

ГЛАВА 5

Дыхательная система

Дыхательная (респираторная) **система** — это система организма, обеспечивающая внешнее дыхание. Внешнее дыхание включает нагнетание воздуха в просвет органов дыхательной системы и газообмен между воздухом и кровью.

Развитие дыхательной системы. Формирование дыхательной системы начинается с появления в заднем участке глоточной части переднего отдела кишечной трубки зародыша *гортанно-трахеальной борозды* (ларинготрахеальной борозды), которая тянется посередине вентральной поверхности кишечной трубки зародыша. Гортанно-трахеальная борозда углубляется, отделяется от кишечной трубки и преобразуется в непарный *гортанно-трахеальный дивертикул*, который сохраняет связь с её просветом лишь в краниальной части. Гортанно-трахеальный дивертикул вытягивается в каудальном направлении, вентральнее закладки пищевода, параллельно ему и дихотомически разветвляется (рис. 5.1). Между гортанно-трахеальным дивертикулом и заклад-

кой пищевода формируется *трахеопищеводная перегородка*. Из кишечной энтодермы переднего отдела кишечной трубки, выстилающей гортанно-трахеальный дивертикул, развиваются респираторный и альвеолярный эпителий, а также железы, ассоциированные с органами дыхательной системы. Из мезенхимы, окружающей гортанно-трахеальный дивертикул, формируются рыхлая соединительная ткань слизистой, подслизистой и адвентициальной оболочек, плотная оформленная соединительная ткань, гиалиновая и эластическая хрящевые ткани волокнисто-хрящевой оболочки, а также гладкая мышечная ткань мышечной пластинки слизистой и мышечной оболочки органов дыхательной системы.

Строение дыхательной системы. Дыхательная система состоит из двух отделов: воздухоносного и респираторного.

Воздухоносный отдел — это совокупность полостей и трубчатых органов, обеспечивающих кондиционирование и доставку воздуха в респираторный отдел.

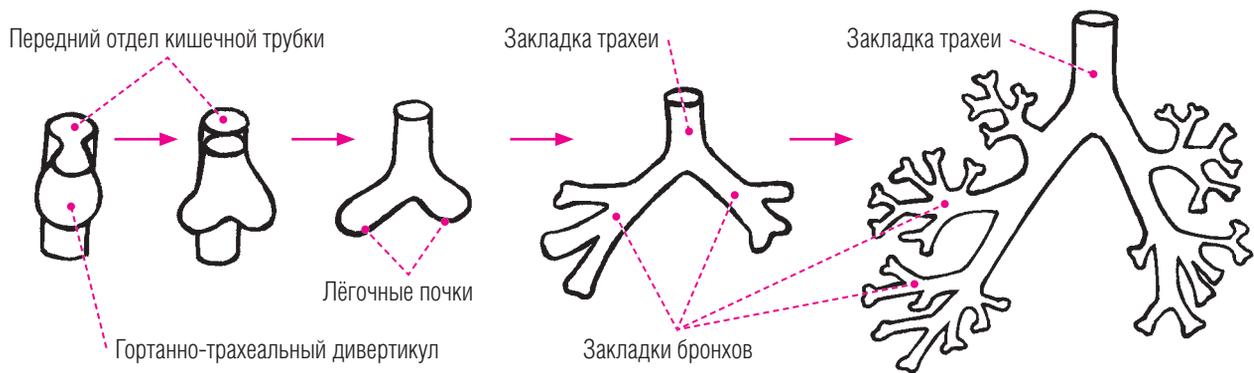


РИС. 5.1

Развитие закладки воздухоносных путей.

Воздухоносный отдел состоит из внелёгочных и внутрилёгочных воздухоносных путей. К внелёгочным воздухоносным путям относят: нос, глотку, гортань, трахею и главные бронхи. К внутрилёгочным воздухоносным путям относят внутрилёгочные бронхи и терминальные бронхиолы.

Кроме того, выделяют верхние и нижние дыхательные пути. Верхние дыхательные пути включают органы дыхательной системы, расположенные выше входа в гортань (нос и глотка). Нижние дыхательные пути включают органы дыхательной системы, расположенные ниже входа в гортань (гортань, трахея, внелёгочные и внутрилёгочные бронхи, терминальные бронхиолы) и образуют *трахеобронхиальное дерево*.

Респираторный отдел — это совокупность структур лёгких, обеспечивающих газообмен между воздухом и кровью.

Внутрилёгочные воздухоносные пути и респираторный отдел образуют лёгкие (см. далее).

ВНЕЛЁГочНЫЕ ВОЗДУХОНОСНЫЕ ПУТИ

РАЗВИТИЕ ВНЕЛЁГочНЫХ ВОЗДУХОНОСНЫХ ПУТЕЙ

Формирование носа начинается с образования на 4-й неделе пренатального периода развития парных утолщений эктодермы — *носовых* (обонятельных) *плакод*, расположенных

на боковых поверхностях головного конца зародыша. Эктодерма носовых плакод в конце 4-й недели пренатального периода развития начинает погружаться в подлежащую мезенхиму, формируя парные *носовые* (обонятельные) *ямки*. Эктодерма и мезенхима по краю каждой из носовых ямок образуют *подковообразный гребень*, открытый в сторону *ротовой ямки* (стомодеального углубления, ротового углубления, стомодеума, ротовой бухты). Внутренние участки подковообразных гребней называют *медиальными носовыми отростками*, а наружные — *латеральными носовыми отростками*. На 6–7-й неделях пренатального периода развития в результате изменения рельефа лицевой области зародыша носовые ямки начинают движение к срединной сагиттальной плоскости. На 7–8-й неделях пренатального периода развития медиальные носовые отростки соединяются друг с другом над областью ротовой ямки. Медиальные носовые отростки дают начало средней части верхней губы и перегородке носа, латеральные носовые отростки преобразуются в крылья наружного носа. С 4-й по 7-ю неделю пренатального периода развития, параллельно с формированием закладок наружного носа, носовые ямки углубляются назад и вниз по направлению к ротовой ямке зародыша. На 8-й неделе пренатального периода развития эктодерма дна носовых ямок вступает в контакт с эктодермой, выстилающей ротовую ямку, и образует двуслойную *носоротовую мембрану*, которая позднее прорывается. Из среднего отдела носовых ямок, которые рас-



ширяются и удлиняются при формировании костных структур нёба, развиваются структуры внутреннего носа. На 10-й неделе пренатального периода развития завершается разделение первичной полости рта на вторичную полость рта и полость носа. На поверхности нёбных отростков, обращённой во вторичную полость рта, эпителий становится многослойным плоским, а со стороны полости носа — однослойным многорядным столбчатым. Одновременно со слиянием нёбных отростков от крыши полости носа к первичному и вторичному нёбу в срединной сагиттальной плоскости растёт носовая перегородка. После её сращения с нёбом в области шва нёба (10-я неделя пренатального периода развития) полость носа разделяется на 2 половины.

Закладка носовой части глотки образуется из преоральной кишки зародыша. Закладки гортани, трахеи, главных бронхов и лёгких развиваются на 3–4-й неделе пренатального периода развития из гортанно-трахеального дивертикула (см. рис. 5.1). Закладки гортани и трахеи формируются на 3-й неделе пренатального периода развития из верхнего (проксимального) отдела гортанно-трахеального дивертикула. В нижнем (дистальном) отделе гортанно-трахеальный дивертикул разделяется на две части, дающие начало закладкам главных бронхов, — правую и левую бронхи-

альные почки. Во время пренатального периода развития просвет воздухоносных путей плода заполнен амниотической жидкостью. Дыхательные движения плода способствуют проникновению амниотической жидкости в просвет воздухоносных путей и обеспечивают её взаимодействие с эпителиоцитами слизистой оболочки.

СТРОЕНИЕ ВНЕЛЁГОЧНЫХ ВОЗДУХОНОСНЫХ ПУТЕЙ

Нос

Нос — это начальный отдел дыхательной системы и периферическая часть обонятельного анализатора (орган обоняния). Нос располагается в центральной части лицевого отдела черепа и в носовой области лица. Нос состоит из *наружного носа* и *внутреннего носа*, которые объединены *полостью носа* (рис. 5.2). Границей между наружным и внутренним носом служат носовые кости и край грушевидной апертуры черепа.

Полость носа

Полость носа (носовая полость) — это полость неправильной формы, которая спереди ограничена наружным носом, а сверху, снизу и по бокам — внутренним носом.

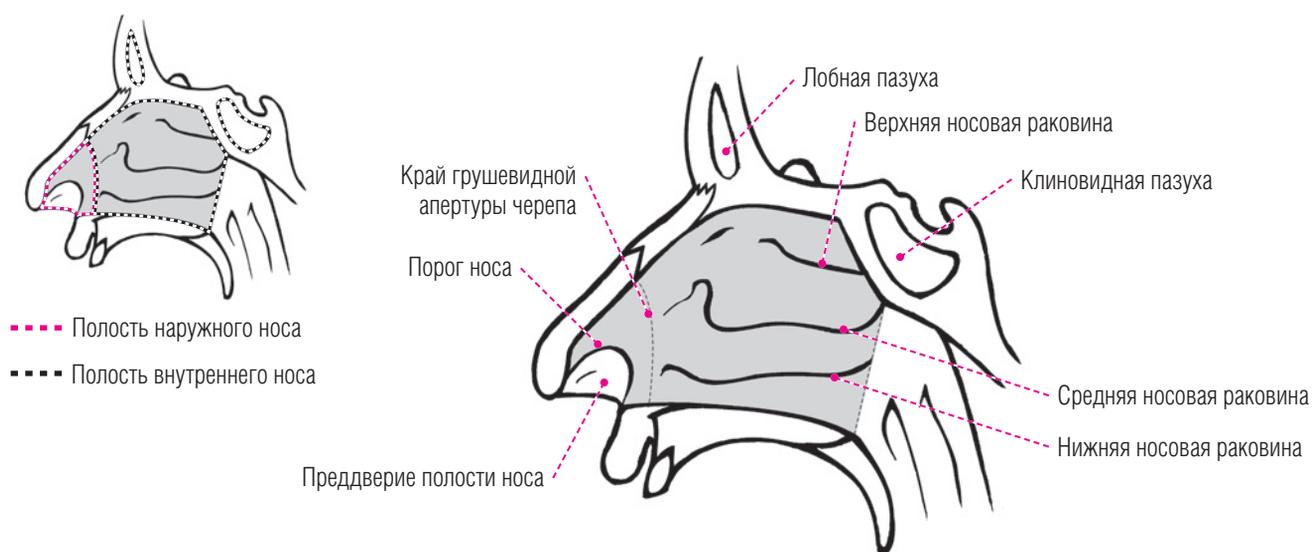


РИС. 5.2

Полость носа. Собственно полость носа обозначена серым цветом (сагиттальный срез).



Полость носа сообщается с внешней средой спереди через парные передние носовые отверстия — *ноздри* (размер $1,5-2 \times 0,5-1$ см), а сзади — с носовой частью глотки через парные задние носовые отверстия — *хоаны* (размер $2,5 \times 1,5$ см).

Полость носа разделяется перегородкой носа на две почти симметричные части — правую и левую, каждая из которых имеет четыре стенки: верхнюю (крыша), нижнюю (дно), внутреннюю (медиальную, септальную) и боковую.

Верхняя стенка полости носа образована внутренними поверхностями носовых костей, носовой частью лобной кости и решётчатой пластинкой решётчатой кости. Задняя половина верхней стенки полости носа располагается горизонтально, передняя — наклонена вперёд.

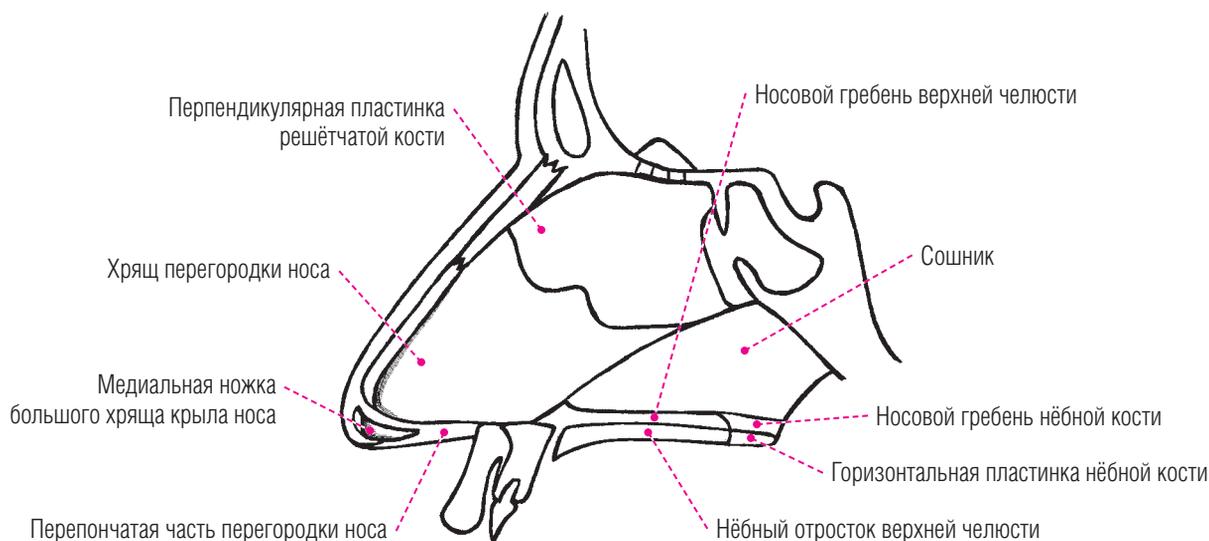
Нижняя стенка полости носа представлена костным нёбом и образована нёбным отростком верхней челюсти (передние $2/3-4/5$) и горизонтальной пластинкой нёбной кости (задние $1/3-1/5$). Передний край нижней стенки полости носа у основания нёбного отростка верхней челюсти имеет непарный резцовый канал для прохождения носонёбного нерва из полости носа в собственно полость рта. Задний край горизонтальной пластинки нёбной кости снизу ограничивает хоаны.

Внутренняя стенка полости носа образована перегородкой носа (**рис. 5.3**). В перегородке носа выделяют перепончатую, хрящевую и костную части. Передний отдел перегородки носа включает перепончатую и хрящевую части, формирующие подвижную часть перегородки носа, задний отдел перегородки носа образован костной частью, формирующей неподвижную часть перегородки носа.

Перепончатая часть перегородки носа (колумелла) лишена костно-хрящевого скелета и располагается в передненижнем отделе перегородки носа, разделяя ноздри.

Хрящевая часть перегородки носа образована хрящом перегородки носа, который представляет собой непарную пластинку ромбовидной формы, лежащую в срединной сагиттальной плоскости и вклинивающуюся между передними краями сошника и перпендикулярной пластинкой решётчатой кости. Задне-нижний край хряща перегородки носа образует узкий клиновидный отросток. Передне-верхний край этого хряща располагается на внутренней поверхности носовых костей в области шва между ними. Передненижний край хряща перегородки носа достигает медиальных ножек больших хрящей крыльев носа.

Костная часть перегородки носа представлена носовым гребнем верхней челюсти, но-

**РИС. 5.3**

Перегородка носа (парасагиттальный распил головы).



совым гребнем нёбной кости, перпендикулярной пластинкой решётчатой кости и сошником. Задний край сошника разделяет хоаны, ограничивая их медиально.

Боковая стенка каждой половины полости носа образована (спереди назад): крылом носа, носовой, слёзной и решётчатой костями, носовой поверхностью верхней челюсти, нижней носовой раковиной, вертикальной пластинкой нёбной кости и крыловидным отростком клиновидной кости. Медиальные пластинки крыловидных отростков клиновидной кости ограничивают хоаны латерально. На боковой стенке полости носа в области внутреннего носа один под другим расположены три продольных выступа — верхняя, средняя и нижняя носовые раковины.

Пространство между перегородкой носа и носовыми раковинами называют *общим носовым ходом*. В боковом отделе каждой половины полости носа есть три носовых хода, соответствующих трём носовым раковинам (рис. 5.4).

Нижний носовой ход сверху ограничен нижней носовой раковиной, снизу — нижней стенкой полости носа (см. рис. 5.4). В переднюю треть нижнего носового хода открывается отверстие носослёзного канала.

Средний носовой ход расположен между средней и нижней носовыми раковинами (см. рис. 5.4). Его медиальная стенка представлена не только средней носовой ракови-

ной, но и дубликатурой слизистой оболочки полости носа, переходящей со свободного края средней носовой раковины. В средний носовой ход открывается лобная пазуха (передний отдел), передние и средние решётчатые ячейки решётчатой кости (средний отдел) и верхнечелюстная пазуха (задний отдел).

Верхний носовой ход располагается между верхней и средней носовыми раковинами; в него открываются задние решётчатые ячейки решётчатой кости и апертуры клиновидных пазух клиновидной кости (см. рис. 5.4).

Полость носа состоит из выстланного кожей *преддверия полости носа* — кожной части полости носа, а также выстланных слизистой оболочкой *собственно полости носа* и *околоносовых* (параназальных) *пазух* — слизистой части полости носа.

Преддверие полости носа — это передняя расширенная часть полости носа, не имеющая костного остова и сообщающаяся с внешней средой ноздрями (см. рис. 5.2). Его остов образован большими и малыми хрящами крыльев носа. Преддверие полости носа разделено на две симметричные части передним отделом хряща перегородки носа и перепончатой частью перегородки носа. Перепончатая часть перегородки носа выступает ниже краёв крыльев носа на 3–5 мм и входит в состав перегородки преддверия полости носа вместе с хрящевой частью перегородки носа, образованной медиальными ножками больших хрящей крыльев носа.

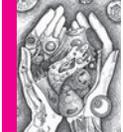
Преддверие полости носа покрыто кожей, которая имеет щетинистые волосы, называемые *волосами преддверия* (вибриссы) и *вестибулярными железами*, представленные сальными и апокринными потовыми железами. Сальные железы преддверия полости носа открываются в волосяные фолликулы волос преддверия.

Преддверие полости носа сверху ограничено *порогом носа*, образованным верхним краем латеральной ножки большого хряща крыла носа. В области порога носа происходит смена эпидермиса на многослойный плоский неороговевающий эпителий — *переходная часть полости носа*. В переходной части полости носа нет волос и желёз кожи. Многослойный плоский неороговевающий эпителий переходит в респираторный эпителий (однослойный многоядный цилиндрический реснитчатый



РИС. 5.4

Полость носа (фронтальный срез). Носовые ходы обозначены серым цветом.



эпителий, однослойный многорядный столбчатый мерцательный эпителий) слизистой оболочки собственно полости носа и околоносовых пазух.

Собственно полость носа — это основная задняя часть полости носа, расположенная выше порога носа и сообщающаяся с носовой частью глотки хоанами.

Околоносовые пазухи — это выстланные слизистой оболочкой пространства в чешуе лобной кости, в лабиринтах решётчатой кости, в теле клиновидной кости и в теле верхних челюстей. Околоносовые пазухи представлены лобными пазухами, клиновидными пазухами, верхнечелюстными пазухами, а также решётчатыми ячейками решётчатой кости (рис. 5.5). Околоносовые пазухи открываются небольшими отверстиями на боковой стенке полости носа.

Слизистая оболочка собственно полости носа и околоносовых пазух в области порога носа переходит в кожу наружного носа.

Слизистая оболочка полости носа срастается с надкостницей костей и надхрящницей хрящей, участвующих в образовании полости носа. Слизистая оболочка полости носа переходит через носослёзный канал в конъюнктив-

ву, через хоаны — в слизистую оболочку носовой части глотки, а также через отверстия околоносовых пазух — в слизистую оболочку околоносовых пазух.

Полость носа в переднем отделе ограничена наружным носом, а в заднем отделе — внутренним носом.

Наружный нос

Наружный нос — это передний отдел носа, который является выступающей частью лица и расположен в носовой области (рис. 5.6).

Наружный нос по форме соответствует трёхгранной пирамиде, основанием примыкающей к грушевидной апертуре черепа и наружной поверхности носовых костей. Нижняя грань пирамиды обращена вниз, расположена в горизонтальной плоскости и имеет ноздри. Две другие грани пирамиды — боковые поверхности, выступают вперёд и покрыты кожей. Наружный нос имеет верхушку (кончик), корень, спинку и крылья. Вершина пирамиды обращена вперёд и образует наиболее выступающий отдел наружного носа — *верхушку носа*. Полусферическая область, которая окружает верхушку носа, — *долька носа*. *Корень носа* — это часть наружного носа,

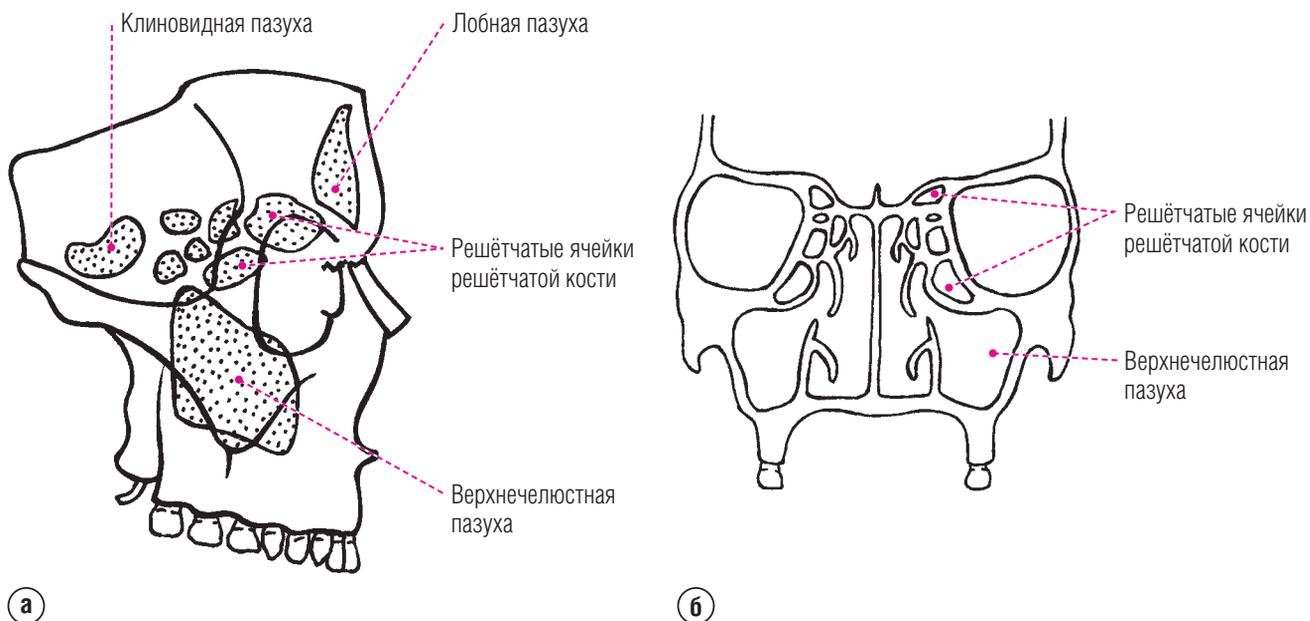


РИС. 5.5

Околоносовые пазухи: вид справа (проекция на боковую поверхность черепа) (а); вид сзади (фронтальный распил черепа) (б).

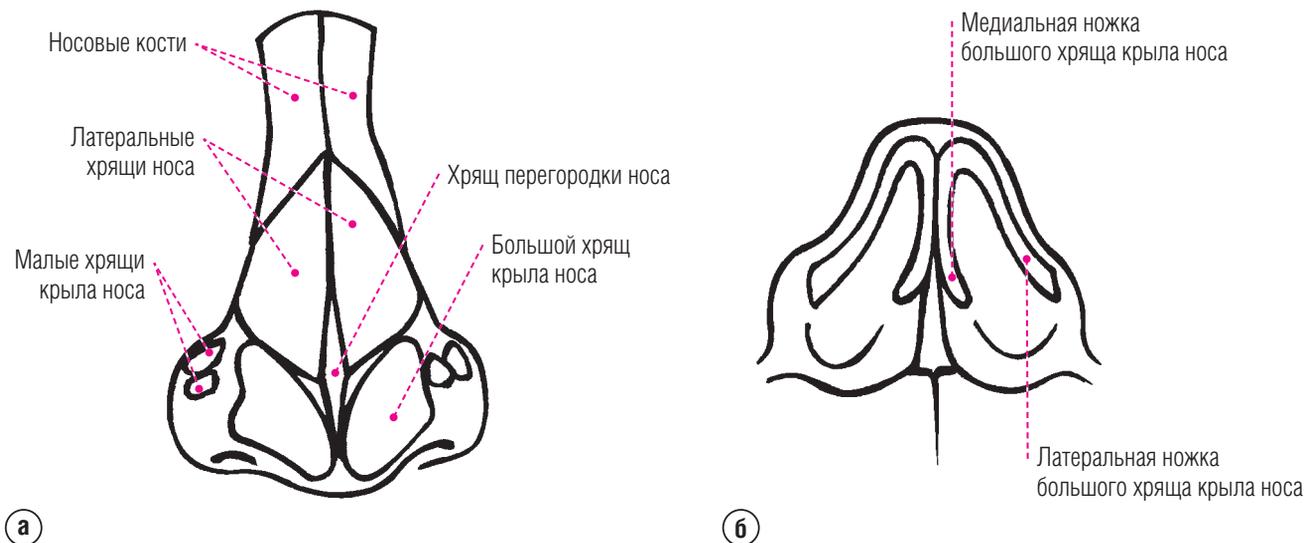


РИС. 5.6

Строение наружного носа: вид спереди (а); вид снизу (б).

которая расположена в верхней части лица и отделена ото лба углублением — переносицей. В месте схождения боковых поверхностей наружного носа образуется переднее ребро пирамиды, расположенное в срединной сагиттальной плоскости, — *спинка носа*, которая простирается от корня носа до его верхушки. *Крылья носа* — это боковые отделы наружного носа, расположенные справа и слева от спинки носа. Остов крыльев носа образован большими и малыми хрящами крыльев носа. Латеральными границами крыльев носа, отделяющими их от периферических отделов носовой области, являются крыльные борозды, которые внизу примыкают к основанию носогубных складок.

Размеры наружного носа варьируют в зависимости от пола, возраста и этнической принадлежности. Наружный нос женщин чаще всего меньше и уже наружного носа мужчин. Ширина носа в норме составляет около 70% его длины.



Между частями наружного носа и смежными областями лица выделяют носолобный и носогубный углы. Носолобный угол — это угол между спинкой носа и передней поверхностью лба. Носогубный угол — это угол между верхней губой и свободным краем перегородки носа, разделяющим ноздри (у мужчин он составляет 105–120°, у женщин — 90–105°).

Наружный нос состоит из костного, хрящевого и перепончатого отделов.

Костный отдел наружного носа

Остов верхней части спинки носа (2/3) образован наружными поверхностями носовых костей (остов нижней части спинки носа (1/3) — латеральными хрящами носа и хрящом перегородки носа). Носовые кости сверху прикрепляются к носовой части лобной кости, латерально — к лобным отросткам верхних челюстей, медиально срастаются друг с другом, снизу — с хрящевым отделом наружного носа.

Хрящевой отдел наружного носа

Основу хрящевого отдела наружного носа составляют латеральные, а также большие и малые хрящи носа.

Латеральный хрящ носа — это парный хрящ, имеющий форму треугольника и прилежащий своим задним краем к свободным краям носовых костей (см. рис. 5.6а). Внутренние (медиальные) края латеральных хрящей носа обращены друг к другу и составляют средний отдел спинки носа. В верхней части внутренние края латеральных хрящей носа соединяются друг с другом, а в нижней части — прилежат к переднему краю хряща перегородки



носа. Нижний край латерального хряща носа обращён к латеральной ножке большого хряща крыла носа, верхний край граничит с носовыми костями. Передняя часть латерального хряща носа толще задней. Задняя часть нижнего края латерального хряща носа прикрепляется связками к латеральной ножке большого хряща крыла носа и краю грушевидной апертуры, в которых могут располагаться сесамовидные хрящи.

Большой хрящ крыла носа — это парный хрящ, который латерально, спереди и медиально окружает ноздри (см. рис. 5.6а). В большом хряще крыла носа выделяют плоские медиальную и латеральную ножки (см. рис. 5.6б). Медиальные ножки разделяют ноздри, образуя их медиальную стенку, между ними вклинивается нижний отдел хряща перегородки носа. Латеральные ножки выпуклые и образуют латеральные участки ноздрей. Позади латеральной ножки большого хряща крыла носа в грушевидной связке располагаются малые хрящи крыла носа. Латеральная ножка короче края крыла носа, поэтому в боковых отделах последнего нет хрящевого каркаса, а имеется только плотная соединительная ткань, с обеих сторон покрытая кожей.

Малые хрящи крыла носа — это неправильной формы хрящи (2–3 шт.), залегающие в задненижних отделах крыльев носа (см. рис. 5.6а).

Хрящи носа образованы гиалиновой хрящевой тканью, покрыты надхрящницей и соединяются между собой и с костями черепа плотной оформленной соединительной тканью. Связки наружного носа представлены межкрыльной связкой и парными грушевидными связками. В переднем отделе спинки носа около верхушки носа большие хрящи крыла носа соединены между собой *межкрыльной связкой*. Пространства между верхней частью латеральной ножки большого хряща крыла носа и нижней частью латерального хряща с обеих сторон заполнены *грушевидными связками*, которые латерально переходят в поверхностную фасцию лица.

Перепончатый отдел наружного носа

Перепончатый отдел наружного носа образован дубликатурой кожи и лишён костно-хрящевого каркаса. Остов перепончатого отдела

наружного носа составляют сухожилия мышц носа и носовые связки, а также развитая подкожная жировая клетчатка.

Перепончатый отдел наружного носа включает четыре области: парасептальную, латеральную, лобулярную и крыльную. *Парасептальная область* — это парная треугольная область между отклоняющимися от хряща перегородки носа латеральными хрящами носа. *Латеральная область* — это парное пространство между нижними краями латеральных хрящей носа, краями грушевидной апертуры и верхними краями латеральных ножек больших хрящей крыла носа. В латеральной области располагаются грушевидные связки, скелетные мышечные волокна носовой мышцы и сухожилие носовой мышцы, а также несколько сесамовидных хрящей. *Лобулярная область* — это непарная область между медиальными ножками больших хрящей крыла носа в области дольки носа. *Крыльная область* — это парная область между краем ноздрей и нижним краем латеральной ножки большого хряща крыла носа.

Скелетные мышцы и кожа наружного носа

Наружный нос покрыт кожей и, помимо хрящей и костей, имеет парные мимические мышцы — *мышцы наружного носа*, которые образованы поперечнополосатой скелетной мышечной тканью. Мышцы наружного носа включают мышцу гордецов, носовую мышцу, мышцу, опускающую носовую перегородку, и мышцу, поднимающую верхнюю губу. Кожа наружного носа отделена от надкостницы или надхрящницы костно-хрящевого каркаса *носовым апоневрозом* (мышечно-апоневротическим слоем), образованным скелетными мышечными волокнами и сухожилиями мимических мышц. Кожа наружного носа содержит крупные, не связанные с волосными фолликулами сальные железы, а также пушковые волосы. Кожа, покрывающая наружный нос, имеет минимальную толщину в средней части спинки носа и слабо сращена с носовым апоневрозом. Толщина кожи увеличивается по направлению к носолобному углу и верхушке носа главным образом за счёт подкожной жировой клетчатки.



Полость наружного носа

Полость наружного носа является передней частью полости носа, которая сообщается с полостью внутреннего носа (см. далее) через грушевидную апертуру. Полость наружного носа включает преддверие полости носа и часть собственно полости носа, расположенную между порогом носа и грушевидной апертурой (см. рис. 5.2).

Полость наружного носа разделена хрящевой частью перегородки носа. На боковых стенках полости наружного носа расположен валик носа. *Валик носа* — это гребень, идущий от передней части средней носовой раковины косо вниз к средней части порога носа.

Внутренний нос и полость внутреннего носа

Внутренний нос (см. рис. 5.2) — это задняя и большая часть носа, которая представляет собой выстланную слизистой оболочкой *костную полость носа*. Костная полость носа — это пространство неправильной формы между костным нёбом, центральным отделом передней черепной ямки и глазницами.

Полость внутреннего носа располагается позади от грушевидной апертуры черепа и внутренних поверхностей носовых костей.

Полость внутреннего носа включает большую часть собственно полости носа и околоносовые пазухи (см. рис. 5.2).

Полость внутреннего носа спереди переходит в полость наружного носа через грушевидную апертуру, а сзади открывается в носовую часть глотки хоанами.

В зависимости от особенностей строения слизистой оболочки полости внутреннего носа выделяют респираторный и обонятельный отделы. Респираторный отдел занимает область от нижней стенки полости носа до середины средней носовой раковины. Выше этой границы располагается обонятельный отдел.

Респираторный отдел полости внутреннего носа

Слизистая оболочка респираторного отдела полости внутреннего носа (толщина 0,5–2 мм) покрыта респираторным эпителием, который лежит на выраженной базальной мембране

(рис. 5.7). Респираторный эпителий располагается на собственной пластинке слизистой оболочки и содержит эндоэпителиальные многоклеточные железы, вырабатывающие слизь. Наибольшая толщина слизистой оболочки отмечается на носовых раковинах и между ними, самая тонкая — в околоносовых пазухах и на нижней стенке полости носа. Слизистая оболочка околоносовых пазух более тонкая и содержит меньше венозных лакун, чем слизистая оболочка собственно полости носа. В эпителии слизистой оболочки околоносовых пазух меньше бокаловидных клеток, а также плотность ресничек на апикальном полюсе реснитчатых клеток.

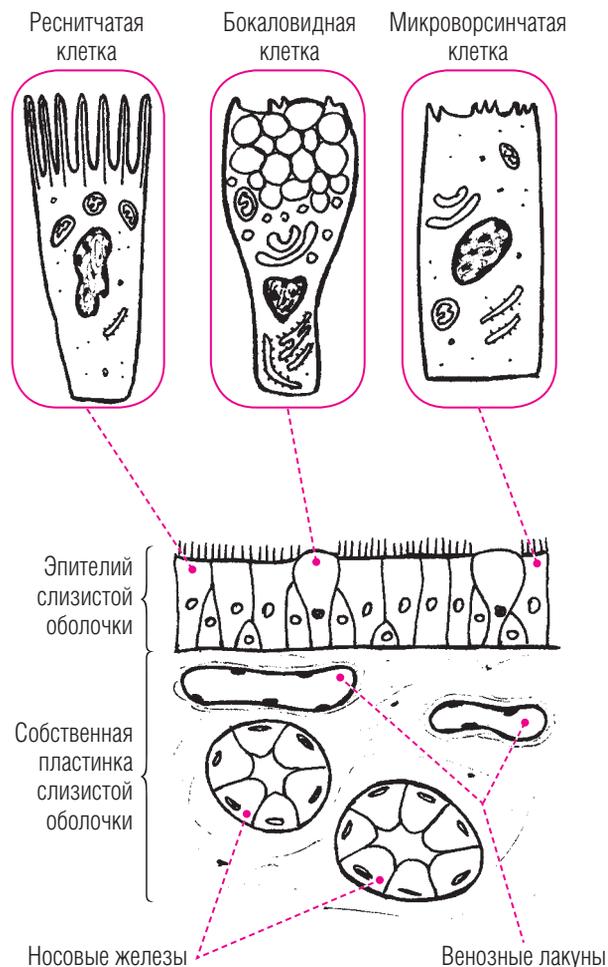


РИС. 5.7

Микроскопическое строение слизистой оболочки респираторного отдела полости внутреннего носа.



Слизь, покрывающая респираторный эпителий, состоит из двух слоёв: наружного и внутреннего. Наружный слой (толщина 2 мкм) — гель — вязкий, эластичный слой, который обеспечивает адгезию частиц из вдыхаемого воздуха. Внутренний слой (толщина 5 мкм) — золь — обеспечивает свободное движение ресничек эпителиоцитов слизистой оболочки.

Респираторный эпителий выстилает воздухоносные пути и имеет особенности в зависимости от органа, в котором он представлен. В респираторном эпителии выделяют реснитчатые (мерцательные) клетки, бокаловидные клетки, низкие вставочные клетки (базальные клетки), высокие вставочные клетки (промежуточные клетки), микроворсинчатые (щёточные, безреснитчатые) клетки, эндокринные клетки (клетки Кульчицкого), дендритные клетки и тучные клетки.

Реснитчатые клетки — это призматические эпителиоциты, имеющие узкий базальный полюс, контактирующий с базальной мембраной, и расширенный апикальный полюс, покрытый ресничками (15–20 шт. на клетку) (см. рис. 5.7). Биение ресничек этих эпителиоцитов создаёт ток слизи в сторону носовой части глотки. В дистальном направлении высота реснитчатых клеток снижается.

У новорождённых детей количество реснитчатых клеток, а также количество и высота ресничек на них ниже, чем у взрослого человека. В течение первого месяца жизни ребёнка количество и структура реснитчатых клеток достигают уровня, характерного для взрослого человека.

Выделяют светлые и тёмные реснитчатые клетки. Светлые реснитчатые клетки имеют овальное ядро с неровными контурами и гранулярным хроматином, умеренное количество свободных рибосом, большое количество митохондрий на апикальном полюсе клетки и незначительное количество микроворсинок. Тёмные реснитчатые клетки имеют круглое ядро с нежной сетчатой структурой хроматина и ядрышками, митохондрии с плотным матриксом, между ресничками располагается большое количество микроворсинок.

Бокаловидные клетки — это призматические эпителиоциты с хорошо развитым белок-синтетическим аппаратом (см. рис. 5.7). Ядро располагается на базальном полюсе

клетки, апикальный полюс клетки заполнен слизистыми секреторными везикулами. На куполообразно выступающей апикальной поверхности бокаловидных клеток имеются микроворсинки. Относительное количество бокаловидных клеток в эпителии слизистой оболочки органов дыхательной системы снижается в дистальном направлении (в терминальных бронхиолах они отсутствуют).

Низкие вставочные клетки — это мелкие эпителиоциты (размер 10–15 мкм) треугольной формы, лежащие широким основанием на базальной мембране, а узкой апикальной частью не достигающие просвета воздухоносных путей. Низкие вставочные клетки имеют крупное овальное ядро с преобладанием гетерохроматина и незначительное количество органелл общего назначения. Низкие вставочные клетки являются камбиальными элементами респираторного эпителия и часто делятся.

Высокие вставочные клетки — это призматические эпителиоциты, не достигающие своим апикальным полюсом просвета воздухоносных путей. Ядро высоких вставочных клеток лежит у базального полюса, а их цитоплазма содержит умеренное количество органелл общего назначения. Эти клетки являются камбиальными клетками респираторного эпителия и способны дифференцироваться в реснитчатые, бокаловидные и микроворсинчатые клетки.

Микроворсинчатые клетки — это призматические эпителиоциты, лежащие на базальной мембране и достигающие поверхности респираторного эпителия (см. рис. 5.7). Органеллы общего назначения в них развиты умеренно, на апикальном полюсе имеются многочисленные микроворсинки. Микроворсинчатые клетки способны к реабсорбции компонентов слизи и выполняют рецепторную функцию, а к их базальному полюсу подходят афферентные нервные волокна.

Эндокринные клетки — это низкие призматические, треугольные, округлые или полигональные клетки, относящиеся к дисперсной эндокринной системе, на базальном полюсе которых содержатся многочисленные секреторные везикулы. На апикальной поверхности эндокринных клеток имеются микроворсинки. Эндокринные клетки воздухоносных



путей бывают закрытого и открытого типов, последние выполняют хеморецепторную функцию и располагаются главным образом в местах ветвления бронхиального дерева. Количество одиночных эндокринных клеток слизистой оболочки дыхательной системы нарастает в дистальном направлении, однако в составе эпителия терминальных бронхиол и лёгочных альвеол эти клетки встречаются редко. Наибольшее количество их определяется в эпителии слизистой оболочки субсегментарных бронхов.

Дендритные клетки — это специализированные антигенпредставляющие клетки костномозгового происхождения, которые имеют большое количество длинных ветвящихся отростков, проникающих между эпителиоцитами. Дендритные клетки составляют около 1% клеток респираторного эпителия.

Тучные клетки присутствуют в базальной части респираторного эпителия и аналогичны тучным клеткам рыхлой соединительной ткани собственной пластинки слизистой и подслизистой оболочек полости внутреннего носа.

Собственная пластинка слизистой оболочки полости внутреннего носа образована рыхлой соединительной тканью, прикрепляющейся к надхрящнице или надкостнице. Толщина собственной пластинки слизистой оболочки в респираторном отделе больше, чем в обонятельном отделе. В собственной пластинке слизистой оболочки располагаются лимфоциты, плазмоциты, тучные клетки, эозинофильные гранулоциты, а также лимфоидные фолликулы. В собственной пластинке слизистой оболочки респираторного отдела лежат концевые отделы альвеолярно-трубчатых белково-слизистых желёз — *носовых желёз* (см. рис. 5.7). Концевые отделы носовых желёз содержат сероциты, мукоциты и миоэпителиальные клетки. Слизь, вырабатываемая носовыми железами (скорость выделения 0,5 л/сут), покрывает поверхность эпителия и за счёт движения ресничек перемещается в носовую часть глотки со скоростью 6 мм/мин. Секрет носовых желёз содержит лизоцим, лактоферрин, β -дефензины и секреторный IgA. Кроме того, в собственной пластинке слизистой оболочки респираторного отдела полости внутреннего носа располагаются капиллярное сплетение и венозные

лакуны, обеспечивающие согревание вдыхаемого воздуха. Часть собственной пластинки слизистой оболочки полости внутреннего носа, содержащая расширенные тонкостенные венозные сосуды — *венозные лакуны*, называется пещеристым слоем. Венозные лакуны особенно развиты в слизистой оболочке средней и нижней носовых раковин, формируя пещеристое сплетение носовых раковин. В слизистой оболочке респираторного отдела имеются свободные и несвободные нервные окончания, а также сеть лимфатических капилляров.

Околоносовые пазухи лобной, решётчатой, клиновидной костей и верхних челюстей также выстланы слизистой оболочкой, эпителий которой ниже, чем в собственно полости носа, и содержит меньшее количество бокаловидных клеток. Собственная пластинка слизистой оболочки тонкая, срастается с подлежащей надкостницей, содержит редкие концевые отделы желёз. Околоносовые пазухи соединяются с полостью носа через отверстия, открывающиеся в носовые ходы.

Обонятельный отдел полости внутреннего носа

Слизистая оболочка обонятельного отдела полости внутреннего носа (площадь около 5 см²) покрыта обонятельным эпителием, представленным однослойным многорядным столбчатым эпителием, который значительно выше (до 60 мкм) респираторного эпителия (рис. 5.8). В нём отсутствуют бокаловидные клетки и эндоэпителиальные железы, ресниччатые клетки замещены поддерживающими клетками.

Обонятельный эпителий содержит клетки четырёх типов: рецепторные (нейросенсорные, обонятельные) клетки, поддерживающие клетки, микроворсинчатые клетки и базальные клетки.

Рецепторные клетки — это биполярные нейроны, перикарион которых смещён к базальной мембране обонятельного эпителия (см. рис. 5.8). Дендрит (диаметр 2 мкм) рецепторных клеток поднимается к поверхности эпителия и образует терминальное расширение — *обонятельную булаву*. От каждой обонятельной булавы радиально и параллельно по-

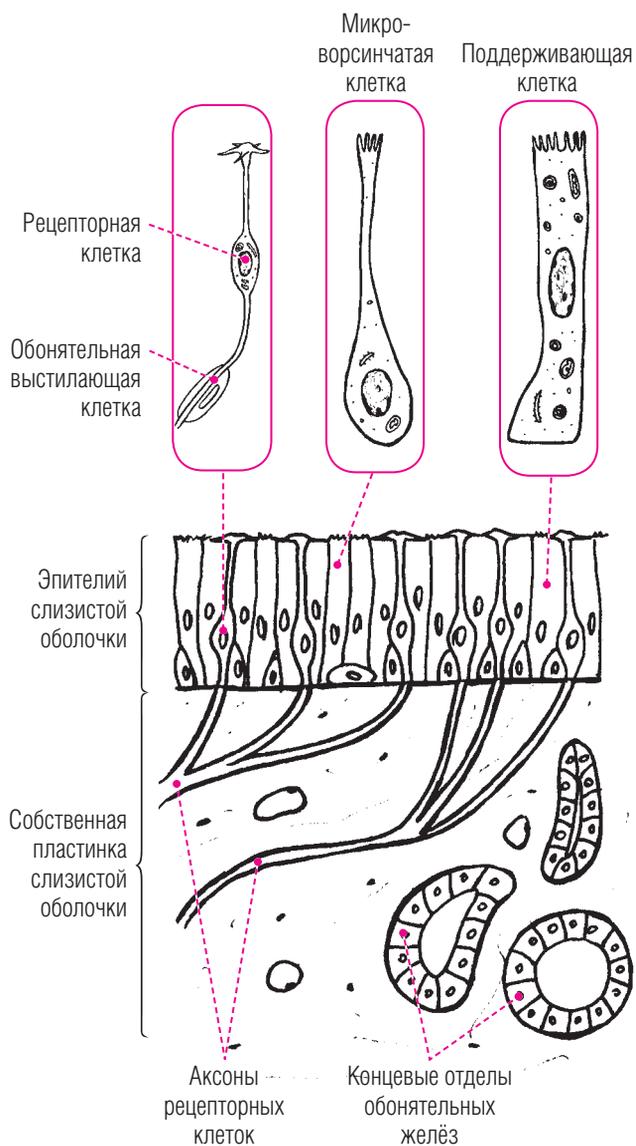


РИС. 5.8

Микроскопическое строение слизистой оболочки обонятельного отдела полости внутреннего носа.

Верхности обонятельного эпителия отходят обонятельные реснички (10–20 шт.), которые лежат в слизи. Обонятельные реснички состоят из проксимальной утолщённой части, остов которой представлен аксонемой, и дистальной, сужающейся части, каркас которой образован только парой центральных микротрубочек. Обонятельные реснички не содержат динеина и являются первичными (неподвижными) ресничками. В основании обонятельных ресничек имеются базальные тельца. В плазмолемме обонятельных ресничек находятся рецепторы одорантов.

Аксоны (диаметр 0,2 мкм) рецепторных клеток формируют интраэпителиальные пучки, которые следуют между поддерживающими и базальными клетками. Пучки аксонов рецепторных клеток следуют через базальную мембрану и направляются в собственную пластинку слизистой оболочки полости внутреннего носа, в которой они окружаются обонятельными выстилающими клетками.

Обонятельные выстилающие клетки — это глиальные клетки, напоминающие леммоциты, которые развиваются из нейральных плакод и окружают аксоны рецепторных клеток на всём протяжении до обонятельных лукович (см. рис. 5.8).

Пучки аксонов рецепторных клеток объединяются приблизительно по 50 шт. и формируют обонятельные нити. Каждая рецепторная клетка экспрессирует рецепторы к одному или нескольким химически схожим одорантам. У человека более 1000 генов кодируют рецепторы для одорантов.

Рецепторные клетки с одинаковой рецепторной специфичностью хаотично распределены в эпителии слизистой оболочки обонятельной области, а их аксоны будут сходиться на одном общем клубочке в обонятельной луковиче.

Поддерживающие клетки — это высокопризматические эпителиоциты с центрально расположенным ядром и многочисленными микроворсинками на апикальном полюсе, которые выполняют опорную функцию (см. рис. 5.8). Ядра этих клеток расположены в эпителии выше ядер рецепторных клеток. Поддерживающие клетки окружают рецепторные клетки, их расширенные основания содержат плотные слоистые тельца — *пигментные гранулы*, которые обуславливают специфическую жёлтую окраску слизистой оболочки обонятельного отдела полости внутреннего носа. Между собой поддерживающие клетки соединены десмосомами, а с рецепторными клетками — плотными соединениями.

Микроворсинчатые клетки — это эпителиоциты, имеющие колбовидную форму, их узкий апикальный полюс доходит до поверхности эпителия и несёт пучок микроворсинок, которые находятся в слизи (см. рис. 5.8). В обонятельном эпителии микроворсинчатых клеток в 10 раз меньше, чем рецепторных клеток.



Базальные клетки — это мелкие низкодифференцированные клетки, способные давать начало поддерживающим клеткам. Выделяют горизонтальные и шаровидные базальные клетки. *Горизонтальные базальные клетки* — уплощённые треугольные эпителиоциты, лежащие на базальной мембране. Они имеют гиперхромное ядро с конденсированным хроматином и связаны с поддерживающими клетками десмосомами. В цитоплазме горизонтальных базальных клеток определяются кератиновые промежуточные филаменты. *Шаровидные базальные клетки* — это круглые или овальные эпителиоциты со светлыми ядрами, в которых преобладает эухроматин. Шаровидные базальные клетки располагаются на базальной мембране эпителия и характеризуются высокой частотой митоза. Шаровидные базальные клетки являются источником образования рецепторных клеток.

Собственная пластинка слизистой оболочки обонятельного отдела полости внутреннего носа (см. рис. 5.8) образована рыхлой соединительной тканью и содержит концевые отделы разветвлённых трубчато-альвеолярных смешанных *обонятельных* (боуменовых) *желёз*, выделяющих жидкий белковый секрет на поверхность обонятельного эпителия через узкие вертикальные выводные протоки. Концевые отделы обонятельных желёз содержат светлые, тёмные и миоэпителиальные клетки.

Секрет обонятельных желёз содержит лизоцим, секреторный IgA, лактоферрин, протеогликаны и одорантсвязывающие белки, которые усиливают обонятельную рецепцию. Секрет обонятельных желёз окружает обонятельные реснички рецепторных клеток и растворяет одоранты, находящиеся во вдыхаемом воздухе.

В собственной пластинке слизистой оболочки располагаются пучки безмиелиновых нервных волокон (аксонов рецепторных клеток, окружённых леммоцитами), венозное сплетение, которое развито значительно слабее, чем в респираторном отделе, и сеть лимфатических капилляров.

Рецепторные клетки погибают и дифференцируются в течение жизни человека, в среднем продолжительность их жизни составляет 1–3 месяца.

Погибшие рецепторные клетки и их фрагменты фагоцитируются поддерживающими клетками.

Кровоснабжение носа, венозный и лимфатический отток

Кровоснабжение наружного носа, венозный и лимфатический отток

Кровоснабжение

Артериальную кровь структуры наружного носа получают из ветвей лицевой артерии — угловой артерии и верхней губной артерии, а также из ветвей глазной артерии — тыльной артерии носа.

Венозный отток

Венозный отток осуществляется через лицевую и глазную вены.

Лимфатический отток

Отток лимфы от наружного носа происходит в лицевые, поверхностные околоушные и поднижнечелюстные лимфатические узлы.

Кровоснабжение внутреннего носа, венозный и лимфатический отток

Кровоснабжение

Артериальная кровь в структуры внутреннего носа доставляется по клиновидно-нёбной (ветвь верхнечелюстной артерии) и глазной (ветвь внутренней сонной артерии) артериям (рис. 5.9а). Клиновидно-нёбная артерия проникает в собственно полость носа через клиновидно-нёбное отверстие, формирует задние носовые латеральные артерии и задние артерии носовой перегородки (задние септальные артерии), снабжающие кровью задние отделы боковой стенки (слизистую оболочку носовых раковин и носовых ходов) и перегородки полости носа. Ветви клиновидно-нёбной артерии анастомозируют с большими нёбными артериями через резцовый канал. Передне-нижняя часть перегородки носа, содержащая большое количество кровеносных сосудов, образующих *сплетение Киссельбаха*, называется *зоной Литтла*. В зоне Литтла происходит взаимодействие ветвей наружной и внутренней сонных артерий. Глазная артерия даёт на-

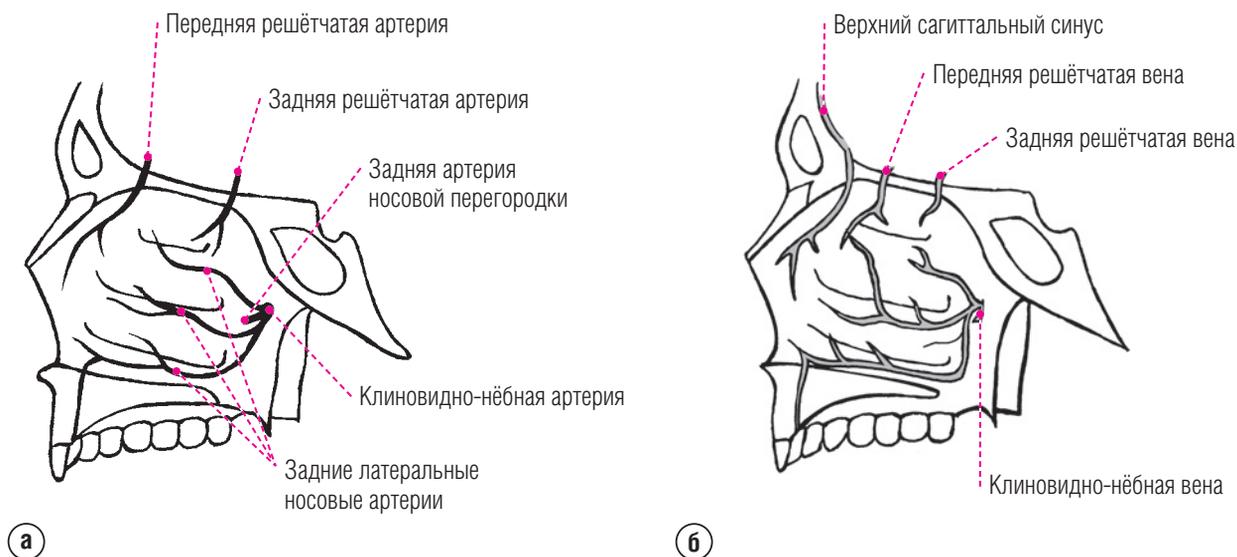


РИС. 5.9

Кровоснабжение внутреннего носа (а) и венозный отток (б).

чало передней и задней решётчатым артериям, которые снабжают кровью решётчатый лабиринт, лобные пазухи и передние отделы собственно полости носа.

Подглазничная артерия (ветвь верхнечелюстной артерии), а также верхняя, передняя и задняя альвеолярные ветви верхнечелюстной артерии кровоснабжают слизистую оболочку верхнечелюстной пазухи. Глоточные ветви верхнечелюстной артерии снабжают кровью слизистую оболочку клиновидных пазух.

Венозный отток

В слизистой оболочке полости носа имеются тонкостенные расширенные венозные сосуды — венозные лакуны, которые формируют пещеристые венозные сплетения. Пещеристые венозные сплетения особенно развиты в слизистой оболочке в задней части перегородки носа, в средней и нижней носовых раковинах — *пещеристое сплетение носовых раковин*.

Вены от задней части полости носа следуют в клиновидно-нёбную вену, а затем в крыловидное венозное сплетение. Передняя часть полости носа направляет кровь в передние решётчатые вены, из которых она направляется в глазные и лицевые вены. Через слепое отверстие венозная кровь от полости носа следует в верхний сагиттальный синус (см. рис. 5.9б).

Лимфатический отток

Лимфатические сосуды образуют в полости внутреннего носа две сети — поверхностную и глубокую. Лимфатический отток от передних отделов полости внутреннего носа осуществляется в поднижнечелюстные, а из задних отделов и околоносовых пазух — в латеральные и передние глубокие шейные лимфатические узлы. Задняя часть дна полости носа отводит лимфу в околоушные лимфатические узлы.

Иннервация носа

Иннервация наружного носа

Афферентную соматическую (соматосенсорную), афферентную вегетативную (вегетосенсорную) и эфферентную вегетативную (вегетомоторную) иннервацию наружного носа (кожа преддверия, спинки и крыльев носа) обеспечивают глазные и верхнечелюстные ветви тройничного нерва.

Эфферентную соматическую (соматомоторную) иннервацию поперечнополосатых скелетных мышц наружного носа осуществляют ветви лицевого нерва.

Иннервация внутреннего носа

Афферентную соматическую (соматосенсорную) и афферентную вегетативную (вегето-



сенсорную) иннервацию слизистой оболочки внутреннего носа обеспечивают глазные и верхнечелюстные ветви тройничного нерва. Передний отдел собственно полости носа иннервируется передним и задним решётчатыми нервами — ветвями носоресничного нерва (глазная ветвь тройничного нерва). Задний отдел собственно полости носа иннервируется задними носовыми нервами, отходящими от крылонёбного узла и содержащими нервные волокна верхнечелюстной ветви тройничного нерва.

Афферентная специфическая (обонятельная) иннервация собственно полости носа осуществляется I парой черепных нервов — *обонятельными нервами*. Рецепторные клетки располагаются в обонятельном отделе слизистой оболочки собственно полости носа, их аксоны проникают в переднюю черепную ямку через решётчатую пластинку решётчатой кости в виде множества обонятельных нитей. Совокупность обонятельных нитей, лежащих справа и слева от петушиного гребня лобной кости, называют правым и левым обонятельными нервами соответственно. Обонятельные нервы заканчиваются в обонятельных луковицах.

Эфферентная вегетативная (вегетомоторная) симпатическая иннервация осуществляется ветвями верхних шейных симпатических узлов, от нейронов которых начинаются постганглионарные симпатические нервные волокна, переходящие через внутреннее сонное сплетение в глубокий каменистый нерв. Глубокий каменистый нерв, объединившись с большим каменистым нервом, образует нерв крыловидного канала, который следует в крылонёбную ямку и доставляет постганглионарные симпатические нервные волокна в крылонёбный узел, через который они проходят транзитом. Задние носовые нервы, отходящие от крылонёбного узла, содержат постганглионарные симпатические нервные волокна и следуют в собственно полость носа через клиновидно-нёбное отверстие.

Эфферентная вегетативная (вегетомоторная) парасимпатическая иннервация обеспечивается преганглионарными нервными волокнами, которые начинаются от верхнего секреторного (слюноотделительного) ядра лицевого нерва и направляются по большому ка-

менистому нерву, а затем по нерву крыловидного канала в крылонёбный узел. В крылонёбном узле располагаются тела вегетативных парасимпатических нейронов, от которых начинаются постганглионарные парасимпатические нервные волокна. Последние проникают в собственно полость носа через задние носовые нервы, отходящие от крылонёбного узла.

Глотка

Развитие, строение, кровоснабжение, венозный и лимфатический отток, иннервацию и функции глотки см. в [главе 4 «Пищеварительная система»](#).

Гортань

Гортань — это непарный орган дыхательной системы, относящийся к воздухоносным путям и соединяющий глотку с трахеей.

Развитие гортани

Закладка гортани примыкает к глоточной части переднего отдела кишечной трубки зародыша и сообщается с ней. Закладка гортани образуется на 4-й неделе пренатального периода развития в результате взаимодействия энтодермы проксимальной части гортанно-трахеального дивертикула с окружающей его мезенхимой.

В конце 1-го месяца пренатального периода развития закладка гортани представлена двумя утолщениями мезенхимы в стенке гортанно-трахеального дивертикула непосредственно около входа в него из переднего отдела кишечной трубки. К 6-й неделе пренатального периода развития закладка гортани приобретает шаровидную форму, к концу 8-й недели пренатального периода развития из бронхиальной мезенхимы образуются закладки хрящей гортани. Первым возникает закладка перстневидного, затем щитовидного (в виде парных закладок из мезенхимы 4-й жаберной дуги, которые позднее объединяются), черпаловидных (утолщение мезенхимы на дорсальной поверхности), рожковидных, надгортанного и клиновидных хрящей. На короткий период полость закладки гортани перекрывается интенсивно пролиферирующим эпителием, но в процессе увеличения заклад-



ки гортани её полость вновь формируется. На 10–12-й неделе пренатального периода развития боковые стенки закладки гортани образуют парные выпячивания — закладки желудочков гортани, над которыми возникают парные вестибулярные складки, а под ними — парные голосовые складки. Полость закладки гортани сообщается с нижерасположенной полостью закладки трахеи через сужение — *трахеогортанный канал*. С трёх лет гортань девочек становится короче и меньше, чем у мальчиков.

Строение гортани

Гортань расположена в области шеи на уровне позвонков С IV–VI, ниже подъязычной кости. По бокам и спереди к гортани прилежит щитовидная железа. Спереди гортань частично прикрыта подподъязычными мышцами. Кзади от неё лежит гортанная часть глотки, с которой гортань сообщается отверстием — *входом в гортань* (рис. 5.10). Гортань мужчины больше гортани женщины, что определяет половые различия в тембре голоса.

Гортань связана с подъязычной костью посредством щитоподъязычной мембраны (щитоподъязычной перепонки) и при сокращении мышц последней может изменять своё положение (рис. 5.11, рис. 5.12). Основу гортани образуют хрящи гортани, которые соединены плотной оформленной соединительной тканью и вместе образуют её волокнисто-хрящевую оболочку. Хрящи гортани (рис. 5.13) можно разделить на непарные (к ним относятся щитовидный хрящ, перстневид-

ный хрящ, надгортанный хрящ (надгортаник)) и парные (к ним относятся черпаловидные хрящи, рожковидные хрящи, клиновидные хрящи).

Щитовидный хрящ располагается над дугой перстневидного хряща, имеет вид двугранного угла, открытого назад, и состоит из двух четырёхугольных пластинок (см. рис. 5.13а, б). Верхний край щитовидного хряща имеет *верхнюю щитовидную вырезку* и выступает вперёд больше нижнего края, который имеет слабо выраженную *нижнюю щитовидную вырезку*. Верхний край щитовидного хряща прощупывается через кожу шеи и называется *гортанным выступом* (адамовым яблоком). Задние края пластинок щитовидного хряща утолщены и имеют направленные вверх и вниз отростки — *верхние и нижние рожки щитовидного хряща* соответственно. Нижние рожки имеют суставные поверхности для формирования сустава с перстневидным хрящом.

Перстневидный хрящ представляет собой кольцо с расширенной задней частью — *пластинкой*, и суженной, обращённой кпереди частью — *дугой* (см. рис. 5.13в, г). Нижний край перстневидного хряща лежит параллельно верхнему краю первого хряща трахеи. Верхний край перстневидного хряща параллелен нижнему только в области дуги, кзади он косо восходит вверх, переходя в пластинку. На верхнем крае пластинки по бокам от средней линии находится парная черпаловидная суставная поверхность, служащая для сочленения с черпаловидными хрящами. На на-

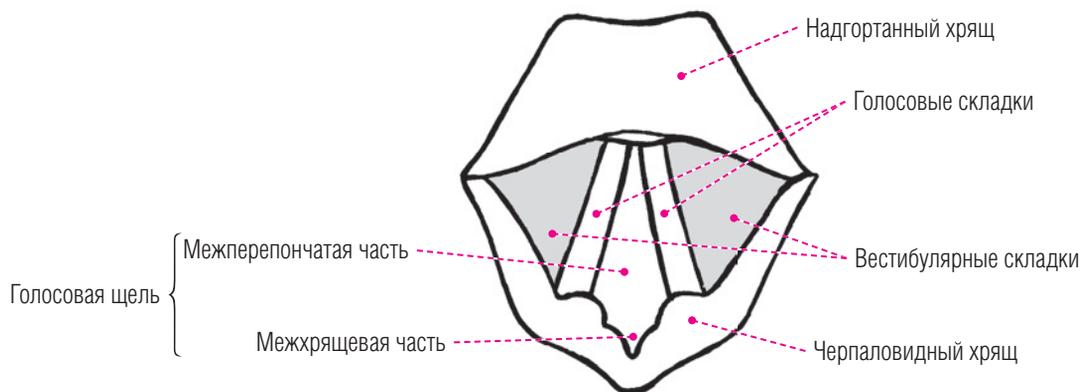
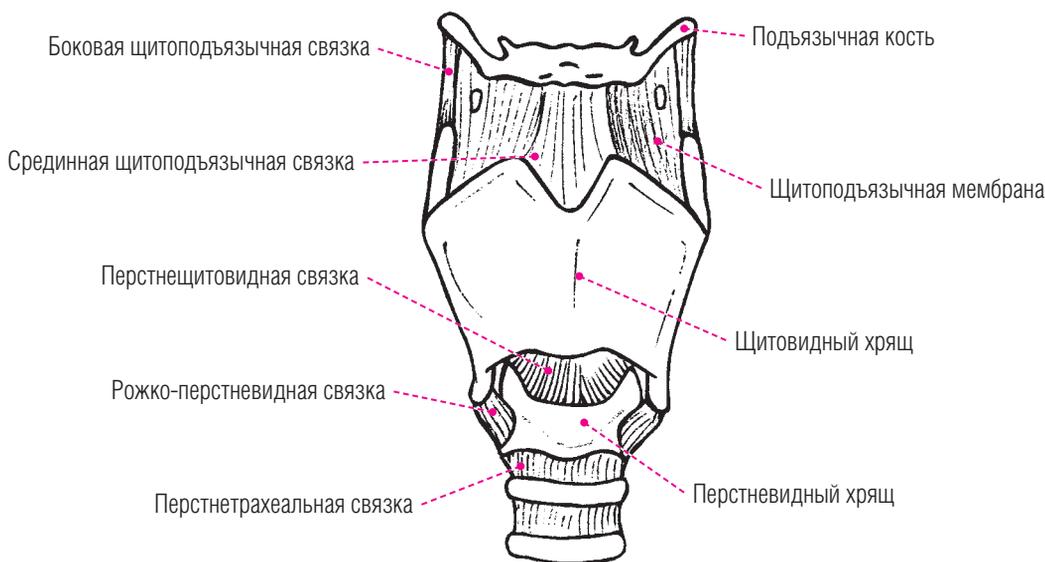
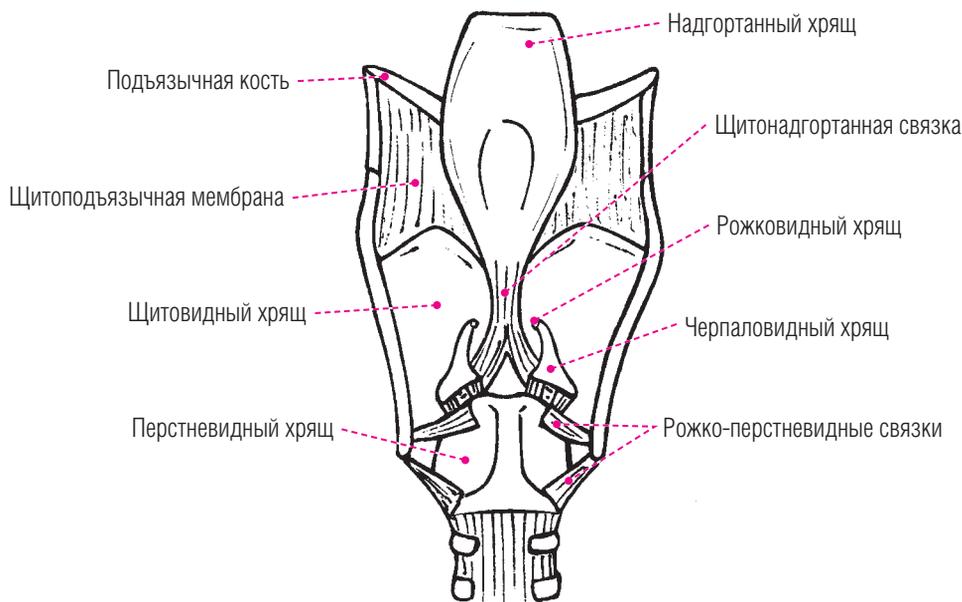


РИС. 5.10

Вход в гортань (вид сверху).



а



б

РИС. 5.11

Суставы и связки гортани: вид спереди (а); вид сзади (б).

ружной поверхности перстневидного хряща, на границе между дугой и пластинкой, находится щитовидная суставная поверхность, служащая для образования сустава с суставной поверхностью нижних рожков щитовидного хряща.

Надгортанный хрящ имеет вид изогнутой округлой пластинки, которая выпуклой стороной обращена к корню языка (см. рис. 5.13д).

Надгортанный хрящ располагается за щитовидным хрящом и выступает над верхней щитовидной вырезкой. Узкая нижняя часть надгортанного хряща, называемая *стебельком*, прикрепляется с помощью связки к задней поверхности щитовидного хряща под верхней вырезкой. На задней вогнутой поверхности надгортанного хряща имеет углубления — места расположения слизистых *надгортанных желёз*.

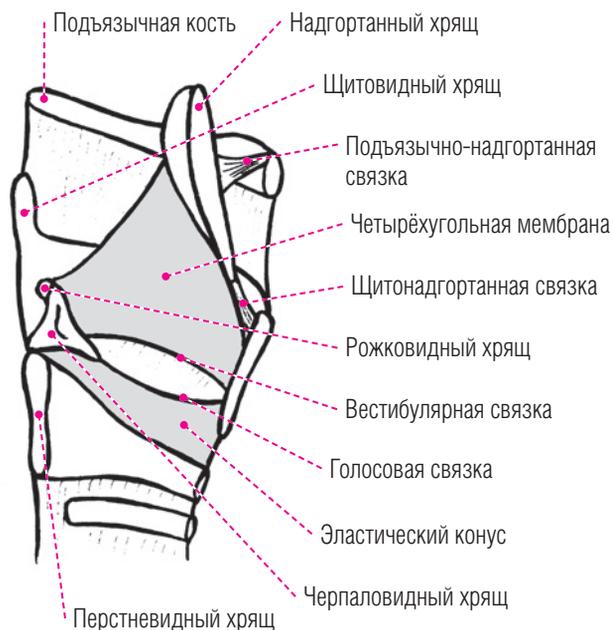


РИС. 5.12

Суставы и связки гортани (срединный сагиттальный срез).

Черпаловидный хрящ — это парный хрящ, который имеет вид трёхгранной пирамиды (см. рис. 5.13е, ж, з). В черпаловидном хряще выделяют *основание*, сочленяющееся с суставными поверхностями верхнего края пластинки перстневидного хряща, и *верхушку*, направленную кверху, назад и медиально. Задняя поверхность черпаловидного хряща широкая, вогнута кпереди. Медиальная поверхность небольшая, направлена в сторону черпаловидного хряща противоположной стороны. Переднебоковая поверхность имеет возвышение — *холмик*, от которого вниз и медиально следует дугообразный гребень. Дугообразный гребень ограничивает треугольную ямку, ниже дугообразного гребня располагается продолговатая ямка — место прикрепления голосовой мышцы. Из трёх углов основания черпаловидного хряща наиболее выражены два: заднелатеральный угол — *мышечный отросток*, и передний — *голосовой отросток*. К голосовым отросткам прикрепляются голосовые мышцы и голосовые связки.

Рожковидный хрящ — это парный хрящ конической формы, расположенный у верхушки черпаловидного хряща в толще черпало-надгортанной связки (см. рис. 5.13е, ж, з).

Клиновидный хрящ — это парный маленький хрящ, который лежит над рожковидным хрящом в толще черпало-надгортанной связки.

Кроме того, в гортани присутствует несколько непостоянных небольших сесамовидных хрящей.

Хрящи гортани соединены между собой посредством связок и суставов (см. рис. 5.11, рис. 5.12). Гортань связана с нижней поверхностью подъязычной кости щитоподъязычной мембраной, которая имеет вид широкой пластинки (см. рис. 5.11). В боковых отделах щитоподъязычной мембраны есть отверстие для верхнего гортанного нерва. По средней линии щитоподъязычная мембрана имеет утолщение, которое называют *срединной щитоподъязычной связкой* (см. рис. 5.11а). Утолщения боковых отделов этой перепонки — *правая и левая щитоподъязычные связки* — простираются от верхних рожков щитовидного хряща к вершине больших рогов подъязычной кости (см. рис. 5.11а). В толще щитоподъязычных связок встречается небольшой округлый зерновидный хрящ.

Надгортанный хрящ соединяется с телом подъязычной кости посредством *подъязычно-надгортанной связки*, которая отходит от задней поверхности надгортанного хряща к середине внутренней поверхности и нижнего края тела подъязычной кости (см. рис. 5.11б). От стелька надгортанного хряща к внутренней поверхности щитовидного хряща простирается *щитонадгортанная связка* (см. рис. 5.12). Кроме того, надгортанный хрящ прикрепляется к задней поверхности корня языка тремя *язычно-надгортанными связками*, которые выявляются в глотке в виде одной срединной и двух боковых *язычно-надгортанных складок*.

Перстневидный хрящ соединён с щитовидным хрящом парным *перстнещитовидным суставом*, образованным суставными поверхностями нижних рожков щитовидного хряща и щитовидными суставными поверхностями перстневидного хряща. Суставная сумка укрепляется передними, задними и латеральными *рожко-перстневидными связками* (см. рис. 5.11). Перстнещитовидная связка располагается по средней линии гортани и соединяет внутреннюю поверхность нижнего края щитовидного хряща и верхний край дуги пер-

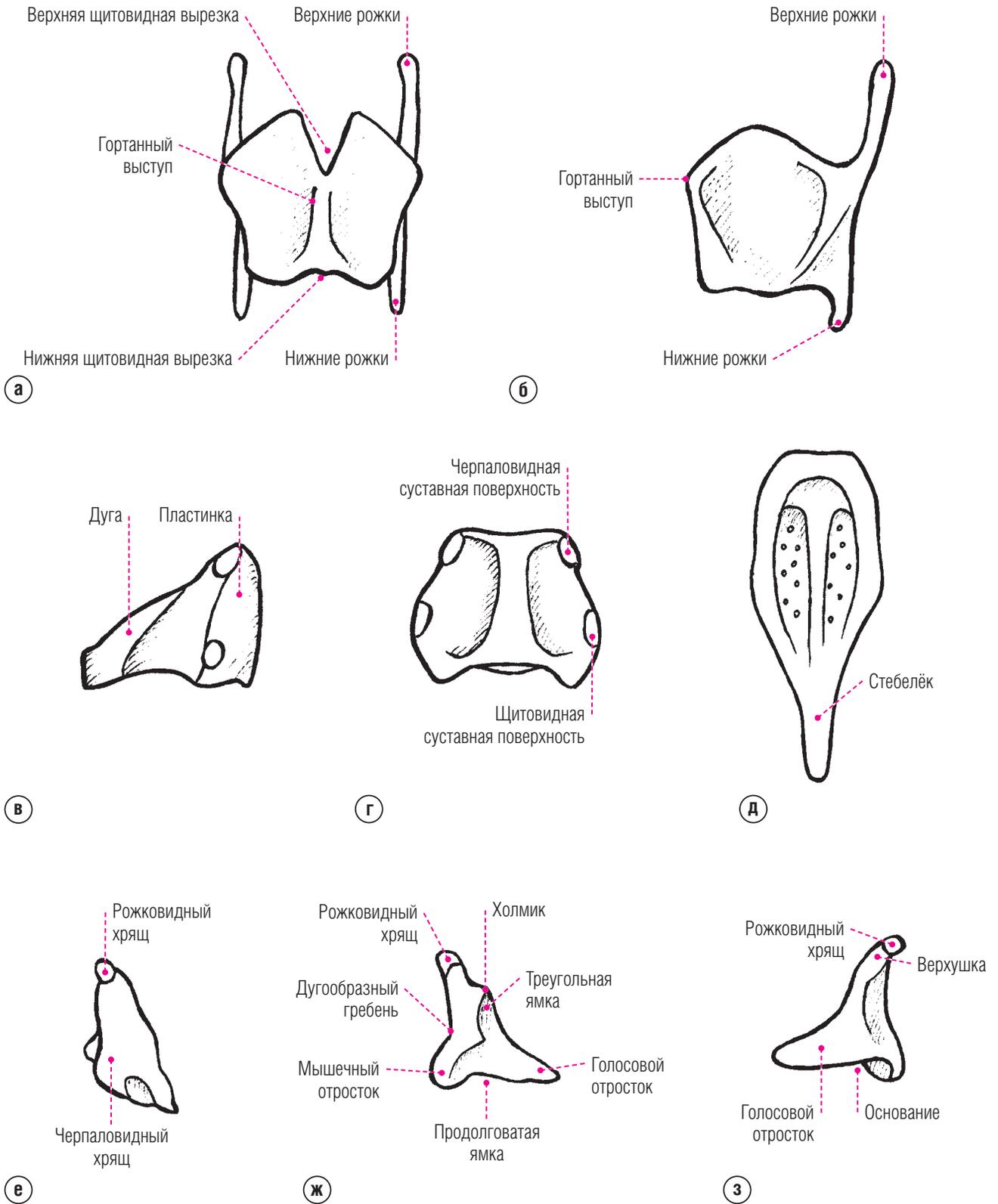


РИС. 5.13

Хрящи гортани. Щитовидный хрящ: вид спереди (а); вид сбоку (б). Перстневидный хрящ: вид сбоку (в); вид сзади (г). Надгортанный хрящ: вид сзади (д). Черпаловидный хрящ: вид сзади (е); латеральная поверхность (ж); медиальная поверхность (з).



стневидного хряща (см. рис. 5.11а). В обе стороны от перстнещитовидной связки по верхнему краю дуги и пластинки перстневидного хряща с переходом на голосовые отростки черпаловидных хрящей тянется фиброзно-эластическая мембрана — *эластический конус*, свободный край которого образует голосовые связки, натянутые между черпаловидными хрящами и внутренней поверхностью щитовидного хряща (см. рис. 5.12). Над голосовыми связками от переднего края черпаловидных и клиновидных хрящей к внутренней поверхности щитовидного хряща, окружая стебелёк надгортанного хряща, следует фиброзно-эластическая перепонка — *четырёхугольная мембрана* (см. рис. 5.12). Свободный нижний край четырёхугольной мембраны формирует вестибулярные связки, а свободный верхний край покрыт слизистой оболочкой и формирует боковые отделы входа в гортань.

Перстневидный хрящ соединён с черпаловидным хрящом перстнечерпаловидным суставом, который укреплен перстнечерпаловидными связками. Этот парный сустав образуется между суставной поверхностью основания черпаловидного хряща и черпаловидной суставной поверхностью перстневидного хряща. Кроме того, рожковидные хрящи соединены с верхушкой черпаловидных хрящей. Со слизистой оболочкой глотки задняя поверхность пластинки перстневидного хряща связана *перстнеглочной связкой*. От нижнего края перстневидного хряща берёт начало *перстнетрахеальная связка*, идущая к первому хрящу трахеи.

Голосовые связки — это парные связки, образованные пучком эластических волокон и натянутые между голосовым отростком черпаловидного хряща и внутренней поверхностью щитовидного хряща (см. рис. 5.12). Участвуют в образовании *голосовой (гортанной) щели*.

Вестибулярные связки — это парные связки, расположенные выше голосовых, параллельно им (см. рис. 5.12). Вестибулярные связки слабо выражены, тоньше голосовых и натянуты от черпаловидных хрящей к внутренней поверхности щитовидного хряща.

Мышцы гортани образованы поперечно-полосатой скелетной мышечной тканью и разделяются на две группы.

Первая группа мышц обеспечивает движение гортани в целом и включает срединную группу поверхностных мышц шеи — над- и подподъязычные мышцы.

Вторая группа мышц — собственные мышцы гортани — расположена между хрящами гортани (рис. 5.14). Собственные мышцы гортани изменяют положение надгортанного хряща при глотании и дыхании, а также изменяют взаиморасположение щитовидного и черпаловидных хрящей, что влияет на натяжение голосовых связок и размер голосовой щели.

Положение надгортанного хряща изменяет *черпало-надгортанная мышца* (см. рис. 5.14а), которая начинается от мышечного отростка черпаловидного хряща, следует косо, перекрещивается с одноименной мышцей противоположной стороны и прикрепляется к верхушке контралатерального черпаловидного хряща (косая черпаловидная мышца), после чего следует далее и вплетается в надхрящницу латерального края надгортанного хряща. Сокращаясь, черпало-надгортанная мышца оттягивает назад и вниз надгортанный хрящ и закрывает вход в гортань при глотании.

Щитонадгортанная мышца (см. рис. 5.14в) начинается от внутренней поверхности угла щитовидного хряща, направляется вверх и кзади, прикрепляется к передней поверхности надгортанного хряща. Сокращение этой мышцы поднимает надгортанный хрящ и открывает вход в гортань при дыхании и речи.

К мышцам, регулирующим голосообразование, относят мышцы, суживающие (латеральная перстнечерпаловидная мышца, поперечная черпаловидная мышца и голосовая мышца) и расширяющие (задняя перстнечерпаловидная мышца) голосовую щель, а также мышцы, напрягающие (перстнещитовидная мышца) и расслабляющие (щиточерпаловидная мышца) голосовые связки.

Латеральная перстнечерпаловидная мышца (см. рис. 5.14в) — это парная мышца, которая начинается от боковой поверхности перстневидного хряща и направляется косо вверх и назад, где прикрепляется к мышечному отростку черпаловидного хряща. Мышца тянет черпаловидный хрящ в сторону, в результате чего голосовые отростки и прикрепленные к ним голосовые связки сближаются, голосовая щель сужается.