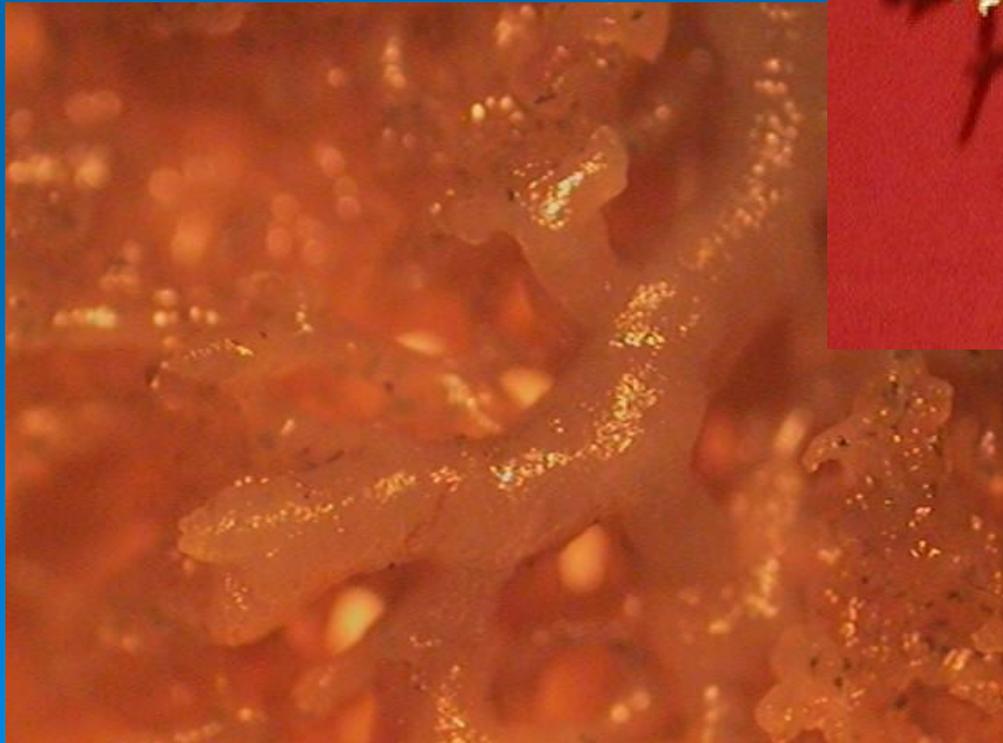
1. Развитие бронхиальной системы

Ветвление бронхов



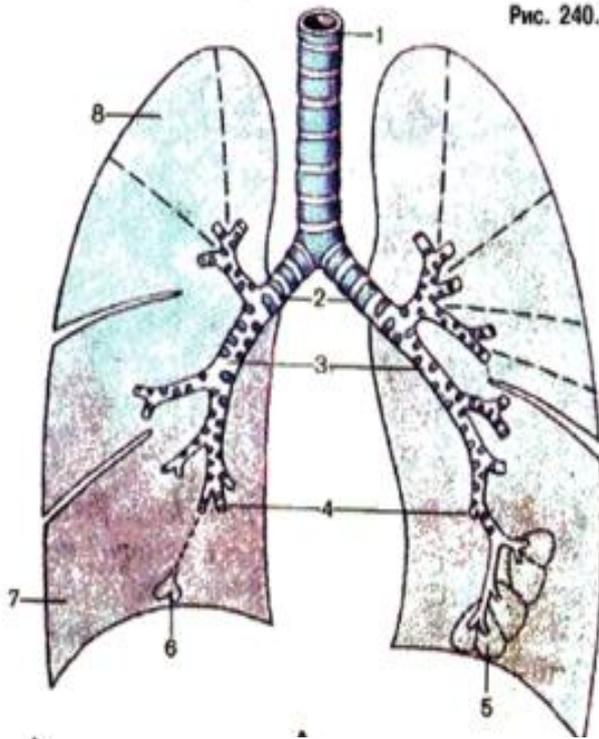


Сегментарные бронхи



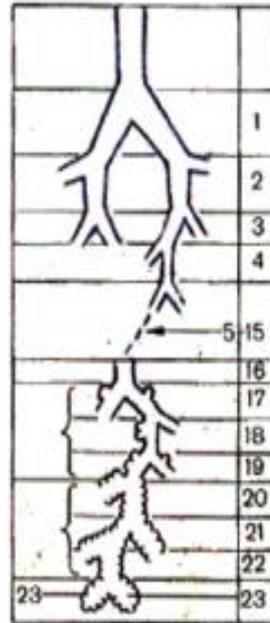
Сегментарные бронхи

Рис. 240. Ветвление бронхов в легких (схема).

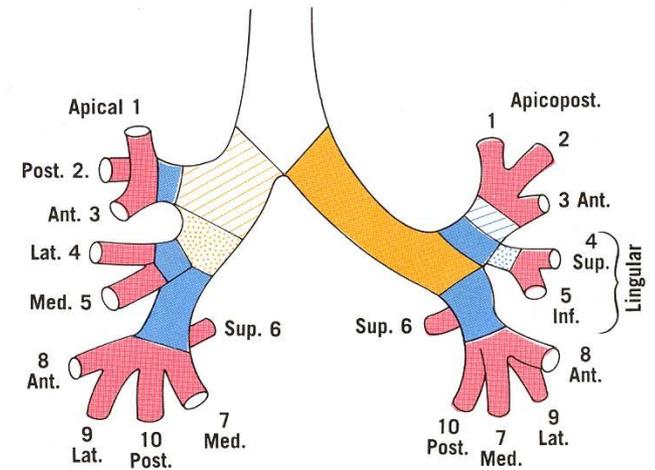


- Б:
- 1 – главные бронхи;
 - 2,3,4 – долевые и сегментарные бронхи;
 - 5...15 – ветви сегментарных бронхов, дольковый бронх и его разветвления;
 - 16 – конечная бронхиола;
 - 17...19 – дыхательные бронхиолы (три порядка ветвления);
 - 20...22 – альвеолярные ходы (три порядка ветвления);
 - 23 – альвеолярные мешочки.

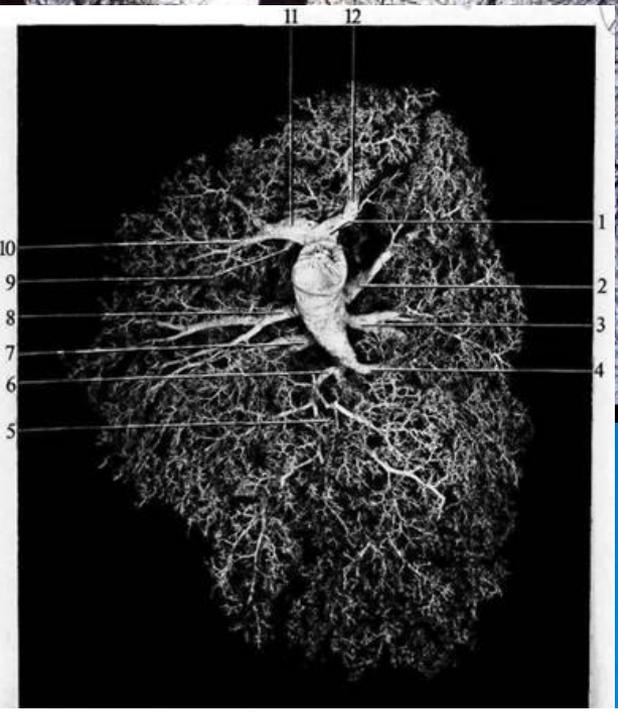
- А:
- 1 – трахея;
 - 2 – главные бронхи;
 - 3 – долевые бронхи;
 - 4 – сегментарные бронхи;
 - 5 – долька;
 - 6 – ацинус;
 - 7 – нижняя доля правого легкого;
 - 8 – сегмент.



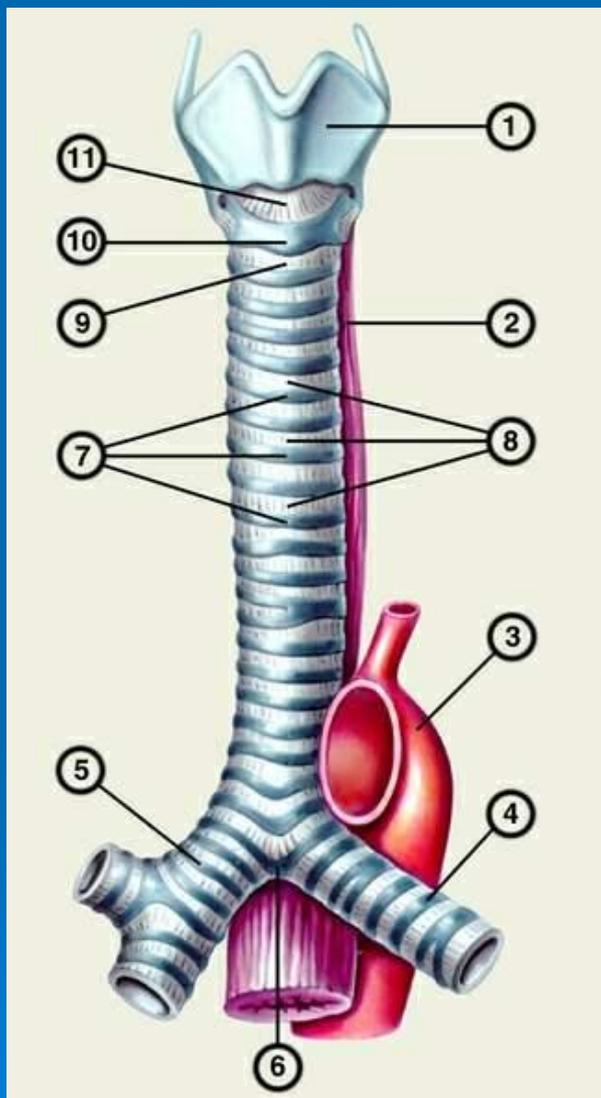
Б



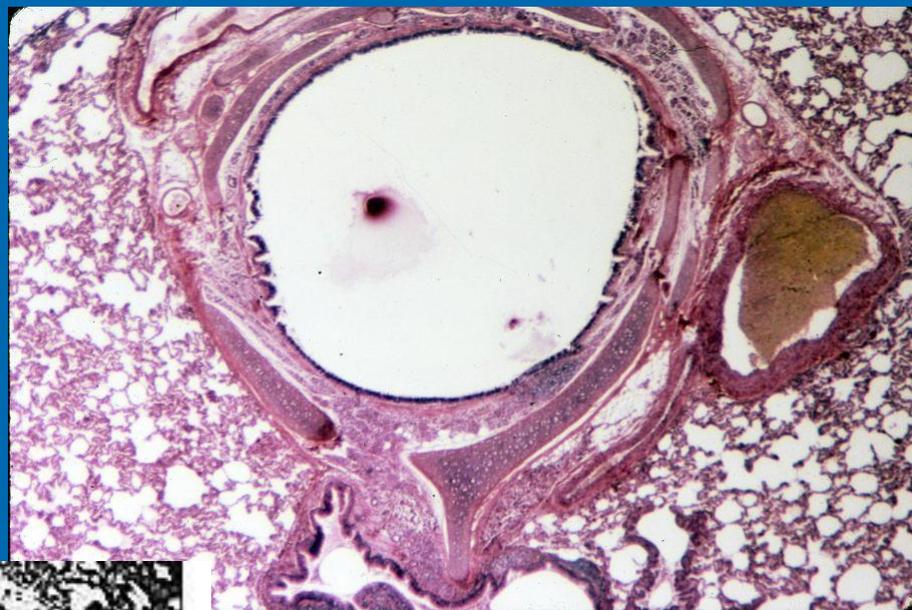
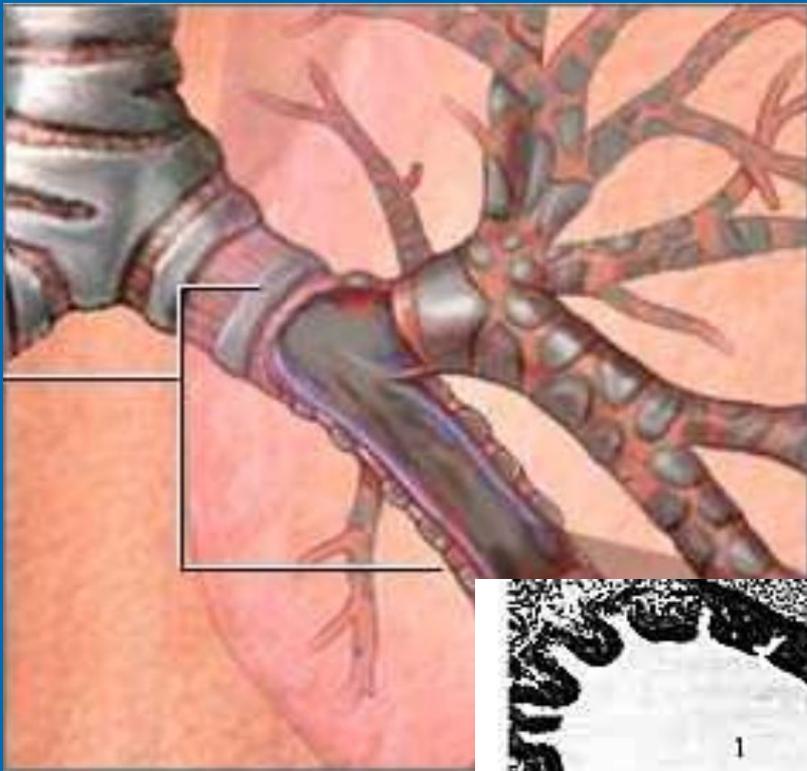
-  Main bronchi
-  Lobar bronchi
-  Segmental bronchi



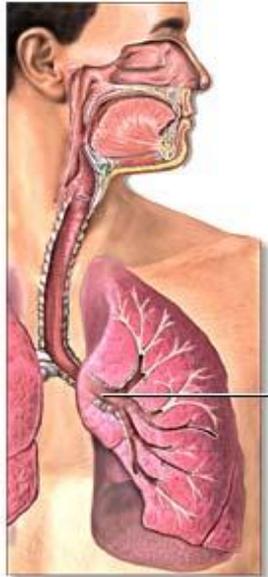
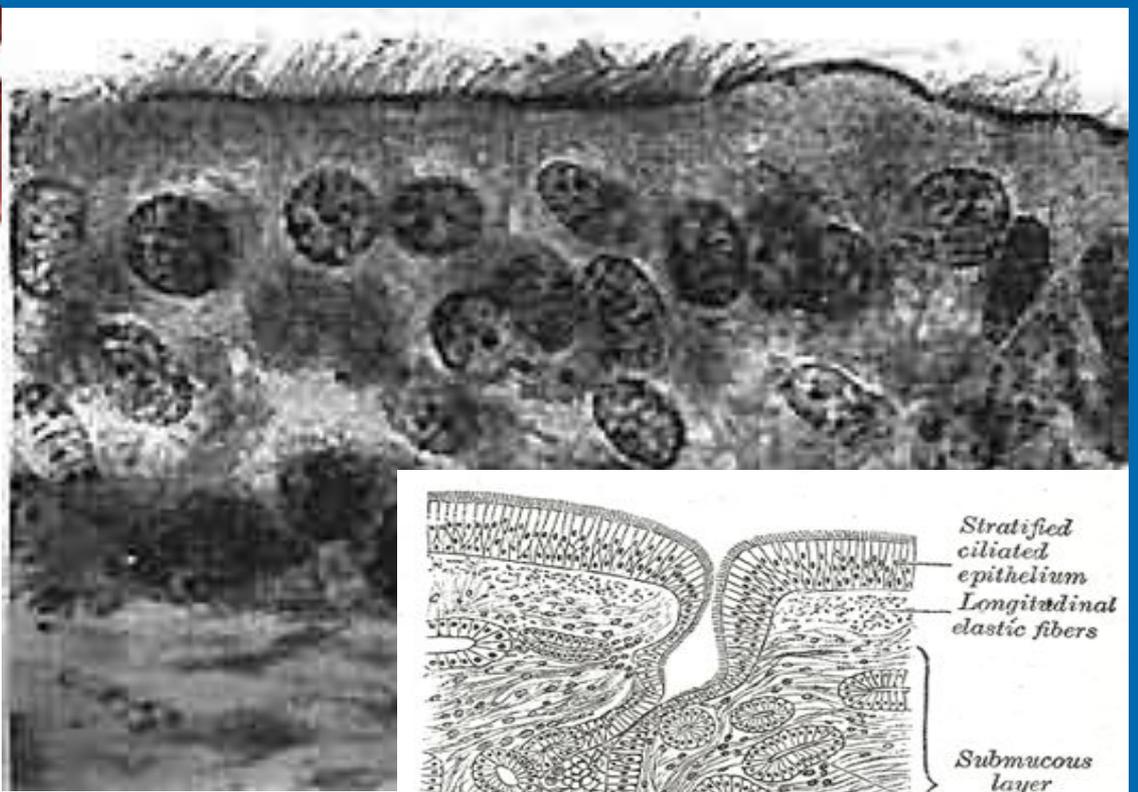
- ▣ **Рост и дифференцировка трахеи и бронхиального дерева** идет путем ветвления бронхиол и развития альвеолярных ходов. Рост и увеличение числа ветвей бронхиального дерева продолжается до периода полового созревания, пока не достигается **23-24 порядков** ветвления, характерных для взрослого человека.
- ▣ Особенно интенсивно рост бронхов идет на 1-м году жизни.



▣ **Трахея** расположена у детей выше, чем у взрослых. Длина трахеи с возрастом увеличивается параллельно росту тела. Длина ее от нижнего края гортани до деления на бронхи составляет (в см.): у новорожденного **3-4**; в 5 лет - 5,6; в 10 лет - 6,3; в 15 лет - 7,45, у взрослых - **9-12 см.**

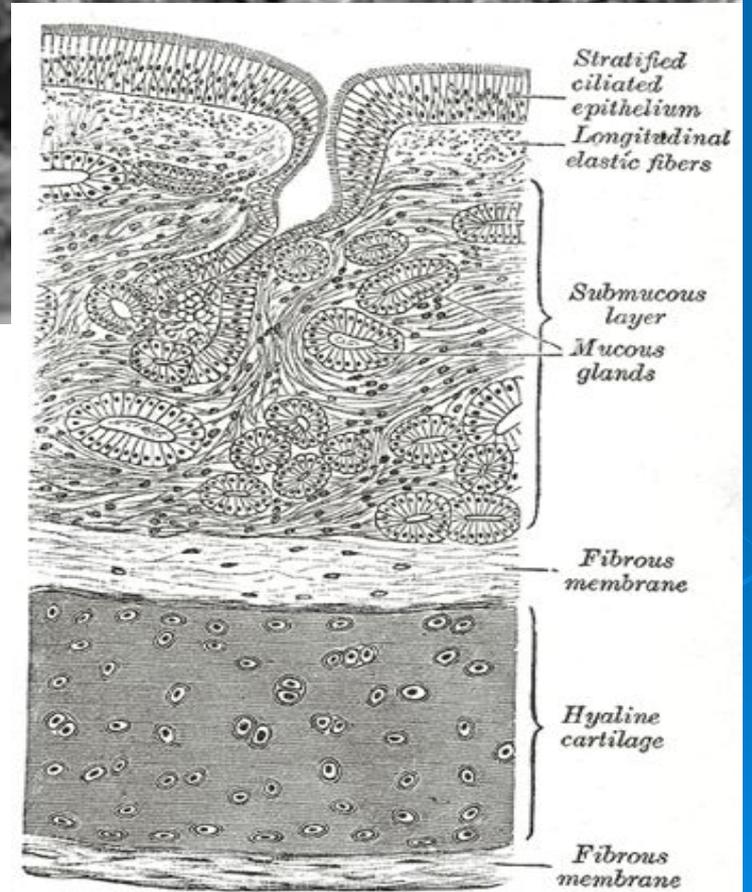
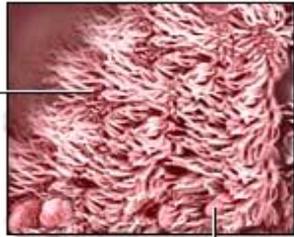


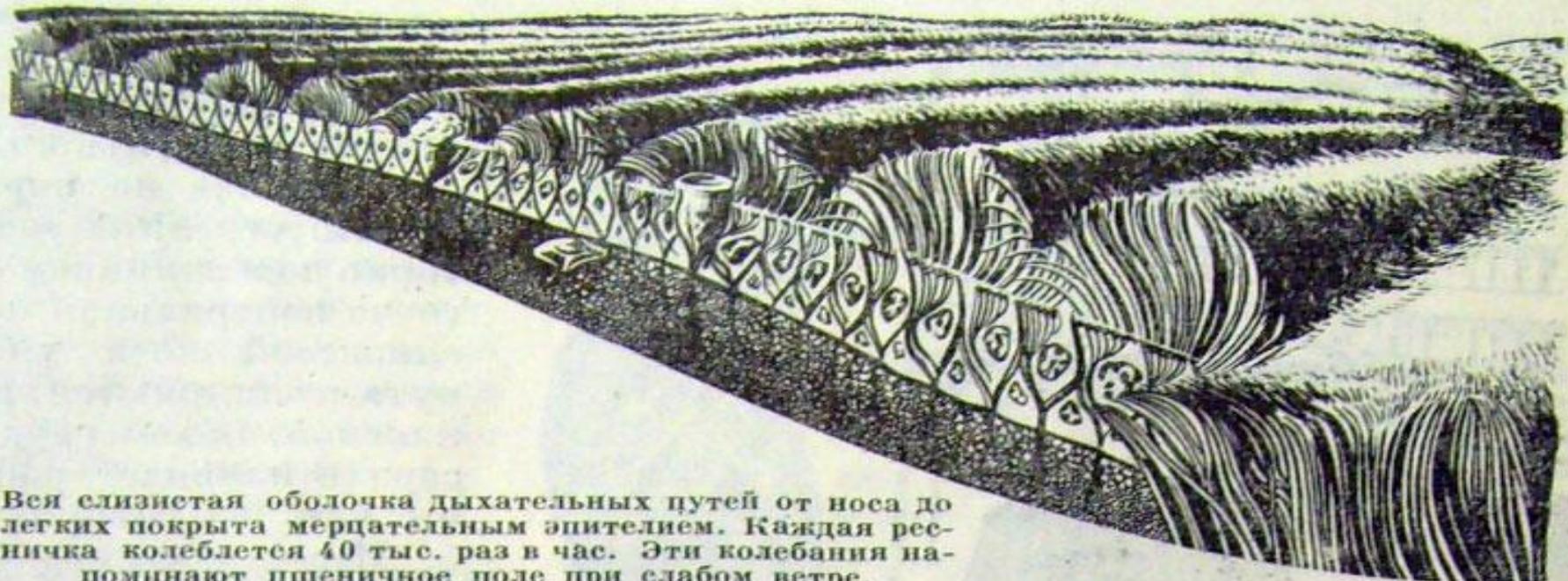
Строение стенки бронхов



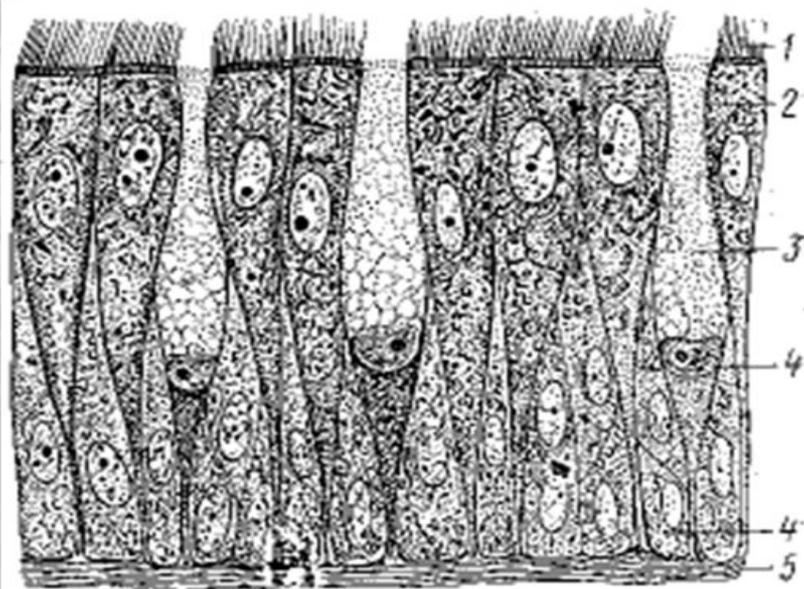
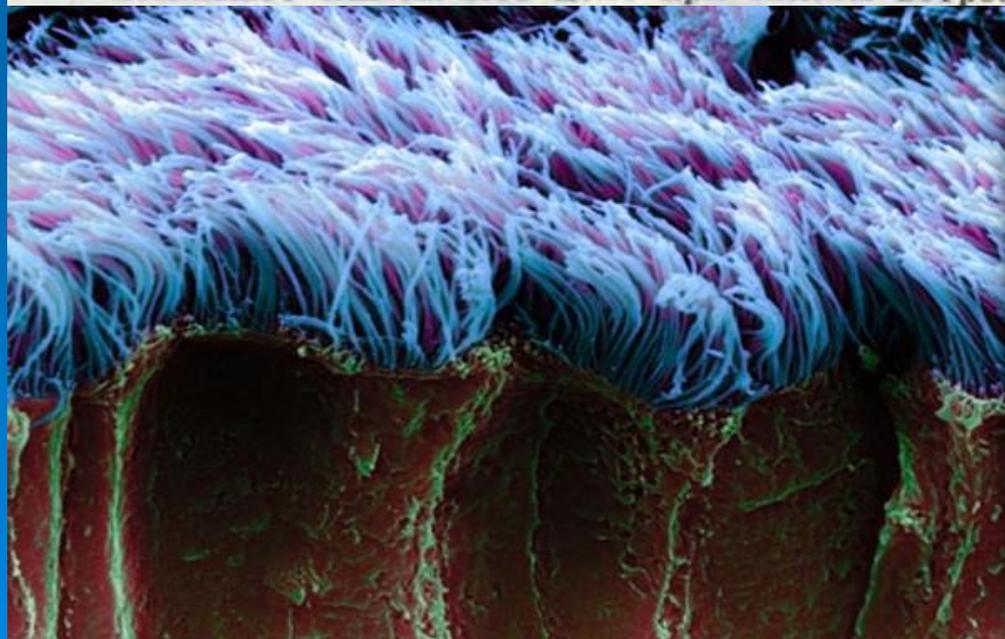
Primary bronchus

Cilia





Вся слизистая оболочка дыхательных путей от носа до легких покрыта мерцательным эпителием. Каждая ресничка колеблется 40 тыс. раз в час. Эти колебания напоминают пшеничное поле при слабом ветре.



- Поперечное сечение трахеи и бронхов детей значительно уже, чем у взрослых. Слизистая оболочка трахеи и бронхов нежна и богата кровеносными и лимфатическими сосудами, поэтому более проницаема для пыли и микробов, по сравнению со взрослыми.
- Мышечная ткань и эластические волокна развиты слабо. Хрящи мягки.

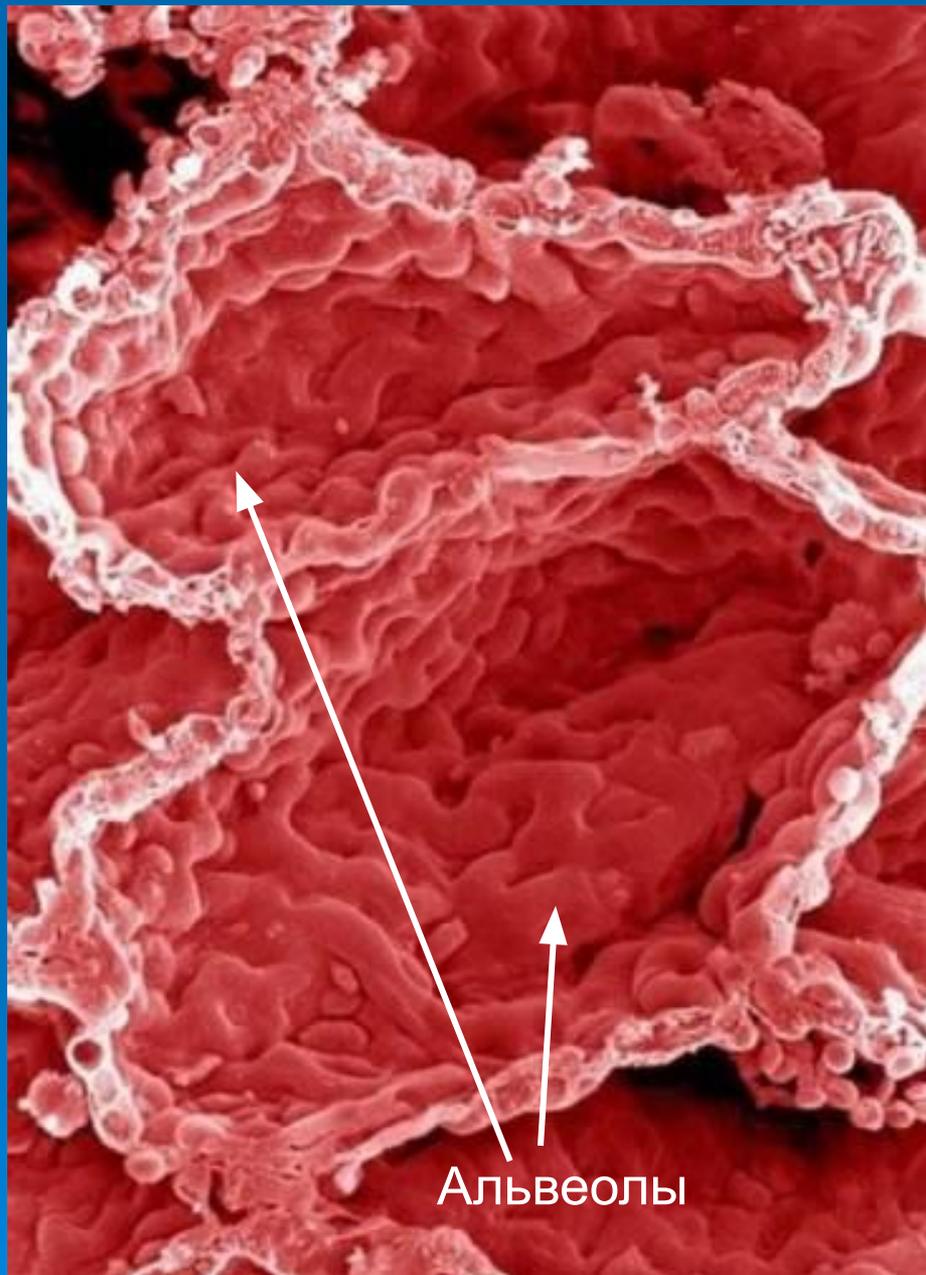


- Воздухоносные пути у новорожденных детей и детей раннего возраста узкие, их аэродинамическое сопротивление приблизительно в **8 раз выше**, чем у взрослых. Поэтому дыхательные мышцы затрачивают на вентиляцию легких относительно много энергии (у ребенка в 8 лет ~ **в 2,5 раза больше**, чем у взрослых).
- В то же время, мышечная ткань и эластические волокна бронхиальных стенок развиты слабо, хрящи мягки, что обуславливает высокую эластичность, растяжимость стенок бронхов, облегчающую дыхание ребенка.

- С возрастом происходит расширение просвета трахеи и бронхов, снижение их аэродинамического сопротивления, а также укрепление бронхиальных стенок за счет развития гладкомышечной, соединительной и хрящевой ткани в стенках бронхов.
- Завершается развитие бронхиальной системы в основном **к 12 годам**.

2.
Развитие
легких





После рождения рост и развитие легких осуществляется за счет двух основных процессов:

- 1. ***увеличение количества альвеол***
- 2. ***увеличение диаметра и объема альвеол***

1. Увеличение количества альвеол

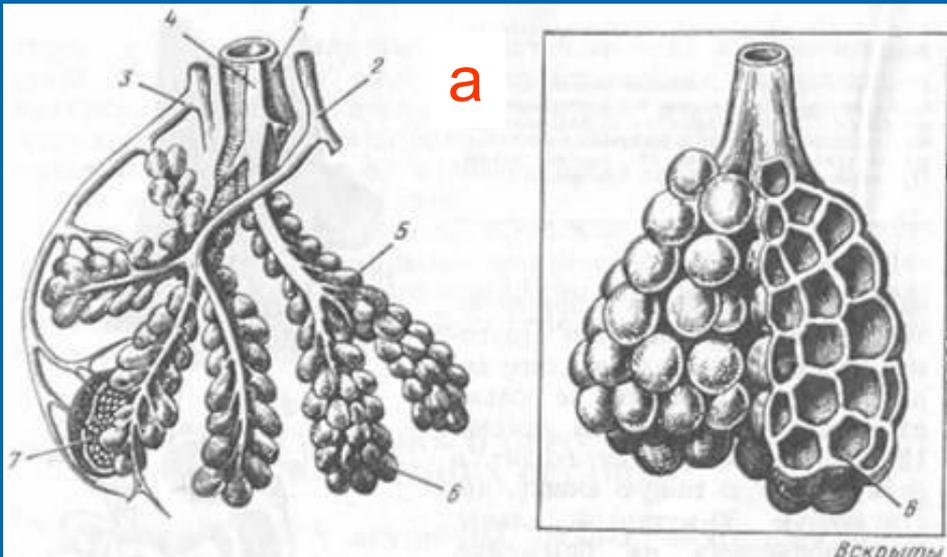
- После рождения количество альвеол увеличивается (к 7-8 г) в 10-12 раз (до 300-400 миллионов - у взрослых) особенно интенсивно в первые 3 года. Все это приводит к увеличению с возрастом веса и объема легких.

Возрастные изменения массы и объема легких

показатели	Ново-рожденный	Грудной (1 г)	раннее детство (3 г)	первое детство (6 лет)	Подростки (12л)	юноши	взрослый
масса легких (г)	50	150	250	350	600	690	1000-1400
объем легких (мл ³)	70	270		540	680		1400

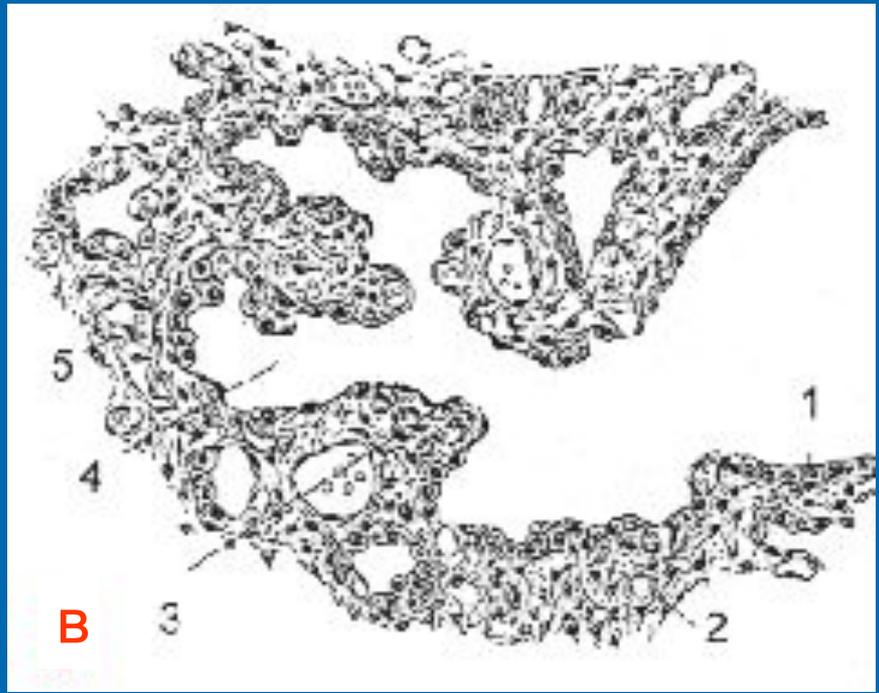
2. Увеличение диаметра и объема альвеол

- С возрастом увеличивается диаметр и объем альвеол (с 7 до 12 лет приблизительно вдвое, ко взрослому состоянию - втрое).
- Рост и увеличение объема легких **до 7-8 лет** происходит в основном за счет увеличения количества альвеол, а затем (**с 7 до 18 лет**) за счет увеличения их объема (до 200-300 мкм). Что приводит к увеличению объема и жизненной емкости легких (ЖЕЛ).

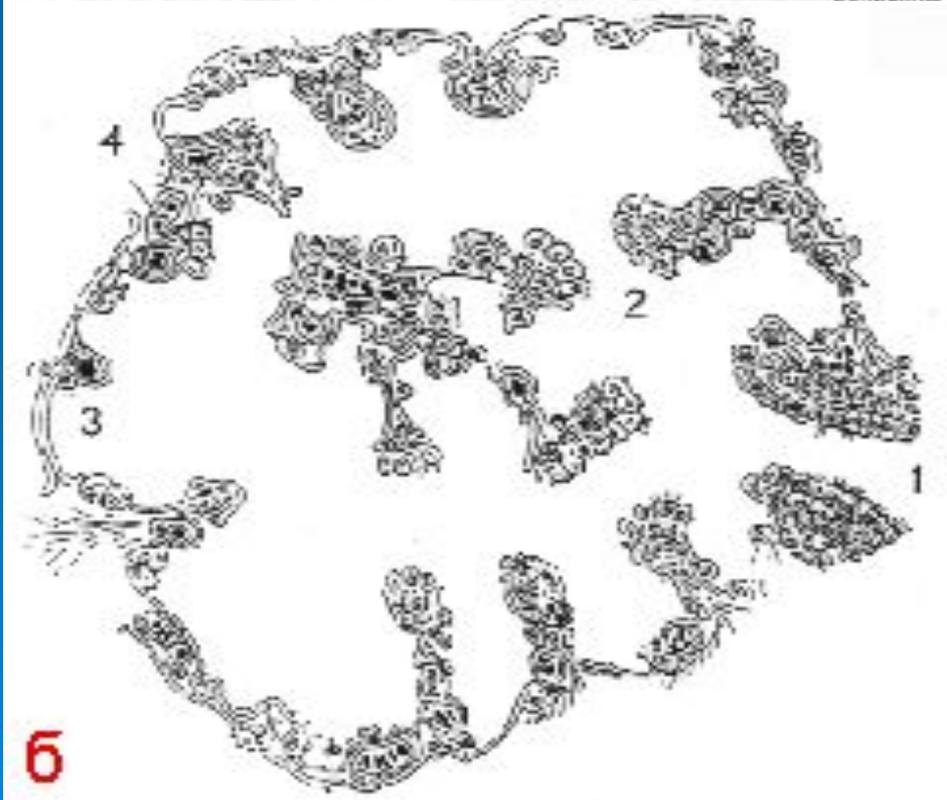


а

Вскрыты



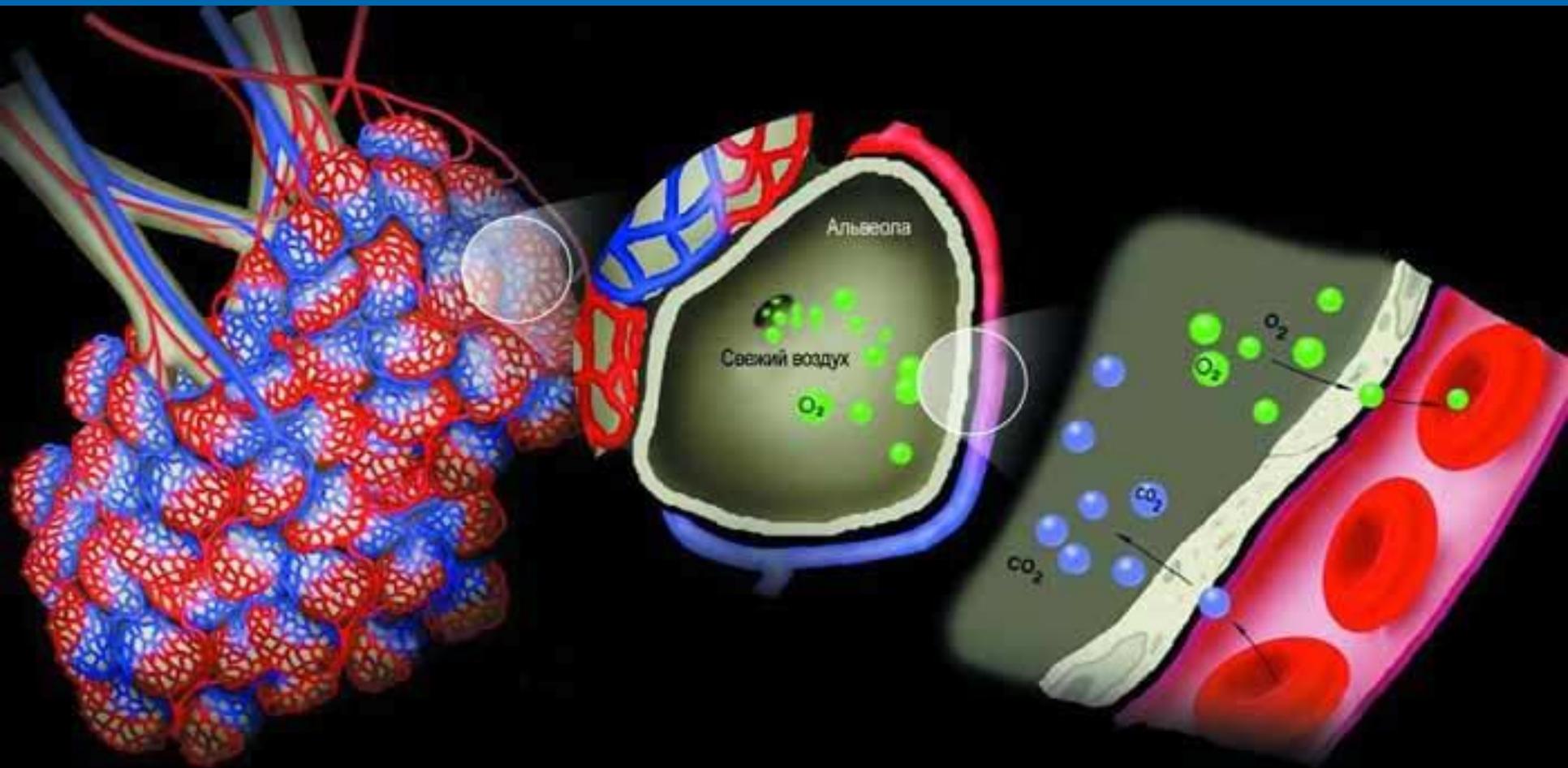
в



б

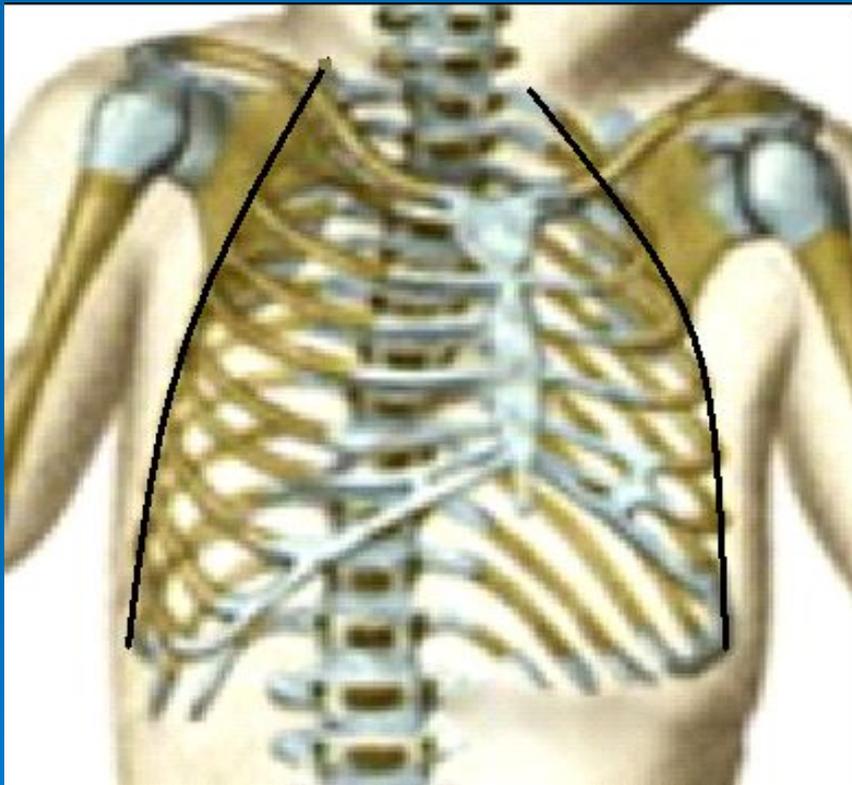
а – ацинус взрослого человека (схема);
б – ацинус взрослого (срез);
в – ацинус 6-и месячного плода

Газообмен в альвеолах легких

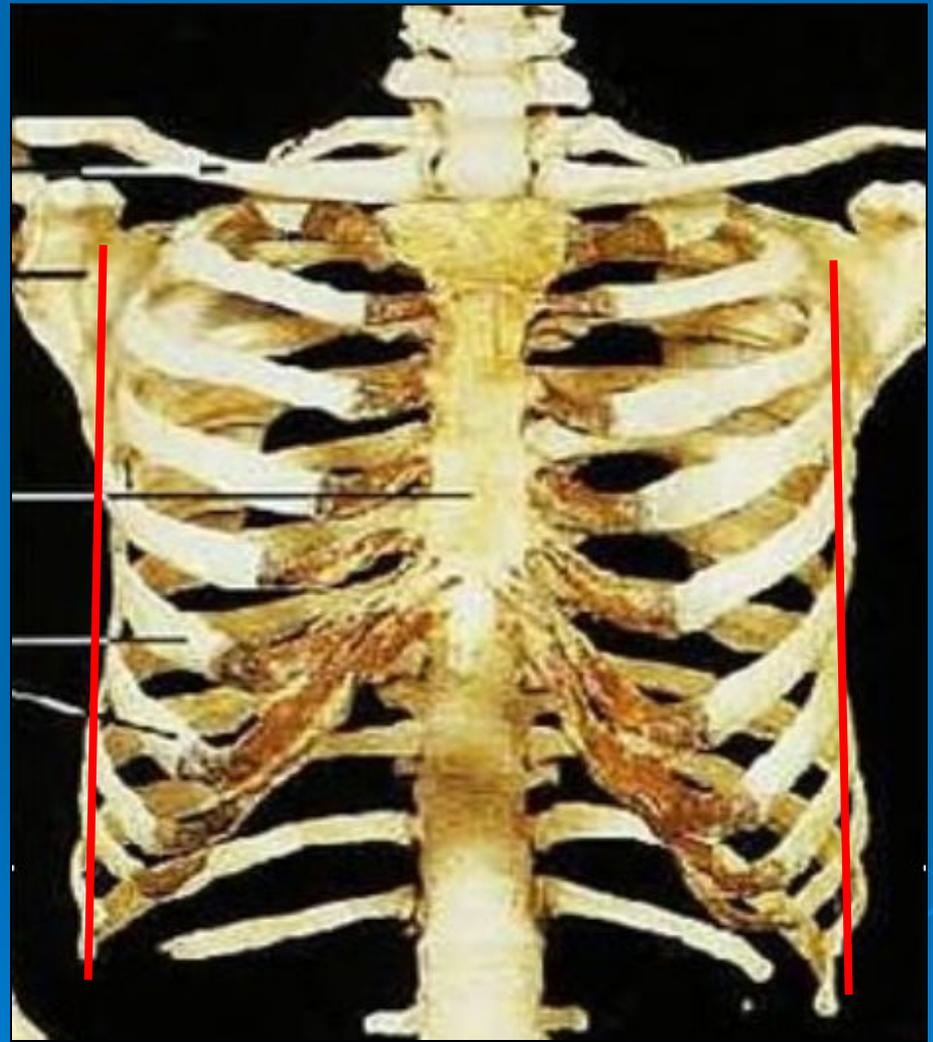


- Дыхательная поверхность альвеол у детей всех возрастов и особенно у новорожденных, в раннем детстве и у младших школьников относительно больше, чем у взрослых. Количество крови, протекающей через легкие в единицу времени, у детей также больше, чем у взрослых. Ввиду обильного развития капилляров легких, поверхность соприкосновения крови с альвеолярным воздухом у детей также относительно больше, чем у взрослых. Все это обеспечивает повышенный газообмен, необходимый для усиленного обмена веществ растущего организма.

Развитие грудной клетки



новорожденный



взрослый

- У детей до 7-11 лет еще сохраняется *конусообразная форма* грудной клетки с относительно малым наклоном ребер. Поэтому сокращения межреберной мускулатуры незначительно изменяет объем грудной клетки и у детей раннего возраста преобладает *диафрагмальное дыхание*.
- У подростков грудная клетка приобретает *цилиндрическую форму*, увеличивается наклон ребер, увеличивается сила дыхательных мышц. Эти факторы обеспечивают увеличение резервного объема вдоха и выдоха. Увеличение **Р_{Овд}** отражает возможность увеличения глубины дыхания, в частности при физической нагрузке. Поэтому в возрасте 10-13 лет происходит быстрое увеличение максимальной вентиляции легких (**МВЛ**).

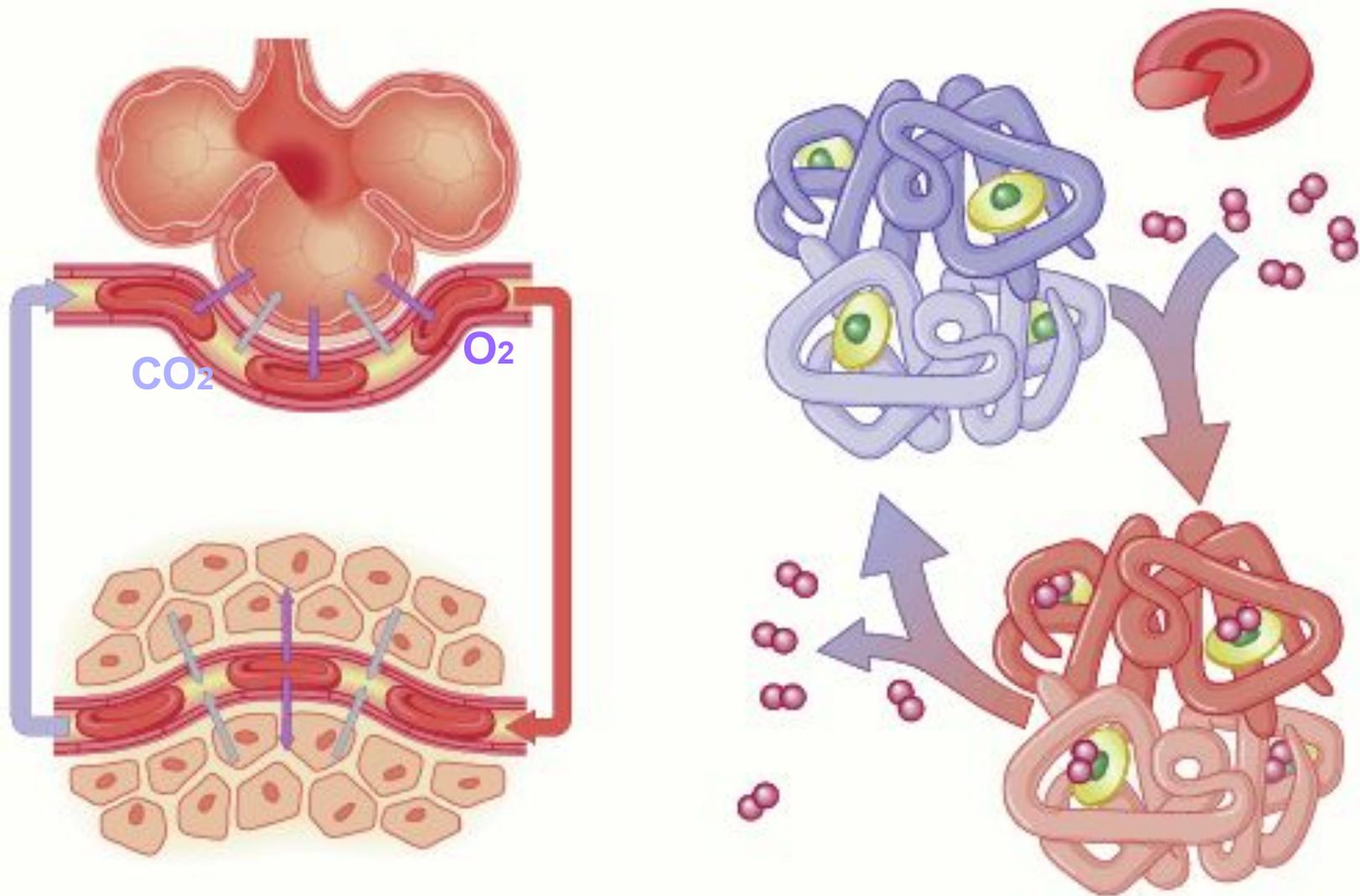
Возрастные изменения основных показателей внешнего дыхания

показатели	новорожденный	грудной (1 г)	раннее детство (3 г)	первое детство (6 лет)	подростки (12л)	юноши	взрослый
частота дыхания (в мин)	40-60	35	25-30	22-25	20-22	18-20	12-18
дыхательный объем (мл)	17	57	156	243	333	453	400-500
минутный объем дыхания (мл/мин)	500-900	2000-2700	2700-3000	3900	4500	4900-7000	6000-8000
МОД на 1 кг массы	400	320		200	140	120	107
жизненная емкость легких ЖЕЛ (мл)	120-150	-	1200	1200-1400	1675-2500	2600-3200	3000-5000
кол-во оксигемоглобина в крови (%)	40-90	-	-	87-97	-	-	94-99
максимальная вентиляция легких (МВЛ) (л)	-	-	-	45	61	75	155

Изменения типа дыхания

- Тип дыхания новорожденных **брюшной** (диафрагмальный). Когда ребенок начинает ходить и его тело принимает вертикальное положение (1 год), тип дыхания становится **смешанным**, грудобрюшным. С 3-7 лет все более отчетливо выступает грудной тип дыхания, а начиная **с 8-10 лет** начинают появляться половые различия: у мальчиков преобладает **брюшной** тип дыхания, а у девочек **грудной**.

Схема газообмена



Газообмен в легких

- Потребление кислорода в младенческом периоде в **2,5-4 раза** больше, **на 1 кг веса** тела, чем у взрослых. Такое потребление кислорода обеспечивает высокий обмен веществ и быстрый рост ребенка.

Показатель	новорожденный	грудной (1 г)	раннее детство (3 г)	первое детство (6 лет)	подростки (12л)	юноши	взрослый
МОД на 1 кг массы	400	320		200	140	120	107

- Однако у маленьких детей вследствие поверхностного дыхания (**малый ДО и высокая ЧД**) вентиляция легких менее эффективна, чем у взрослых. Чем младше дети, тем менее экономно для потребления кислорода в покое используется у них легочная вентиляция и сердечная деятельность.

Показатель	новорожденный	грудной (1 г)	раннее детство (3 г)	первое детство (6 лет)	подростки (12л)	юноши	взрослый
ЧД (в мин)	40-60	35	25-30	22-25	20-22	18-20	11-18
ДО_(мл)	17	57	156	243	333	453	500

- У новорожденных эффективность газообмена в альвеолах **в 2 раза меньше** чем у взрослых. Чем младше дети, тем меньше поглощается кислорода в легких. Поэтому при затруднениях дыхания, насыщение крови кислородом у детей уменьшается значительно раньше, чем у взрослых.

Показатель	новорожденный	грудной (1 г)	раннее детство (3 г)	первое детство (6 лет)	подростки (12л)	юноши	взрослый
кол-во оксигемоглобина в крови (%)	40-60			87-97			94-99

- Таким образом, обеспечение достаточного для интенсивного обмена веществ количества кислорода в детском организме идет в основном за счет :
- 1) **большого сродства гемоглобина к кислороду**, большего его насыщения кислородом (за счет высокого парциального давления O_2 в альвеолярном воздухе),
- 2) **интенсивной вентиляции легких** (высокая ЧД)
- 3) и **большей скорости кровотока**.

Все эти факты необходимо учитывать, особенно при физических нагрузках.

Регуляция дыхания

- Особенностью регуляции дыхания у детей является поддержание высокой вентиляции легких, при сравнительно низком напряжении CO_2 и высоком напряжении O_2 в артериальной крови. Причиной этого, возможно, является высокая возбудимость дыхательного центра.
- К 4-й неделе после рождения у детей развивается способность к устойчивому увеличению вентиляции легких при гипоксии. Однако реактивность на гипоксию у детей ниже, чем у взрослых.

- С возрастом совершенствуется деятельность *дыхательного центра*. Развиваются механизмы, обеспечивающие четкую смену дыхательных фаз (вдоха, выдоха)- совершенствуется деятельность *пневмотаксического центра*.
- Постепенно формируется способность детей к произвольной регуляции дыхания (участие *КГМ* в регуляции дыхания). Так с конца **1-го года** дыхание участвует в речевой функции. Начиная с 2-х лет, ребенка можно уговорить дышать глубже, дуть. В возрасте **4 лет** возможна произвольная регуляция дыхания. По словесной инструкции ребенок может вызывать как произвольную гипервентиляцию, так и задержку дыхания.

Некоторые этапы развития легких и функции дыхания

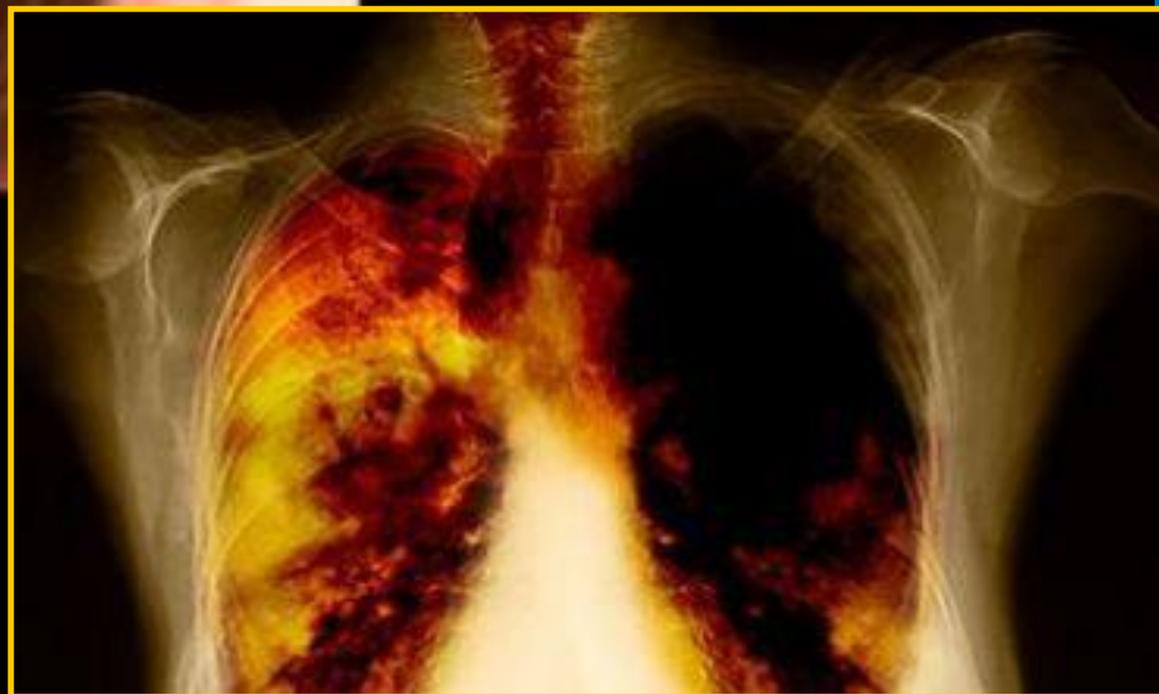
№	Структура и функция	Сроки
1	Начало развития легких	3-я неделя внутриутробного развития
2	Образование альвеол и покрытие их сурфактантом	6-й месяц внутриутробного развития
3	Возникновение дыхательных движений	11 неделя внутриутробного развития
4	Дифференцировка легочной ткани	к 12 годам
5	Развитие бронхиального дерева	к 12 годам
6	Строение плевры	к 7 годам

№	Структура и функция	Сроки
7	Становление грудного типа дыхания	к 7 годам
8	Возникновение половых различий в типе дыхания	с 8-10 лет
9	Становление состава альвеолярного воздуха	к 7 годам
10	Стабилизация удельной диффузионной способности легких.	к 4 годам
11	Становление произвольной регуляции дыхания	к 4 годам



**Бронхогенный рак
курильщика**

**Бронхи
курильщика**



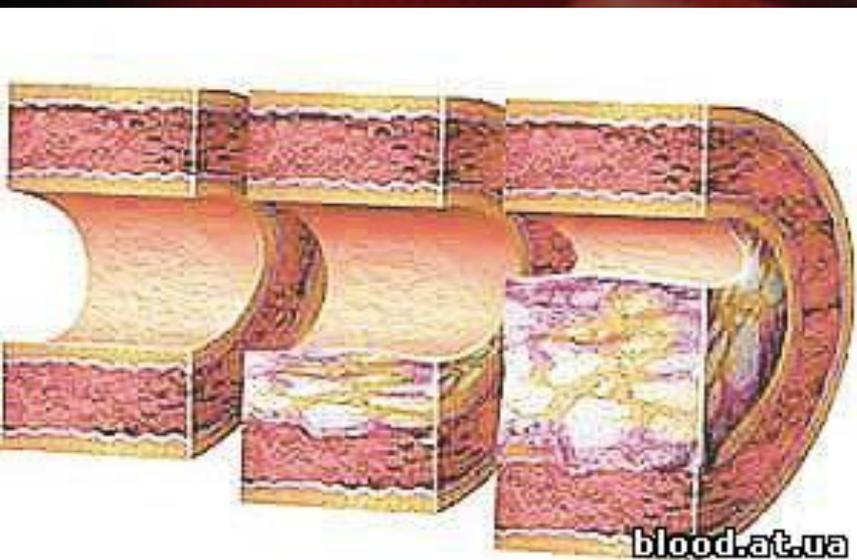


Raucherlunge

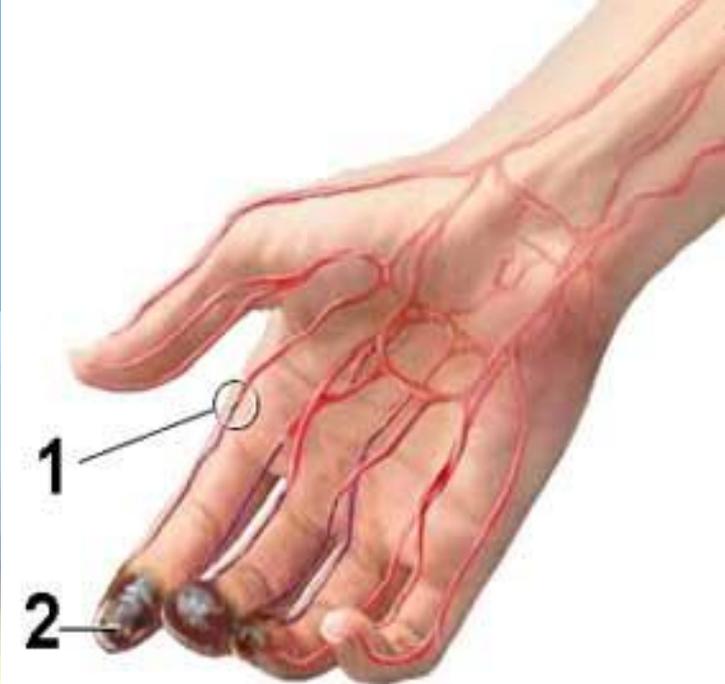


ЛЕГКИЕ КУРИЛЬЩИКА

Облитерирующий тромбангит (Болезнь Бюргера)



Болезнь Бюргера



Домашнее задание:

□ Задание 1.

1. Строение дыхательной системы человека.
2. Механизм дыхательных движений.
3. Функция внешнего дыхания, показатели эффективности.
4. Газообмен в легких, газообмен в тканях.
5. Особенности развития системы дыхания и газообмена во внутриутробном периоде развития.
6. Плацента как орган, строение и функции.
7. Дыхание в периоде новорожденности.

8. Развитие системы дыхания в раннем и дошкольном возрасте.

9. Развитие бронхо-легочной системы у детей младшего школьного возраста.

10. Особенности бронхо-легочной системы подростков.

Задание 2 Заполните таблицу, характеризующую возрастное развитие респираторной системы

Возрастной период	Особенности строения и функции дыхательной системы

Благодарю за внимание

