

© Сычугов М.В., 2025

Материалы к лекциям по анатомии и физиологии человека для СПО**Раздел 9. Спланхнология. Дыхательная система****Содержание**

Раздел 9. Спланхнология. Дыхательная система	1
9.1. Введение в спланхнологию	2
9.1.1. Учение о внутренностях	2
9.1.2. Развитие внутренностей	3
9.1.3. Общая спланхнология	5
9.1.4. Средостение	8
9.2. Дыхательная система	10
9.2.1. Значение дыхания. Обзор дыхательной системы	10
9.2.2. Полость носа	12
9.2.3. Гортань.....	16
9.2.4. Трахея и бронхи.....	22
9.2.5. Бронхи и бронхиальное древо	25
9.2.6. Лёгкие	28
9.2.7. Плевра. Плевральные полости	34
9.2.8. Границы лёгких и плевры. Перкуссия и аускультация лёгких.....	36
9.3. Физиология дыхания.....	38
9.3.1. Акт дыхания.....	38
9.3.2. Дыхательный цикл. Механизмы вдоха и выдоха	39
9.3.3. Лёгочные объёмы. Лёгочная вентиляция.....	41
9.3.4. Газообмен в лёгких и транспорт кислорода и углекислого газа кровью	43
9.3.5. Дыхательный центр, его локализация и строение	46
9.3.6. Гуморальные механизмы регуляции дыхания.....	47
9.3.7. Рефлекторные механизмы регуляции дыхания	48
9.3.8. Дыхание в разных условиях. Искусственное дыхание	49
9.3.9. Пневмоторакс и его виды.	50
Теоретический, номенклатурный и практический минимум	51
Примерные вопросы для повторения	52
Использованная и рекомендуемая литература.....	53

9.1. Введение в спланхнологию

9.1.1. Учение о внутренностях

9.1.2. Развитие внутренностей

9.1.3. Общая спланхнология

9.1.4. Средостение

9.1.1. Учение о внутренностях

Внутренними органами, или **внутренностями** (греч. σπλάγχνον [splanchnon]; лат. viscera), называют органы, залегающие главным образом в полостях тела: грудной, брюшной, тазовой, в области головы и шеи. К ним относятся органы пищеварительной, дыхательной, мочевой и половой систем, обеспечивающие обмен веществ между организмом и внешней средой и размножение.

Пищеварительная система осуществляет переработку вводимых в организм пищевых продуктов до веществ, которые могут быть усвоены тканями организма, а также удаление непереваренных остатков пищи. Дыхательная система обеспечивает подачу в организм кислорода и выведение углекислоты. Мочевые органы выделяют конечные продукты обмена веществ. Наконец, половые органы служат для размножения. Для перечисленных четырёх систем внутренних органов характерны общность происхождения, сходность черт строения и взаимосвязанность функций. Они имеют близкие топографоанатомические отношения.

Учение о внутренностях называется спланхнологией (лат. splanchnologia). К внутренним органам иногда относят также сердце, селезёнку, эндокринные железы, но они имеют иное функциональное назначение.

9.1.2. Развитие внутренностей

Образование во внутриутробном периоде внутренностей отражает филогенез. Процесс исторического развития внутренностей обнаруживает общность их происхождения.

У одноклеточных организмов функции обмена веществ и размножения сосредоточены в одной клетке, у многоклеточных они распределяются между группами клеток. По мере развития организмов формировались отдельные системы, обеспечивающие ту или иную функцию. Так, например, у кишечнорастных выделяется пищеварительная система. У плоских червей имеются пищеварительная и выделительная системы. У кольчатых червей образовались наружные жабры, являющиеся зачатками дыхательной системы. У позвоночных в результате эволюции сформировались все четыре системы органов, каждая из которых выполняет определённую функцию.

В процессе филогенетического развития происходило последовательное образование четырёх систем органов. При этом даже у человека в строении органов сохранились черты их генетического родства. Так, дыхательная система, развивающаяся путём выроста из вентральной стенки переднего отдела кишечной трубки, сохраняет анатомическую связь с пищеварительной системой: ротовой отдел глотки служит как для проведения воздуха, так и для пищи. Для выделительной и половой систем характерен в значительной мере общий процесс развития. В постнатальном периоде органы, относящиеся к этим системам, настолько тесно связаны между собой анатомически и функционально, что можно говорить о единой мочеполовой системе. На 3-й и 4-й неделях эмбрионального развития, ещё до формирования тела эмбриона, образуется первичная кишка, состоящая из двух слоёв: внутреннего — из энтодермы и наружного — из висцеральной мезодермы. По мере отграничения тела эмбриона от внезародышевой части зародышевых листков происходит формирование трёх отделов первичной кишки: передней, средней и задней кишки. Первичная кишка слепо заканчивается в головном и каудальном концах эмбриона.

У 4-5-недельных эмбрионов на поверхности тела в области головы и в каудальной части тела появляются две ямки, которые постепенно углубляются до встречи со слепыми концами первичной кишки, а затем прорываются, образуя ротовое и клоачное отверстия кишки. Клоака разделяется в дальнейшем на анальное и мочеполовое отверстия.

К концу 1-го месяца развития передняя кишка кзади от глотки заметно суживается, образуя зачаток пищевода. Каудальнее пищевода определяется отчётливое расширение пищеварительной трубки, указывающее на начало формирования желудка. Средняя и задняя кишки преобразуются в кишечник. В этот же период развития позади желудка из средней кишки появляются выросты — зачатки поджелудочной железы и печени.

На 3-4-й неделе развития посредине дна глотки появляется зачаток трахеи — трахеальный желобок, замыкающийся потом в трубочку, лежащую впереди и параллельно передней кишке. У 6-недельных эмбрионов каудальный конец трахеи интенсивно растёт и раздваивается, образуя зачатки лёгких — бронхиальную почку.

На 4-й неделе развития в мезодерме определяется закладка мочеполовой системы. Эмбриогенез этой системы, протекающий более независимо от преобразований кишечной трубки, будет описан ниже (см. раздел Развитие мочеполовых органов, настоящего издания). Следует отметить, что каудальные отделы мочеполовой системы в процессе развития получают анатомическую связь с клоакой. Мочевыводные протоки первичных почек (среднепочечный и околосреднепочечный протоки) растут по направлению к клоаке и открываются в её передний отдел (*лат. sinus urogenitalis*). В это время в стенке задней кишки, которая в дальнейшем преобразуется в толстую кишку, возникает выпячивание, образующее аллантоис — внезародышевый орган, обеспечивающий дыхание и обмен веществ эмбриона. Начальная часть растущего аллантоиса, расширяясь, формирует мочевой пузырь, а идущий к пупку стебелёк аллантоиса постепенно редуцируется и превращается в мочевой проток (*лат. urachus*) облитерирующийся к моменту рождения. Из протока средней почки развиваются почечная лоханка, мочеточник и выводные протоки мужских половых желёз. Из околосреднепочечного протока у женщин развиваются маточные трубы, матка и влагалище. Указанные процессы развития определяют анатомическую близость выделительной и половой систем и объединение их концевых отделов. В сравнительно ранних стадиях развития несегментированная часть мезодермы на каждой стороне тела разделяется на два слоя: висцеральный — висцеральную мезодерму, идущую на образование внутренностей, и париетальный — соматическую мезодерму, прилегающую к

внутренней поверхности стенки тела. Между указанными слоями мезодермы формируется вторичная полость тела — целом (*лат. celom*). В дальнейшем (в стадии 3-5 недель) первоначально сплошной целом разделяется на несколько отделов при помощи трёх перегородок:

- непарной поперечной, выполняющей роль временной диафрагмы;
- парных плевроперикардиальных складок, срастающихся с поперечной перегородкой и ограничивающих совместно с ней две плевральные и одну перикардиальную полости;
- парных плевроперитонеальных складок, являющихся продолжением поперечной перегородки и отделяющих брюшную полость от полости груди.

9.1.3. Общая спланхнология

В результате филогенетического развития у человека внутренние органы представлены тремя трубками, отверстия которых сообщаются с внешней средой:

- пищеварительной трубкой, расположенной вдоль всего тела и имеющей два отверстия: входное — ротовое и выходное — заднепроходное;
- дыхательной трубкой с одним отверстием — носовым;
- мочеполовой трубкой, дифференцирующейся на две — мочевую и половую.

Каждая из них имеет только выходные отверстия: у мужчин — наружное отверстие мочеиспускательного канала, у женщин — отверстия мочеиспускательного канала и влагалища.

В процессе развития форма и строение внутренних органов усложняется, и при наименьшем их объеме поверхность обмена становится наибольшей.

Органы, развивающиеся из пищеварительной трубки, помещаются во всех полостях: головы, шеи, груди, живота и таза. Органы, возникшие из дыхательной трубки, начинаются на головном конце тела и располагаются в полостях головы, шеи и груди. Мочеполовые органы лежат в полостях живота и таза.

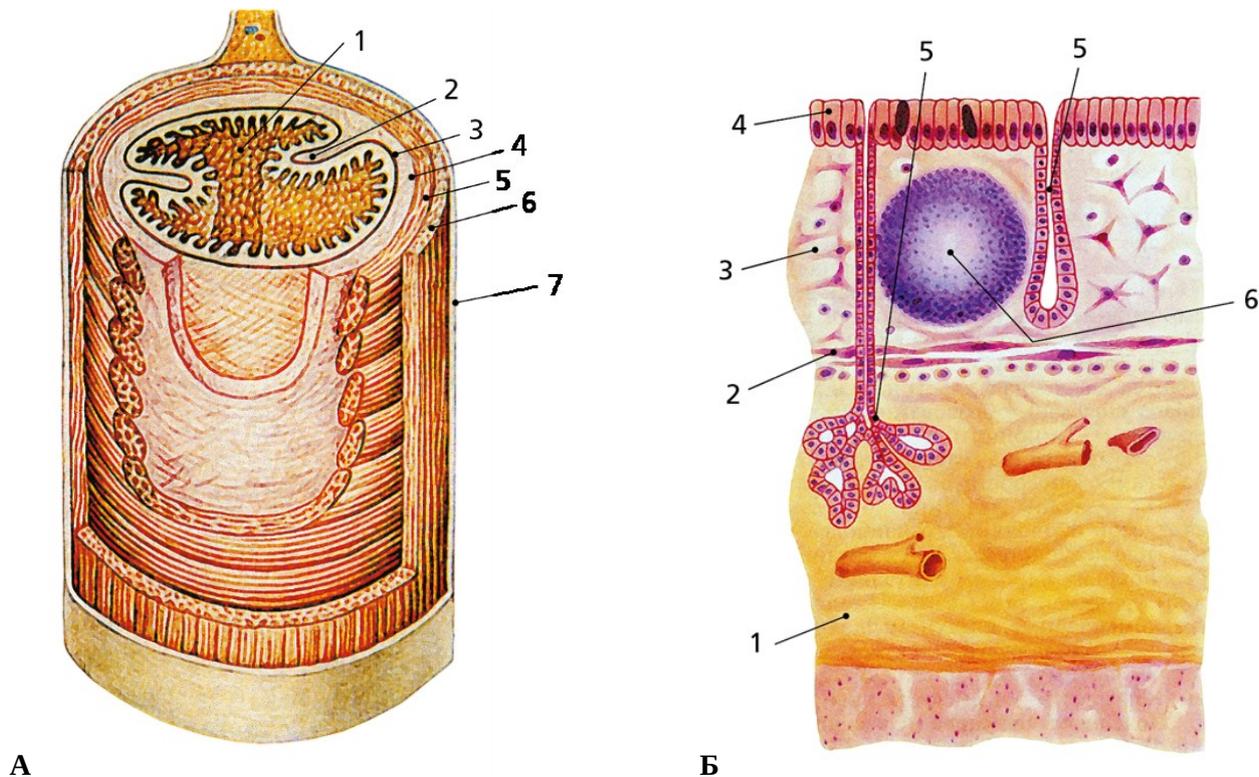


Рис. 9.1.3.1. Строение трубчатого (полого) органа (схема; по Д. Б. Никитюку)

А. Фрагмент тонкой кишки (продольно-поперечный разрез):

- 1 — слизистая оболочка; 2 — складка слизистой оболочки; 3 — мышечная пластинка слизистой оболочки;
4 — подслизистая основа; 5 — круговой слой мышечной оболочки;
6 — продольный слой мышечной оболочки; 7 — наружная (серозная) оболочка

Б. Стенка трубчатого органа (микропрепарат):

- 1 — подслизистая основа; 2 — мышечная пластинка слизистой оболочки;
3 — собственная пластинка слизистой оболочки; 4 — эпителиальный покров (однослойный эпителий);
5 — железа; 6 — лимфоидный узелок

При изучении внутренностей рассматривают их внешнее и внутреннее строение, топографию, изменчивость.

Все внутренние органы в зависимости от их устройства разделяются на группы:

- полые, или трубчатые;
- паренхиматозные;
- построенные из твёрдых тканей (зубы);
- построенные из мышечной ткани (язык).

Трубчатые (полые) органы действительно напоминают по строению трубку, имеют образующую их стенку и внутри полость. Общий план строения полых (трубчатых) органов сходен. Стенка каждого такого органа (включая выводные протоки желёз), как правило, состоит из трёх слоёв или оболочек: внутреннего — слизистой оболочки с подслизистым слоем, среднего — мышечной оболочки и наружного — соединительнотканного. Во многих полых органах в составе наружного слоя имеется серозная оболочка. В каждом внутреннем органе содержатся кровеносные и лимфатические сосуды, осуществляющие транспорт питательных веществ и продуктов обмена, и нервный аппарат, обеспечивающий нервную регуляцию функции органа. Перечисленные образования располагаются в различных его слоях.

■ **Слизистая оболочка** (*лат. tunica mucosa*).

Слизистая оболочка покрывает все полые органы изнутри. Кожа переходит в слизистую оболочку у отверстий рта, носа, заднего прохода, мочеиспускательного канала и влагалища.

В слизистой выделяют слои.

- **Эпителий** (*лат. epithelium mucosae*), выстилающий внутреннюю поверхность полого органа, в зависимости от функционального назначения и формы образующих его клеток может быть многослойным плоским, например в ротовой полости, глотке, пищеводе, влагалище; однослойным плоским — в плевре, перикарде, брюшине; однослойным цилиндрическим — в желудке, кишечнике; однослойным призматическим — в семявыносящем протоке; однослойным кубическим — в канальцах почки, выводных протоках желёз, мелких бронхах; многорядным мерцательным — в дыхательных путях (носовой полости, гортани, трахеи, крупных бронхах). Во многих внутренних органах эпителий содержит бокаловидные клетки, продуцирующие слизь. Кроме того, эпителий путём выроста в слизистую оболочку образует в некоторых органах сложные скопления клеток — железы.
- **Собственный слой** (*лат. lamina propria mucosae*) образуется рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью. В нём могут располагаться лимфоидные скопления (например, одиночные и групповые лимфатические фолликулы), железы, а также капиллярные сети кровеносных и лимфатических сосудов, нервные волокна и их окончания.
- **Мышечный слой слизистой оболочки** (*лат. lamina muscularis mucosae*) находится глубже её собственного слоя и складывается из гладкой мышечной ткани. Сокращения мышечного слоя обуславливают подвижность слизистой оболочки и её складчатость.
- **Подслизистый слой** (*лат. tela submucosa*) сформирован рыхлой волокнистой соединительной тканью и обеспечивает возможность перемещения слизистой оболочки по отношению к подлежащим слоям. В подслизистом слое расположены наиболее крупные сети кровеносных и лимфатических сосудов, а также подслизистое нервное сплетение.

Строение слизистой оболочки и подслизистого слоя внутреннего органа обусловлено его функцией. Например, слизистая оболочка выводных протоков желёз, трахеи, бронхов гладкая, желудка — складчатая. В тонкой кишке в связи с её разнообразными функциями (химическая обработка пищи, всасывание, продвижение содержимого) слизистая оболочка за счёт образования складок, пальцевидных выпячиваний (ворсин) и трубчатых углублений (крипт) образует очень большую поверхность, что способствует лучшей обработке пищи соками и всасыванию продуктов расщепления пищи.

Слизистая оболочка дыхательных путей благодаря наличию здесь мерцательного эпителия обладает способностью за счёт мерцания его ресничек удалять скопляющиеся слизь и пылевые частицы.

Толщина и плотность слизистой оболочки различны в разных органах. В желудке, кишке она складчатая, толстая, мягкая и обладает значительной растяжимостью. В трахее вследствие плотного соединения её с подлежащими частями она гладкая, сравнительно тонкая, более плотная и менее растяжимая.

Цвет слизистой оболочки зависит от развития в ней сосудистых сетей и колеблется от светло-розового до красного.

■ **Мышечная оболочка** (*лат. tunica muscularis*) полых органов формируется из 1–3 слоёв гладкой мышечной ткани. На участках входных и выходных отверстий всех трактов мышечная оболочка полых органов состоит из поперечнополосатой мускулатуры. В мышечной оболочке заложены сети кровеносных и лимфатических сосудов и межмышечное нервное сплетение.

Для облегчения подвижности внутренних органов каждый из них снаружи окружён **соединительнотканной**, либо **серозной оболочкой** (висцеральной пластинкой).

■ **Соединительнотканная оболочка**, или **адвентиция** (*лат. tunica adventitia*) которая включает слой рыхлой неоформленной соединительной ткани, примыкающей к наружной поверхности мышечной оболочки, и фасциальный покров, образованный плотной волокнистой соединительной тканью. Между париетальным и висцеральным листками фасций образуются клетчаточные пространства.

■ **Серозная оболочка** (*лат. tunica serosa*) образуется однослойным плоским эпителием — мезотелием, базальной мембраной и несколькими слоями эластических и коллагеновых волокон, придающих этой оболочке прочность и растяжимость. Пластинки серозных оболочек — париетальная и висцеральная — формируют серозные полости, которые содержат небольшое количество серозной жидкости, увлажняющей поверхность серозной оболочки. Так как листки почти соприкасаются один с другим, серозная полость представляет собой узкую щель.

Паренхиматозные (компактные) органы состоят из **паренхимы** (*греч. παρέγχυμα [parenchyma]* — долитое, добавленное, от παρέχέω — доливать, добавлять) — основного вещества — скопления специфических клеток, **стромы** (*греч. στρώμα [strōma]* — подстилка, ковёр) — соединительнотканной основы и **выводных протоков**. Часть паренхиматозных органов (железы внутренней секреции) может не иметь выводных протоков. В стенке трубчатых органов также находятся мелкие железистые органы (железы).

Паренхиматозные и железистые органы принципиально имеют также сходное строение. Являясь производным эпителия, железы состоят из большего или меньшего скопления эпителиальных клеток, специализировавшихся на выделении различных соков или продуктов обмена веществ, соединительнотканной стромы, образующей опорную основу, и системы выводных протоков.

9.1.4. Средостение

Средостение (*лат. mediastinum*) — пространство между плевральными полостями.

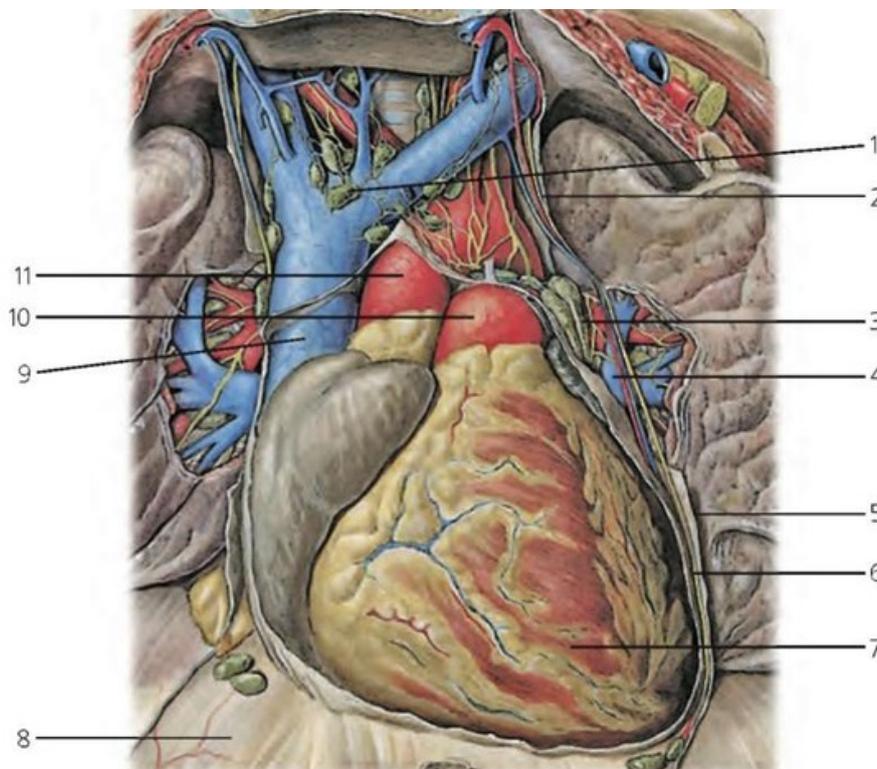


Рис. 9.1.4.1. Органы переднего средостения (вид спереди, перикард частично удалён)

1 — передние средостенные лимфатические узлы; 2 — диафрагмальный нерв;
3 — бронхолёгочные лимфатические узлы; 4 — корень лёгкого; 5 — медиастинальная плевра;
6 — перикард; 7 — сердце; 8 — диафрагма; 9 — верхняя полая вена; 10 — лёгочный ствол; 11 — аорта

Спереди оно ограничено грудиной и частично рёберными хрящами, **сзади** — грудным отделом позвоночного столба, **по бокам** — средостенной плеврой, **внизу** — сухожильным центром диафрагмы. **Сверху** средостение сообщается с областью шеи через верхнюю апертуру грудной клетки.

В нём выделяют **два отдела**: верхний и нижний.

■ **Верхнее средостение** расположено выше условной горизонтальной плоскости, проведённой от места соединения рукоятки и тела грудины до межпозвоночного хряща между телами IV и V грудных позвонков. В верхнем средостении находятся:

- тимус;
- плечеголовые вены;
- верхняя часть верхней полой вены;
- дуга аорты с её ветвями;
- трахея;
- верхние части пищевода и грудного лимфатического протока;
- верхние части симпатических стволов, блуждающих и диафрагмальных нервов.

■ **Нижнее средостение** находится ниже этой условной горизонтальной плоскости.

В нём выделяют переднее, среднее и заднее средостение.

- **Переднее средостение** лежит между телом грудины спереди и грудной стенкой сзади, содержит внутренние грудные сосуды (артерии и вены) и лимфатические узлы.
- **Среднее средостение** содержит:
 - перикард с расположенным в нём сердцем и началом крупных сосудов;

- главные бронхи;
- лёгочные артерии и вены;
- диафрагмальные нервы с сопровождающими их сосудами;
- лимфатические узлы.
- **Заднее средостение**, ограниченное перикардом (впереди) и позвоночником (сзади), содержит:
 - пищевод;
 - нижние части блуждающих нервов;
 - грудную часть нисходящей аорты;
 - непарную и полунепарную вены;
 - лимфатические узлы;
 - нижнюю часть грудного лимфатического протока;
 - нижние части диафрагмальных нервов;
 - нижние части симпатических стволов.

Между органами средостения находится **жировая соединительная ткань**.

9.2. Дыхательная система

- 9.2.1. Значение дыхания. Обзор дыхательной системы
- 9.2.2. Полость носа
- 9.2.3. Гортань
- 9.2.4. Трахея и бронхи
- 9.2.5. Бронхи и бронхиальное древо
- 9.2.6. Лёгкие
- 9.2.7. Плевра. Плевральные полости
- 9.2.8. Границы лёгких и плевры. Перкуссия и аускультация лёгких

9.2.1. Значение дыхания. Обзор дыхательной системы

Сущность дыхания заключается в постоянном обновлении газового состава крови. Организм получает энергию за счёт окисления сложных органических веществ: белков, жиров, углеводов. При этом освобождается скрытая химическая энергия, которая служит источником жизнедеятельности клеток тела, их развития и роста. Таким образом, значение дыхания состоит в поддержании оптимального уровня окислительно-восстановительных процессов в организме.

Поскольку в организме человека отсутствует депо кислорода, то непрерывное поступление его в организм является жизненной необходимостью. Если без пищи человек может прожить в необходимых случаях более месяца, без воды — 10 дней, то без кислорода всего лишь около 5 минут (4–6 мин). Дыхание — это неотъемлемый признак жизни, одна из основных жизненных функций.

Дыхательной системой (*лат. systema respiratorium*) называется система органов, посредством которых происходит газообмен между организмом и внешней средой.

В соответствии с расположением, выделяют:

- **верхние дыхательные пути**, к которым относят — полость носа, носовую и ротовую части глотки;
- **нижние дыхательные пути**, к которым относят — гортань, трахея и бронхи с их внутрилёгочными разветвлениями.

Функционально, органы дыхательной системы разделяют на воздухопроводящие и дыхательные.

- ▶ **Воздухопроводящие** дыхательные пути включают полость носа, глотку, гортань, трахею, бронхи и состоят из трубок. Наружная оболочка — адвентиция, состоит из рыхлой соединительной ткани с большим количеством сосудов и нервов. Просвет путей фиксирован костным или хрящевым скелетом. Мышцы и хрящи образуют среднюю оболочку дыхательных трубок. Ширину просвета регулируют мышцы, произвольные (носа, глотки, гортани) и произвольные (трахеи, бронхов). Благодаря такому строению пути не спадаются, и по ним свободно циркулирует воздух во время дыхания. Изнутри дыхательные пути выстланы слизистой оболочкой, снабжённой почти на всём протяжении многоядным однослойным мерцательным (реснитчатым) эпителием, и содержащей значительное количество лимфатических узелков и слизистых желёз с защитной функцией. Здесь происходит очищение, увлажнение, согревание вдыхаемого воздуха, а также рецепция (восприятие) обонятельных, температурных и механических раздражителей. Газообмен здесь не происходит, и состав воздуха не меняется. Поэтому, заключённое в этих путях пространство называется мёртвым, или вредным. При спокойном дыхании объем воздуха в **мёртвом пространстве** составляет 140–150 мл (при вдыхании 500 мл воздуха). В процессе эволюции на пути воздушной струи сформировалась **гортань** — сложно устроенный орган, выполняющий также функцию голосообразования.
- ▶ **Дыхательные, или газообменные органы** — лёгкие. По дыхательным путям воздух попадает в лёгкие, где происходит газообмен между воздухом и кровью путём диффузии газов (кислорода и углекислого газа) через стенки лёгочных альвеол и прилежащих к ним кровеносных капилляров.

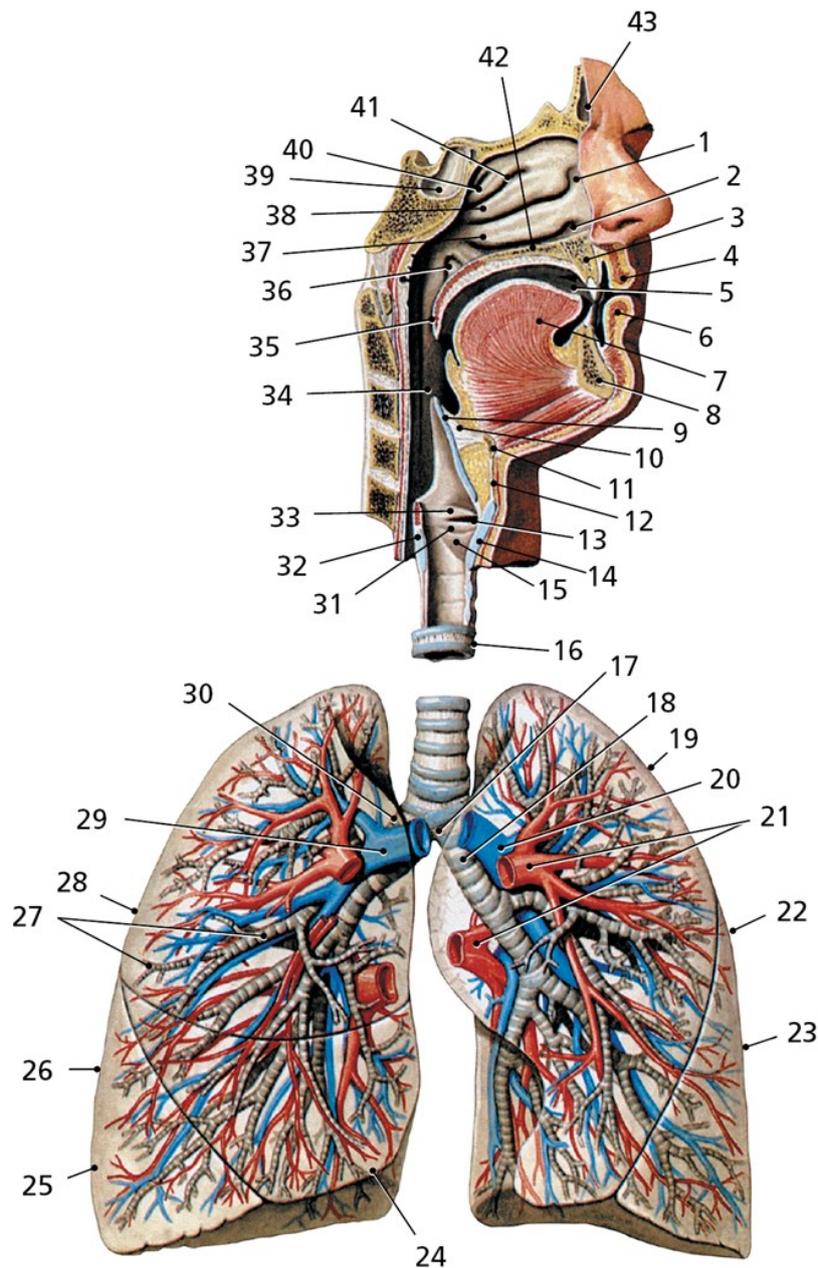


Рис. 9.2.1.1. Дыхательная система (схема). Вид спереди (по М. Р. Сапину)

- 1 — средний носовой ход; 2 — нижний носовой ход; 3 — верхняя челюсть; 4 — верхняя губа;
 5 — ротовая полость; 6 — нижняя губа; 7 — язык; 8 — нижняя челюсть; 9 — надгортанник;
 10 — подъязычно-надгортанниковая связка; 11 — подъязычная кость;
 12 — средняя щитоподъязычная связка; 13 — желудочек гортани; 14 — щитовидный хрящ;
 15 — полость гортани; 16 — трахея; 17 — бифуркация трахеи; 18 — главный левый бронх;
 19 — верхняя доля левого лёгкого; 20 — левая лёгочная артерия; 21 — левые лёгочные вены;
 22 — левое лёгкое; 23 — нижняя доля левого лёгкого; 24 — средняя доля правого лёгкого;
 25 — нижняя доля правого лёгкого; 26 — правое лёгкое; 27 — долевые и сегментарные бронхи;
 28 — верхняя доля правого лёгкого; 29 — правая лёгочная артерия; 30 — правый главный бронх;
 31 — голосовая складка; 32 — пластинка перстневидного хряща; 33 — складка преддверия;
 34 — ротовая часть глотки; 35 — мягкое нёбо; 36 — глоточное отверстие слуховой трубы;
 37 — нижняя носовая раковина; 38 — средняя носовая раковина; 39 — пазухи клиновидной кости;
 40 — верхняя носовая раковина; 41 — верхняя носовая раковина; 42 — твёрдое нёбо; 43 — лобная пазуха

9.2.2. Полость носа

Полость носа (*лат. cavitas nasi*) вместе с наружным носом являются составными частями анатомического образования, называемого **областью носа, или носом**.

Наружный нос (*лат. nasus, греч. ῥῖνός [rhinos]* от др.-греч. ῥίς [rhis] — нос) представляет собой возвышение, расположенное посередине лица.

В его образовании наружного носа участвуют носовые кости, лобные отростки верхних челюстей, носовые хрящи (гиалиновые) и мягкие ткани (кожа, мышцы). В наружном носе различают корень, верхушку и спинку носа.

Нижнебоковые отделы наружного носа, отграниченные бороздками, называют крыльями носа. Величина и форма наружного носа подвержена у разных людей большим колебаниям.

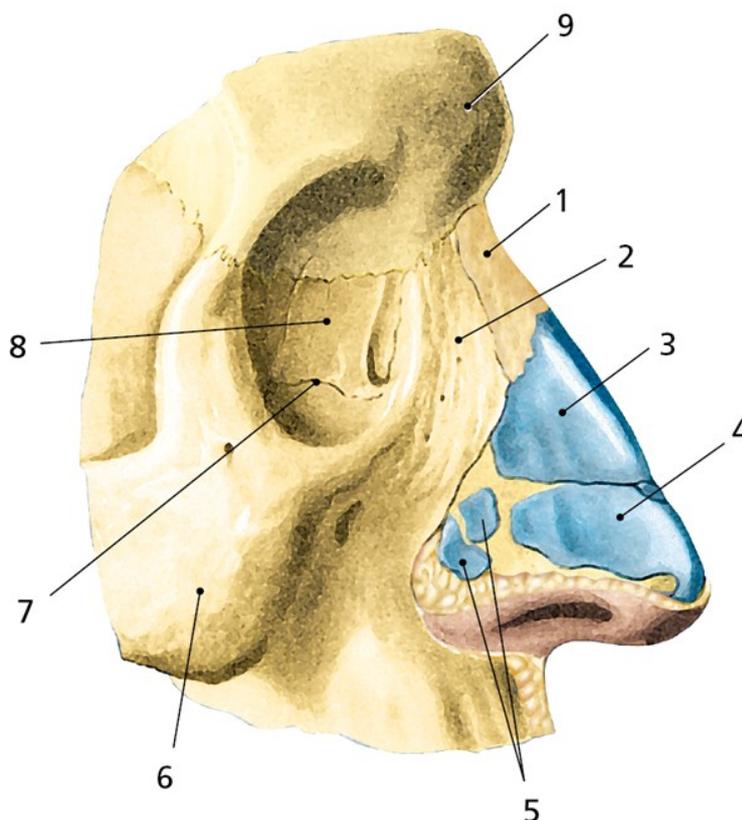


Рис. 9.2.2.1. Хрящи наружного носа. Вид сбоку

- 1 — носовая кость; 2 — лобный отросток верхнечелюстной кости; 3 — латеральный хрящ носа;
 4 — большой хрящ крыла носа; 5 — малые хрящи крыла носа; 6 — скуловая кость;
 7 — слёзно-верхнечелюстной шов; 8 — слёзная кость; 9 — лобная кость

Над полостью носа находится передняя черепная ямка, книзу — полость рта, а по бокам — глазницы и верхнечелюстные (гайморовы) пазухи.

В **полость носа** ведут два входных отверстия — ноздри, а посредством двух задних отверстий — **хоан** — она сообщается с носоглоткой. **Носоглотка** через **слуховые** (евстахиевы) **трубы** сообщается с полостью среднего уха.

Полость носа делится на две почти симметричные половины **перегородкой**. В полости носа различают верхнюю, нижнюю, латеральную и медиальную (перегородка) стенки.

В каждой половине полости носа с латеральной стенки свисают три **носовые раковины**: верхняя, средняя и нижняя. Раковины разделяют три щелевидных пространства: верхний, средний и нижний **носовые ходы**. Носовые раковины с перегородкой носа не соприкасаются, между ними есть узкая щель, которую в клинической практике называют общим носовым ходом.

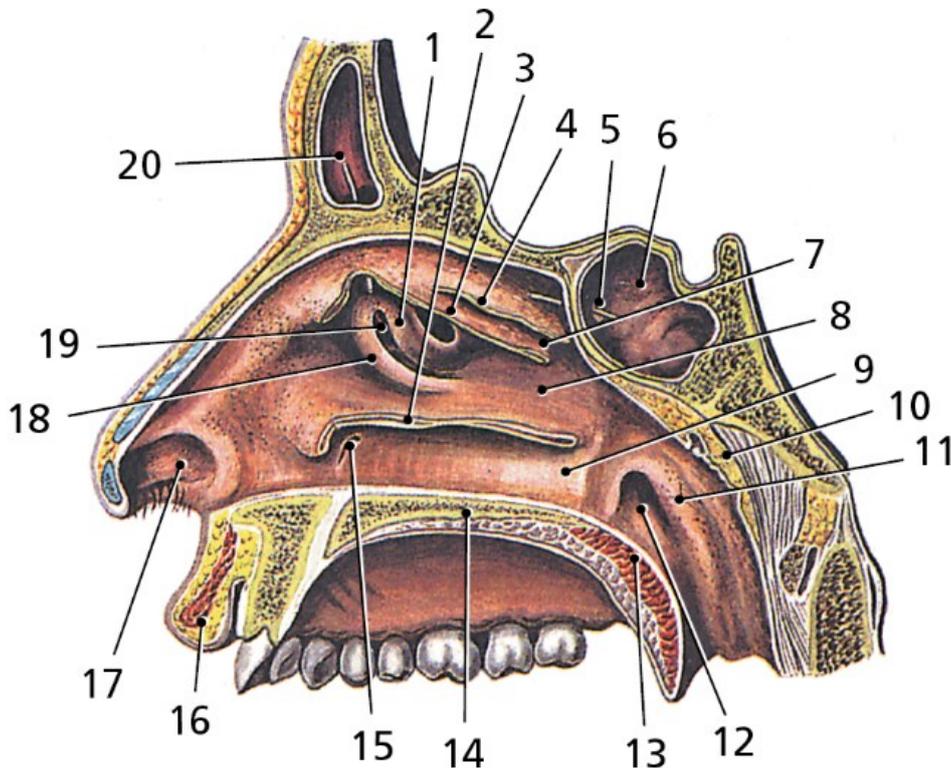


Рис. 9.2.2.2. Латеральная стенка полости носа. Вид изнутри (носовые раковины удалены)

- 1 — большой решетчатый пузырь; 2 — нижняя носовая раковина (частично отрезана);
 3 — средняя носовая раковина (частично отрезана); 4 — верхняя носовая раковина (частично отрезана);
 5 — апертюра клиновидной пазухи; 6 — клиновидная пазуха; 7 — верхний носовой ход;
 8 — средний носовой ход; 9 — нижний носовой ход; 10 — глоточная (аденоидная) миндалина;
 11 — трубный валик; 12 — глоточное отверстие слуховой трубы; 13 — мягкое нёбо; 14 — твёрдое нёбо;
 15 — носослёзный канал (устье); 16 — верхняя губа; 17 — преддверие полости носа;
 18 — крючковидный отросток; 19 — решетчатая воронка; 20 — лобная пазуха и зонд в её апертуре

Переднюю, меньшую часть полости носа называют преддверием полости носа, а заднюю, большую часть — собственно полостью носа.

Область верхнего носового хода называется обонятельной, так как в её слизистой оболочке находятся обонятельные рецепторы, а среднего и нижнего — дыхательной. Т. о. полость носа является началом дыхательной системы и частью органа обоняния.

Слизистая оболочка полости носа и носовых раковин покрыта **однослойным многорядным мерцательным эпителием**, содержащим большое количество ресничек, слизистых желёз, она обильно снабжена кровеносными сосудами и нервами. Реснички мерцательного эпителия задерживают пылевые частицы, секрет слизистых желёз обволакивает их, смачивает слизистую оболочку и увлажняет сухой воздух.

Кровеносные сосуды, образуя густые венозные сплетения в области нижней и частично средней носовых раковин, способствуют согреванию вдыхаемого воздуха (**пещеристые венозные сплетения**). Однако при повреждении этих сплетений возможны обильные кровотечения из полости носа.

Слизистая оболочка верхней носовой раковины и верхнего отдела перегородки носа содержит специальные **обонятельные и опорные клетки**, составляющие орган обоняния, и называется обонятельной областью. Слизистая оболочка остальных отделов полости носа составляет **дыхательную область**.

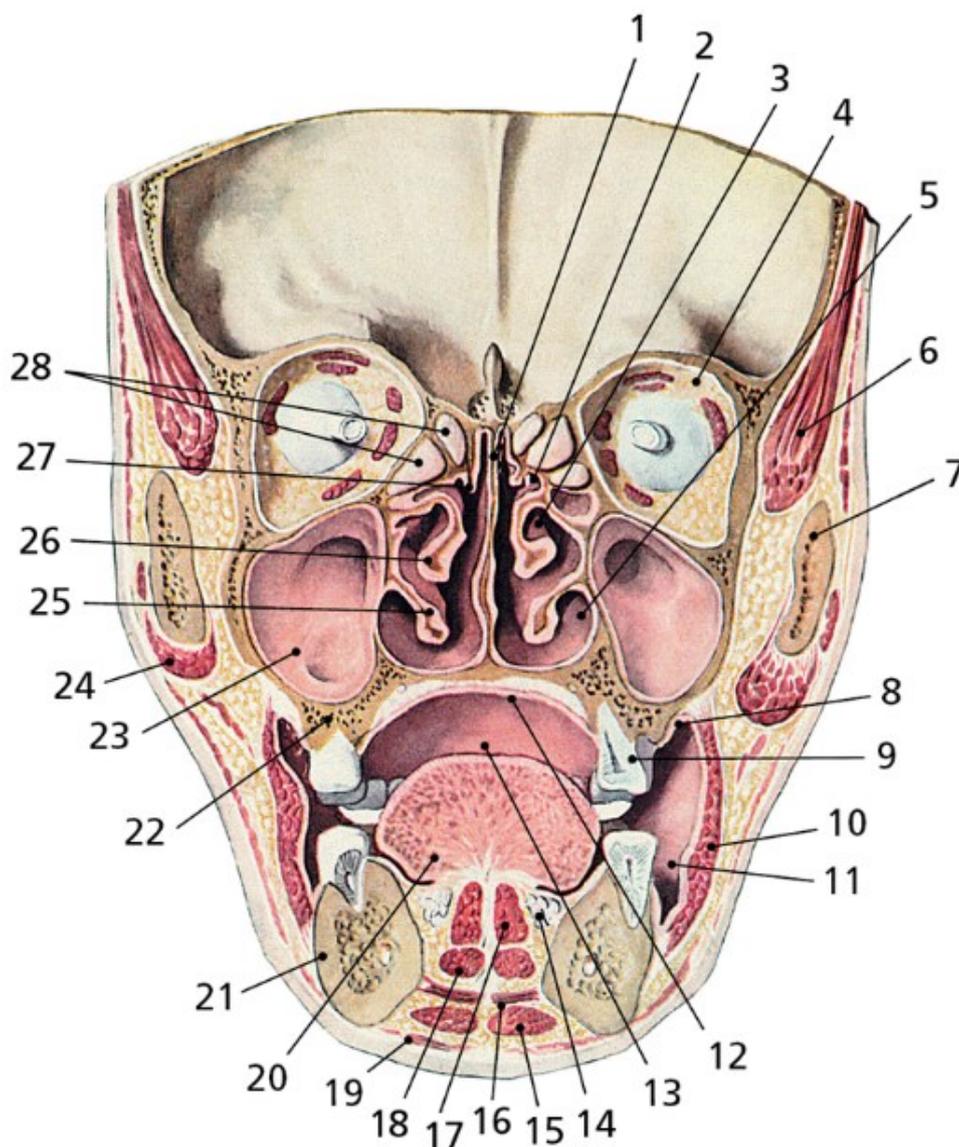


Рис. 9.2.2.3. Полость носа. Вид спереди (фронтальный распил головы)

- 1 — перегородка носа; 2 — верхний носовой ход; 3 — средний носовой ход; 4 — глазница;
 5 — нижний носовой ход; 6 — височная мышца; 7 — скуловая кость; 8 — десна; 9 — второй верхний моляр;
 10 — щечная мышца; 11 — преддверие рта; 12 — твёрдое нёбо; 13 — собственно полость рта;
 14 — подъязычная слюнная железа; 15 — переднее брюшко двубрюшной мышцы;
 16 — челюстно-подъязычная мышца; 17 — подбородочно-язычная мышца;
 18 — подбородочно-подъязычная мышца; 19 — подкожная мышца шеи; 20 — язык;
 21 — нижняя челюсть; 22 — альвеолярный отросток верхнечелюстной кости;
 23 — верхнечелюстная пазуха; 24 — жевательная мышца; 25 — нижняя носовая раковина;
 26 — средняя носовая раковина; 27 — верхняя носовая раковина; 28 — решетчатые ячейки

В полость носа посредством отверстий открываются **околоносовые, или придаточные, пазухи** (синусы): верхнечелюстная, или гайморова (парная), лобная, клиновидная и решетчатые. Решетчатые ячейки (передние, средние и задние) представлены маленькими полостями, составляющими вместе правый и левый решетчатые лабиринты. Верхнечелюстная пазуха, лобная пазуха, передние и средние решетчатые ячейки правой или левой стороны открываются в средний носовой ход той же стороны, а клиновидная пазуха и задние решетчатые ячейки — в верхний носовой ход. Стенки пазух выстланы слизистой оболочкой, которая

является продолжением слизистой оболочки полости носа. Эти пазухи участвуют в согревании вдыхаемого воздуха и являются резонаторами звука.

В нижний носовой ход открывается также нижнее отверстие носослезного протока.

*В лечебной практике нередки воспалительные заболевания. Воспаление слизистой оболочки полости носа называется **ринитом** (лат. rhinītis), придаточных пазух носа — **синуситом**, слизистой оболочки слуховой трубы — **евстахиитом**. Изолированное воспаление верхнечелюстной (гайморовой) пазухи называется **гайморитом**, лобной пазухи — **фронтитом**, а одновременное воспаление слизистой оболочки полости носа и придаточных пазух — **риносинуситом**.*

9.2.3. Гортань

Гортань (лат. larynx) — это начальный хрящевой отдел дыхательного горла, предназначенный для проведения воздуха, образования звуков (голособразования) и защиты нижних дыхательных путей от попадания в них инородных частиц.

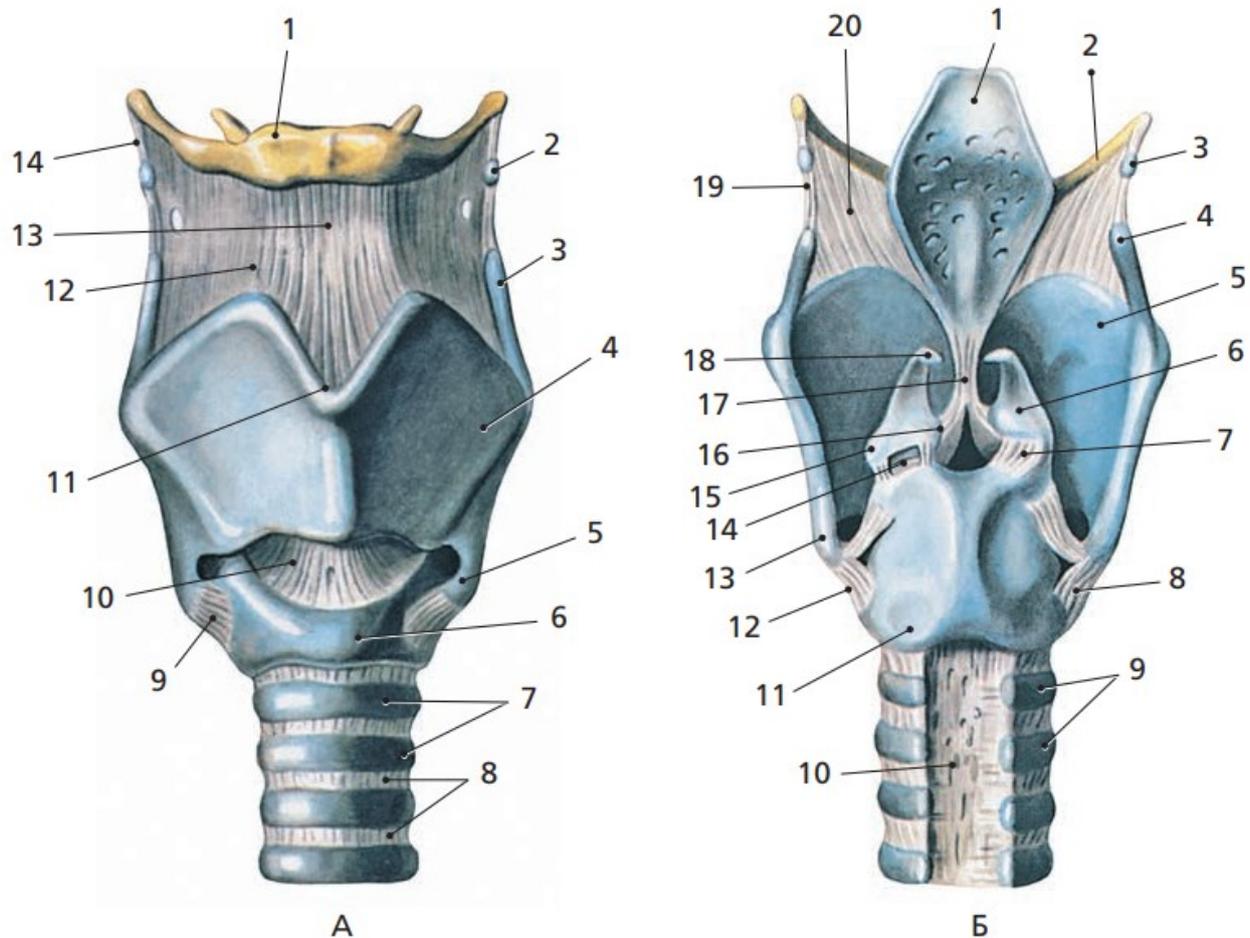


Рис. 9.2.3.1. Хрящи и соединения гортани

А. Вид спереди: 1 — тело подъязычной кости; 2 — зерновидный хрящ;

3 — верхний рог щитовидного хряща; 4 — пластинка щитовидного хряща;

5 — нижний рог щитовидного хряща; 6 — дуга перстневидного хряща; 7 — хрящи трахеи;

8 — кольцевидные связки; 9 — перстнещитовидный сустав; 10 — перстнещитовидная связка;

11 — верхняя щитовидная вырезка; 12 — щитоподъязычная мембрана;

13 — срединная щитоподъязычная мембрана; 14 — латеральная щитоподъязычная связка.

Б. Вид сзади: 1 — надгортанник; 2 — большой рог подъязычной кости; 3 — зерновидный хрящ;

4 — верхний рог щитовидного хряща; 5 — пластинка щитовидного хряща; 6 — черпаловидный хрящ;

7 — правый перстнечерпаловидный сустав; 8 — правый перстнещитовидный сустав; 9 — хрящи трахеи;

10 — перепончатая стенка трахеи; 11 — пластинка перстневидного хряща;

12 — левый перстнещитовидный хрящ; 13 — нижний рог щитовидного хряща;

14 — левый перстнечерпаловидный сустав; 15 — мышечный отросток черпаловидного хряща;

16 — голосовой отросток черпаловидного хряща; 17 — щитонадгортанная связка;

18 — рожковидный хрящ; 19 — латеральная щитоподъязычная связка;

20 — щитоподъязычная мембрана

Гиппократ (460–377 г. до н.э.) и *Аристотель* (384–322 г. до н.э.) в своих трудах описали строение, функции и патологии верхних дыхательных путей и уха, недостатки речи, делали попытки описать строение гортани.

Гален (ок. 130 — ок. 200) уточнил сведения о строении гортани. *Авиценна* (Ибн Сина, ок. 980–1037) описал строение гортани, голосовых складок и их роль в голосообразовании в труде «Канон врачебной науки» в 1024 году: причины возникновения звука, анатомия и физиология голосоречевых органов, физиологические и акустические характеристики фонем. *Мануэль Гарсия* (1855) — певец и вокальный педагог, который впервые применил для осмотра гортани зеркало, изобретённое английским врачом-стоматологом *Листоном*. Этот метод исследования получил название ларингоскопия (от греч. *laringis* — гортань, *scoria* — смотрю). Гарсия изучал на себе закономерности голосообразования, описал различные типы смыкания голосовой щели и утверждал, что сильное смыкание связок даёт яркий исходный звук. *И. Мюллер* (1840) — немецкий физиолог, установил, что оформление звука зависит от строения не только гортани, но и надставной трубки, но в это время ещё были недоступны наблюдения гортани живого человека. *Г. Гутцман* (1905) — немецкий врач, который защитил диссертацию на тему «Расстройства разговорной функции как предмет клинического преподавания» — этот момент считается началом выделения фоониатрии как самостоятельной медицинской специальности.

Является самым узким местом во всей дыхательной трубке, что важно учитывать при некоторых **заболеваниях у детей** (при дифтерии, гриппе, кори и др.) из-за опасности её полного **стеноза** и **асфиксии** (круп).

У взрослых людей гортань располагается в переднем отделе шеи на уровне IV-VI шейных позвонков. Вверху она с помощью **щитоподъязычной мембраны** фиксирована к **подъязычной кости**, внизу **связками** соединена с трахеей (дыхательным горлом).

Впереди гортани расположены мышцы шеи, позади — **гортанная часть глотки**, а по бокам — доли щитовидной железы и **сосудисто-нервные магистрали шеи** (общая сонная артерия, внутренняя яремная вена, блуждающий нерв). Вместе с подъязычной костью гортань смещается вверх и вниз при глотании.

Скелет гортани образован непарными и парными хрящами.

Хрящи гортани соединены между собой суставами, связками и приводятся в движение поперечнополосатыми мышцами.

Непарные хрящи гортани — щитовидный, перстневидный и надгортанный (надгортанник), парными — черпаловидный, рожковидный и клиновидный.

Эластическими являются — надгортанник, рожковидный, клиновидный и голосовой отросток черпаловидных хрящей, остальные — гиалиновые.

Щитовидный хрящ — самый крупный хрящ гортани, прикреплён к подъязычной кости щитоподъязычной мембраной. Он лежит спереди, легко прощупывается через кожу и состоит из двух четырёхугольных пластинок, срастающихся спереди друг с другом под углом 90° у мужчин и 120° у женщин (прямым у мужчин и тупым у женщин). У мужчин щитовидный хрящ образует хорошо различимый выступ гортани (кадык, адамово яблоко). От пластинок щитовидного хряща сзади отходят рога, верхние и нижние.

Перстневидный хрящ по форме напоминает перстень и находится в основании гортани. В нём различают переднюю суженную часть — дугу, и широкую часть, обращённую кзади, — четырёхугольную пластинку.

Надгортанник расположен позади корня языка и ограничивает вход в гортань спереди. Он имеет форму листа, и своим суженным концом прикреплён к внутренней поверхности верхней щитовидной вырезки. Во время глотания надгортанник закрывает вход в гортань.

Небольшие хрящи расположены в задней стенке гортани.

Черпаловидные хрящи (правый и левый) лежат над пластинкой перстневидного хряща. От основания черпаловидных хрящей отходят два отростка: передний голосовой (из эластического хряща) и задненаружный, мышечный. К нему прикрепляются мышцы, изменяющие положение черпаловидных хрящей в перстнечерпаловидном суставе.

Рожковидные и клиновидные (парные) лежат над верхушками черпаловидных хрящей.

Функционально значимыми для голосообразования являются черпаловидные хрящи, к которым прикреплены многие мышцы гортани, в том числе голосовые мышцы (и голосовые связки).

По функции **мышцы** делятся на 3 группы — расширители, суживатели и напрягатели.

- **расширяющие голосовую щель** — задняя перстнечерпаловидная мышца, голосовая мышца;
- **суживающие голосовую щель** — латеральная перстнечерпаловидная мышца, поперечная (непарная) и косая черпаловидная мышца, черпало-надгортанная мышца, щиточерпаловидная мышца;
- **натягивающие голосовые связки** — перстнещитовидная и голосовая мышца.

Важнейшие суставы — перстнечерпаловидный и щитоперстневидный. Оба сустава парные, комбинированные.

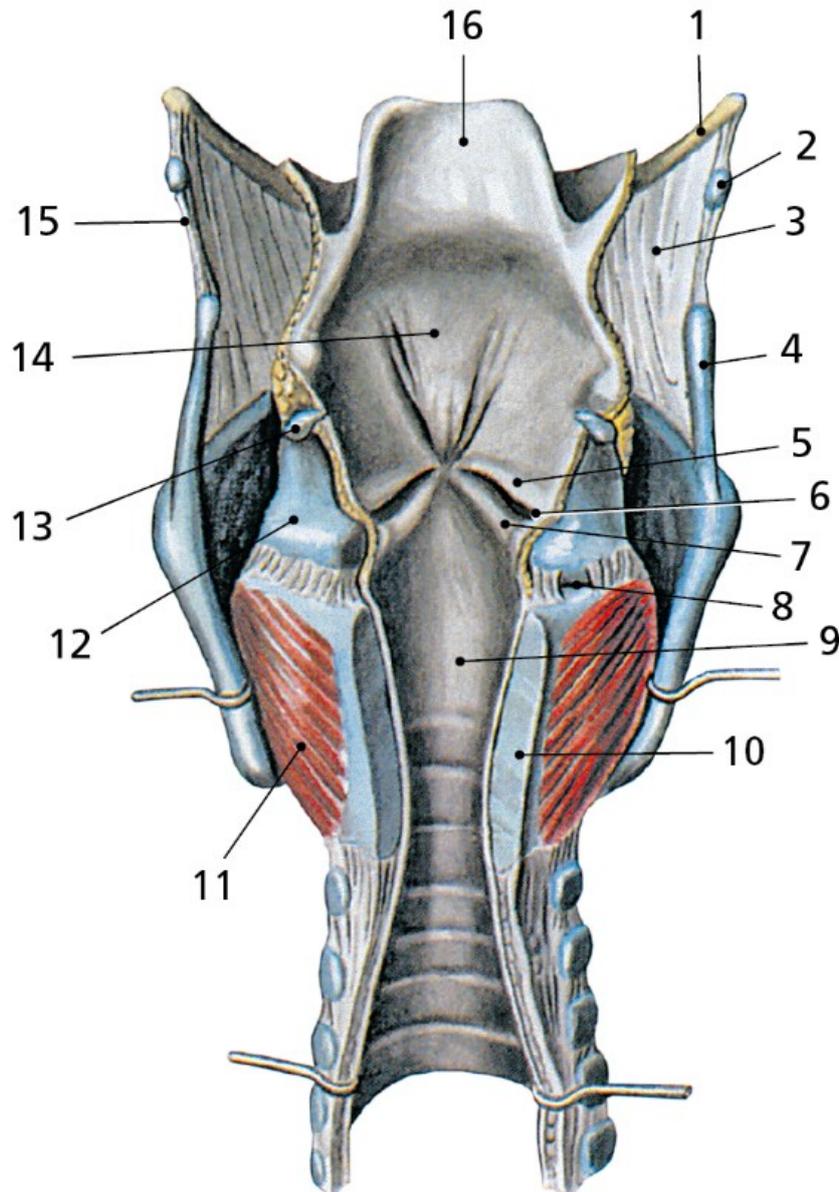


Рис. 9.2.3.2. Гортань. Вид сзади (на переднюю её стенку). Фронтальный разрез

- 1 — большой рог подъязычной кости; 2 — зерновидный хрящ; 3 — щитоподъязычная мембрана;
 4 — верхний рог щитовидного хряща; 5 — складка преддверия;
 6 — желудочек гортани (межжелудочковый отдел); 7 — голосовая складка;
 8 — перстнечерпаловидный сустав; 9 — подголосовая полость; 10 — пластинка перстневидного хряща;
 11 — задняя перстнечерпаловидная мышца; 12 — черпаловидный хрящ; 13 — рожковидный хрящ;
 14 — преддверие гортани; 15 — латеральная щитоподъязычная связка; 16 — надгортанник

Полость гортани имеет форму песочных часов, в ней различают 3 отдела:

- верхний расширенный отдел — **преддверие гортани**;
- средний суженный межжелудочковый отдел — **собственно голосовой аппарат**;
- нижний расширенный отдел — **подголосовая полость**.

Отверстие входа в гортань сообщает преддверие с глоткой.

Средний отдел на своих боковых стенках имеет две пары складок слизистой оболочки. Верхние складки называются преддверными, или **ложными голосовыми складками**, а нижние — **истинными голосовыми складками**.

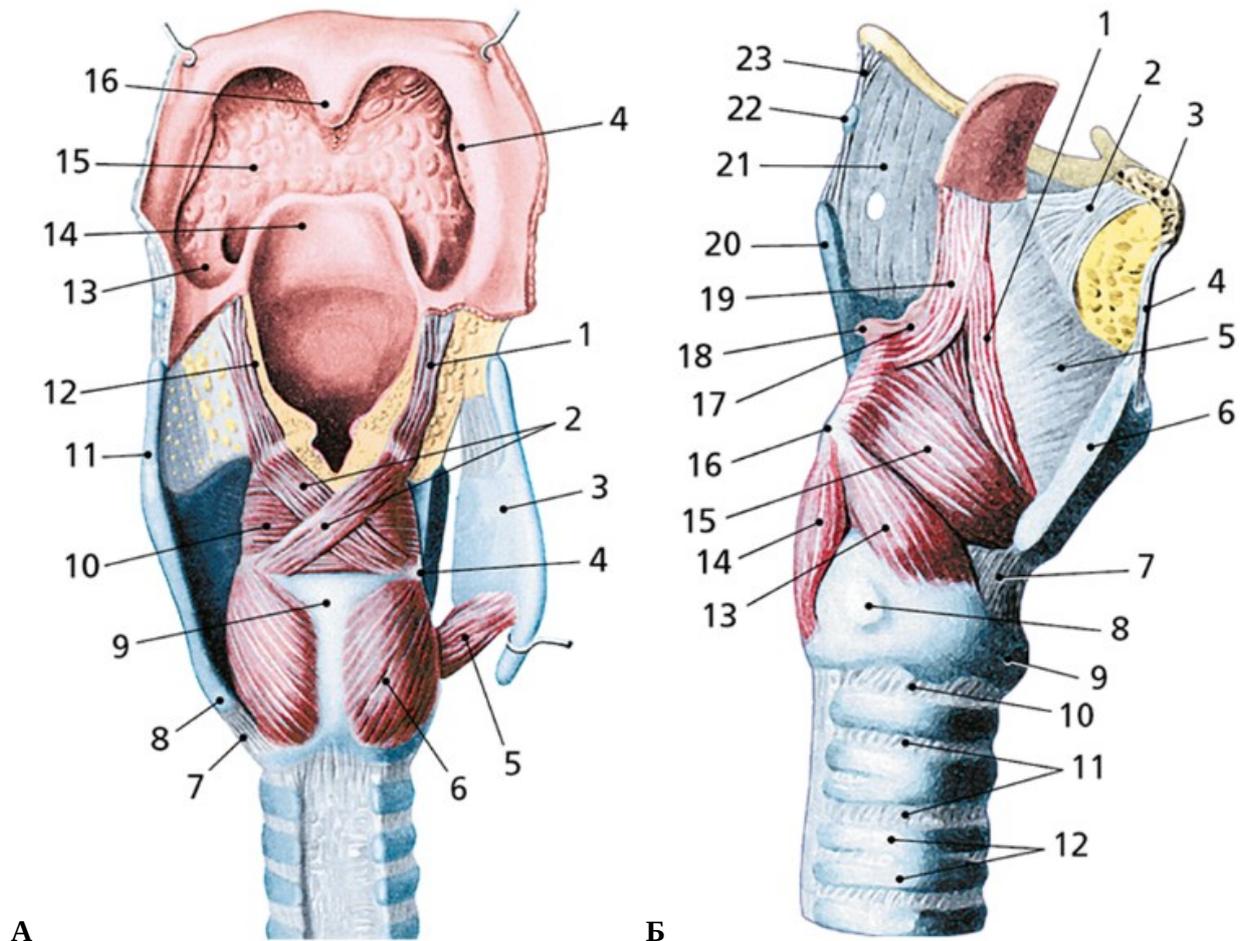


Рис. 9.2.3.3. Мышцы гортани. Вид сзади и справа

- А. Вид сзади:** 1 — надгортанно-черпаловидная часть кривой черпаловидной мышцы; 2 — кривые черпаловидные мышцы; 3 — правая пластинка щитовидного хряща; 4 — мышечный отросток черпаловидного хряща; 5 — перстнещитовидная мышца; 6 — задняя перстнечерпаловидная мышца; 7 — перстнещитовидный сустав; 8 — нижний рог щитовидного хряща; 9 — пластинка перстневидного хряща; 10 — поперечная черпаловидная мышца; 11 — верхний рог щитовидного хряща; 12 — черпаловидно-надгортанная складка; 13 — латеральная язычно-надгортанная связка; 14 — надгортанник; 15 — корень языка; 16 — небный язычок

Б. Вид справа (правая пластинка щитовидного хряща удалена):

- 1 — щитонадгортанная часть щиточерпаловидной мышцы; 2 — подъязычно-надгортанная связка; 3 — тело подъязычной кости; 4 — срединная щитоподъязычная связка; 5 — четырёхугольная мембрана; 6 — щитовидный хрящ; 7 — перстнещитовидная связка; 8 — суставная поверхность; 9 — дуга перстневидного хряща; 10 — перстнетрахеальная связка; 11 — кольцевые связки трахеи; 12 — хрящи трахеи; 13 — латеральная перстнечерпаловидная мышца; 14 — задняя перстнечерпаловидная мышца; 15 — щиточерпаловидная мышца; 16 — мышечный отросток черпаловидного хряща; 17 — клиновидный хрящ; 18 — рожковидный хрящ; 19 — надгортанно-черпаловидная часть кривой черпаловидной мышцы; 20 — верхний рог щитовидного хряща; 21 — щитоподъязычная мембрана; 22 — зерновидный хрящ; 23 — латеральная щитоподъязычная связка

Слизистая оболочка складок преддверия гортани выстлана многоядным мерцательным (реснитчатым) эпителием. Слизистая оболочка голосовых складок покрыта многослойным сквамозным (плоским) неороговевающим эпителием и не содержит желёз.

В **подслизистой основе** гортани располагается большое количество эластических волокон, которые образуют фиброзно-эластическую мембрану гортани. Хрящи окружены плотной волокнистой соединительной тканью. Плотные верхние края конуса образуют голосовые связки, состоящие в основном из эластических волокон.

Адвентициальная оболочка соединяет гортань с окружающими образованиями шеи.

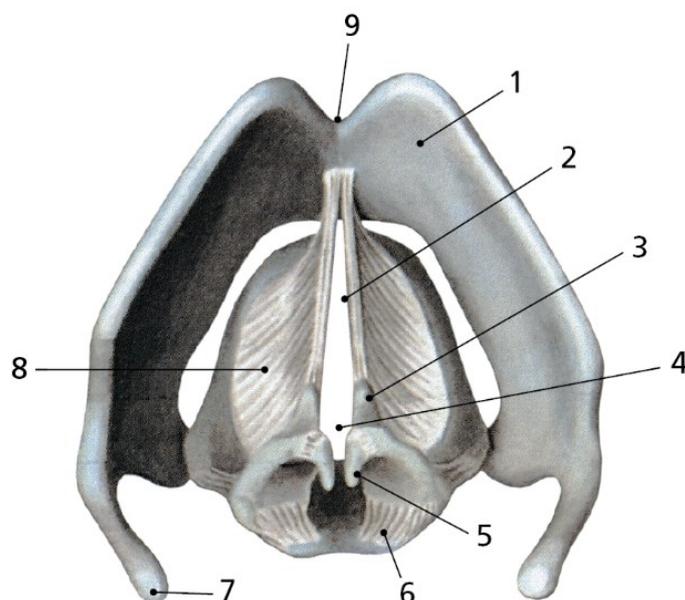


Рис. 9.2.3.4. Эластический конус гортани. Вид сверху

- 1 — щитовидный хрящ; 2 — голосовая щель (межперепончатая часть);
 3 — голосовой отросток черпаловидного хряща; 4 — голосовая щель (межхрящевая часть);
 5 — мышечный отросток черпаловидного хряща; 6 — задняя перстнечерпаловидная связка;
 7 — верхний рог щитовидного хряща; 8 — эластический конус; 9 — верхняя щитовидная вырезка

Парные углубления между складками — **морганьевы желудочки, или гортанные синусы** — парные веретенообразные ямки на слизистой оболочке гортани.

Желудочки гортани впервые были описаны итальянским анатомом Джовани Баттиста Морганьи в 1761 году.

В толще нижних складок лежат **голосовые связки**, образованные эластическими волокнами, и голосовые мышцы, напрягающие в целом или частично голосовые связки.

Голосовые связки натянуты между щитовидным и черпаловидными хрящами и ограничивают **голосовую щель**, расположенную сагиттально.

В голосовой щели выделяют **межперепончатую часть**, располагающуюся между голосовыми связками, занимает $\frac{3}{4}$ передней части голосовой щели, и **межхрящевую часть**, ограниченную голосовыми отростками черпаловидных хрящей, занимает $\frac{1}{4}$ задней части голосовой щели.

Выдыхаемый воздух колеблет голосовые связки, в результате чего возникают звуки. При образовании звуков межперепончатая часть голосовой щели суживается и представляет собой щель, а межхрящевая часть формирует треугольник. С помощью других органов (глотка, мягкое небо, язык, губы и др.) эти звуки становятся членораздельными. Тембр голоса зависит от толщины, длины и частоты вибрации связок, а громкость — от амплитуды их колебаний.

Длина голосовой щели (переднезадний размер) у мужчин составляет 20–24 мм, у женщин — 16–19 мм.

Ширина голосовой щели при спокойном дыхании равна 5 мм, при голосообразовании достигает 15 мм. При максимальном расширении голосовой щели (пение, крик) видны кольца трахеи вплоть до разделения её на главные бронхи. У детей связки короткие и тонкие, поэтому голос высокий.

С возрастом у мальчиков под влиянием тестостерона связки утолщаются и удлиняются, что вызывает огрубение («ломку») голоса. В старости связки становятся менее эластичными, менее гладкими, что придаёт

хриплость голосу. Примером являются струны музыкальных инструментов. Чем толще и длиннее струна, тем более низкий звук она издаёт.

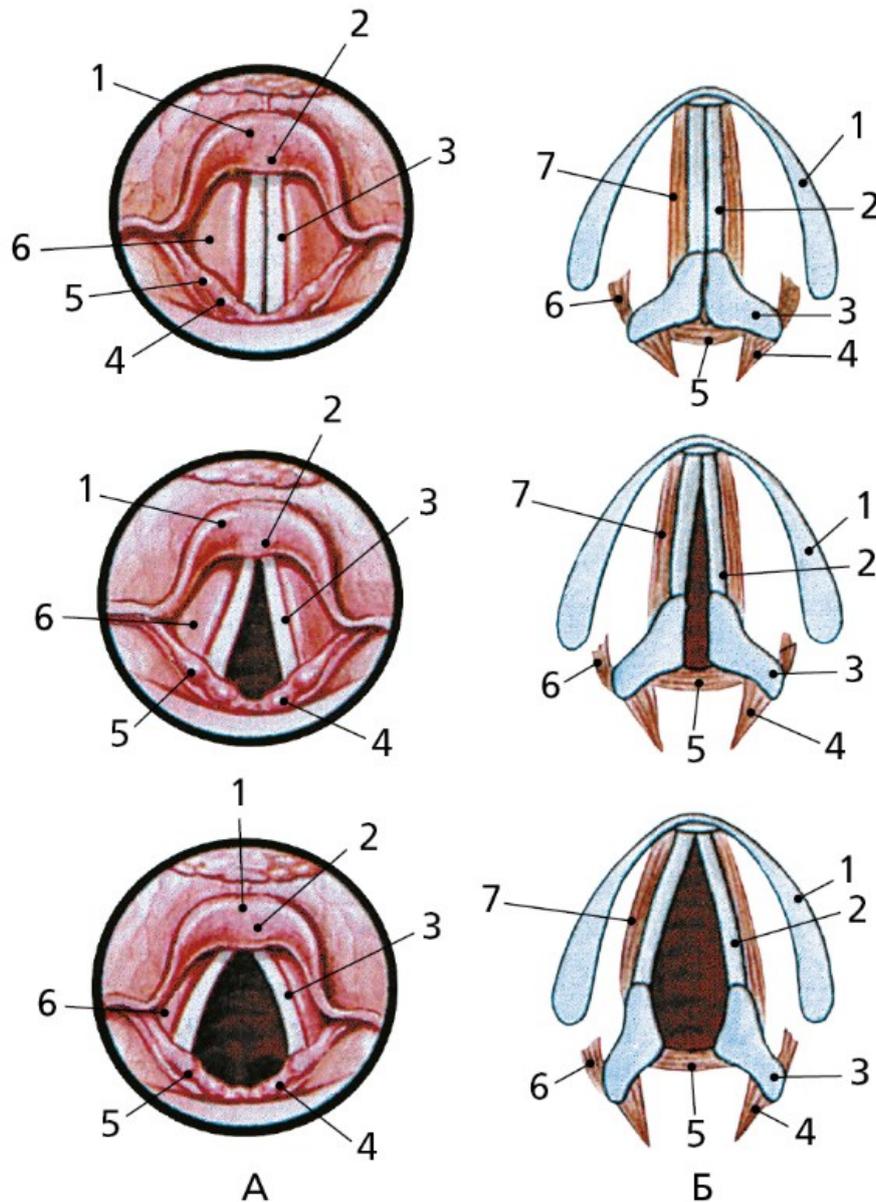


Рис. 9.2.3.5. Положение голосовых складок при разных функциональных состояниях гортани (схема).

А. Ларингоскопическая картина: 1 — надгортанник; 2 — надгортанный бугорок; 3 — голосовая складка; 4 — рожковидный бугорок; 5 — клиновидный бугорок; 6 — складка преддверия.

Б. Взаиморасположение голосовых складок (связок) голосовой щели и черпаловидных хрящей:

1 — правая пластинка щитовидного хряща; 2 — голосовая связка; 3 — черпаловидный хрящ;

4 — задняя перстнечерпаловидная мышца; 5 — латеральная перстнечерпаловидная мышца;

6 — поперечная черпаловидная мышца; 7 — щиточерпаловидная мышца

Подголосовая полость переходит в полость трахеи.

Воспаление слизистой оболочки гортани называется **ларингитом**.

9.2.4. Трахея и бронхи

Трахея (*лат.* trachea), или дыхательное горло, — непарный трубчатый орган, обеспечивающий проведение воздуха из гортани в бронхи и лёгкие и обратно.

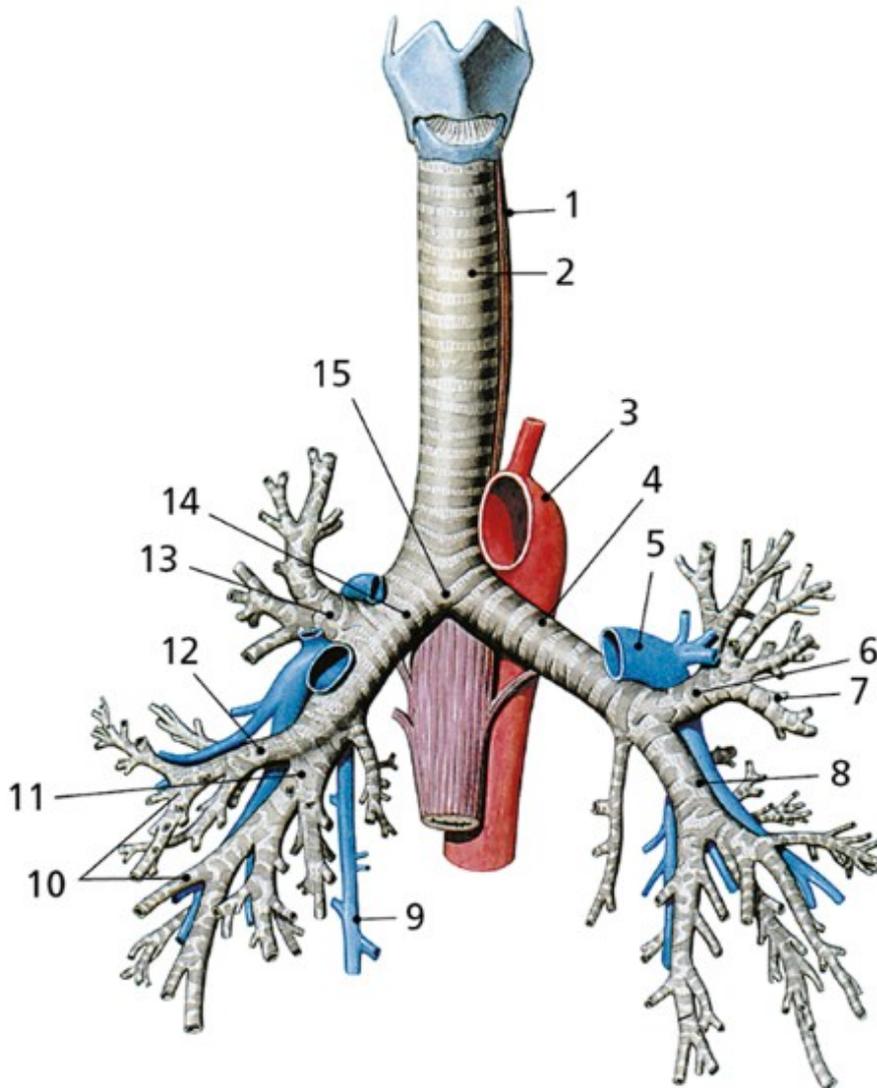


Рис. 9.2.4.1. Трахея и бронхи, вид спереди (по М. Р. Сапину)

- 1 — пищевод; 2 — трахея; 3 — аорта; 4 — левый главный бронх; 5 — левая лёгочная артерия;
 6 — левый верхний долевого бронх; 7 — сегментарные бронхи верхней доли;
 8 — левый нижний долевого бронх; 9 — непарная вена;
 10 — сегментарные бронхи нижней и средней долей правого легкого;
 11 — правый нижний долевого бронх; 12 — правый средний долевого бронх;
 13 — правый верхний долевого бронх; 14 — правый главный бронх; 15 — бифуркация трахеи

Длина 9-15 см, **диаметр** 15-27 мм. В соответствии с расположением в трахее различают две части: в области шеи — **шейная часть**, в грудной полости — **грудная часть**. Начинаясь от гортани на уровне границы VI–VII шейных позвонков, она проходит в грудную полость через верхнюю апертуру грудной клетки, где на уровне IV–V грудного позвонка делится на два главных бронха: — правый и левый. Место развилки называется **бифуркацией трахеи** (раздвоение, вилка).

Спереди от трахеи находятся подъязычные мышцы шеи, перешеек щитовидной железы, рукоятка грудины и другие образования, сзади к ней прилежит пищевод, а сбоку — сосуды и нервы.

Трахея состоит из 16-20 **хрящевых гиалиновых полуколец**, соединённых между собой **фиброзными кольцевыми связками**. Задняя, прилежащая к пищеводу стенка трахеи мягкая и называется **перепончатой**. Она состоит из соединительной и гладкой мышечной ткани.

Слизистая оболочка трахеи выстлана однослойным многорядным мерцательным эпителием и содержит большое количество лимфоидной ткани (узелков) и слизистых желёз.

Снаружи трахея покрыта **адвентицией**.

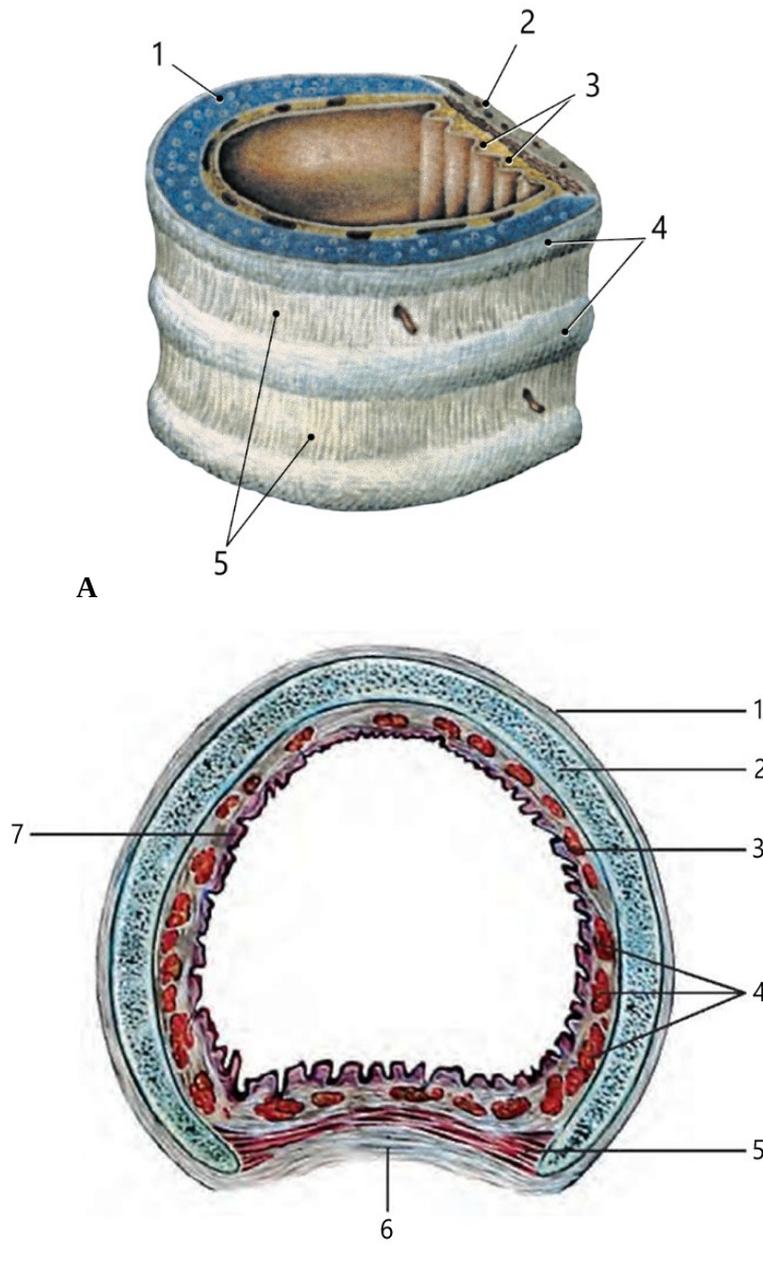


Рис. 9.2.4.2. Строение трахеи. Вид сбоку и сверху

А. Фрагмент органа: 1 — фиброзно-хрящевая оболочка; 2 — перепончатая стенка;

3 — продольные складки; 4 — хрящи трахеи; 5 — кольцевые связки

Б. Поперечный разрез: 1 — адвентициальная оболочка; 2 — хрящ трахеи; 3 — слизистая оболочка;

4 — трахейные железы; 5 — гладкая мышца; 6 — перепончатая часть; 7 — эпителий

Воспаление слизистой оболочки трахеи называется **трахеитом**.

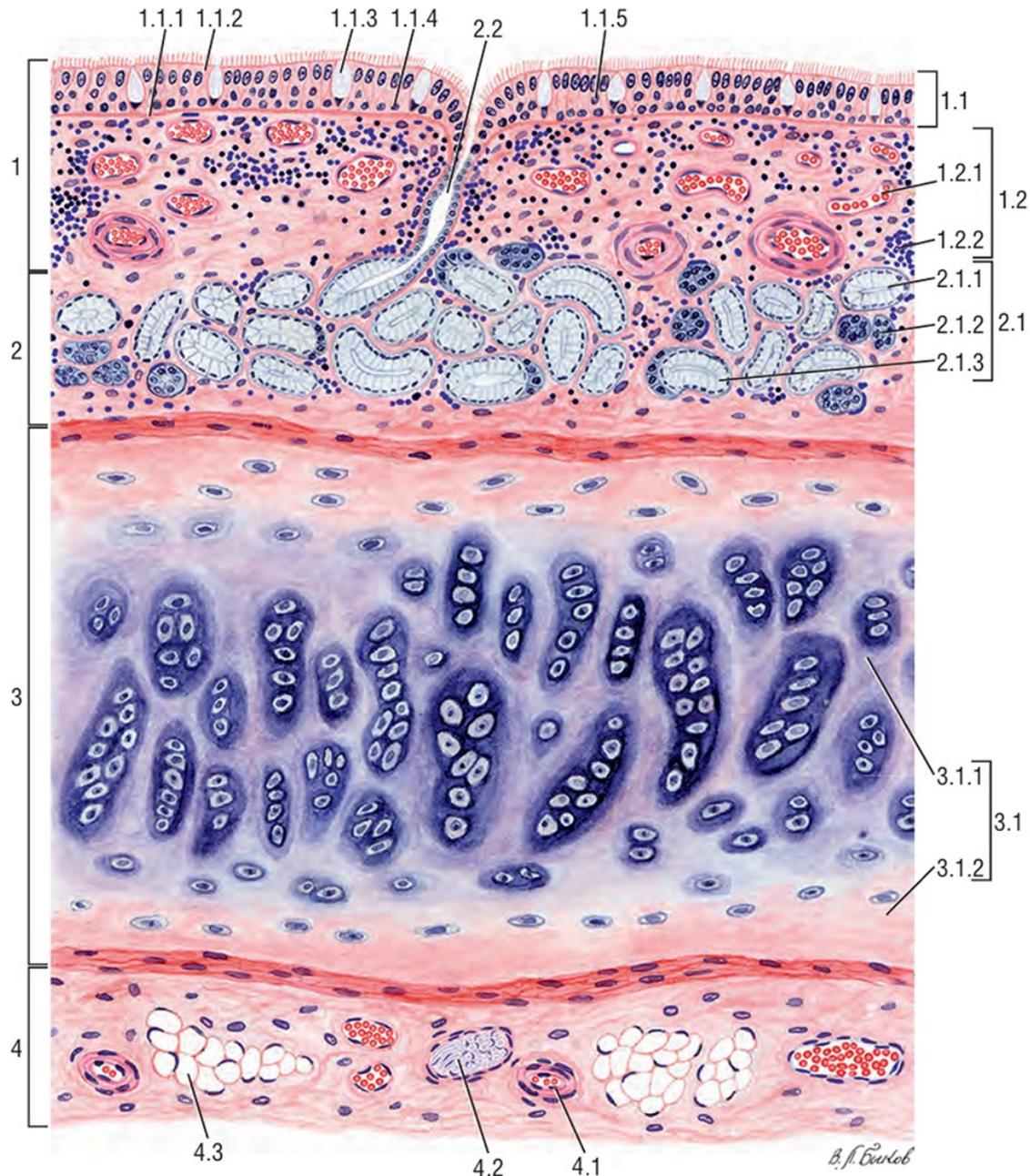


Рис. 9.2.4.3. Участок стенки трахеи (по ЯрГМУ)

- 1. Слизистая оболочка:** 1.1 — однослойный многоярный столбчатый реснитчатый эпителий, 1.1.1 — базальная мембрана, 1.1.2 — реснитчатые эпителиоциты, 1.1.3 — бокаловидные клетки, 1.1.4 — базальные эпителиоциты, 1.1.5 — вставочные эпителиоциты, 1.2 — собственная пластинка, 1.2.1 — кровеносные сосуды, 1.2.2 — скопления лимфоидной ткани;
- 2. Подслизистая основа:** 2.1 — концевые отделы белково-слизистых желёз трахеи, 2.1.1 — слизистые концевые отделы, 2.1.2 — белковые концевые отделы, 2.1.3 — смешанные концевые отделы, 2.2 — выводной проток железы трахеи;
- 3. Волокнисто-мышечно-хрящевая оболочка:** 3.1 — хрящ трахеи, 3.1.1 — зона зрелого хряща, 3.1.2 — зона молодого хряща, 3.2 — надхрящница;
- 4. Адвентициальная оболочка:** 4.1 — кровеносный сосуд, 4.2 — нерв, 4.3 — скопление жировых клеток
- Окраска: гематоксилин-эозин

9.2.5. Бронхи и бронхиальное дерево

Бронхи (*лат. bronchi*) — органы, выполняющие функцию проведения воздуха от трахеи до лёгочной ткани и обратно. Различают главные бронхи (*лат. bronchi principalis*) — правый и левый, и бронхиальное дерево, входящее в состав лёгких.

Длина правого главного бронха 1–3 см, он **шире и короче левого**, имеет более вертикальное направление, являясь как бы продолжением трахеи. В правый главный бронх чаще, чем в левый, **попадают инородные тела**. Над ним проходит **непарная вена**.

Длина левого бронха — 4–6 см, над ним проходит **дуга аорты**.

Стенка главных бронхов по своему строению напоминает стенку трахеи. Их скелетом являются хрящевые полукольца: в правом бронхе 6–8, в левом — 9–12. Сзади главные бронхи имеют перепончатую стенку. Изнутри главные бронхи выстланы **слизистой оболочкой**, покрытой однослойным мерцательным эпителием. Снаружи они покрыты **адвентицией**.

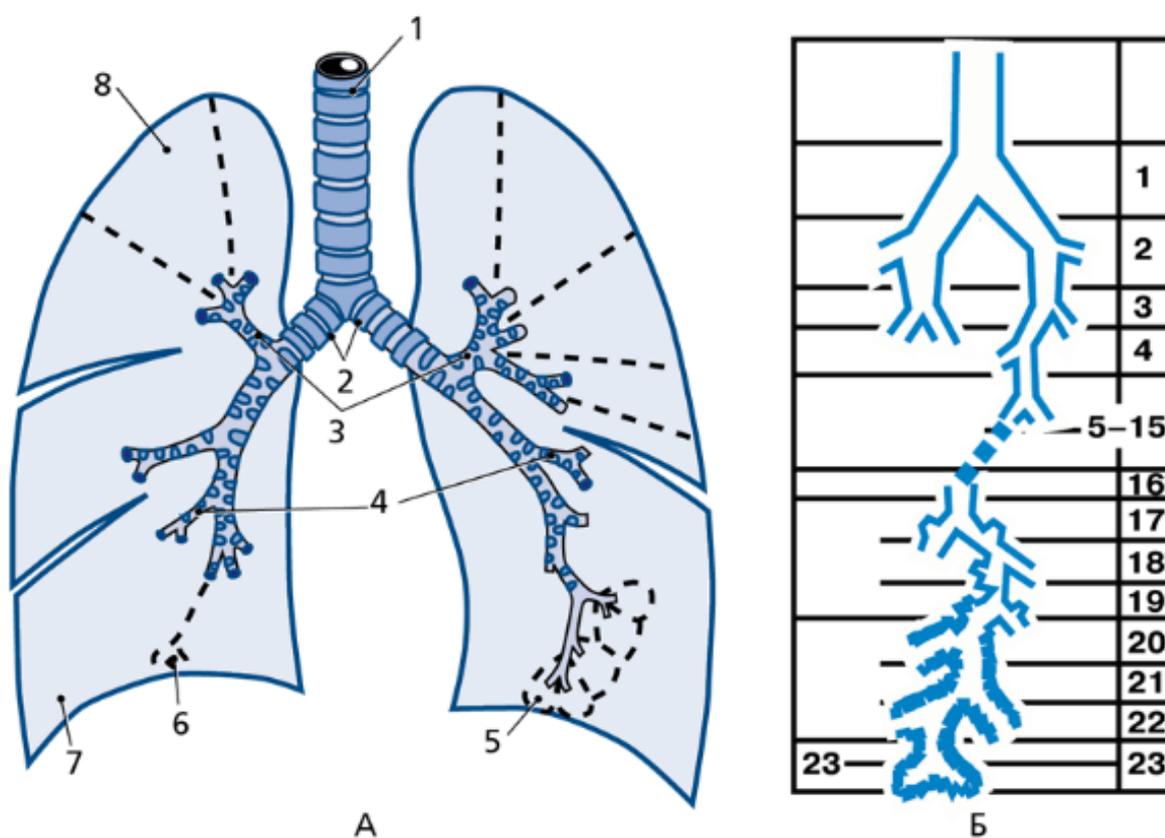


Рис. 9.2.5.1. Схема ветвления бронхов в правом и левом лёгком.

А. Общий вид: 1 — трахея; 2 — главные бронхи; 3 — долевые бронхи; 4 — сегментарные бронхи; 5 — доля лёгкого; 6 — ацинус; 7 — нижняя доля правого лёгкого; 8 — сегмент лёгкого;

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

Главные бронхи в области ворот лёгких делятся на **долевые бронхи**: правый на 3, а левый на 2 бронха. Долевые бронхи внутри лёгкого делятся на **сегментарные бронхи**, сегментарные — на **субсегментарные, или средние, бронхи** (5–2 мм диаметром), средние — на **мелкие бронхи** (диаметром 2–1 мм).

Самые малые по калибру бронхи (диаметром около 1 мм) входят по одному в каждую дольку лёгкого под названием **долькового бронха**. Внутри лёгочной долики этот бронх делится на 18-20 **концевых бронхиол** (диаметром около 0,5 мм).

Каждая концевая бронхиола делится дихотомически на дыхательные **бронхиолы 1-го, 2-го и 3-го порядка**, переходящие в расширения — **альвеолярные ходы** и **альвеолярные мешочки**.

От трахеи до альвеол дыхательные пути ветвятся дихотомически (раздваиваются) 23 раза.

Первые 16 поколений дыхательных путей — бронхи и бронхиолы выполняют проводящую функцию — **кондуктивная зона**.

Поколения 17–22 — респираторные (дыхательные) бронхиолы и альвеолярные ходы составляют переходную — **транзиторную зону**.

23-е поколение — альвеолярные мешочки с альвеолами — **дыхательная, или респираторная, зона**.

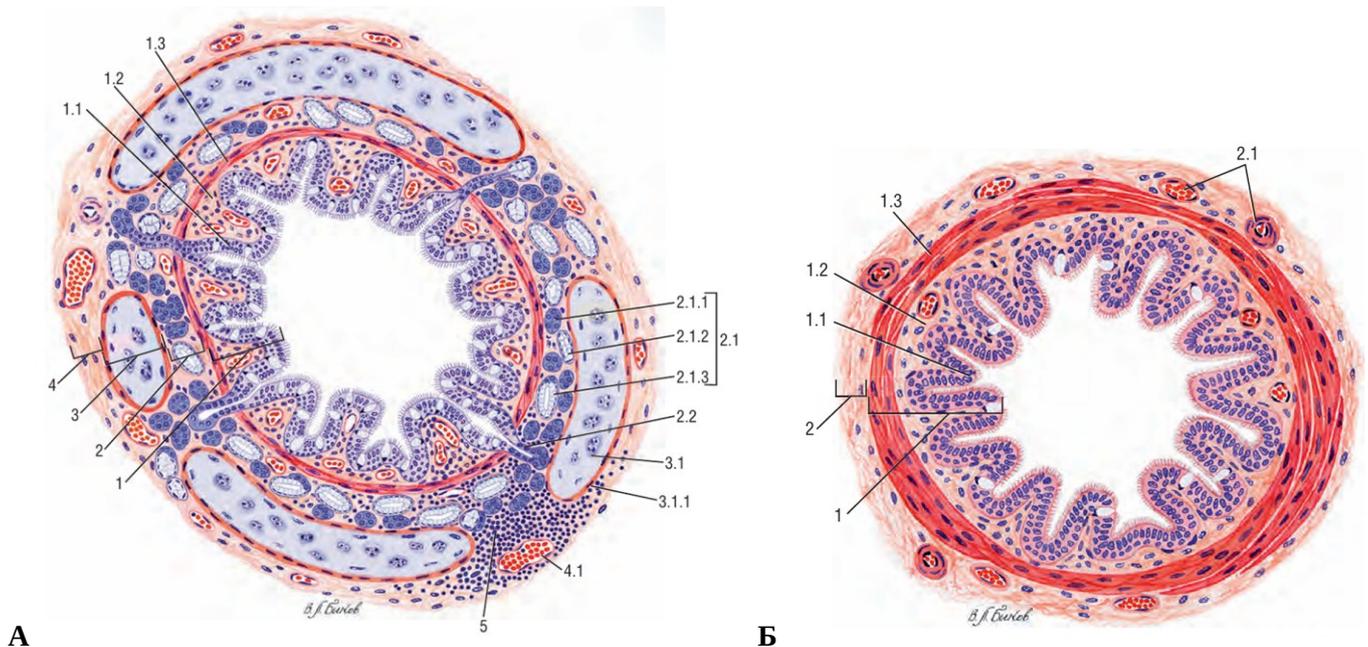


Рис. 9.2.5.2. Бронхи. Поперечный разрез (по ЯрГМУ)

А. Средний бронх: 1. Слизистая оболочка, 1.1 — однослойный многорядный столбчатый реснитчатый эпителий, 1.2 — собственная пластинка, 1.3 — мышечная пластинка; 2. Подслизистая основа, 2.1 — концевые отделы белково-слизистых бронхиальных желёз, 2.1.1 — белковые концевые отделы, 2.1.2 — слизистые концевые отделы, 2.1.3 — смешанные концевые отделы, 2.2 — выводной проток; 3. Волокнисто-хрящевая оболочка, 3.1 — пластины эластического бронхиального хряща, 3.1.1 — надхрящница; 4. Адвентициальная оболочка, 4.1 — кровеносные сосуды; 5. Диффузные скопления лимфоидной ткани. Окраска: гематоксилин-эозин

Б. Мелкий бронх: 1 — слизистая оболочка, 1.1 — однослойный двурядный кубический реснитчатый эпителий, 1.2 — собственная пластинка, 1.3 — мышечная пластинка; 2 — адвентициальная оболочка, 2.1 — кровеносные сосуды. Окраска: гематоксилин-эозин

Стенки крупных бронхов по строению сходны со стенками трахеи и главных бронхов, но **скелет их образован** не хрящевыми полукольцами, а **хрящевыми пластинками**, которые по мере уменьшения калибра бронхов также уменьшаются. Многорядный реснитчатый эпителий слизистой оболочки крупных бронхов в мелких бронхах переходит в однослойный кубический реснитчатый эпителий.

В **мелких бронхах** толщина мышечной пластинки слизистой оболочки не изменяется. **Длительное сокращение** мышечной пластинки в мелких бронхах, например, при бронхиальной астме, вызывает их **спазм и затруднение дыхания**. Следовательно, мелкие бронхи выполняют функцию не только проведения, но и **регуляции поступления воздуха** в лёгкие.

Стенки **концевых бронхиол** тоньше стенок мелких бронхов, в них отсутствуют хрящевые пластинки. Слизистая оболочка их выстлана кубическим реснитчатым эпителием, они содержат пучки **гладких мышечных клеток и много эластических волокон**, вследствие чего бронхиолы легко растяжимы (при вдохе).

Дыхательные бронхиолы, отходящие от концевой бронхиолы, а также альвеолярные ходы, альвеолярные мешочки и альвеолы лёгкого образуют **альвеолярное дерево, или лёгочный ацинус**, относящийся к дыхательной паренхиме лёгкого.

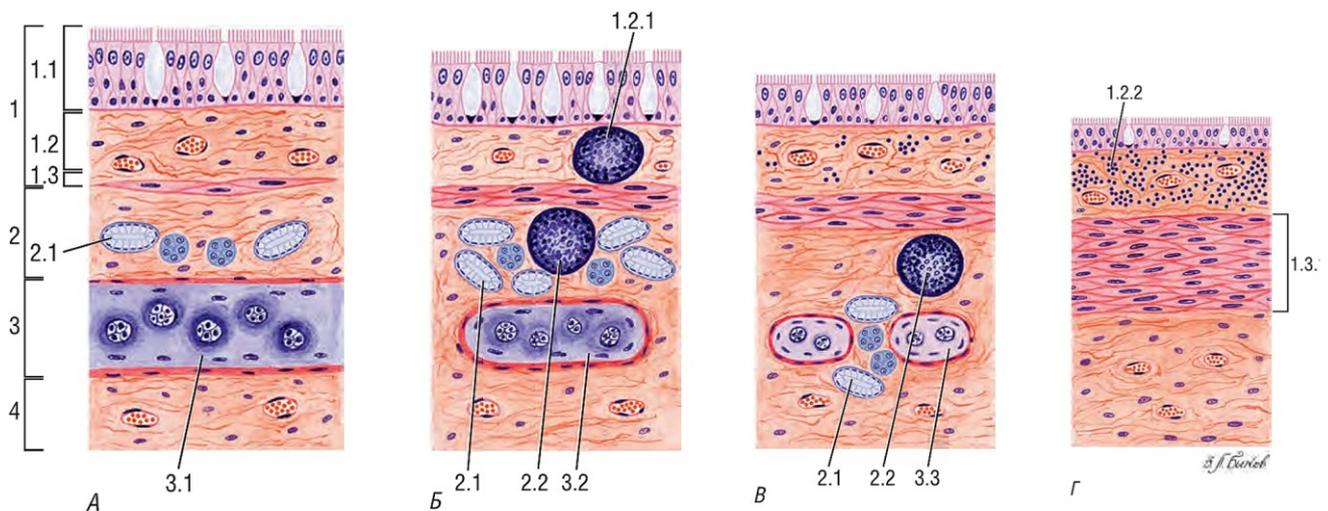


Рис. 9.2.5.3. Строение стенки бронхов различного калибра (полусхема; по ЯрГМУ)

А. Главные бронхи; Б. Крупные бронхи (долевые, зональные, сегментарные);

В. Средние бронхи (субсегментарные); Г. Мелкие бронхи (внутридольковые).

- 1 — слизистая оболочка, 1.1 — эпителий, 1.2 — собственная пластинка, 1.2.1 — лимфоидный узелок, 1.2.2 — диффузная лимфоидная ткань, 1.3 — мышечная пластинка, 1.3.1 — толстые циркулярные пучки гладких мышечных клеток;
- 2 — подслизистая основа, 2.1 — концевые отделы бронхиальных желёз, 2.2 — лимфоидный узелок;
- 3 — волокнисто-хрящевая оболочка, 3.1 — кольцо гиалинового хряща, 3.2 — пластины гиалинового хряща, 3.3 — островки эластического хряща; 4 — адвентициальная оболочка

Окраска: гематоксилин-эозин

Воспаление слизистой оболочки бронхов называется **бронхитом**.

9.2.6. Лёгкие

Лёгкие (*лат.* pulmones, *греч.* πνεύμονες [pneumones] мн. ч. от πνεύμονας) — это парные дыхательные органы, представляющие собой полые мешки ячеистого строения — **вещество (паренхима) лёгких** имеет губчатое строение. В состав паренхимы входят бронхи, бронхиолы и их разветвления, альвеолы лёгкого, а также сосуды, нервы и соединительная ткань.

Раздел медицины, изучающий строение, функции и заболевания лёгких, называется **пульмонологией**.

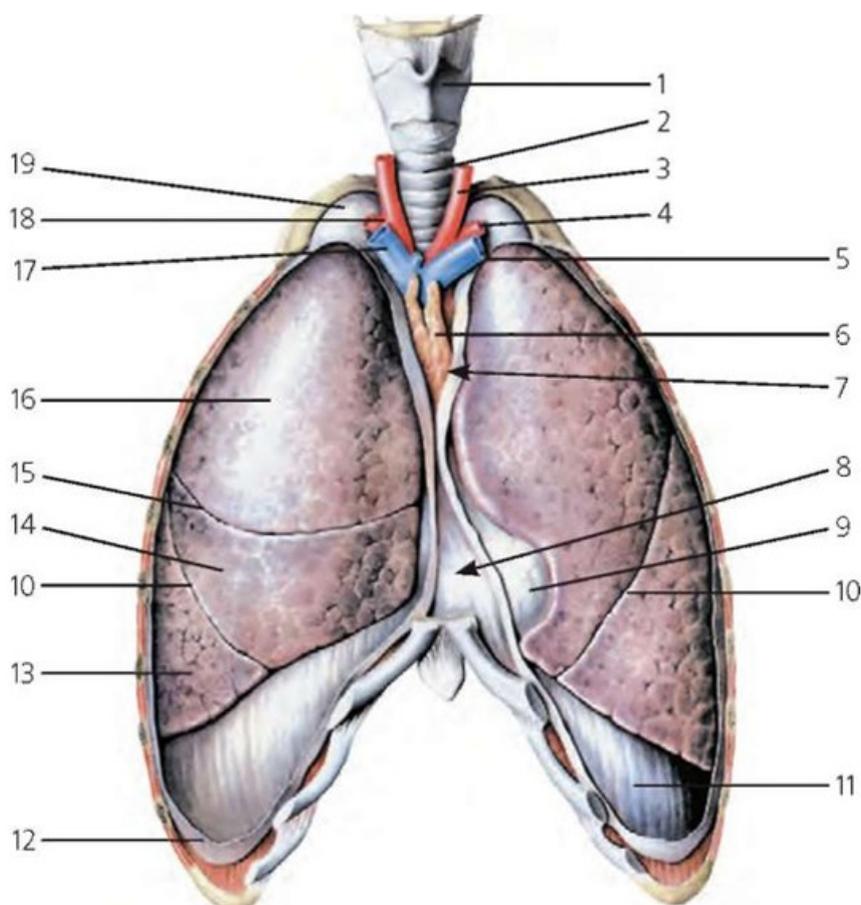


Рис. 9.2.6.1. Гортань, трахея, лёгкие, тимус. Вид спереди (по И. В. Гайворонскому)

- 1 — гортань; 2 — трахея; 3 — левая общая сонная артерия; 4 — левая подключичная артерия;
 5 — левая плечеголовная вена; 6 — тимус; 7 — верхнее межплевральное поле;
 8 — нижнее межплевральное поле; 9 — перикард; 10 — косая щель; 11 — диафрагма;
 12 — рёберная плевра; 13 — нижняя доля; 14 — средняя доля; 15 — горизонтальная щель;
 16 — верхняя доля; 17 — правая плечеголовная вена; 18 — плечеголовной ствол; 19 — купол плевры

Лёгкие расположены в герметически замкнутой грудной полости и отделены друг от друга средостением, в состав которого входят сердце, крупные сосуды (аорта, верхняя полая вена), пищевод и другие органы.

По форме лёгкое напоминает неправильный конус с **основанием**, обращённым к диафрагме, и **верхушкой**, выступающей на 2–3 см над ключицей в области шеи. На каждом лёгком различают: **диафрагмальную, рёберную и медиальную поверхности, передний и нижний край**. Рёберная и диафрагмальная поверхности отделены друг от друга острым **нижним краем** и прилежат соответственно к рёбрам, межрёберным мышцам и куполу диафрагмы. **Медиальная поверхность**, обращённая к средостению, отделяется от рёберной **передним краем** лёгкого. На медиальной (средостенной) поверхности обоих лёгких располагаются **ворота лёгкого**, через которые проходят главные бронхи, сосуды и нервы, составляющие корень лёгкого.

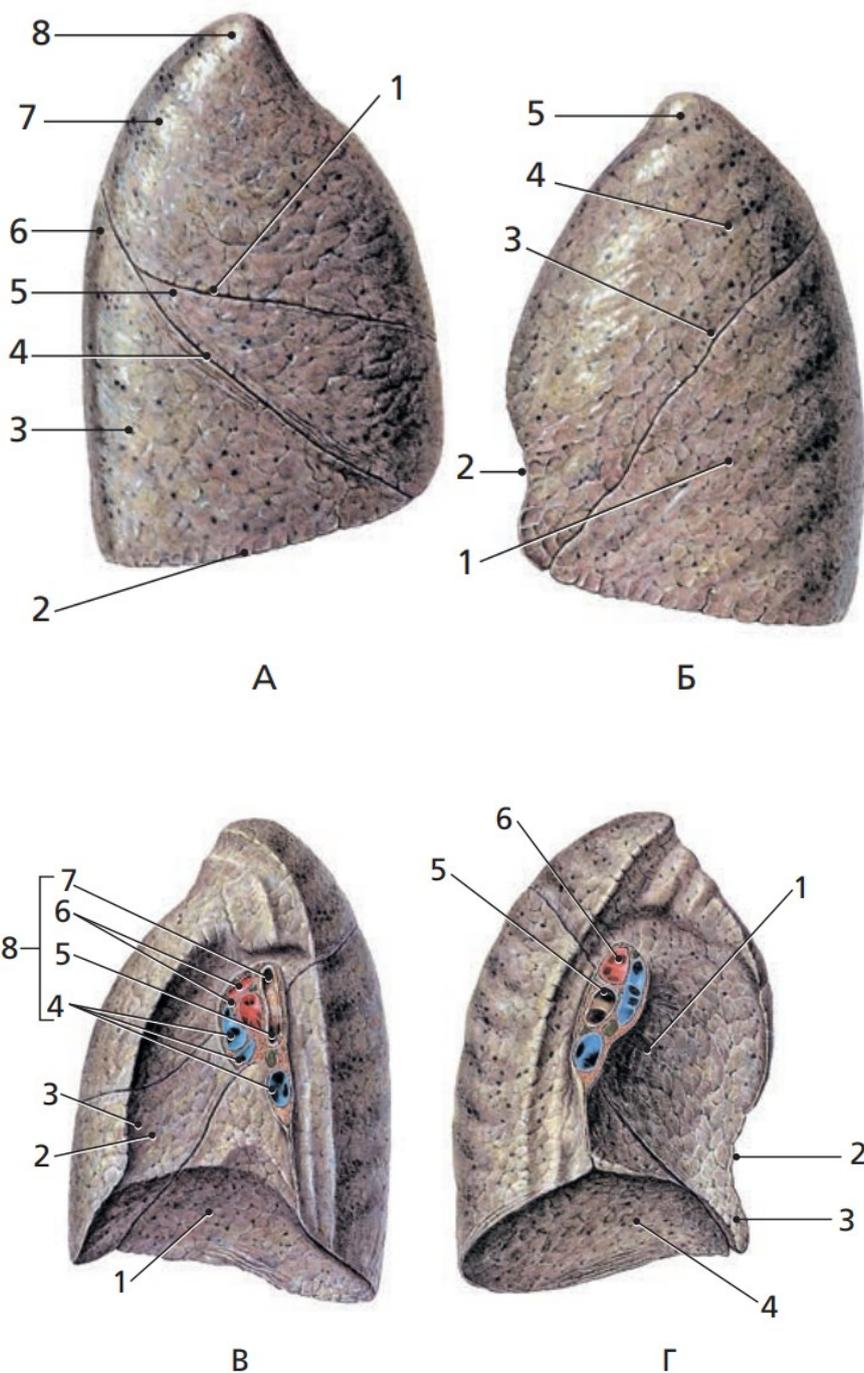


Рис. 9.2.6.2. Правое (А, В) и левое (Б, Г) лёгкие, рёберная (А, Б) и средостенная (В, Г) поверхности
А: 1 — горизонтальная щель правого лёгкого; 2 — нижний край; 3 — нижняя доля; 4, 6 — косая щель; 5 — средняя доля правого лёгкого; 7 — верхняя доля; 8 — верхушка лёгкого.
Б: 1 — нижняя доля; 2 — сердечная вырезка левого лёгкого; 3 — косая щель; 4 — верхняя доля; 5 — верхушка лёгкого.
В: 1 — основание лёгкого (диафрагмальная поверхность); 2 — средняя доля правого лёгкого; 3 — передний край; 4 — правые лёгочные вены; 5 — правый нижний долево́й бронх; 6 — правая лёгочная артерия; 7 — правый верхний долево́й бронх; 8 — корень лёгкого.
Г: 1 — сердечное вдавление; 2 — сердечная вырезка левого лёгкого; 3 — язычок левого лёгкого; 4 — лёгочная связка; 5 — левый главный бронх; 6 — левая лёгочная артерия

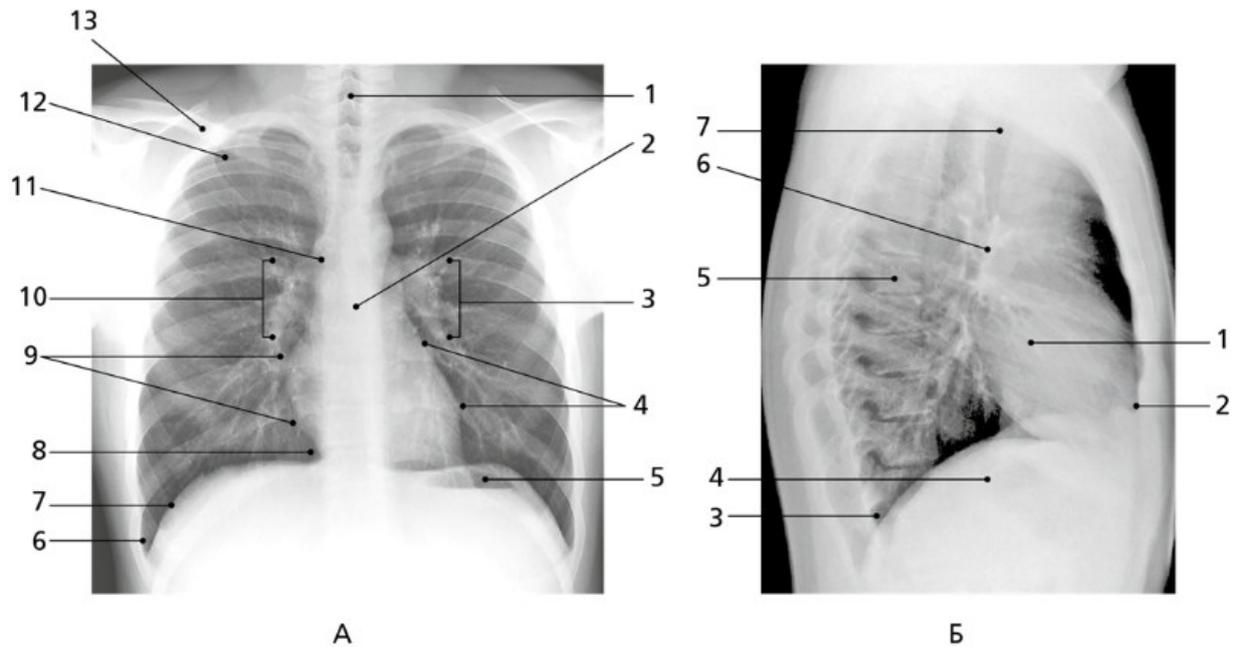


Рис. 9.2.6.3. Лёгкие (рентгенограмма)

- А. Вид спереди:** 1 — трахея; 2 — левый главный бронх; 3 — корень лёгкого (левого); 4 — левый контур сердца; 5 — дно (свод) желудка; 6 — рёберно-диафрагмальный синус; 7 — диафрагма; 8 — диафрагмально-средостенный синус; 9 — правый контур сердца; 10 — корень лёгкого (правого); 11 — правый главный бронх; 12 — тело ребра; 13 — ключица.
- Б. Вид сбоку:** 1 — «тень» сердца; 2, 3 — рёберно-диафрагмальный синус; 4 — диафрагма; 5 — тело позвонка; 6 — корень лёгкого; 7 — трахея

Каждое лёгкое посредством борозд делится на доли. **В правом лёгком** имеется **верхняя, средняя и нижняя доли**, в левом — **верхняя и нижняя доли**. Доли разделяются на сегменты, по 10 в каждом лёгком.

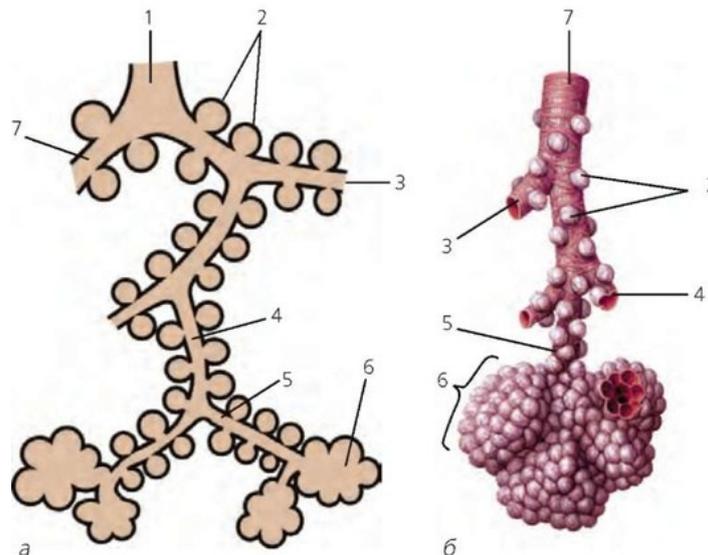


Рис. 9.2.6.4. Строение лёгочного ацинуса (схема)

- а — рисунок с гистологического препарата; б — объёмная реконструкция. 1 — терминальная бронхиола; 2 — лёгочные альвеолы; 3 — дыхательная бронхиола II порядка; 4 — дыхательная бронхиола III порядка; 5 — альвеолярный ход; 6 — альвеолярные мешочки; 7 — дыхательная бронхиола I порядка

Сегменты состоят из долек, а долилки — из ацинусов. Ацинусы, или грозди лёгкого являются структурно-функциональными единицами лёгкого, которые осуществляют основную функцию лёгких — газообмен. В каждую лёгочную дольку входят 16–18 ацинусов. Ацинус начинается от концевой бронхиолы, которая дихотомически делится на дыхательные бронхиолы 1-го, 2-го и 3-го порядка и переходит в альвеолярные ходы и альвеолярные мешочки с расположенными на их стенках альвеолами лёгких. Число лёгочных ацинусов в одном лёгком достигает 150 000. В каждый ацинус входит большое количество альвеол.

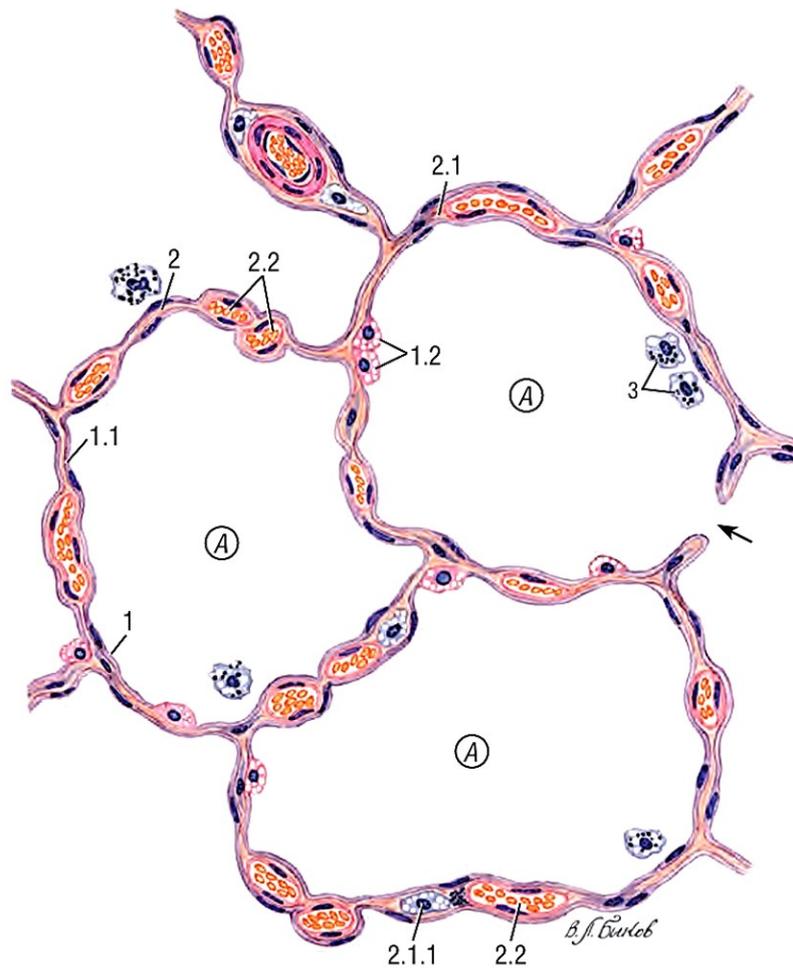


Рис. 9.2.6.5. Лёгочные альвеолы (по ЯрГМУ)

А — лёгочные альвеолы. 1 — эпителий, выстилающий лёгочные альвеолы, 1.1 — пневмоциты I типа, 1.2 — пневмоциты II типа; 2 — межальвеолярные перегородки (септы), 2.1 — интерстициальная соединительная ткань, 2.1.1 — интерстициальные макрофаги, 2.2 — кровеносные капилляры; 3 — альвеолярные макрофаги. Стрелка обозначена септальная пора (Кона)
Окраска: гематоксилин-эозин.

Альвеолы — это выпячивания в виде пузырьков диаметром до 0,25 мм, внутренняя поверхность которых выстлана однослойным плоским эпителием, расположенным на сети эластических волокон и оплетённым снаружи кровеносными капиллярами.

Толщина стенки альвеолы в местах соприкосновения (прилегания) безъядерных участков эпителиоцитов лёгких и эндотелия капилляров составляет около 0,5 мкм. На свободной поверхности эпителиоцитов имеются очень короткие цитоплазматические выросты, обращённые в полость альвеол, что увеличивает общую площадь соприкосновения воздуха с поверхностью эпителия. Количество альвеол в обоих лёгких у взрослого человека от 600 до 700 млн, а общая дыхательная поверхность всех альвеол составляет 100 м².

Изнутри альвеолы покрыты тонкой плёнкой фосфолипида — **сурфактантом**,

Состав сурфактанта:

- липиды - 90%, из них - 80% фосфолипидов:
 - фосфатидилхолин (лецитин) — 70%;
 - фосфатидилглицерол — 6%;
 - другие фосфолипиды — 6%;
 - нейтральные липиды — 8%;
- Белки (протеины А, В, С, D) — 8–10%.
 - А и D — гидрофильные, участвуют в защитных механизмах организма ребёнка, не содержатся в лёгких животных (10-я хромосома)
 - В и С — гидрофобные — снижают поверхностное натяжение альвеол и способствуют равномерному распределению сурфактанта по поверхности альвеол (2-я и 8-я хромосома)

Сурфактант выполняет много важных функций:

- ▶ понижает поверхностное натяжение альвеол;
- ▶ увеличивает растяжимость лёгких;
- ▶ обеспечивает стабильность лёгочных альвеол, препятствуя их спаданию, слипанию и появлению ателектаза;
- ▶ препятствует транссудации (выходу) жидкости на поверхность альвеол из плазмы капилляров лёгких.

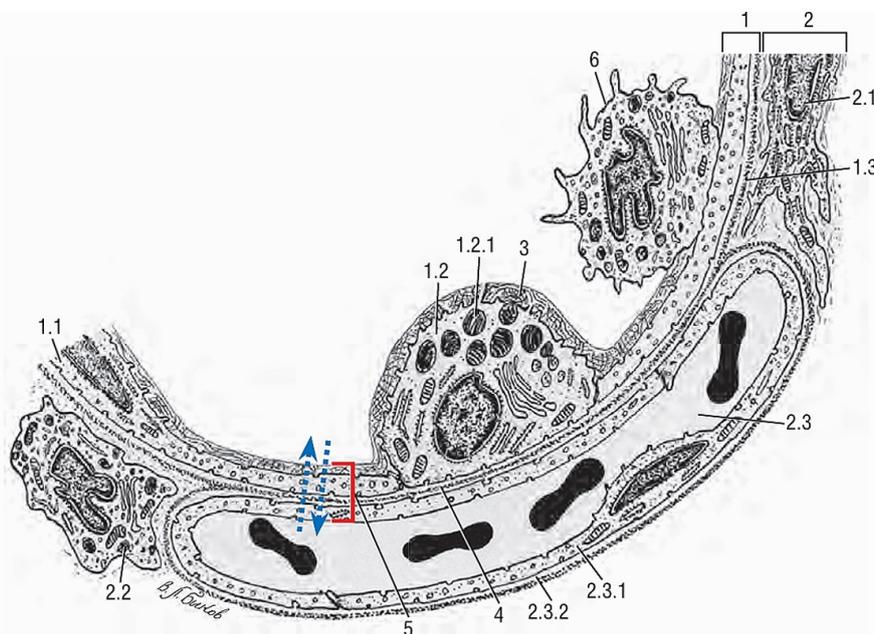


Рис. 9.2.6.6. Ультраструктурная организация лёгочной альвеолы и межальвеолярной перегородки (рисунок с ЭМФ; по ЯргМУ)

1 — стенка лёгочной альвеолы, 1.1 — пневмоцит I типа, 1.2 — пневмоцит II типа, 1.2.1 пластинчатые тельца, 1.3 — базальная мембрана альвеолярного эпителия;

2 — межальвеолярная перегородка, 2.1 — фибробласт, 2.2 — интерстициальный макрофаг, 2.3 — кровеносный капилляр, 2.3.1 — эндотелиоциты, 2.3.2 — базальная мембрана эндотелия;

3 — слой сурфактанта; 4 — общая базальная мембрана; 5 — аэро-гематический барьер;

6 — альвеолярный макрофаг. Стрелками показаны направления диффузии газов (O_2 и CO_2) при дыхании

Кроме дыхательной функции лёгкие осуществляют регуляцию водного обмена, участвуют в процессах терморегуляции, являются депо крови (0,5-1,2 л).

Сосуды лёгких. Лёгкие снабжены двумя системами кровеносных сосудов: одна необходима для осуществления специальной дыхательной функции, а другая — для обеспечения метаболизма лёгких.

Первая система сосудов представлена лёгочными артериями, венами и их разветвлениями, составляющими малый (лёгочный) круг кровообращения. Малый круг кровообращения начинается лёгочным стволом

диаметром 3 см, длиной 5–6 см, выходящим из правого желудочка. Лёгочный ствол расположен впереди аорты и левого ушка сердца, поднимается вверх и кзади и на уровне IV–V грудного позвонка делится на правую и левую лёгочные артерии. Лёгочные артерии в воротах лёгких делятся соответственно строению лёгкого на долевые артерии (правая — на три, левая — на две ветви), потом — на сегментарные и дольковые артерии вплоть до артериол и капилляров. В начальном отделе левой лёгочной артерии от её ствола отходит короткая артериальная связка (заросший артериальный, боталлов проток плода). В кровеносных капиллярах лёгких венозная кровь освобождается от углекислого газа, насыщается кислородом, становится артериальной и оттекает по четырём лёгочным венам (по две от каждого лёгкого, верхним и нижним), впадающим в левое предсердие.

Вторая система сосудов образована бронхиальными артериями и венами большого круга кровообращения. По бронхиальным артериям — ветвям грудной аорты — в лёгкие доставляются кислород и питательные вещества, а по бронхиальным венам из них удаляются продукты обмена.

Между артериолами и венами двух систем сосудов лёгких существуют многочисленные анастомозы.

Воспаление лёгких — **пневмония**.

9.2.7. Плевра. Плевральные полости

Снаружи каждое лёгкое покрыто **серозной оболочкой** — **плеврой**, состоящей из двух листков: **пристеночного** (париетального) и **лёгочного** (висцерального).

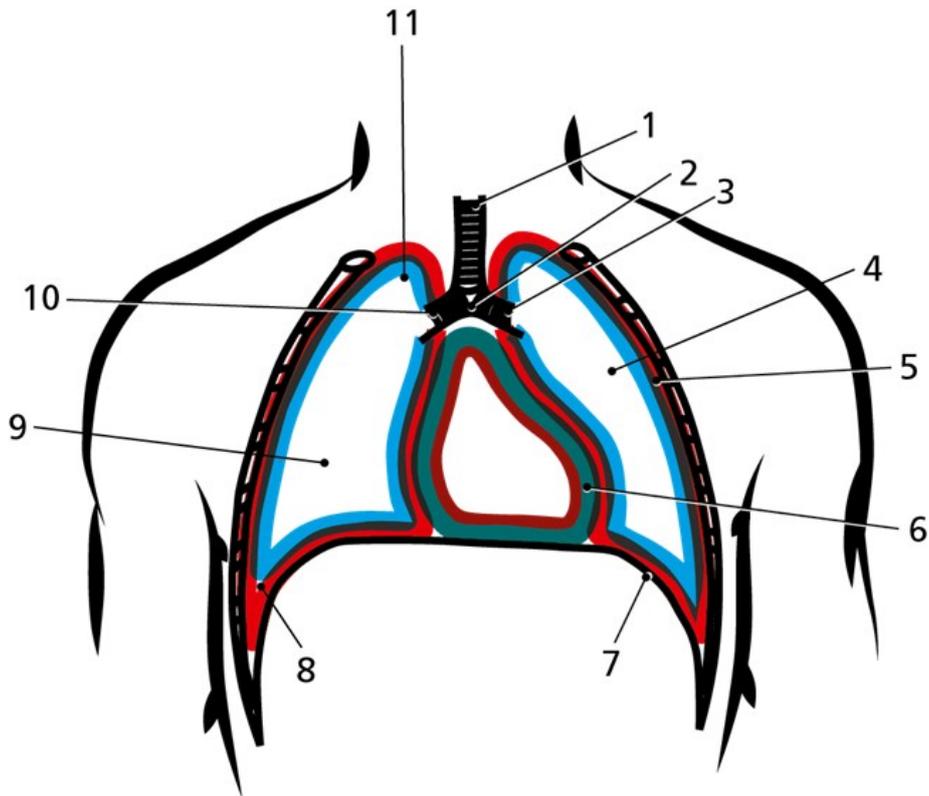


Рис. 9.2.7.1. Взаимоотношения париетальной и висцеральной плевры. Вид спереди (схема)

1 — трахея; 2 — киль трахеи; 3 — левый главный бронх; 4 — левое лёгкое; 5 — плевральная полость; 6 — перикардиальная полость; 7 — диафрагма; 8 — рёберно-диафрагмальный синус; 9 — правое лёгкое; 10 — правый главный бронх; 11 — верхушка правого лёгкого

В зависимости от расположения, в париетальной плевре различают три части:

- рёберную плевру (покрывает рёбра и межрёберные мышцы);
- диафрагмальную плевру (покрывает диафрагму, за исключением сухожильного центра);
- медиастинальную, или средостенную, плевру (ограничивает с боков средостение и срастается с окологердечной сумкой).

Часть париетальной плевры, расположенную над верхушкой лёгкого, называют **куполом плевры**.

Между листками плевры имеется капиллярная щель, заполненная серозной жидкостью — **плевральная полость** (лат. *cavitas pleuralis*). Эта жидкость уменьшает трение между листками плевры при дыхательных движениях, способствует более тесному прилеганию листков плевры друг к другу при вдохе.

В местах перехода одной части париетальной плевры в другую образуются запасные щелевидные пространства — **плевральные синусы, или пазухи**, которые заполняет лёгкое во время глубокого вдоха. При патологии в них может скапливаться воспалительный экссудат.

Самый глубокий синус — **рёберно-диафрагмальный синус**, расположенный в нижнем отделе плевральной полости. (9 см).

Правая и левая плевральные полости между собой не сообщаются. Плевральные полости герметичны.

В норме в полости плевры воздух отсутствует, и давление в ней всегда отрицательное, т. е. ниже атмосферного. Во время спокойного вдоха оно на 6–8 см вод. ст. ниже атмосферного, во время спокойного выдоха — на 4–5 см вод. ст. Ввиду отрицательного давления в плевральных полостях лёгкие находятся в расправленном состоянии, принимая конфигурацию стенки грудной полости.

Значение отрицательного внутригрудного давления:

- ▶ способствует растяжению лёгочных альвеол и увеличению дыхательной поверхности лёгких, особенно во время вдоха;
- ▶ обеспечивает венозный возврат крови к сердцу и улучшает кровообращение в лёгочном круге, особенно в фазу вдоха;
- ▶ способствует лимфообращению;
- ▶ помогает продвижению пищевого комка по пищеводу.

Воспаление плевры — **плевритом**. Скопление жидкости в плевральной полости называется **гидротораксом**, крови — **гемотораксом**, гнойного экссудата — **пиотораксом**.

9.2.8. Границы лёгких и плевры. Перкуссия и аускультация лёгких

В клинической практике необходимо определять границы лёгких и плевры на поверхность грудной клетки. Различают **переднюю, нижнюю и заднюю** границы. Для определения проекции нижней границы лёгких и плевры пользуются условно проведёнными вертикальными линиями.

Верхушки лёгких выступают выше ключицы на 2–3 см.

Передняя граница лёгких (проекция переднего края) спускается от верхушек обоих лёгких по грудине, проходит почти параллельно на расстоянии 1–1,5 см до уровня хряща IV ребра.

Переднюю границу правого лёгкого проводят от его верхушки косо вниз и внутрь через грудиноключичное сочленение до места соединения рукоятки и тела грудины. Отсюда передняя граница правого лёгкого спускается по телу грудины почти отвесно до уровня хряща VI ребра.

Передняя граница левого лёгкого от его верхушки доходит по грудине только до уровня хряща IV ребра, затем отклоняется влево, пересекает косо хрящ V ребра, доходит до VI ребра. Такая разница передней границы правого и левого лёгкого обусловлена расположением большей части сердца слева от срединной плоскости. Здесь граница левого лёгкого отклоняется влево на 4–5 см, образуя сердечную вырезку.

На уровне хряща VI ребра передние границы лёгких переходят в нижние.

Нижняя граница лёгких соответствует по среднеключичной линии VI ребру, по средней подмышечной линии — VIII ребру, по лопаточной — X ребру, по околопозвоночной — XI ребру. В проекции нижней границы правого и левого лёгкого разница в 1–2 см (слева она ниже). При максимальном вдохе нижний край лёгкого спускается на 5–7 см.

Задняя граница лёгких проходит по околопозвоночной линии (по головкам рёбер).

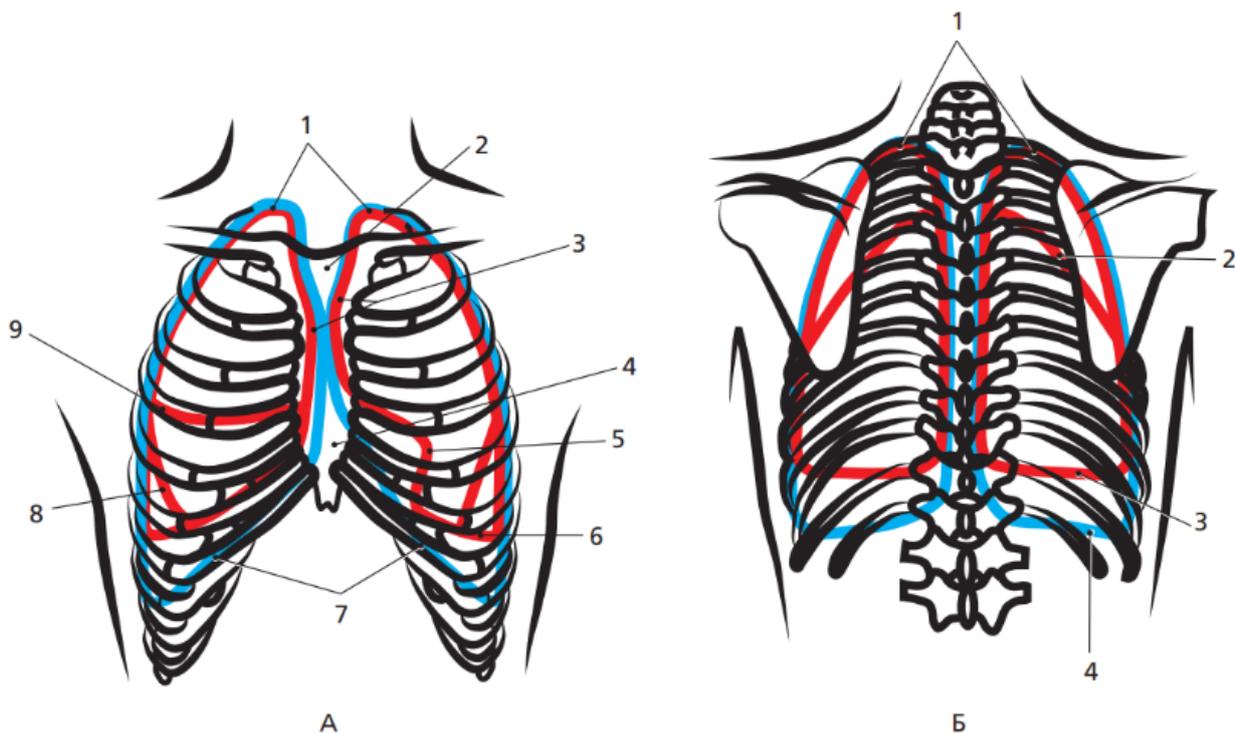


Рис. 9.2.8.1. Проекция лёгких и плевры на переднюю (А) и заднюю (Б) грудную стенки. Плевральная линия обозначена голубым цветом, проекция лёгких — красным. Римскими цифрами обозначены ребра.

А: 1 — верхушка лёгких; 2 — верхнее межплевральное поле; 3 — передний край лёгкого; 4 — нижнее межплевральное поле; 5 — сердечная вырезка левого лёгкого; 6 — нижний край лёгкого; 7 — нижняя граница париетальной плевры; 8 — косая щель; 9 — горизонтальная щель правого лёгкого.

Б: 1 — верхушка лёгких; 2 — косая щель; 3 — нижний край лёгкого; 4 — нижняя граница париетальной плевры

Передняя и задняя границы правой и левой плевры почти совпадают с соответствующими границами лёгких.

Вследствие положения рёберно-диафрагмального синуса **нижняя граница плевры** определяется по каждой вертикальной линии приблизительно на одно ребро ниже границы лёгкого.

Положение купола плевры совпадает с верхушкой лёгкого: он выступает в область шеи на 2–3 см выше ключицы, что соответствует уровню шейки I ребра (остистому отростку VII шейного позвонка).

Границы лёгких на живом человеке определяют путём **перкуссии (выстукивания)**.

Шумы в лёгких при дыхании оценивают с помощью **аускультации (прослушивания)**.

Различают **два вида аускультации лёгких**:

■ **Непосредственная** — путём прикладывания уха к телу больного. **В современной медицине не используется**, поскольку посредственная аускультация предпочтительнее в гигиеническом отношении и позволяет выслушивать на небольших участках.

■ **Опосредованная** — с помощью **стетофонендоскопа**.

Аускультация проводится по областям где расположены сегменты.

Особенности аускультации лёгких перечислены ниже.

- ▶ Выслушивают симметричные участки грудной клетки, двигаясь от верхушек лёгких до нижних отделов.
- ▶ При аускультации в боковых отделах просят больного заложить руки за голову.
- ▶ При выслушивании сзади просят наклониться вперёд и скрестить руки на груди (для расхождения лопаток).
- ▶ В каждой точке аускультацию проводят в течение 2–3 дыхательных движений.
- ▶ Оценивают особенности дыхательного акта: тембр, громкость, продолжительность звучания.

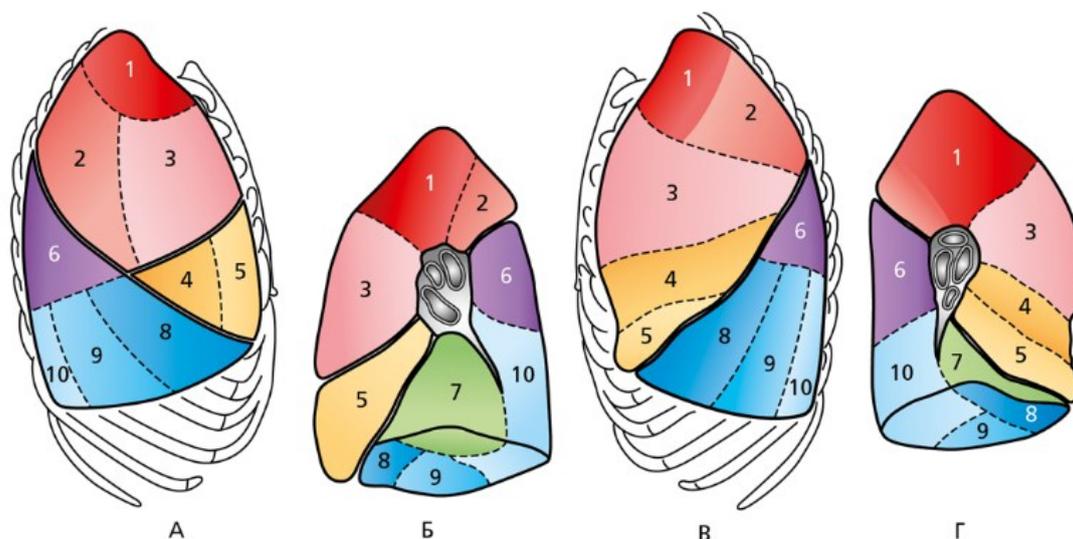


Рис. 9.2.8.2. Сегменты лёгких. Вид спереди и сзади

А, Б. правое лёгкое: 1 — верхушечный сегмент (верхняя доля) (SI); 2 — задний сегмент (SII);

3 — передний сегмент (SIII); 4 — латеральный сегмент (SVI); 5 — медиальный сегмент (SV);

6 — верхушечный сегмент (нижняя доля) (SVI); 7 — медиальный (сердечный) базальный сегмент (SVII);

8 — передний базальный сегмент (SVIII); 9 — латеральный базальный сегмент (SIX);

10 — задний базальный сегмент (SX).

В, Г. левое лёгкое: 1 — верхушечный сегмент (верхняя доля) (SI); 2 — задний сегмент (SII);

3 — передний сегмент (SIII); 4 — верхний язычковый сегмент (SIV); 5 — нижний язычковый сегмент (SV);

6 — верхушечный сегмент (нижняя доля) (SVI); 7 — медиальный (сердечный) базальный сегмент (SVII);

8 — передний базальный сегмент (SVIII); 9 — латеральный базальный сегмент (SIX);

10 — задний базальный сегмент (SX).

9.3. Физиология дыхания

9.3.1. Акт дыхания

9.3.2. Дыхательный цикл. Механизмы вдоха и выдоха

9.3.3. Лёгочные объёмы. Лёгочная вентиляция

9.3.4. Газообмен в лёгких и транспорт кислорода и углекислого газа кровью

9.3.5. Дыхательный центр, его локализация и строение

9.3.6. Гуморальные механизмы регуляции дыхания

9.3.7. Рефлекторные механизмы регуляции дыхания

9.3.8. Дыхание в разных условиях. Искусственное дыхание

9.3.9. Пневмоторакс и его виды

9.3.1. Акт дыхания

В структуре акта дыхания человека выделяют 3 этапа (процесса), которые для облегчения запоминания целесообразно представить в виде схемы:

АКТ ДЫХАНИЯ

1. Внешнее, или лёгочное, дыхание:

- Обмен газов между атмосферным и альвеолярным воздухом;
- Газообмен между кровью лёгочных капилляров и альвеолярным воздухом.

2. Транспорт газов кровью;

3. Внутреннее, или тканевое, дыхание:

- Обмен газов между кровью и тканями;
- Клеточное дыхание (потребление кислорода и выделение углекислого газа).

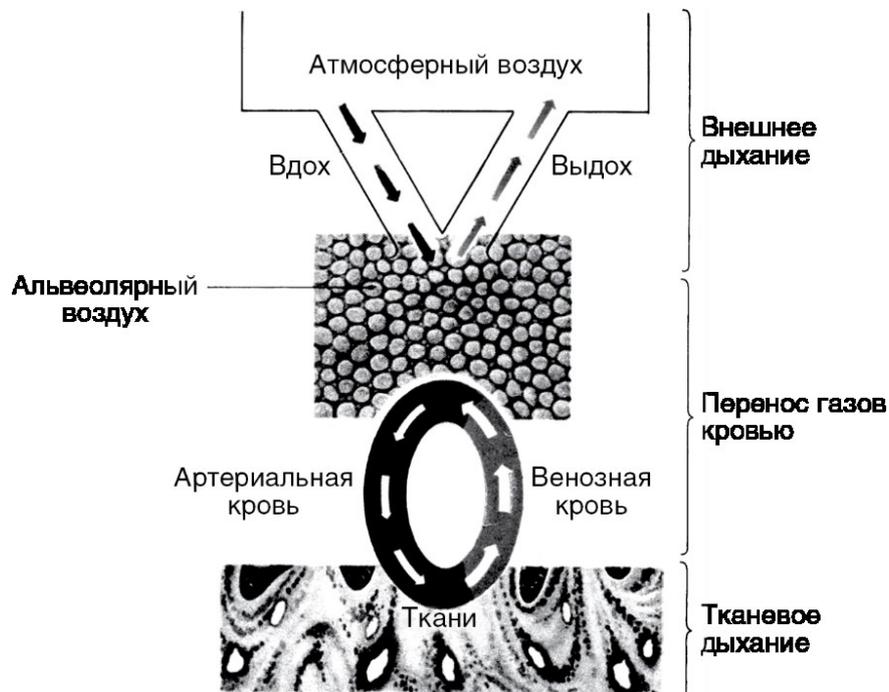
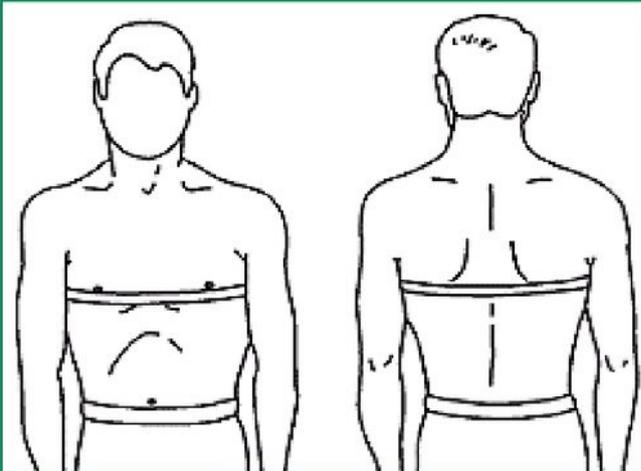


Рис. 9.3.1.1. Газообмен между внешней средой и организмом (три этапа дыхания)

9.3.2. Дыхательный цикл. Механизмы вдоха и выдоха

Дыхательный цикл состоит из вдоха (0,9–4,7 с), выдоха (1,2–6 с) и паузы (может отсутствовать). Частота дыхания, определяемая по числу экскурсий грудной клетки в минуту, составляет в норме у взрослых 12–18 в минуту, у новорождённых — 60, у пятилетних детей — 25 экскурсий в минуту.

ОЦЕНКА ЭКСКУРСИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ (ПО МОЛЮ И РАЙТУ, 1971)



Окружность грудной клетки измеряется сантиметровой лентой на уровне подмышек. Сзади лента должна быть под углами лопаток, спереди - у верхнего края сосков (у женщин - по верхним краям 5 ребер). При наложении ленты руки пациента приподнимаются, во время измерения они должны быть опущены. Замер производится при спокойном дыхании, на высоте максимального вдоха и при максимальном выдохе.

У мужчин 15-55 лет – не менее 6 см,
 У мужчин старше 55 лет – не менее 5 см,
 У женщин 15-35 лет – не менее 5 см,
 У женщин старше 35 лет – не менее 4 см.
 Нормы для детей не разработаны.

Рис. 9.3.2.1. Оценка экскурсии грудной клетки (по Молю-Райту, 1971)

В любом возрасте частота дыхания меньше частоты сердечных сокращений в 4-5 раз.

На частоту и глубину дыхания влияют многие факторы: физическая нагрузка, степень тренированности организма, температурный фактор, эмоциональное состояние, интенсивность обмена веществ и т.д. Чем чаще и глубже дыхание, тем больше кислорода поступает в лёгкие и соответственно больше углекислого газа выводится из организма.

А. Вдох (инспирация) совершается вследствие увеличения объёма грудной клетки в трёх направлениях: вертикальном, сагиттальном, фронтальном, в основном за счёт сокращения наружных межрёберных мышц и уплощения купола диафрагмы. При вдохе лёгкие пассивно следуют за увеличивающейся в размерах грудной клеткой. Дыхательная поверхность лёгких увеличивается, давление же в них понижается и становится на 2 мм рт. ст. ниже атмосферного. Это способствует поступлению воздуха через дыхательные пути в лёгкие. Быстрому выравниванию давления в лёгких препятствует голосовая щель, так как в этом месте воздухоносные пути сужены. Только на высоте вдоха происходит полное заполнение воздухом расширенных альвеол лёгких.

Б. Выдох (экспирация) осуществляется в результате расслабления наружных межрёберных мышц и поднятия купола диафрагмы. При этом грудная клетка возвращается в исходное положение, и дыхательная

поверхность лёгких уменьшается. Растянутые лёгкие благодаря своей эластичности уменьшаются в объёме. Давление воздуха в лёгких становится на 3-4 мм рт. ст. выше атмосферного, что облегчает выход воздуха из них в окружающую среду. Медленному выходу воздуха из лёгких способствует сужение голосовой щели.

В. Дыхательная пауза различна по величине и может даже отсутствовать.

Механизм изменения объёма лёгких при дыхании может быть продемонстрирован с помощью модели **Ф. Дондерса**. Она доказывает, что непосредственной причиной изменения объёма лёгких при вдохе и выдохе является изменение размеров грудной клетки и давления в плевральной полости.

9.3.3. Лёгочные объёмы. Лёгочная вентиляция

В повседневной клинической практике используют определение четырёх лёгочных объёмов и четырёх ёмкостей лёгких. Для этой цели применяют специальные приборы: спирометры и спирографы.



Рис. 9.3.3.1. Внешний вид механического спирометра

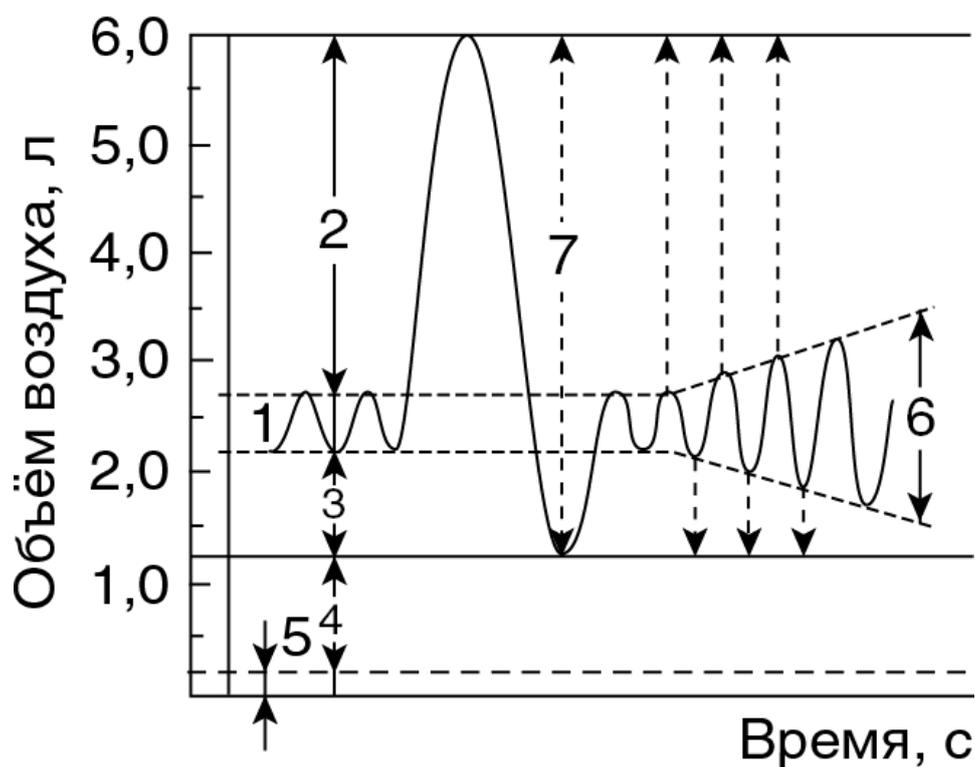


Рис. 9.3.3.2. Дыхательные движения и лёгочные объёмы

- 1 — дыхательный объём в покое; 2 — резервный объём вдоха; 3 — резервный объём выдоха;
 4 — остаточный воздух; 5 — воздух «вредного» пространства;
 6 — дыхательный объём при форсированном дыхании; 7 — жизненная ёмкость лёгких

Лёгочные объёмы.

- 1) Дыхательный объем — количество воздуха, которое человек вдыхает и выдыхает в покое: 300–700 мл (в среднем 500 мл).
- 2) Резервный объем вдоха — количество воздуха, которое человек может дополнительно вдохнуть после нормального спокойного вдоха: 1500–2000 мл (чаще 1500 мл).
- 3) Резервный объем выдоха — количество воздуха, которое человек может дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха: 1500–2000 мл (чаще 1500 мл).
- 4) Остаточный объем — количество воздуха, остающееся в лёгких после максимального выдоха: 1000–1500 мл (в среднем 1200 мл).

Ёмкости лёгких.

- 1) Жизненная ёмкость лёгких — наибольшее количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха. Равна сумме дыхательного объёма, резервного объёма вдоха и выдоха (3500–4700 мл).
- 2) Общая ёмкость лёгких — количество воздуха, содержащееся в лёгких на высоте максимального вдоха. Равна сумме жизненной ёмкости лёгких и остаточного объёма (4700–6000 мл).
- 3) Резерв (ёмкость) вдоха — максимальное количество воздуха, которое можно вдохнуть после спокойного выдоха. Равен сумме дыхательного объёма и резервного объёма вдоха (2000 мл).
- 4) Функциональная остаточная ёмкость — количество воздуха, остающееся в лёгких после спокойного выдоха. Равна сумме резервного объёма выдоха и остаточного объёма (2700–2900 мл). Физиологическое значение функциональной остаточной ёмкости состоит в том, что она способствует выравниванию колебаний содержания кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе вследствие разной концентрации этих газов во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе.

Лёгочная вентиляция — это количество воздуха, проходящее через лёгкие в единицу времени. Обычно измеряют минутный объем дыхания (МОД), равный произведению дыхательного объёма на частоту дыхания. В покое минутный объем дыхания равен 6–8 л/мин, при средней мышечной работе он составляет 80 л/мин, а при тяжёлой мышечной работе достигает 120–150 л/мин. Не весь объем вдыхаемого воздуха участвует в вентиляции альвеол. Часть его (140–150 мл) остаётся в воздухоносных путях. Поэтому при спокойном дыхании в альвеолы поступает не 500 мл, а только около 350 мл. Вот почему просвет воздухоносных путей называют анатомическим мёртвым пространством: воздух, находящийся в них, не участвует в газообмене. При вдохе последние порции атмосферного воздуха входят в мёртвое пространство и, не изменив своего состава, покидают его при выдохе.

9.3.4. Газообмен в лёгких и транспорт кислорода и углекислого газа кровью

Газообмен в лёгких совершается между альвеолярным воздухом и кровью лёгочных капилляров путём диффузии в результате разницы парциального давления дыхательных газов.

Парциальным (т. е. частичным) давлением называется та часть общего давления, которая приходится на долю каждого газа в газовой смеси, эта часть зависит от процентного содержания газа в смеси (чем оно больше, тем выше парциальное давление данного газа).

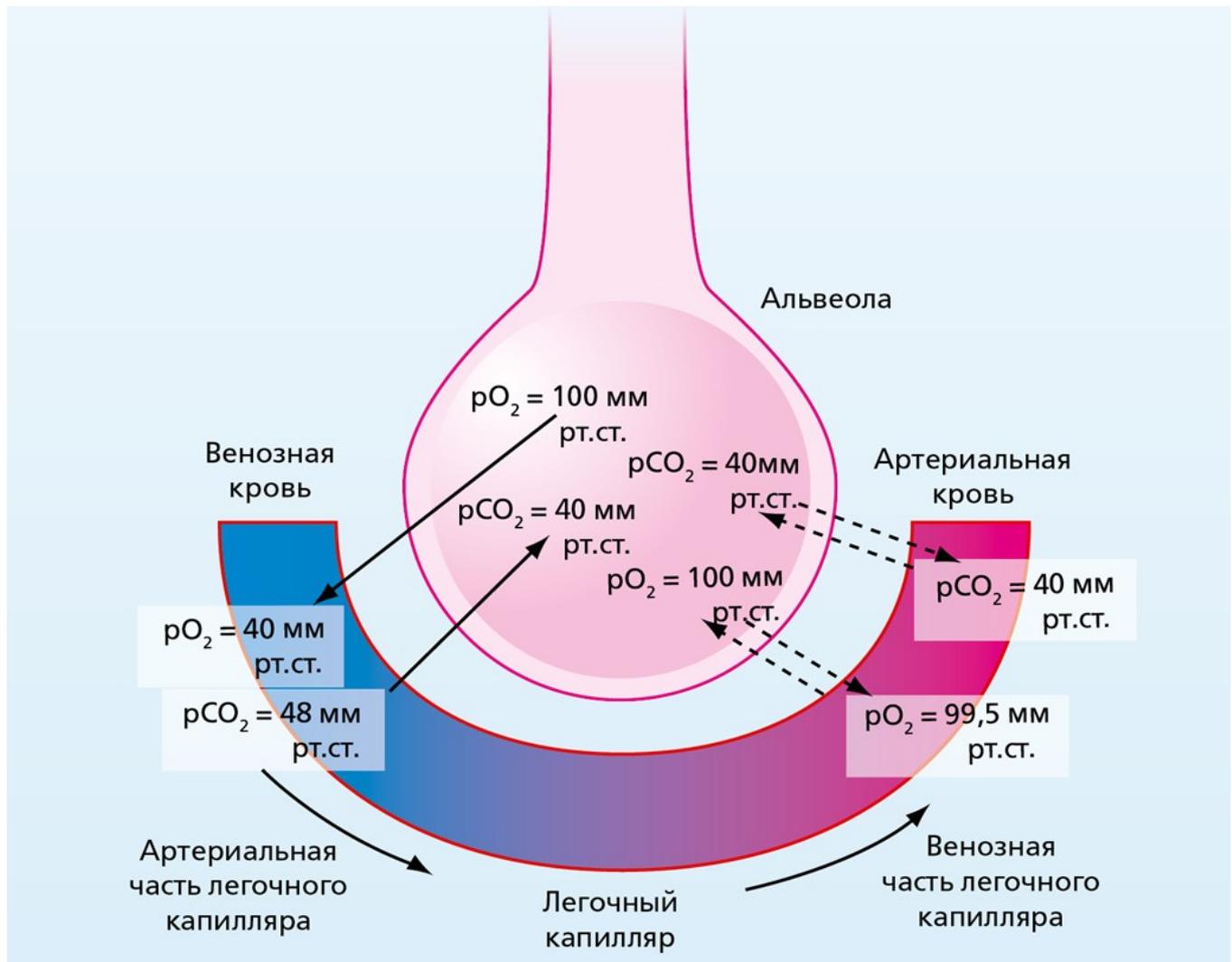


Рис. 9.3.4.1. Динамика показателей обмена кислорода и углекислого газа между полостью альвеолы и кровью в лёгочных капиллярах

Аэрогематический (воздушно-кровяной) барьер (греч. аер, aeros — воздух + haima — кровь), через который диффундируют дыхательные газы в ходе газообмена, включает:

- 1) тонкую плёнку фосфолипида — сурфактант, выстилающую внутреннюю поверхность альвеол;
- 2) альвеолярный эпителий — однослойный плоский;
- 3) интерстициальную соединительную ткань, придающую эластичность альвеолам;
- 4) эндотелий капилляра;
- 5) слой плазмы.

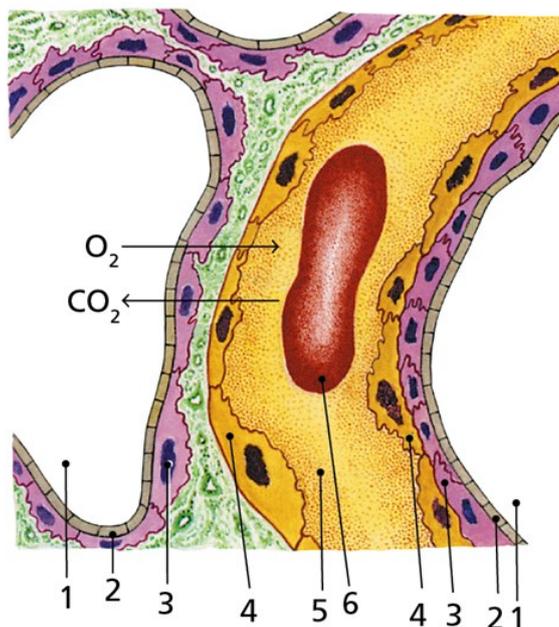


Рис. 9.3.4.2. Аэрогематический барьер (схема)

1 — просвет альвеол; 2 — сурфактант; 3 — альвеолоцит; 4 — эндотелиоцит; 5 — просвет капилляра; 6 — эритроцит в просвете капилляра (стрелками показан путь кислорода и углекислого газа через аэрогематический барьер между кровью и воздухом)

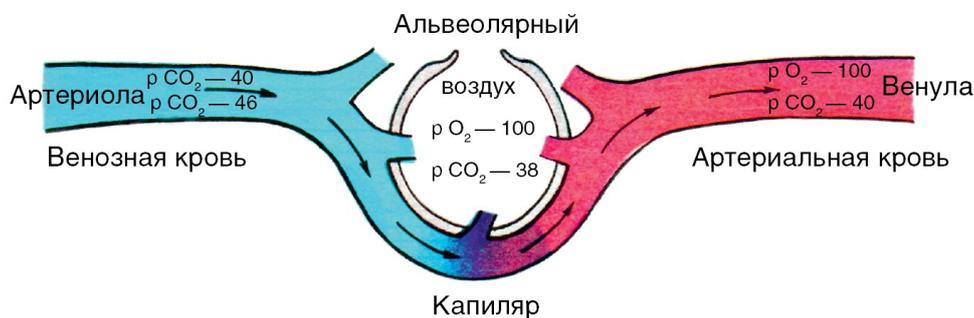


Рис. 9.3.4.3. Газообмен между альвеолой и капилляром (парциальное давление и напряжение газов, мм рт.ст. (схема))

Поскольку парциальное давление O_2 в альвеолярном воздухе (106 мм рт.ст.) больше, чем в притекающей венозной крови (40 мм рт.ст.), то O_2 диффундирует через альвеолы в капилляры. Напротив, напряжение CO_2 в венозной крови (47 мм рт.ст.) больше, чем в альвеолярном воздухе (40 мм рт.ст.), поэтому CO_2 диффундирует в альвеолы. Скорость диффузии для CO_2 в 20–25 раз выше, чем для O_2 . Поэтому обмен CO_2 происходит в лёгких достаточно полно, несмотря на небольшую разницу парциального давления этого газа (7 мм рт.ст.). Скорость диффузии O_2 через альвеолярную мембрану составляет только 1/20–1/25 скорости диффузии CO_2 . Поэтому полного выравнивания давления O_2 между артериальной кровью и альвеолярным воздухом не происходит, и оттекающая от лёгких артериальная кровь имеет напряжение O_2 на 6 мм рт.ст. ниже, чем в альвеолах. Заметим при этом, что весь O_2 должен пройти через стадию растворения в плазме крови.

В целом напряжение дыхательных газов в оттекающей артериальной крови становится практически таким же, как их парциальное давление в альвеолах лёгких.

Человек в покое потребляет в минуту около 250 мл кислорода и выделяет при этом в среднем 200 мл углекислого газа. В крови O_2 и CO_2 могут находиться в двух состояниях: в физически растворенном и в химически связанном виде. В 100 мл крови в растворенном состоянии в плазме находится 0,3 мл O_2 , 2,5–3 мл CO_2 ; в химически связанном виде — 19–20 мл O_2 и 48–51 мл CO_2 . 1 г гемоглобина связывает 1,34 мл O_2 . Кислородная ёмкость всей крови человека, содержащей примерно 750 г гемоглобина, составляет около 1000 мл.

Транспорт O_2 обеспечивается в основном за счёт химической связи его с гемоглобином эритроцитов. Одна молекула гемоглобина присоединяет 4 молекулы O_2 , при этом гемоглобин превращается в оксигемоглобин, а кровь из вишнёвой — венозной становится ярко-алой — артериальной. Насыщение гемоглобина O_2 зависит в первую очередь от парциального давления газа в атмосферном и альвеолярном воздухе и совершается не линейно, а по S-образной кривой, получившей название кривой связывания или диссоциации оксигемоглобина.

При низком парциальном давлении O_2 (до 20 мм рт.ст.) скорость образования оксигемоглобина невелика. Максимальное количество гемоглобина (45–80%) связывается с O_2 при его напряжении 26–46 мм рт.ст. Дальнейшее повышение напряжения O_2 приводит к снижению скорости образования оксигемоглобина.

На диссоциацию (расщепление) оксигемоглобина и переход O_2 из крови в ткани влияют 3 фактора:

1. парциальное давление (напряжение) O_2 в тканях (0–20 мм рт.ст.);
2. кислотность среды, в частности, CO_2 ;
3. температура тела человека.

Действие этих факторов проявляется и в покое, но особенно оно усиливается при физической работе.

Образовавшийся в тканях углекислый газ вследствие разности напряжения диффундирует в межтканевую жидкость, плазму крови, а из неё — в эритроциты. В эритроцитах около 10% CO_2 соединяется с гемоглобином, образуя карбгемоглобин. Остальная часть CO_2 соединяется с водой и превращается в угольную кислоту (в эритроцитах).



Эта реакция ускоряется в 20000 раз особым ферментом — карбоангидразой, находящейся в эритроцитах (в тканевых капиллярах). В лёгочных капиллярах, где давление CO_2 сравнительно низкое, карбоангидраза ускоряет в 300 раз расщепление угольной кислоты на воду и CO_2 , который диффундирует в альвеолярный воздух. Угольная кислота в тканевых капиллярах реагирует с ионами натрия и калия и образует бикарбонаты ($NaHCO_3$, $KHCO_3$).

Таким образом, CO_2 транспортируется к легким в физически растворенном виде и в непрочном химическом соединении в виде карбгемоглобина, угольной кислоты и бикарбонатов натрия и калия. Две трети CO_2 находится в плазме и одна треть — в эритроцитах. Важная роль в сложных механизмах транспорта CO_2 принадлежит карбоангидразе эритроцитов.

Среда	Кислород. % атмосферного воздуха	Кислород. Парциальное давление, мм рт ст	Углекислый газ. % атмосферного воздуха	Углекислый газ. Парциальное давление, мм рт ст
1. Вдыхаемый атмосферный воздух	20, 94	159	0, 03	0, 2
2. Воздух легочных альвеол	14, 2	106	5, 5	40
3. Артериальная кровь	13, 2	100	5, 5	40
4. Венозная кровь	5, 5	40	6, 2	47
5. Межтканевая жидкость	3 – 5, 5	20 — 40	6, 2	47
6. Ткани	0 — 3	0 — 20	8, 7	60

Таблица. Процентное содержание и парциальное давление дыхательных газов в различных средах

9.3.5. Дыхательный центр, его локализация и строение

Дыхательным центром называется совокупность нейронов, обеспечивающих деятельность аппарата дыхания и его приспособление к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды. Эти нейроны находятся в спинном, продолговатом мозге (основная структура), варолиевом мосту, гипоталамусе и коре большого мозга. Основной структурой, задающей ритм и глубину дыхания, является продолговатый мозг, который посылает импульсы к мотонейронам спинного мозга, иннервирующим дыхательные мышцы. Мост, гипоталамус и кора контролируют и корректируют автоматическую деятельность нейронов вдоха и выдоха продолговатого мозга.

Функции дыхательного центра подробно исследовал в 1885 году отечественный физиолог Н. А. Миславский.

Дыхательный центр продолговатого мозга является парным, симметрично расположенным на дне ромбовидной ямки образованием. В его состав входят две группы нейронов: инспираторные, обеспечивающие вдох, и экспираторные, обеспечивающие выдох. Между этими нейронами существуют реципрокные (сопряжённые) соотношения (возбуждение нейронов вдоха сопровождается торможением нейронов выдоха и, наоборот, возбуждение нейронов выдоха сочетается с торможением нейронов вдоха). Мотонейроны, иннервирующие диафрагму, расположены в III–IV шейных сегментах, иннервирующие межрёберные дыхательные мышцы, — в III–XII грудных сегментах спинного мозга. При перерезке на границе между продолговатым и спинным мозгом наблюдается полное прекращение дыхания, между мостом и продолговатым мозгом — дыхание сохраняется. Повреждение нейронов вдоха и выдоха продолговатого мозга прекращает дыхание.

9.3.6. Гуморальные механизмы регуляции дыхания

Дыхательный центр очень чувствителен к избытку углекислого газа, который является его главным естественным возбудителем, при этом избыток CO_2 действует на дыхательные нейроны как непосредственно (через кровь и спинномозговую жидкость), так и рефлекторно (через хеморецепторы сосудистого русла и продолговатого мозга). Роль избытка CO_2 на деятельность дыхательного центра была впервые доказана бельгийским физиологом Леоном Фредериком в 1890 г. в опытах с перекрёстным кровообращением собак. В этих опытах прекращение искусственного дыхания у собаки-донора усиливало дыхание у реципиента, а при усилении вентиляции лёгких донора у собаки-реципиента наблюдалась остановка дыхания. Роль CO_2 в регуляции дыхания выявляется при вдыхании газовых смесей, содержащих 5-7% CO_2 . При этом происходит увеличение лёгочной вентиляции в 6-8 раз (Дж.Холден). При угнетении функции дыхательного центра и остановке дыхания наиболее эффективным является вдыхание не чистого O_2 , а карбогена, т. е. смеси 5-7% CO_2 и 95-93% O_2 . Повышенное содержание и напряжение кислорода в среде обитания, крови и тканях организма (гипероксия) может привести к угнетению дыхательного центра.

После предварительной гипервентиляции, т. е. произвольного увеличения глубины и частоты дыхания, обычная 40-секундная задержка дыхания может возрасти до 3-3,5 минут, что указывает не только на увеличение количества кислорода в лёгких, но и на уменьшение CO_2 в крови и снижение возбуждения дыхательного центра вплоть до остановки дыхания. При мышечной работе в тканях и крови возрастает количество молочной кислоты, CO_2 , которые являются мощными стимуляторами дыхательного центра. Снижение напряжения O_2 в артериальной крови (гипоксемия) сопровождается увеличением вентиляции лёгких (при подъеме на высоту, при легочной патологии).

Механизм первого вдоха новорожденного. Механизм первого вдоха новорождённого: у родившегося ребенка после перевязки пуповины прекращается газообмен через пупочные сосуды, контактирующие в плаценте с кровью матери. В крови новорождённого накапливается углекислый газ, который, так же, как и недостаток кислорода, гуморально возбуждает его дыхательный центр и вызывает первый вдох.

9.3.7. Рефлекторные механизмы регуляции дыхания

Рефлекторная регуляция дыхания осуществляется постоянными и непостоянными рефлекторными влияниями на функцию дыхательного центра.

А. Постоянные рефлекторные влияния возникают в результате раздражения следующих рецепторов:

- 1) механорецепторов альвеол-рефлекс **Э. Геринга–И. Брейера** (1868);
- 2) механорецепторов корня легкого и плевры — плевропульмональный рефлекс;
- 3) хеморецепторов сонных синусов — рефлекс **К. Гейманса** (1930);
- 4) проприорецепторов дыхательных мышц.

Рефлекс Э.Геринга-И. Брейера называют рефлексом торможения вдоха при растяжении лёгких. Суть его: при вдохе в легких возникают импульсы, рефлекторно тормозящие вдох и стимулирующие выдох, а при выдохе — импульсы, рефлекторно стимулирующие вдох. Он является примером регуляции по принципу обратной связи. Перерезка блуждающих нервов выключает этот рефлекс, дыхание становится редким и глубоким. У -спинального животного, у которого произведена перерезка спинного мозга на границе с продолговатым, после исчезновения спинального шока дыхание и температура тела не восстанавливаются совсем.

Плевропульмональный рефлекс возникает при возбуждении механорецепторов лёгких и плевры при растяжении последних. В конечном итоге он изменяет тонус дыхательных мышц, увеличивая или уменьшая дыхательный объем лёгких.

Рефлекс К. Гейманса заключается в рефлекторном усилении дыхательных движений при повышении напряжения CO_2 в крови, омывающей сонные синусы.

К дыхательному центру постоянно поступают нервные импульсы от проприорецепторов дыхательных мышц, которые при вдохе тормозят активность нейронов вдоха и способствуют наступлению выдоха.

Б. Непостоянные рефлекторные влияния на активность дыхательного центра связаны с возбуждением экстеро- и интерорецепторов:

- 1) слизистой оболочки верхних дыхательных путей;
- 2) температурных и болевых рецепторов кожи;
- 3) проприорецепторов скелетных мышц.

Например, при вдыхании аммиака, хлора, дыма наблюдается рефлекторный спазм голосовой щели и задержка дыхания; при раздражении слизистой оболочки носа пылью — чихание; гортани, трахеи, бронхов — кашель.

Кора большого мозга, посылая импульсы к дыхательному центру, принимает активное участие в регуляции нормального дыхания, благодаря коре осуществляется приспособление дыхания при разговоре, пении, трудовой деятельности человека. Она участвует в выработке условных дыхательных рефлексов, в изменении дыхания при внушении (если человеку, находящемуся в состоянии гипнотического сна, внушить, будто он выполняет тяжёлую физическую работу, дыхание усиливается, несмотря на то, что он продолжает оставаться в состоянии полного физического покоя).

По **М. В. Сергиевскому** регуляция активности дыхательного центра представлена тремя уровнями.

Первый уровень регуляции активности дыхательного центра включает спинной мозг. В нем располагаются центры диафрагмальных и межрёберных нервов, обуславливающие сокращение дыхательных мышц. Этот уровень регуляции не может обеспечивать ритмичную смену фаз дыхательного цикла, так как афферентные импульсы от дыхательного аппарата, минуя спинной мозг, направляются непосредственно в продолговатый мозг.

Второй уровень регуляции активности дыхательного центра объединяет продолговатый мозг. Здесь находится дыхательный центр, который воспринимает и перерабатывает различные афферентные импульсы от дыхательного аппарата и рефлексогенных сосудистых зон. Этот уровень обеспечивает ритмичную смену фаз дыхания и активность спинномозговых мотонейронов, аксоны которых иннервируют дыхательную мускулатуру.

Третий уровень регуляции активности дыхательного центра объединяет верхние отделы головного мозга, включая кору. Этот уровень обеспечивает адекватное приспособление дыхания к изменяющимся условиям окружающей среды.

9.3.8. Дыхание в разных условиях. Искусственное дыхание

Дыхание при пониженном атмосферном давлении. При подъеме на большие высоты вследствие понижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе наблюдается патологическое состояние, называемое высотной, или горной, болезнью. Первые признаки кислородной недостаточности у человека наблюдаются, начиная с высоты 3–3,5 км, но становятся вполне отчетливыми на высоте 4–5 км. Основные симптомы высотной болезни: одышка, сердцебиение, головокружение, эйфория, шум в ушах, головная боль, мышечная слабость, сонливость, нарушение остроты зрения, снижение работоспособности. При нарастании явлений кислородного голодания может наступить потеря сознания с летальным исходом. Профилактика и лечение: дача кислорода. Предельной величиной снижения парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе при кислородном голодании является 30 мм рт. ст.

Дыхание при повышенном атмосферном давлении.

Работа водолазов под водой и рабочих в кессонах при строительстве мостов в воде протекает под большим давлением. Спуск на каждые 10 м глубины водного слоя увеличивает давление примерно на 1 атмосферу (на глубине 20 м — давление 3 атмосферы). При быстром подъеме из среды с повышенным давлением воздуха в среду с более низким давлением может наступить водолазная, или кессонная, болезнь. Причина ее — образование и скопление пузырьков газа (азота) в крови и других тканях человека, которые могут вызвать закупорку сосудов. Лечение: рекомпрессия в камере с повышенным давлением (растворение газовых пузырьков).

Дыхание при физической работе.

Увеличивается объем легочной вентиляции — с 6–8 л/мин до 80–120–150 л/мин (у тренированных людей). В крови и тканях повышается концентрация CO_2 и молочной кислоты, которые стимулируют дыхательный центр как гуморально, так и рефлекторно. От коры большого мозга, чувствительной к недостатку кислорода и избытку углекислого газа, также идут импульсы к дыхательному центру. Увеличивается частота сердечных сокращений, повышается АД, расширяются сосуды работающих мышц и суживаются сосуды других областей. Открываются дополнительные капилляры в работающих органах, и происходит выброс крови из депо.

Искусственное дыхание.

Применяется в случаях прекращения самостоятельного дыхания или резком снижении легочной вентиляции. Проводится способом «рот в рот» и «рот в нос» вдуванием в легкие пострадавшего выдыхаемого воздуха лицом, оказывающим помощь (O_2 — 16–17%, CO_2 — 3–4%). Искусственное дыхание может быть проведено с помощью носовой маски от наркозного аппарата или специального воздуховода, а также мехами или насосом вручную, или моторчиком.

Другие методы искусственного дыхания сейчас оставлены.

9.3.9. Пневмоторакс и его виды.

Пневмоторакс — это скопление воздуха в плевральной полости, различают следующие виды пневмоторакса:

- 1) травматический;
- 2) спонтанный (самопроизвольный);
- 3) искусственный.

Травматический пневмоторакс возникает при проникающем ранении грудной клетки. В зависимости от связи (сообщения) плевральной полости с атмосферным воздухом он может быть закрытым, открытым и клапанным. При закрытом пневмотораксе воздух поступает в плевральную полость однократно в момент ранения. Сообщения плевральной полости с атмосферой нет. Не опасен, так как воздух быстро рассасывается или удаляется при пункции. При открытом пневмотораксе воздух беспрепятственно поступает в плевральную полость и выходит из неё, лёгкое спадается, выключается из дыхания. Очень опасен из-за развития тяжёлого шока. При клапанном (напряжённом) пневмотораксе воздух поступает в плевральную полость при вдохе и не выходит при выдохе. Необходима срочная пункция плевральной полости толстой иглой во втором-третьем межреберье по среднеключичной линии. Кроме того, следует наложить раненым в грудную клетку окклюзионную (*лат. occlusus* — запёртый) повязку.

Спонтанный (самопроизвольный) пневмоторакс образуется при самопроизвольном разрыве большого лёгкого (кавернозный туберкулёз, абсцесс, гангрена, рак), когда воздух проникает в плевральную полость через повреждённую стенку бронха.

Искусственный пневмоторакс создаётся преднамеренно с лечебной целью (при туберкулёзе лёгких), для диагностики (при опухолях и инородных телах грудной полости) и для подготовки больного к операции на лёгком и средостении.

Теоретический, номенклатурный и практический минимум

Знать особенности развития внутренностей; строение органа трубчатого строения; обзор дыхательной системы, значение дыхания, топографию, строение и функции полости носа, гортани, трахеи и бронхов; топографию, строение лёгких, плевры; дыхательный цикл, механизмы вдоха и выдоха, лёгочные объёмы, минутный объём дыхания; механизмы газообмена в лёгких и транспорт кислорода и углекислого газа кровью.

Представлять понятие о науке спланхнологии; механизм возникновения пневмоторакса и основные виды пневмоторакса; механизмы гуморальной и рефлекторной регуляции дыхания, дыхания при пониженном и повышенном атмосферном давлении, искусственного дыхания.

Уметь показывать эти органы и их составные части на плакатах, муляжах и планшетах; показывать на скелете человека границы лёгких.

Примерные вопросы для повторения

- Общий план строения и значение дыхательной системы.
- Строение полости носа.
- Строение, функции гортани.
- Строение трахеи и главных бронхов.
- Строение лёгких.
- Плевральные полости и синусы.
- Границы лёгких и плевры.
- Понятие о средостении. Органы средостения.
- Этапы процесса дыхания.
- Аппарат внешнего дыхания.
- Дыхательный цикл.
- Механизмы вдоха и выдоха.
- Понятие о лёгочных объёмах и лёгочной вентиляции.
- Состав атмосферного, альвеолярного и выдыхаемого воздуха.
- Газообмен в лёгких.
- Транспорт газов кровью.
- Газообмен между кровью и тканями.
- Дыхательный центр. Регуляция дыхания.

Использованная и рекомендуемая литература

- Гистология, эмбриология, цитология : учебник // Ю. И. Афанасьев, Б. В. Алешин, Н. П. Барсуков [и др.] ; под ред. Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. — 7-е изд., перераб. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2024. — 832 с. — ISBN 978-5-9704-8785-3.
- Николенко В. Н., Сперанский В. С. Анатомия человека с элементами гистологии учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Сестринское дело» // В. Н. Николенко, В. С. Сперанский. — Москва : Академия, 2008. — 460, [1] с. ил.; 22. — (Высшее профессиональное образование, Учебник); ISBN 978-5-7695-5306-6.
- Перцов С. С. и др. Нормальная физиология учебник, для студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 31.05.01 «Лечебное дело» // С. С. Перцов, В. П. Дегтярёв, Н. Д. Сорокина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2025. — 496 с., цв. и чб. ил., табл. — ISBN 978-5-9704-8736-5.
- Привес М. Г. Анатомия человека. Учебник для использования в учебном процессе образовательных организаций, реализующих программы высшего образования по специальности 31.05.01 «Лечебное дело» по дисциплине «Анатомия человека» // М. Г. Привес (1904–2000), Н. К. Лысенков, В. И. Бушкович. — 14-е изд., испр. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2025. — 891 с. : ил., табл. : 25 см — (Учебник).; ISBN 978-5-9704-8769-3.
- Тонков В. Н. Учебник нормальной анатомии человека // В. Н. Тонков (1872–1954). — Изд. 7-е, перераб. и доп. — Москва : ООО «Медицинское информационное агентство», 2021. — 856 с. : ил. — (Сокровищница отечественной медицины).
- Синельников Р. Д., Синельников Я. Р., Синельников А. Я. Атлас анатомии человека. В 3-х тт. Т. 1. Остеология. Артрология. Миология. // Под общ. ред. А. Г. Цыбулькина. 8-е изд., перераб. — М.: «Новая волна», 2021. — 488 с. — ISBN 978-5-7864-0346-7, 978-5-7864-0352-8. (Переиздание: 2022—2024, либо другие издания)
- Синельников Р. Д., Синельников Я. Р., Синельников А. Я. Атлас анатомии человека. В 3-х тт. Т. 2. Спланхнология. Эндокринные железы. Кардиоангиология. Лимфоидная система. // Под общ. ред. А. Г. Цыбулькина. 8-е изд., перераб. — М.: «Новая волна», 2023. — 536 с. — ISBN 978-5-7864-0363-4. (либо другие издания)
- Синельников Р. Д., Синельников Я. Р., Синельников А. Я. Атлас анатомии человека. В 3-х тт. Т. 3. Неврология. Эстеziология. // Под общ. ред. А. Г. Цыбулькина. 8-е изд., перераб. — М.: «Новая волна», 2021. — 316 с. — ISBN 978-5-7864-0343-6, 978-5-7864-0354-2. (Переиздание: 2022—2024, либо другие издания)