

© 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
9.2. Дыхательная система	8
9.2.1. Значение дыхания. Обзор дыхательной системы	8
9.2.2. Полость носа	10
9.2.3. Гортань	12
9.2.4. Трахея и бронхи	15
9.2.5. Лёгкие	17
9.2.6. Плевра. Плевральные полости	19
9.2.7. Средостение	21
9.3. Физиология дыхания	22
9.3.1. Акт дыхания	22
9.3.2. Дыхательный цикл. Механизмы вдоха и выдоха	23
9.3.3. Лёгочные объёмы. Лёгочная вентиляция	24
9.3.4. Газообмен в лёгких и транспорт кислорода и углекислого газа кровью	25
9.3.5. Дыхательный центр, его локализация и строение	27
9.3.6. Гуморальные механизмы регуляции дыхания	28
9.3.7. Рефлекторные механизмы регуляции дыхания	29
9.3.8. Дыхание в разных условиях. Искусственное дыхание	30
9.3.9. Пневмоторакс и его виды	31
Теоретический, номенклатурный и практический минимум	32
Примерные вопросы для повторения	33
Использованная и рекомендуемая литература	34

9.1. Введение в спланхнологию

9.1.1. Учение о внутренностях

9.1.2. Развитие внутренностей

9.1.3. Общая спланхнология

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 кишечнополостных 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 центральной стенки переднего отдела кишечной трубы, 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 сформирования тела эмбриона, образуется первичная кишка, состоящая из двух слоёв: внутреннего — из энтодермы и наружного — из висцеральной мезодермы. По мере ограничения 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. Каудальное пищевода определяется отчётливое расширение пищеварительной трубы, 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 спереди 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 трубы, 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 стебель 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 плевроперitoneальных 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 объёме поверхность обмена становится наибольшей.

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

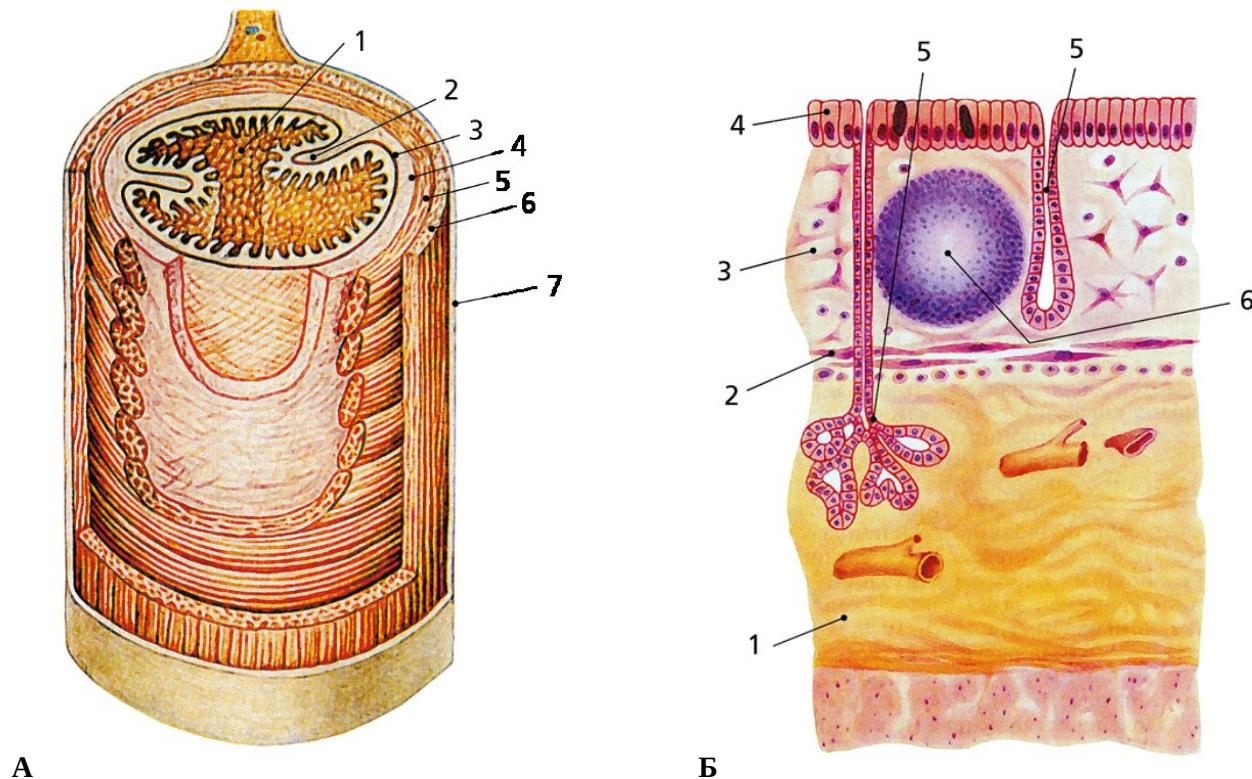


Рис. 9.1.3.1. Строение трубчатого (полого) органа (схема; по Д. Б. Никитюку)

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 (однослоиный 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 функций 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 нем 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 обусловливают 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. Пластиинки 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 παρεύχέω — доливать, добавлять) — основного вещества — скопления специфических клеток, **стромы** (греч. στρῶμα [strôma] — 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.

9.2. 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. Лёгкие

9.2.6. Плевра

9.2.7. Средостение

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 внутривентиляционными 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 (нос, глотка, гортани) и непроизвольные (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 многорядным однослойным мерцательным (ресниччатым) 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.

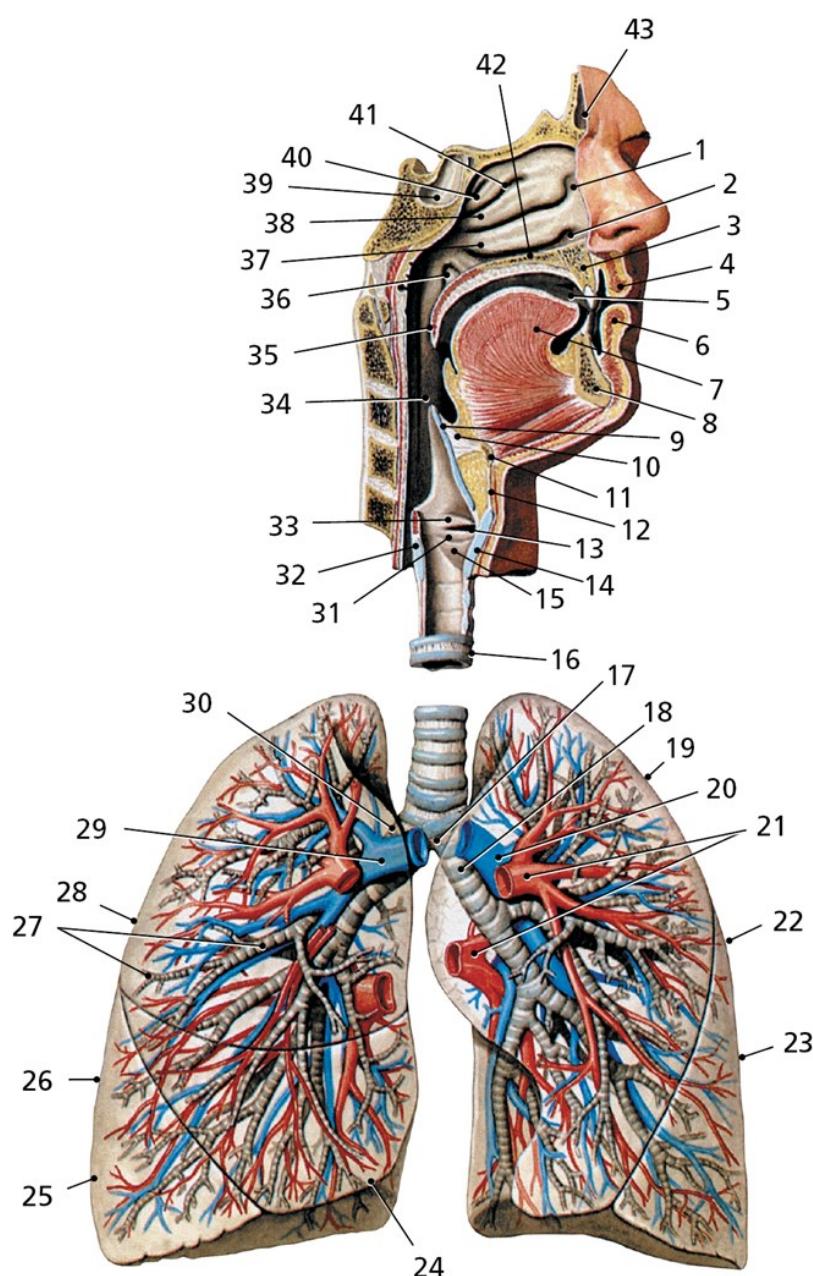


Рис. 9.2.1.1. Дыхательная система (схема). Вид спереди (по М. Р. Сапину)

- 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. *ρίνος* [*rhinos*] от др.-греч. *ρίς* [*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, ограниченные бороздками, называют крыльями носа. Величина и форма наружного носа подвержена у разных людей большим колебаниям.

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** (евстахиевые) **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.

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**.

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

*В лечебной практике нередки воспалительные заболевания. Воспаление слизистой оболочки полости носа называется **ринитом** (лат. *rhinitis*), придаточных пазух носа — **синуситом**, слизистой оболочки слуховой трубы — **евстахиитом**.*

Изолированное воспаление верхнечелюстной (гайморовой) пазухи называется гайморитом, любной пазухи — фронтитом, а одновременное воспаление слизистой оболочки полости носа и придаточных пазух — риносинуситом.

9.2.3. Гортань

Гортань (larynx) — это начальный хрящевой отдел дыхательного горла, предназначенный для проведения воздуха, образования звуков (голосообразования) и защиты нижних дыхательных путей от попадания в них инородных частиц. 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 подвешена к подъязычной кости, внизу переходит в дыхательное горло — трахею. Спереди от нее лежат мышцы шеи, сбоку — доли щитовидной железы и сосудисто-нервные пучки. Вместе с подъязычной костью гортань смещается вверх и вниз при глотании.

Скелет гортани образован хрящами. Различают 3 непарных хряща и 3 парных. Непарными хрящами являются перстневидный, щитовидный, надгортанный (надгортанник), парными — черпаловидный, рожковидный и клиновидный. Все хрящи гиалиновые, за исключением надгортанника, рожковидного, клиновидного и голосового отростка черпаловидных хрящей. Самым крупным из хрящей гортани является щитовидный хрящ. Он состоит из двух четырехугольных пластинок, соединенных друг с другом спереди под углом 90° у мужчин и 120° у женщин. Угол легко прощупывается через кожу шеи и называется выступом гортани (кадык), или адамовым яблоком. Перстневидный хрящ по форме напоминает перстень, состоит из дуги — передней суженной части и четырехугольной пластинки, обращенной кзади. Надгортанник расположен позади корня языка и ограничивает вход в гортань спереди. Черпаловидные хрящи (правый и левый) лежат над пластинкой перстневидного хряща. Небольшие хрящи: рожковидные и клиновидные (парные) лежат над верхушками черпаловидных хрящей. Хрящи гортани соединены между собой суставами, связками и приводятся в движение поперечнополосатыми мышцами.

Мышцы гортани начинаются от одних и прикрепляются к другим её хрящам. По функции они делятся на 3 группы: расширители голосовой щели, суживатели и мышцы, натягивающие (напрягающие) голосовые связки.

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

- 1) верхний расширенный отдел — преддверие гортани;
- 2) средний суженный отдел — собственно голосовой аппарат;
- 3) нижний расширенный отдел — подголосовую полость.

Средний отдел на своих боковых стенах имеет две пары складок слизистой оболочки с углублениями между ними — желудочки гортани (морганьевы желудочки). Верхние складки называются преддверными (ложными голосовыми) складками, а нижние — истинными голосовыми складками. В толще последних лежат голосовые связки, образованные эластическими волокнами, и голосовые мышцы, напрягающие в целом или частично голосовые связки. Промежуток между правой и левой голосовыми складками называется голосовой щелью. В голосовой щели выделяют межперепончатую часть, располагающуюся между голосовыми связками (3/4 передней части голосовой щели), и межхрящевую часть, ограниченную голосовыми отростками черпаловидных хрящей (1/4 задней части голосовой щели). 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 ее на главные бронхи. Голосовые связки натянуты между щитовидным и черпаловидными хрящами и служат для воспроизведения звуков. 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.

Гортань имеет 3 оболочки: слизистую, фиброзно-хрящевую и соединительнотканную (адвентициальную). Слизистая оболочка, за исключением голосовых складок, выстлана многорядным мерцательным эпителием. Слизистая оболочка голосовых складок покрыта многослойным плоским эпителием (неороговевающим) и не содержит желез. В подслизистой основе гортани располагается большое количество эластических волокон, которые образуют фиброзно-эластическую мембрану гортани. Названные выше складки преддверия и голосовые складки содержат связки, являющиеся частями этой мембраны. Фиброзно-хрящевая оболочка состоит из гиалиновых и эластических хрящей, окруженных плотной волокнистой соединительной

тканью, и выполняет роль опорного каркаса гортани. Адвентициальная оболочка соединяет гортань с окружающими образованиями шеи.

Воспаление слизистой оболочки гортани называется **ларингитом**.

Гортань

Гортань, larynx — расположена 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. Впереди гортани расположены мышцы шеи, позади — гортанская 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 во время глотания.

Скелет гортани образован непарными и парными хрящами (гиалиновыми и эластическими), которые соединены с помощью суставов, связок и мышц. Непарные хрящи гортани — щитовидный, перстневидный и надгортанник. Щитовидный хрящ — самый крупный хрящ гортани, прикреплён к подъязычной кости щитоподъязычной мембранный. Он лежит спереди, легко прощупывается и состоит из двух пластинок, срастающихся спереди под углом (прямым у мужчин и тупым у женщин). У мужчин щитовидный хрящ образует хорошо различимый выступ гортани (калык, адамово яблоко). От пластинок щитовидного хряща сзади отходят рога, верхние и нижние.

Перстневидный хрящ находится в основании гортани. В нём различают переднюю суженную часть — дугу, и заднюю широкую часть — пластинку.

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

Парные небольшие хрящи (рожковидные, клиновидные и черпаловидные) расположены в задней стенке гортани. 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. Функционально значимыми для голосообразования являются черпаловидные хрящи, к которым прикреплены многие мышцы гортани, в том числе голосовые мышцы (и голосовые связки). Важнейшие суставы — перстнечерпаловидный и щитоперстневидный. Оба сустава парные, комбинированные.

Смещение хрящей гортани, натяжение голосовых связок, ширина голосовой щели обусловлены мышцами гортани:

расширяющими голосовую щель — задней перстнечерпаловидной мышцей, голосовой мышцей; суживающими голосовую щель — латеральной перстнечерпаловидной мышцей, поперечной (непарной) и косой черпаловидными мышцами, черпало-надгортанной мышцей, щиточерпаловидной мышцей; натягивающими голосовые связки — перстнечитовидной и голосовой мышцами.

Полость гортани имеет форму песочных часов (рис. 15-2). В ней различают верхний расширенный отдел — преддверие гортани, средний суженный — межжелудочковый, и нижний расширенный отдел — подголосовую полость. Отверстие входа в гортань сообщает преддверие с глоткой. Подголосовая полость переходит в полость трахеи. Слизистая оболочка гортани выстлана многорядным реснитчатым эпителием. Под слизистой оболочкой гортани находится фиброзно-эластическая мембра, образующая эластический конус гортани, расположенный между щитовидным хрящом спереди, черпаловидными хрящами сзади и перстневидным хрящом внизу. Плотные верхние края конуса образуют голосовые связки, состоящие в основном из эластических волокон.

Слизистая оболочка на боковых стенах голосовой части гортани образует две парные складки: верхние — складки преддверия, нижние — голосовые складки. Складки преддверия образованы собственной пластинкой слизистой оболочки и покрыты многорядным реснитчатым эпителием. Парные углубления между преддверными и голосовыми складками называют желудочками гортани. Голосовые складки ограничивают голосовую щель, расположенную сагittalно. Голосовые складки покрыты многослойным (плоским) сквамозным эпителием. В их толще находятся голосовые связки и голосовые мышцы.

Гортань не только проводит воздух, но и служит органом звукообразования. Голос образуется на выдохе при прохождении струи воздуха сквозь голосовую щель во время напряжения и смыкания голосовых связок. Связки при этомibriруют и издают звуки, которые с помощью других органов, участвующих в звукообразовании (мягкого нёба, зубов, околоносовых пазух, губ и языка), становятся членораздельными.

Тембр голоса зависит от толщины, длины и частоты вибрации связок, а громкость — от амплитуды их колебаний. 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. Воспаление слизистой оболочки гортани — ларингит.

9.2.4. Трахея и бронхи

Трахея (trachea), или дыхательное горло, — непарный орган, обеспечивающий проведение воздуха из гортани в бронхи и легкие и обратно. Имеет форму трубы длиной 9-15 см, диаметром 15-18 мм. Трахея располагается в области шеи — шейная часть и в грудной полости — грудная часть. Начинается от гортани на уровне VI-VII шейных позвонков, а на уровне IV-V грудных позвонков делится на два главных бронха — правый и левый. Это место называется бифуркацией трахеи (раздвоение, вилка). Трахея состоит из 16-20 хрящевых гиалиновых полуколец, соединенных 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 и слизистых желез. Снаружи трахея покрыта адвентицией.

Воспаление слизистой оболочки трахеи называется **трахеитом**.

Бронхи (bronchi) — органы, выполняющие функцию проведения воздуха от трахеи до легочной ткани и обратно. Различают главные бронхи: правый и левый и бронхиальное дерево, входящее в состав легких. Длина правого главного бронха 1-3 см, левого — 4-6 см. Над правым главным бронхом проходит непарная вена, а над левым — дуга аорты. Правый главный бронх не только короче, но и шире, чем левый, имеет более вертикальное направление, являясь как бы продолжением трахеи. Поэтому в правый главный бронх чаще, чем в левый, попадают инородные тела.

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 соединительнотканной оболочкой (адвентицией).

Главные бронхи в области ворот легких делятся на долевые бронхи: правый на 3, а левый на 2 бронха. Долевые бронхи внутри легкого делятся на сегментарные бронхи, сегментарные — на субсегментарные, или средние, бронхи (5-2 мм диаметром), средние — на мелкие (диаметром 2-1 мм). Самые малые по калибру бронхи (диаметром около 1 мм) входят по одному в каждую дольку легкого под названием долькового бронха. Внутри легочной дольки 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, причем 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.

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. И только толщина мышечной пластины слизистой оболочки в мелких бронхах не изменяется. Длительное сокращение мышечной пластины 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 легкие.

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 (лёгочный ацинус), относящийся к дыхательной паренхиме лёгкого.

Воспаление слизистой оболочки бронхов называется **бронхитом**.

Трахея и главные бронхи

Трахея, *trachea* — трубчатый орган диаметром 1,5–2,7 см, длиной 9–11 см. Начинаясь от гортани на уровне границы VI–VII шейных позвонков, она проходит в грудную полость через верхнюю апертуру грудной клетки, где на уровне V грудного позвонка делится на два главных бронха: правый и левый. Место разветвления называется бифуркацией трахеи. В соответствии с расположением в трахее различают две части: шейную и грудную. 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.

Скелет трахеи составляют 16–20 неполных хрящевых колец, соединённых кольцевыми связками. Мягкую заднюю стенку трахеи, прилегающую к пищеводу, называют перепончатой. Она состоит из соединительной и гладкой мышечной ткани. Изнутри трахея выстлана слизистой оболочкой, содержащей много слизистых желёз и лимфатических узелков. Воспаление трахеи — трахеит.

Главные бронхи (*bronchi principalis*), правый и левый, направляются от трахеи в лёгкие, в воротах которого делятся на долевые бронхи. Правый главный бронх шире и короче левого; он отходит от трахеи более отвесно, поэтому инородные тела, попадающие в нижние дыхательные пути, обычно оказываются в правом бронхе. Длина правого бронха составляет 1–3 см, а левого — 4–6 см. Над правым бронхом проходит непарная вена, а над левым — дуга аорты. Стенки главных бронхов, как и трахеи, состоят из неполных хрящевых колец, соединённых связками, а также из перепонки и слизистой оболочки. Воспаление бронхов — бронхит.

9.2.5. Лёгкие

Лёгкие (pulmones; греч. *pneumones*) — это парные дыхательные органы, представляющие собой полые мешки ячеистого строения, подразделенные на тысячи обособленных мешочеков (альвеол) с влажными стенками, снабженными густой сетью кровеносных капилляров. Раздел медицины, изучающий строение, функции и заболевания легких, называется пульмонологией.

Легкие 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 легкое напоминает неправильный конус с основанием, обращенным к диафрагме, и верхушкой, выступающей на 2-3 см над ключицей в области шеи. На каждом легком различают 3 поверхности: диафрагмальную, реберную и медиальную и два края: передний и нижний. Реберная и диафрагмальная поверхности отделены друг от друга острым нижним краем и прилежат соответственно к ребрам, межреберным мышцам и куполу диафрагмы. Медиальная поверхность, обращенная к средостению, отделяется от реберной передним краем легкого. На медиальной (средостенной) поверхности обоих легких располагаются ворота легкого, через которые проходят главные бронхи, сосуды и нервы, составляющие корень легкого.

Каждое легкое посредством борозд делится на доли. В правом легком имеется 3 доли: верхняя, средняя и нижняя, в левом — 2 доли: верхняя и нижняя. Доли разделяются на сегменты (по 10 в каждом легком). Сегменты состоят из долек, а долек — из ацинусов. **Ацинусы (грозди)** являются структурно-функциональными единицами легкого, которые осуществляют основную функцию легких — газообмен. В каждую легочную дольку входят 16-18 ацинусов. Ацинус начинается от концевой бронхиолы, которая дихотомически делится на дыхательные бронхиолы 1-2-3 порядка и переходит в альвеолярные ходы и альвеолярные мешочки с расположенными на их стенках альвеолами легких. Число легочных ацинусов в одном легком достигает 150000. В каждый ацинус входит большое количество альвеол.

Альвеолы — это выпячивания в виде пузырьков диаметром до 0,25 мм, внутренняя поверхность которых выстлана однослойным плоским эпителием, расположенным на сети эластических волокон и оплетенным снаружи кровеносными капиллярами. Изнутри альвеолы покрыты тонкой пленкой фосфолипида — сурфактантом, который выполняет много важных функций:

- 1) понижает поверхностное натяжение альвеол;
- 2) увеличивает растяжимость легких;
- 3) обеспечивает стабильность легочных альвеол, препятствуя их спадению, слипанию и появлению ателектаза;
- 4) препятствует транссудации (выходу) жидкости на поверхность альвеол из плазмы капилляров легких.

Толщина стенки альвеолы в местах соприкосновения (прилежания) безъядерных участков эпителиоцитов легких и эндотелия капилляров составляет около 0,5 мкм. На свободной поверхности эпителиоцитов имеются очень короткие цитоплазматические выросты, обращенные в полость альвеол, что увеличивает общую площадь соприкосновения воздуха с поверхностью эпителия. Количество альвеол в обоих легких у взрослого человека от 600 до 700 млн, а общая дыхательная поверхность всех альвеол составляет 100 кв. м. Кроме дыхательной функции легкие осуществляют регуляцию водного обмена, участвуют в процессах терморегуляции, являются депо крови (0,5-1,2 л).

В клинической практике необходимо определять границы легких: переднюю, нижнюю и заднюю. Верхушки легких выступают выше ключицы на 2-3 см. Передняя граница (проекция переднего края) спускается от верхушек обоих легких по грудине, проходит почти параллельно на расстоянии 1-1,5 см до уровня хряща IV ребра. Здесь граница левого легкого отклоняется влево на 4-5 см, образуя сердечную вырезку. На уровне хряща VI ребра передние границы легких переходят в нижние. Нижняя граница легких соответствует по среднеключичной линии VI ребру, по средней подмышечной линии — VIII ребру, по лопаточной — X ребру, по окологоловоночной — XI ребру. Нижняя граница левого легкого расположена на 1-2 см ниже приведенной границы правого легкого. При максимальном вдохе нижний край легкого спускается на 5-7 см. Задняя граница легких проходит по окологоловоночной линии (по головкам ребер).

Вещество (паренхима) лёгких имеет губчатое строение. В состав паренхимы входят бронхи, бронхиолы и их разветвления, альвеолы лёгкого, а также сосуды, нервы и соединительная ткань. Воспаление лёгких — пневмония.

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 венулами двух систем сосудов лёгких существуют многочисленные анастомозы.

9.2.6. Плевра. Плевральные полости

Снаружи каждое легкое покрыто серозной оболочкой — плеврой, состоящей из двух листков: пристеночного (париетального) и легочного (висцерального). Между листками плевры имеется капиллярная щель, заполненная серозной жидкостью — плевральная полость. Эта жидкость уменьшает трение между листками плевры при дыхательных движениях. В местах перехода одной части париетальной плевры в другую образуются запасные пространства — плевральные синусы, которые заполняются легкими в момент максимального вдоха. При патологии в них может скапливаться воспалительный экссудат. Особенно велик реберно-диафрагмальный синус, расположенный в нижнем отделе плевральной полости. Правая и левая плевральные полости между собой не сообщаются. 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 легкие находятся в расправлении состоянии, принимая конфигурацию стенки грудной полости.

Значение отрицательного внутригрудного давления:

- 1) способствует растяжению легочных альвеол и увеличению дыхательной поверхности легких, особенно во время вдоха;
- 2) обеспечивает венозный возврат крови к сердцу и улучшает кровообращение в легочном круге, особенно в fazu vdoxa;
- 3) способствует лимфообращению;
- 4) помогает продвижению пищевого комка по пищеводу.

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

Плевра, pleura — серозная оболочка, тонкая блестящая пластинка, покрывающая легкие. Вокруг каждого легкого она образует замкнутый плевральный мешок. Плевра состоит из соединительнотканной основы, свободная поверхность которой выстлана клетками мезотелия. Плевра имеет два листка: висцеральный и париетальный. Висцеральная (легочная) плевра плотно сращена с веществом легкого (кроме области ворот легкого, не покрытой плеврой). Париетальная плевра срастается со стенками грудной клетки и средостением. В зависимости от расположения, в париетальной плевре различают три части:

реберную плевру (покрывает ребра и межреберные мышцы);
диафрагмальную плевру (покрывает диафрагму, за исключением сухожильного центра);
медиастинальную, или средостенную, плевру (ограничивает с боков средостение и срастается с околосердечной сумкой).

Часть париетальной плевры, расположенную над верхушкой легкого, называют куполом плевры. В местах перехода одной части париетальной плевры в другую образуются щелевидные пространства — плевральные синусы, которые заполняют легкое во время глубокого вдоха. Самый глубокий синус — реберно-диафрагмальный (9 см). При заболеваниях легких и плевры в синусах может накапливаться серозная жидкость (гидроторакс), гной (пиоторакс) или кровь (гемоторакс).

Между висцеральной и париетальной плеврой имеется щелевидная плевральная полость, содержащая небольшое количество серозной жидкости, которая увлажняет прилежащие друг к другу листки плевры, уменьшает трение между ними и способствует более тесному прилеганию листков плевры друг к другу при вдохе. Поскольку в полости плевры отсутствует воздух, давление в ней отрицательное (ниже атмосферного). Плевральные полости герметичны. При травме грудной клетки с повреждением париетальной плевры возможно поступление воздуха в плевральную полость — пневмоторакс, вследствие которого развивается коллапс (скатие) легкого. Воспаление плевры — плеврит.

Границы легких и плевры

В медицинской практике определяют проекции границ легких и плевры на поверхность грудной клетки. Различают переднюю, нижнюю и заднюю границы (рис. 15-3).

Переднюю границу правого лёгкого проводят от его верхушки косо вниз и внутрь через грудино-ключичное сочленение до места соединения рукоятки и тела грудини. Отсюда передняя граница правого лёгкого спускается по телу грудини почти отвесно до уровня хряща VI ребра, где она переходит в нижнюю границу. 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, где продолжается в нижнюю границу. Такая разница передней границы правого и левого лёгкого обусловлена расположением большей части сердца слева от срединной плоскости.

Для определения проекции нижней границы лёгких (и плевры) пользуются условно проведёнными вертикальными линиями, описанными в модуле 1. Нижняя граница лёгких соответствует по среднеключичной линии VI ребру, по средней подмышечной линии — VIII ребру, по лопаточной линии — X ребру, по околовозвоночной — XI ребру. В проекции нижней границы правого и левого лёгкого разница в 1–2 см (слева она ниже). Задняя граница лёгких проходит по околовозвоночной линии.

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 аусcultации (прослушивания).

9.2.7. Средостение

Средостение, mediastinum — пространство между плевральными полостями. 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 межпозвонкового хряща между телами IV и V грудных позвонков. В верхнем средостении находятся:

тимус;

плечеголовные 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. Оно 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.

9.3. 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).

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.

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.

A. Вдох (инспирация) совершается вследствие увеличения объёма грудной клетки в трёх направлениях: вертикальном, сагиттальном, фронтальном, в основном за счёт сокращения наружных межреберных 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.

B. Выдох (экспирация) осуществляется в результате расслабления наружных межреберных мышц и поднятия купола диафрагмы. При этом грудная клетка возвращается в исходное положение, и дыхательная поверхность лёгких уменьшается. Растигнутые 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.

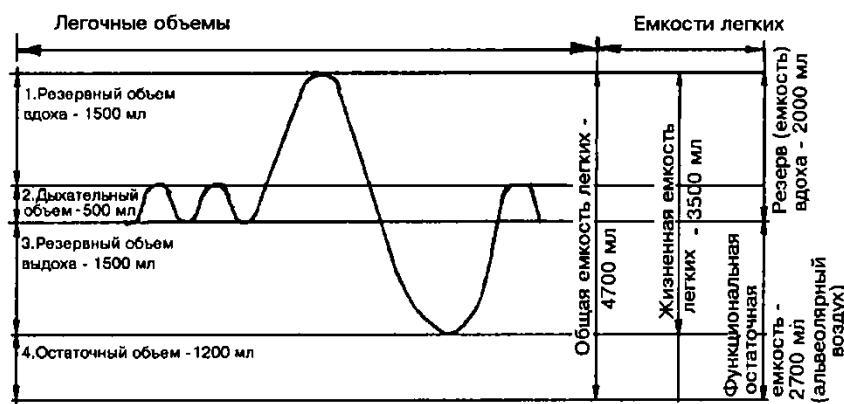


Схема 21. Спирограмма, иллюстрирующая легочные объемы и ёмкости легких.

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 легких после максимального выдоха: 1000-1500 мл (в среднем 1200 мл).

Ёмкости лёгких.

- 1) Жизненная ёмкость легких — наибольшее количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха. Равна сумме дыхательного объема, резервного объема вдоха и выдоха (от 3500 до 4700 мл).
- 2) Общая ёмкость легких — количество воздуха, содержащееся в легких на высоте максимального вдоха. Равна сумме жизненной ёмкости легких и остаточного объема (4700-6000 мл).
- 3) Резерв (емкость) вдоха — максимальное количество воздуха, которое можно вдохнуть после спокойного выдоха. Равен сумме дыхательного объема и резервного объема вдоха (2000 мл).
- 4) Функциональная остаточная ёмкость — количество воздуха, остающееся в легких после спокойного выдоха. Равна сумме резервного объема выдоха и остаточного объема (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 легкие в единицу времени. Обычно измеряют минутный объем дыхания (МОД), равный произведению дыхательного объема на частоту дыхания. В покое минутный объем дыхания равен 6-8 л/мин, при средней мышечной работе он составляет 80 л/мин, а при тяжелой мышечной работе достигает 120-150 л/мин. Не весь объем вдыхаемого воздуха участвует в вентиляции альвеол. Часть его (140-150 мл) остается 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 мертвым пространством: воздух, находящийся в них, не участвует в газообмене. При вдохе последние порции атмосферного воздуха входят в мертвое 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 легочных капилляров путем 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).

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

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

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 легких 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 легких 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 легких.

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 емкость всей крови человека, содержащей примерно 750 г гемоглобина, составляет около 1000 мл.

Транспорт O_2 обеспечивается в основном за счет химической связи его с гемоглобином эритроцитов. Одна молекула гемоглобина присоединяет 4 молекулы O_2 , при этом гемоглобин превращается в оксигемоглобин, а кровь из вишневой — 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.

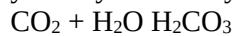
При низком парциальном давлении O_2 (до 20 мм рт.ст.) скорость образования оксигемоглобина невелика. Максимальное количество гемоглобина (45-80%) связывается с O_2 при его напряжении 26-46 мм рт.ст. Дальнейшее повышение напряжения O_2 приводит к снижению скорости образования оксигемоглобина.

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 нее — в эритроциты. В эритроцитах около 10% CO_2 соединяется с гемоглобином, образуя карбогемоглобин. 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 легочных капиллярах, где давление CO_2 сравнительно низкое, карбоангидраза

ускоряет в 300 раз расщепление угольной кислоты на воду и CO₂, который диффундирует в альвеолярный воздух. Угольная кислота в тканевых капиллярах реагирует с ионами натрия и калия и образует бикарбонаты (NaHCO₃, KHCO₃).

Таким образом, CO₂ транспортируется к легким в физически растворенном виде и в непрочном химическом соединении в виде карбгемоглобина, угольной кислоты и бикарбонатов натрия и калия. Две трети CO₂ находится в плазме и одна треть — в эритроцитах. Важная роль в сложных механизмах транспорта CO₂ принадлежит карбоангидразе эритроцитов.

Процентное содержание и парциальное давление дыхательных газов в различных средах

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

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 посыпает импульсы к мотонейронам спинного мозга, иннервирующими 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 (сопряженные) 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 межреберные 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 CO₂ действует на дыхательные нейроны как непосредственно (через кровь и спинномозговую жидкость), так и рефлекторно (через хеморецепторы сосудистого русла и продолговатого мозга). Роль избытка CO₂ на деятельность дыхательного центра была впервые доказана бельгийским физиологом Леоном Фредериком в 1890 г. в опытах с перекрестным кровообращением собак. В этих опытах прекращение искусственного дыхания у собаки-донора усиливало дыхание у реципиента, а при усилении вентиляции легких донора у собаки-реципиента наблюдалась остановка дыхания. Роль CO₂ в регуляции дыхания выявляется при вдыхании газовых смесей, содержащих 5-7% CO₂. При этом происходит увеличение легочной вентиляции в 6-8 раз (Дж.Холден). При угнетении функции дыхательного центра и остановке дыхания наиболее эффективным является вдыхание не чистого O₂, а карбогена, т. е. смеси 5-7% CO₂ и 95-93% O₂. 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 легких, но и на уменьшение CO₂ в крови и снижение возбуждения дыхательного центра вплоть до остановки дыхания. При мышечной работе в тканях и крови возрастает количество молочной кислоты, CO₂, которые являются мощными стимуляторами дыхательного центра. Снижение напряжения O₂ в артериальной крови (гипоксемия) сопровождается увеличением вентиляции легких (при подъеме на высоту, при легочной патологии).

Механизм первого вдоха новорожденного. Механизм первого вдоха новорожденного: у родившегося ребенка после перевязки пуповины прекращается газообмен через пупочные сосуды, контактирующие в плаценте с кровью матери. В крови новорожденного 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.

A. 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 легких. 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 легких и плевры при растяжении последних. В конечном итоге он изменяет тонус дыхательных мышц, увеличивая или уменьшая дыхательный объем легких.

Рефлекс К.Гейманса заключается в рефлекторном усилении дыхательных движений при повышении напряжения CO₂ 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.

B. 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 тяжелую 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 межреберных 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 CO₂ 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 (O₂ — 16-17%, CO₂ — 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 нее, легкое спадается, выключается из дыхания. Очень опасен из-за развития тяжелого шока. При клапанном (напряженном) 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 раненным в грудную клетку окклюзионную (лат. *occlusus* — запертый) повязку.

Спонтанный (самопроизвольный) пневмоторакс образуется при самопроизвольном разрыве больного 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 объем 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, макетах и планшетах; показывать на скелете человека границы лёгких.

Студент должен знать:

значение потребности дышать;
общий план строения органов дыхания;
строение, функции носовой полости и придаточных пазух носа;
строение и функции гортани, трахеи и главных бронхов;
строительство лёгких;
строение ацинуса, его функции;
строение, отделы и функции плевры;
этапы газообмена;
механизм дыхательных движений;
структуры, участвующие в процессе дыхания;
состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха;
дыхательные объёмы;
структурную дыхательного центра, регуляцию дыхания.

Студент должен уметь:

проектировать органы дыхания на скелет;
подсчитывать число дыхательных движений в минуту;
использовать критерии и оценки процесса дыхания и анатомическую латинскую терминологию в сестринской практике и при изучении клинических дисциплин.

Примерные вопросы для повторения

- Что такое иммунная система и какие компоненты входят в её состав, в чём их схожесть и различия?
- Центральные и периферические органы иммуногенеза.

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. — (Сокровища 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. — 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. Эстезиология. // 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)