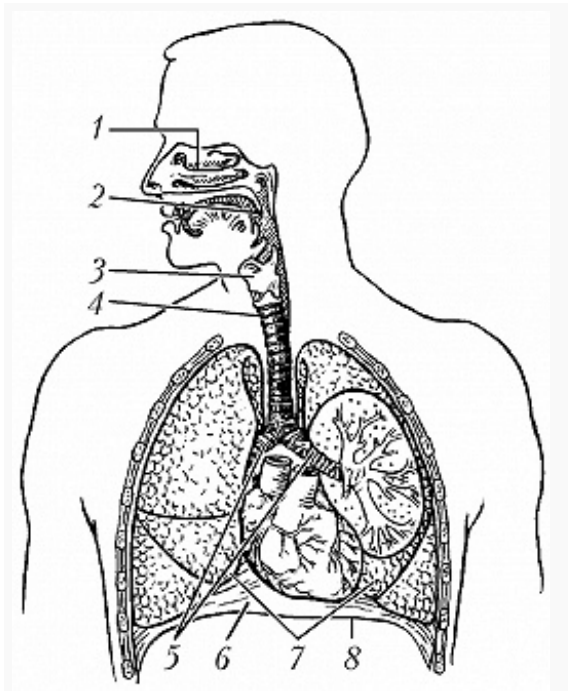


ДЫХАНИЯ ОРГАНЫ

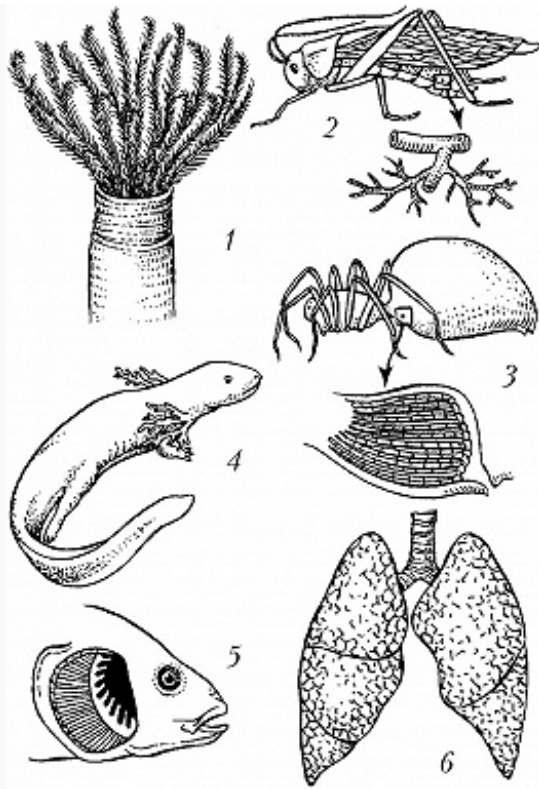
Авторы: Н. Н. Иорданский



Дыхательная система человека:

1 – носовая полость; 2 – глотка; 3 – гортань; 4 – трахея; 5 – бронхи; 6 – плевральная полость; 7 – диафрагма; 8 – лёгкие.

ДЫХАНИЯ ОРГАНЫ, специализированные структуры животных и человека, служащие для газообмена (потребления кислорода O_2 и выведения диоксида углерода CO_2) с внешней средой. Простейшие и низшие многоклеточные животные (губки, кишечнополостные, большинство групп червей) не имеют Д. о.; им свойственно диффузное дыхание, при котором газообмен происходит через всю поверхность тела. С увеличением размеров тела, при повышении интенсивности обмена веществ диффузное дыхание не может обеспечить достаточный уровень газообмена. Развиваются (как впячивания и выпячивания наружных покровов или стенки кишечного тракта) спец. органы дыхания и системы, транспортирующие O_2 и CO_2 внутри организма (важнейшая из них – кровеносная). У водных животных Д. о. обычно представлены разветвлёнными выростами определённых участков тела с сильно развитой сетью кровеносных сосудов – наружными и внутренними *жабрами*. У некоторых групп животных особыми Д. о. становятся кожные покровы, отличающиеся при этом высокой проницаемостью для



Схематичное изображение органов дыхания у животных: 1 – наружные жабры кольчатого червя; 2 – трахеи насекомых; 3 – лёгкие у пауков; 4 – наружные жабры тритона; 5 – внутре...

растворённых в воде газов. Кожное дыхание может дополнять и даже заменять (у безлёгочных саламандр) другие Д. о. У наземных животных основные Д. о. – трахеи и лёгкие. Трахеи (система тонких воздухоносных трубочек) характерны для онихофор, многоножек, насекомых, некоторых хелицеровых. Лёгкие имеются у ряда паукообразных, брюхоногих лёгочных моллюсков и у наземных позвоночных.

У круглоротых и рыб Д. о. представлены жабрами, расположенными в жаберных щелях – парных отверстиях, соединяющих полость глотки с внешней средой; они формируются из встречных карманообразных впячиваний стенок глотки и покровов тела. При активизации образа жизни у позвоночных появляется необходимость в значит. усилении жаберной вентиляции; из висцерального

скелета (жаберных дуг) и его мускулатуры развивается жаберный насос. У круглоротых он устроен в виде хрящевой жаберной решётки, расположенной снаружи жабр; висцеральные мышцы могут сжимать её, выталкивая воду через наружные жаберные отверстия, а затем, благодаря эластичности хрящей, решётка расправляется, и к жабрам поступает новая порция воды. У хрящевых рыб каждая жаберная дуга разделена на ряд подвижных элементов и при сокращении висцеральных мышц может складываться «гармошкой» и вновь расправляется; при этом изменяется объём глотки, вода всасывается через рот и выходит через жаберные щели, омывая жабры. Обратному току воды препятствуют спец. клапаны. У костных рыб значит. интенсификация работы жаберного насоса обусловлена развитием подвижных костных жаберных крышек, укреплённых на подъязычной висцеральной дуге и закрывающих снаружи все жаберные щели. С помощью мышц

жаберные крышки попеременно отводятся и вновь прижимаются к телу, соответственно увеличивая и уменьшая при этом объём околожаберных полостей. Возникает поток воды, засасываемой через рот; она омывает жабры и выходит наружу через щели позади жаберных крышек.

У некоторых рыб, обитающих в неглубоких слабопроточных пресных водоёмах, особенно в жарком климате, где содержание растворённого в воде O_2 периодически падает, развились дополнительные Д. о., позволяющие использовать для дыхания O_2 воздуха. У лабиринтовых и змееголовых, напр., это т. н. лабиринтовые и наджаберные органы – особые придаточные полости со складчатыми структурами; у вьюновых и каллихтовых газообмен с проглоченным пузырьком воздуха происходит в богатом кровеносными сосудами участке кишечника.

Лёгкие как дополнительные органы воздушного дыхания у позвоночных впервые появились у древних костных рыб в виде выростов задней части глотки. У лучепёрых рыб они преобразовались в плавательный пузырь, как дополнительные Д. о. присутствуют у двоякодышащих и многопёрых рыб, у которых они связаны с задней частью дна глотки через гортанную щель. В лёгкие воздух заглатывается с помощью движений нижней части жаберного аппарата. Наличие воздушного лёгочного дыхания у рыб создало предпосылки для освоения древними позвоночными суши как среды обитания.

У земноводных лёгкие представляют собой парные органы, связанные с глоткой через гортанно-трахейную камеру. В отличие от рыб, у наземных позвоночных для вдоха и выдоха служит не ротовое отверстие, а носовые ходы. Для вентиляции лёгких земноводные используют изменения объёма ротоглоточной полости с помощью движений подъязычного аппарата (соответствует подъязычной и жаберным дугам рыб). При этом вдох разделён на 2 фазы (засасывание свежего воздуха в ротоглоточную полость и нагнетание его в лёгкие), а выдох происходит между этими фазами, так что в ротоглоточной полости свежий воздух частично смешивается с отработанным. Этот механизм вентиляции малоэффективен, т. к. в лёгких остаётся значит. количество CO_2 . Для удаления его из организма земноводными используется кожное дыхание.

У высших наземных позвоночных (амниот) сформировался новый механизм лёгочной вентиляции – движения грудной клетки, изменяющие объём грудной полости и находящихся в ней лёгких. Благодаря этому отпала необходимость в каждом дыхании. Уже у пресмыкающихся усвершенствуется строение лёгких: внутр. перегородки разделяют их полости на сложную систему камер и воздушных ходов. В связи с удлинением шеи удлиняются дыхательные пути: от гортани отходит трахея, разделяющаяся на 2 бронха, ведущие в лёгкие. Наибольшего совершенства достигают Д. о. у птиц и млекопитающих. У птиц бронхи продолжают ветвиться внутри лёгких, вплоть до образования тончайших воздушных капилляров (диаметр 3–10 мкм), тесно сплетённых с кровеносными капиллярами. Некоторые бронхи проходят сквозь лёгкие и образуют позади них систему воздушных мешков, располагающихся в полости тела среди внутр. органов и играющих важную роль в вентиляции лёгких. При дыхательных движениях грудной клетки и при взмахах крыльев объём воздушных мешков ритмически изменяется, и воздух засасывается в них при вдохе и изгоняется при выдохе, причём в обоих случаях воздух проходит сквозь лёгкие. Поэтому в них нет застойного воздуха, а газообмен происходит и на вдохе, и на выдохе («двойное дыхание»); цикл дыхательных движений при полёте синхронизирован с работой крыльев. Если у пресмыкающихся и птиц сложная внутр. структура лёгкого сформировалась посредством деления простого мешковидного органа внутр. перегородками на всё меньшие камеры, то у млекопитающих она возникла в результате увеличения числа первичных лёгочных пузырьков. В ходе эмбрионального развития млекопитающих происходит последовательное дихотомическое 8–25-кратное ветвление зачаточных лёгочных почек. В результате образуется сложное внутрилёгочное бронхиальное древо, концевые веточки которого заканчиваются альвеолами. Механизм вентиляции лёгких у млекопитающих, помимо общих для амниот движений грудной клетки, дополняется усиливающими вдох движениями диафрагмы. Вторично вернувшиеся к водному образу жизни пресмыкающиеся (напр., крокодилы), птицы (напр., пингвины) и млекопитающие (напр., китообразные) сохраняют Д. о. своих наземных предков.

Литература

Лит.: Беклемишев В. Н. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных: В 2 т. 3-е изд. М., 1964; Gans C. Strategy and sequence in the evolution of the external gas exchangers of ectothermal Vertebrates // *Forma et Functio*. 1970. Vol. 3. P. 61–104; Duncker H.-R. Structure of avian lungs // *Respiration Physiology*. 1972. Vol. 14. № 1/2; Антипчук Ю. П., Соболева А. Д. Эволюция респираторных систем. Новосиб., 1976; Иорданский Н. Н. Эволюция органов дыхания хордовых животных (Низшие хордовые и первичноводные позвоночные) // *Биология в школе*. 1989. № 1; Иорданский Н. Н. Эволюция органов дыхания хордовых животных (Наземные позвоночные) // Там же. 1989. № 4.