

# Дыхательная система человека



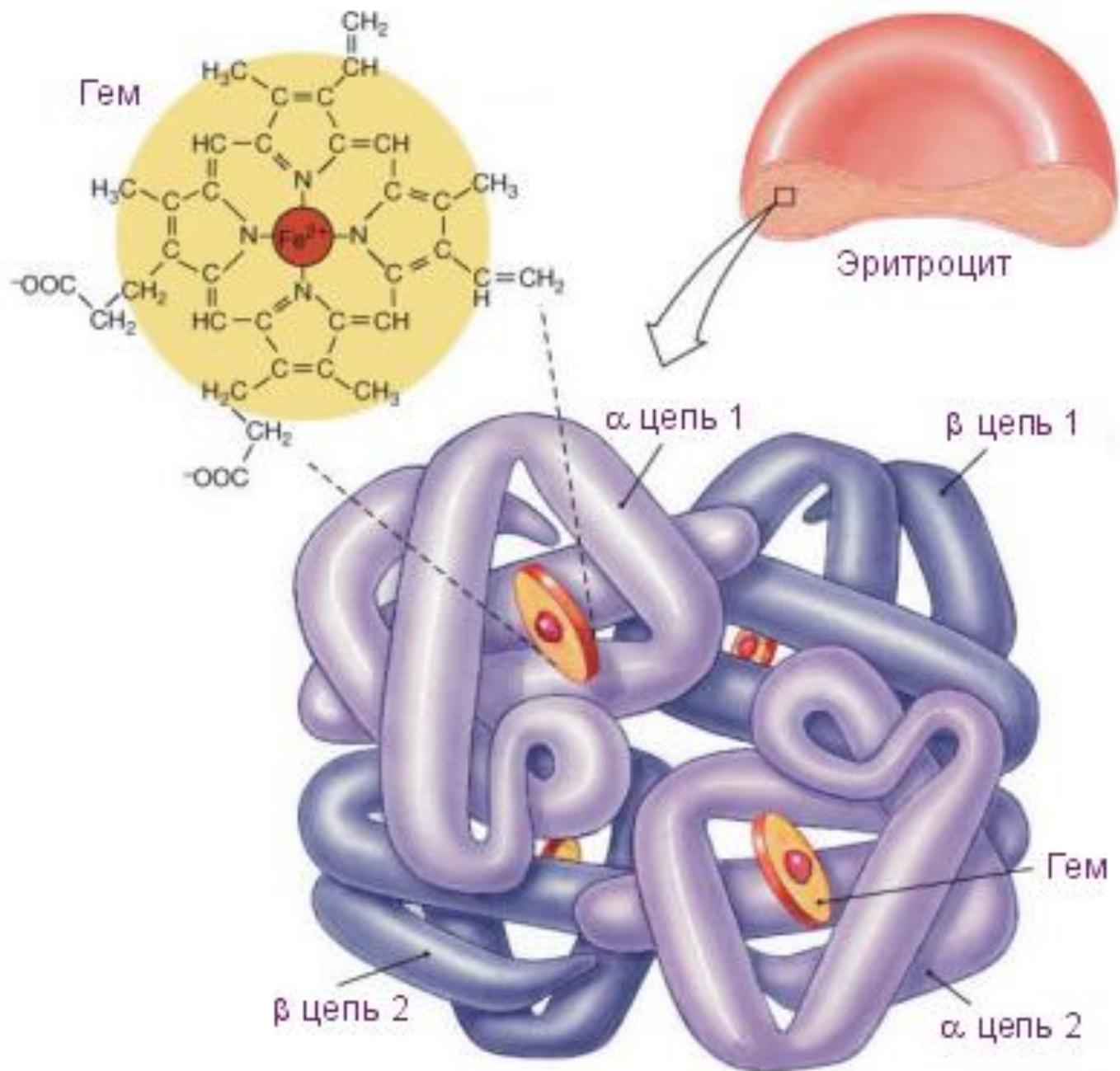
**Дыхание** – совокупность процессов, обеспечивающих потребление кислорода и выделение углекислого газа.

### **Три этапа:**

- 1 внешнее (легочное) – обмен газов в легких
- 2 транспорт газов кровью (кислорода и углекислого газа)
- 3 тканевое дыхание (газообмен в тканях и биологическое окисление в митохондриях)

- Клеточное дыхание - процесс, при котором окисление органических веществ ведет к выделению химической энергии.
- Не следует путать тканевое дыхание с газообменом в тканях.
- Газообмен (внешнее дыхание) – процесс поглощения из окружающей среды (в том числе тканевой жидкости) кислорода и выделение в среду углекислого газа.

Состав Hb Hb– сложный хромопротеид. Состоит из железосодержащих групп гема и белкового остатка глобина. На долю гема приходится 4%, глобина – 96%. Гем построен из 4 молекул пиролла, образующих порфириновое кольцо, в центре которого находится атом железа ( $Fe^{2+}$ ).



**Молекула гемоглобина**

# Соединения гемоглобина с газами

## Физиологические:

1.  $\text{HbO}_2$  - оксигемоглобин
2.  $\text{HbCO}_2$  - карбогемоглобин
3.  $\text{HHb}$  – восстановленный гемоглобин

## Патологические:

1.  $\text{HbCO}$  - карбоксигемоглобин
2.  $\text{HbOH}$  – метгемоглобин
3.  $\text{HbS}$  - сульфгемоглобин

## Содержание Hb в норме:

муж. – 130-160 г/л

жен. – 120-140 г/л

высшее содержание 166,7 г/л

Патологическое соединение гемоглобина с CO называется карбоксигемоглобин (HbCO).

Присутствие в воздухе даже 0,1% CO превращает 80% гемоглобина в карбоксигемоглобин. Соединение стойкое. При обычных условиях распадается очень медленно.

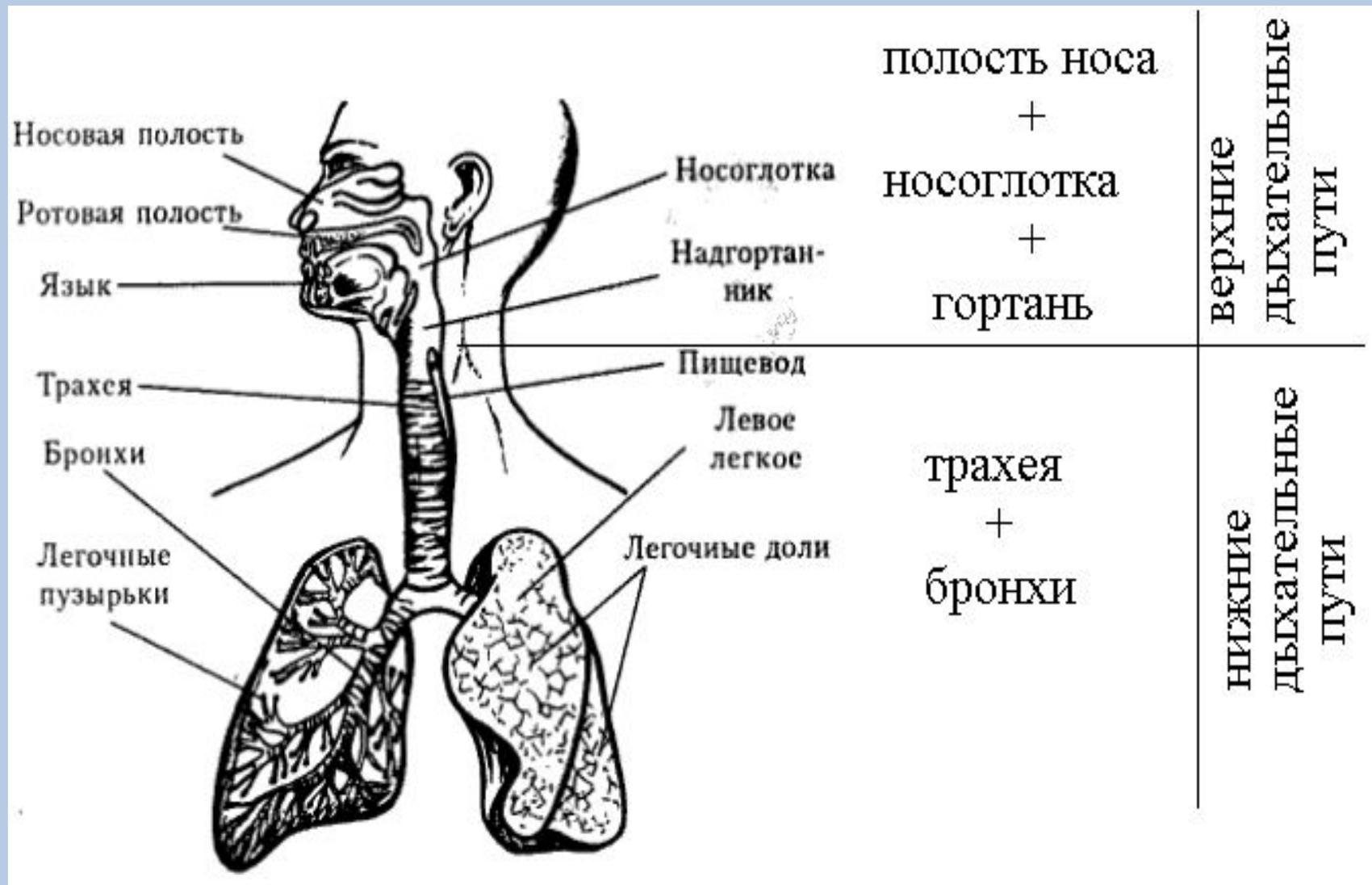
Помощь при отравлении угарным газом.

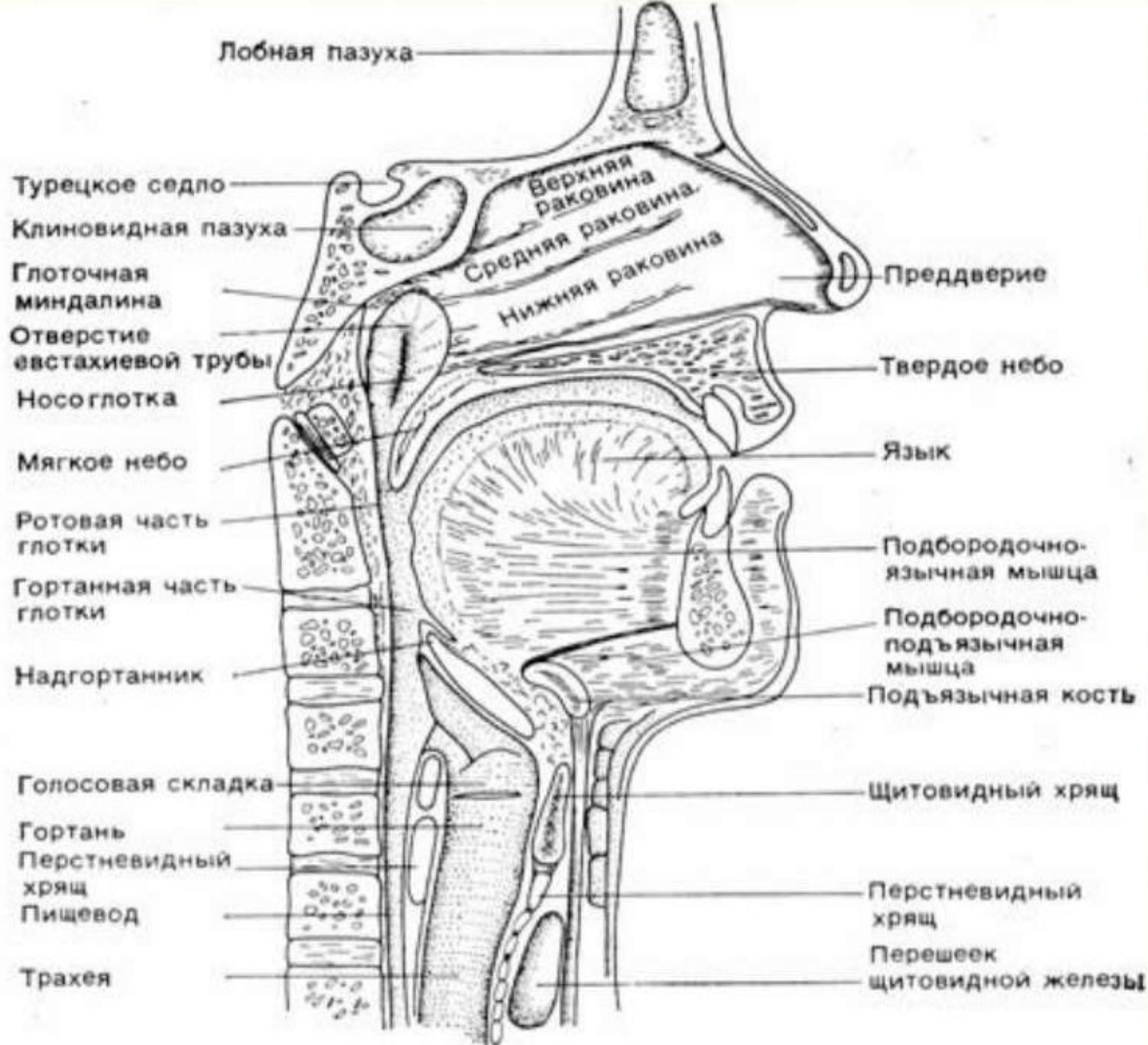
1)обеспечить доступ кислорода 2)

вдыхание чистого кислорода

увеличивает скорость распада HbCO в 20 раз.

# Система органов дыхания

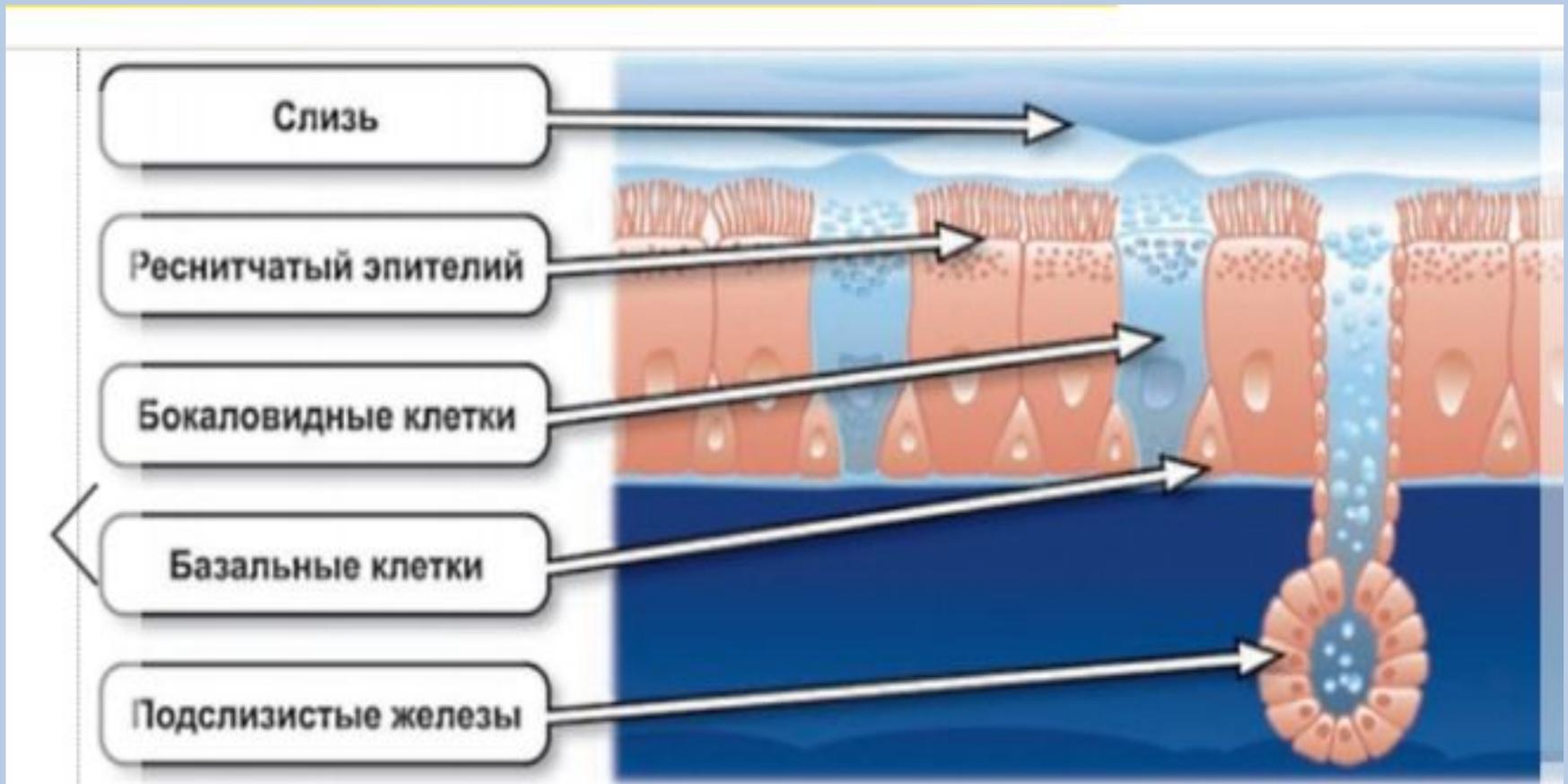




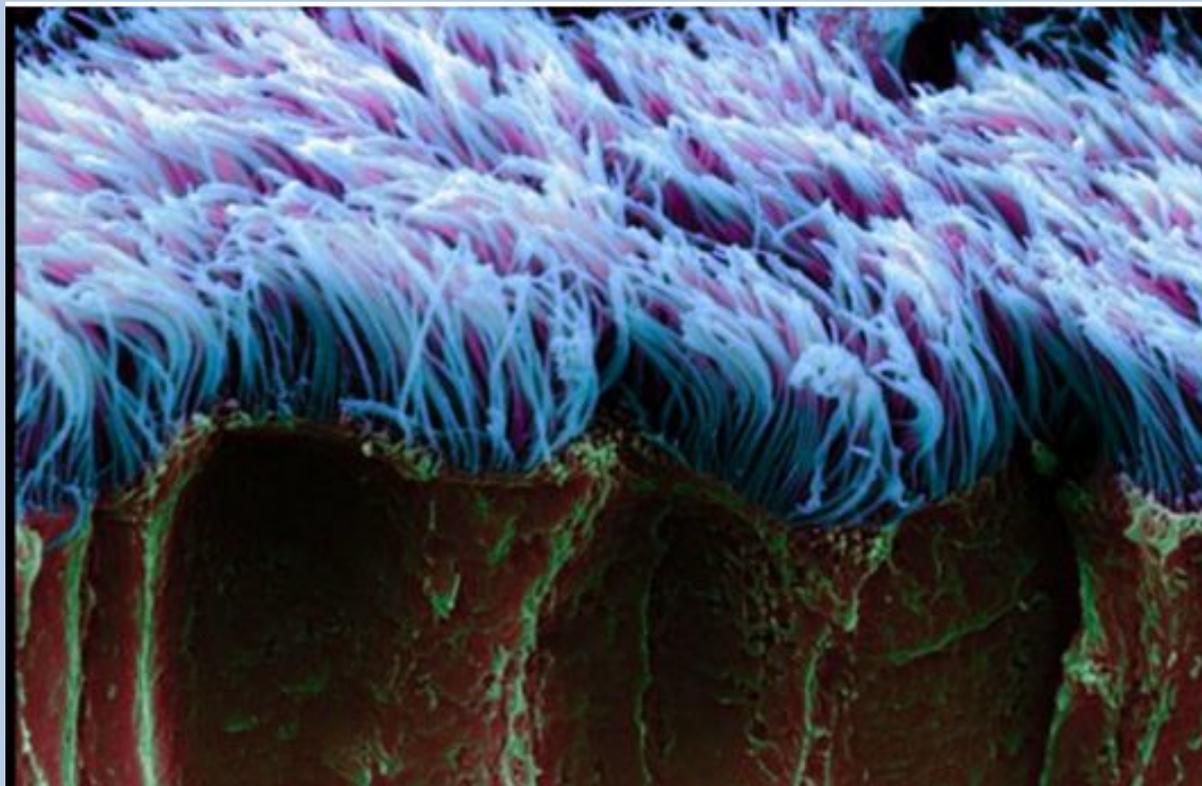
**Полость носа** – извилистые носовые ходы, слизистая оболочка обильно снабжена кровеносными сосудами и покрыта мерцательным эпителием со слизистыми железами. Обонятельные рецепторы. Сюда открываются воздухоносные пазухи костей: лобной, клиновидной, верхнечелюстной.

**Функции:** обоняние; согревание, увлажнение вдыхаемого воздуха, уничтожение бактерий; задерживание и удаление пыли, чихание.

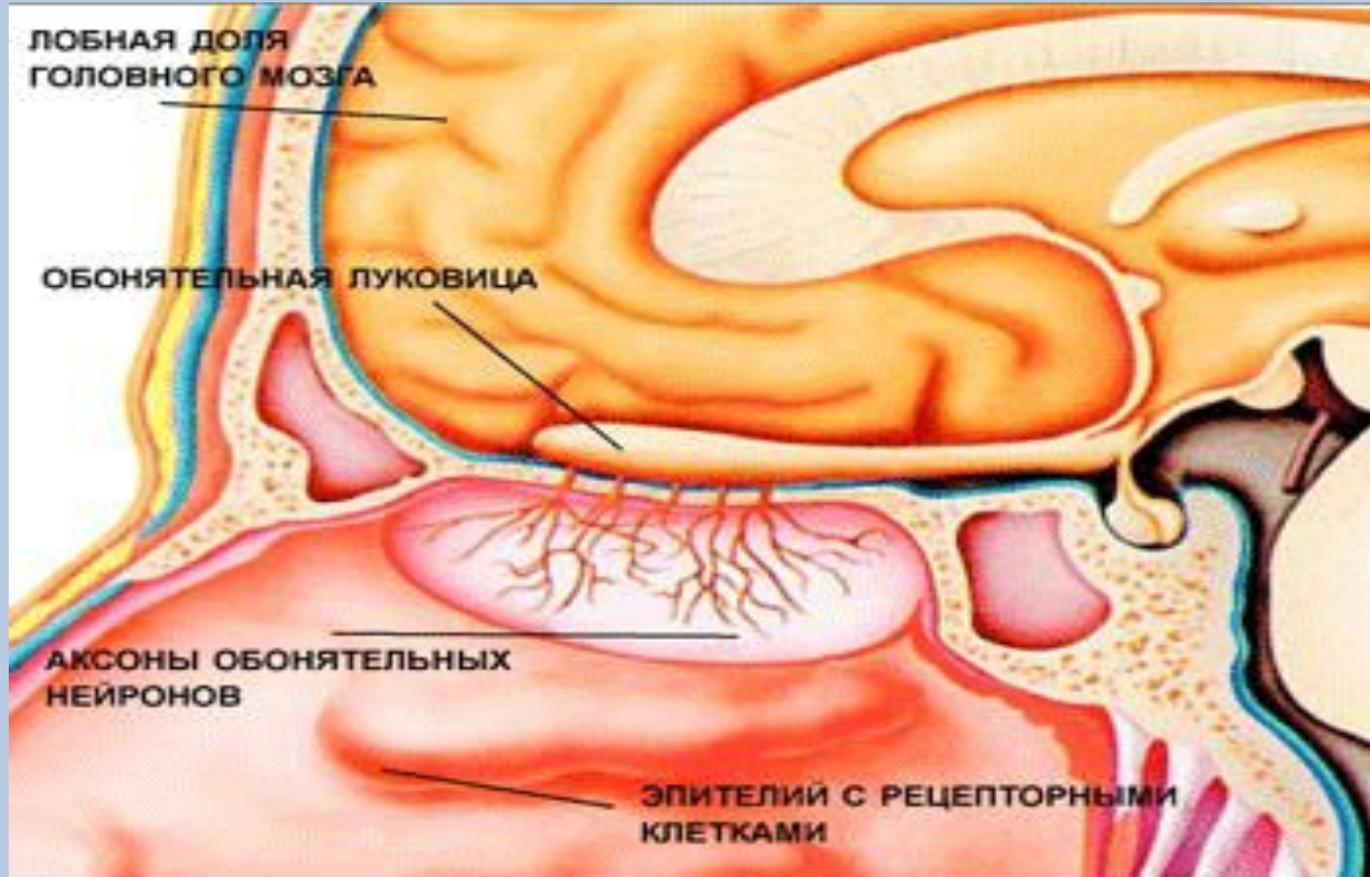
# Мерцательный эпителий носовой полости



# Реснитчатые клетки мерцательного эпителия носовой полости



# Обонятельный эпителий носовой ПОЛОСТИ

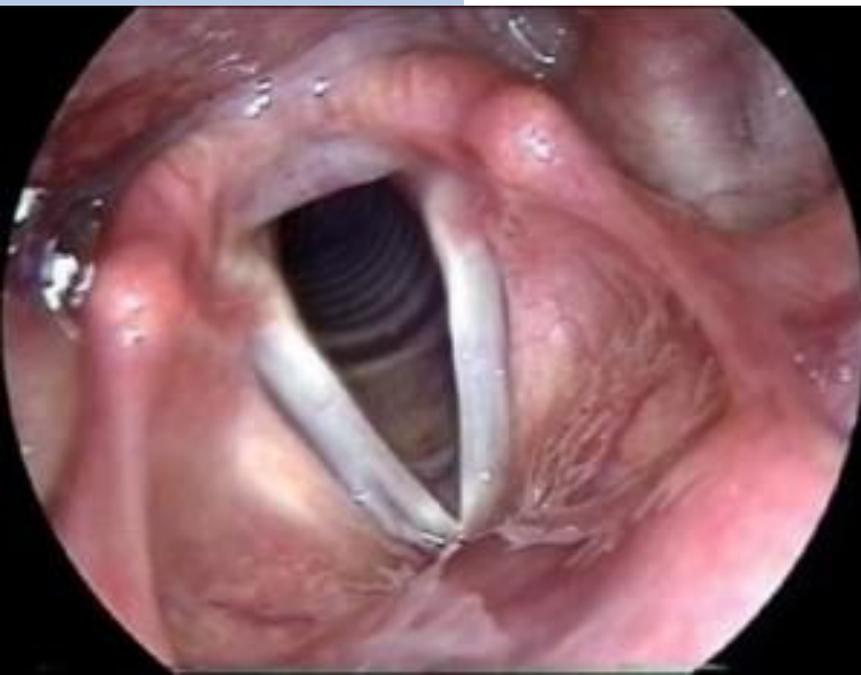
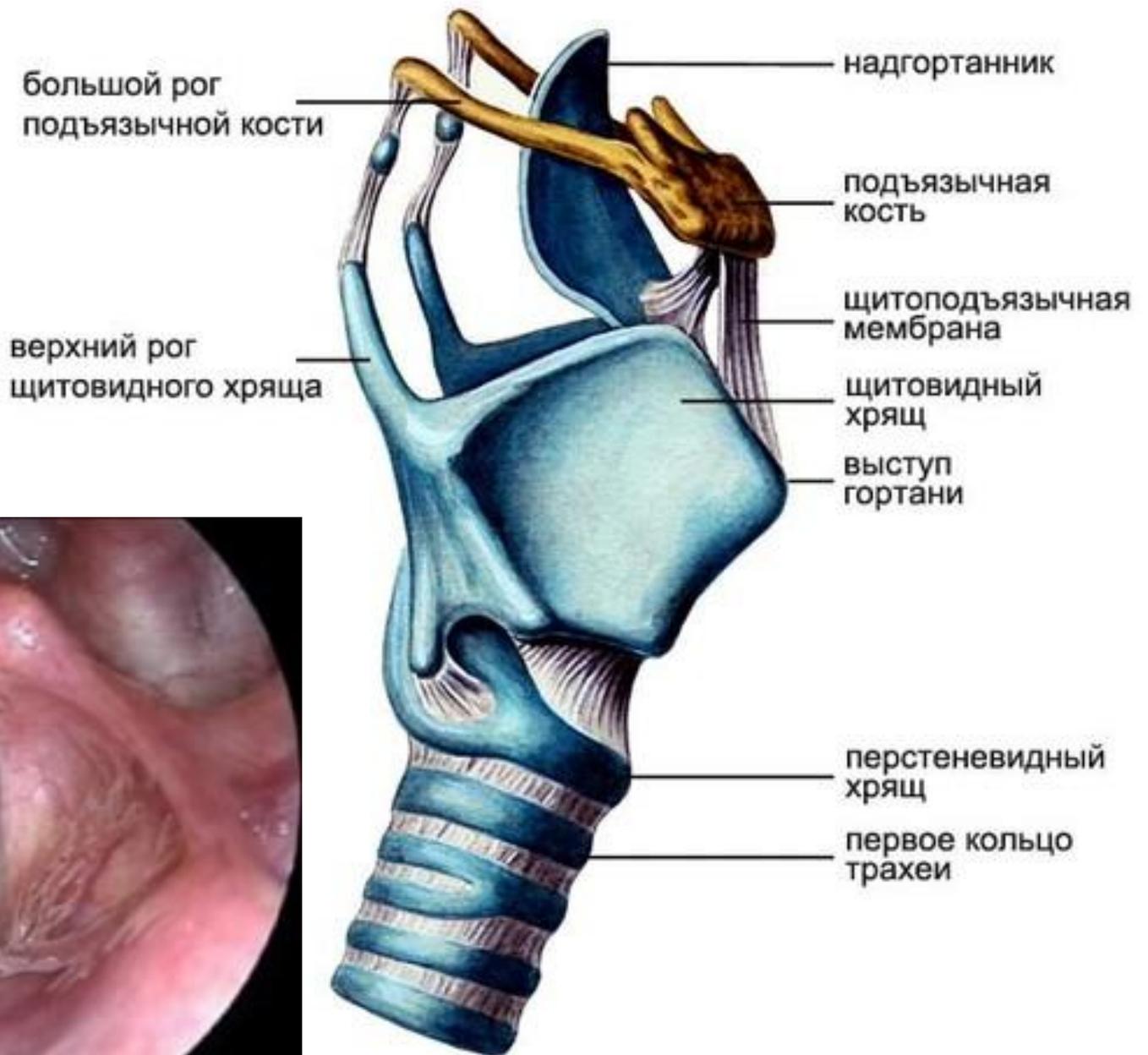


*Пути передачи информации о запахах в головной мозг*

**Гортань** – хрящи: надгортанный, перстневидный, черпаловидный (их 2) и щитовидный (между последними – голосовые связки, голосовая щель). Полость гортани выстлана слизистой оболочкой.

**Функция:** образование звуков и речи; кашель при попадании пыли на рецепторы; надгортанник при глотании закрывает вход в гортань.

# Строение гортани



Голосовые связки находятся в средней части глотки, в гортани. Маленькие связки укрепляют суставы гортани, а большие образуют голосовую щель. В ней во время колебания связок «рождаются» звуки, производимые человеком. Колебания связок происходят только во время **выдоха**, когда они напрягаются, возбуждаемые нервными импульсами.

У мальчиков во время полового созревания голосовые связки утолщаются, и голос мутирует – становится грубее и ниже. Голосовые связки – достаточно чувствительные органы и могут ухудшить или прекратить выполнение из-за многих факторов: воздействия холодного воздуха или холодной пищи, курения, употребления алкогольных напитков.

**Трахея и бронхи** – трубка 10 – 12 см с хрящевыми полукольцами; задняя стенка эластичная, граничит с пищеводом.

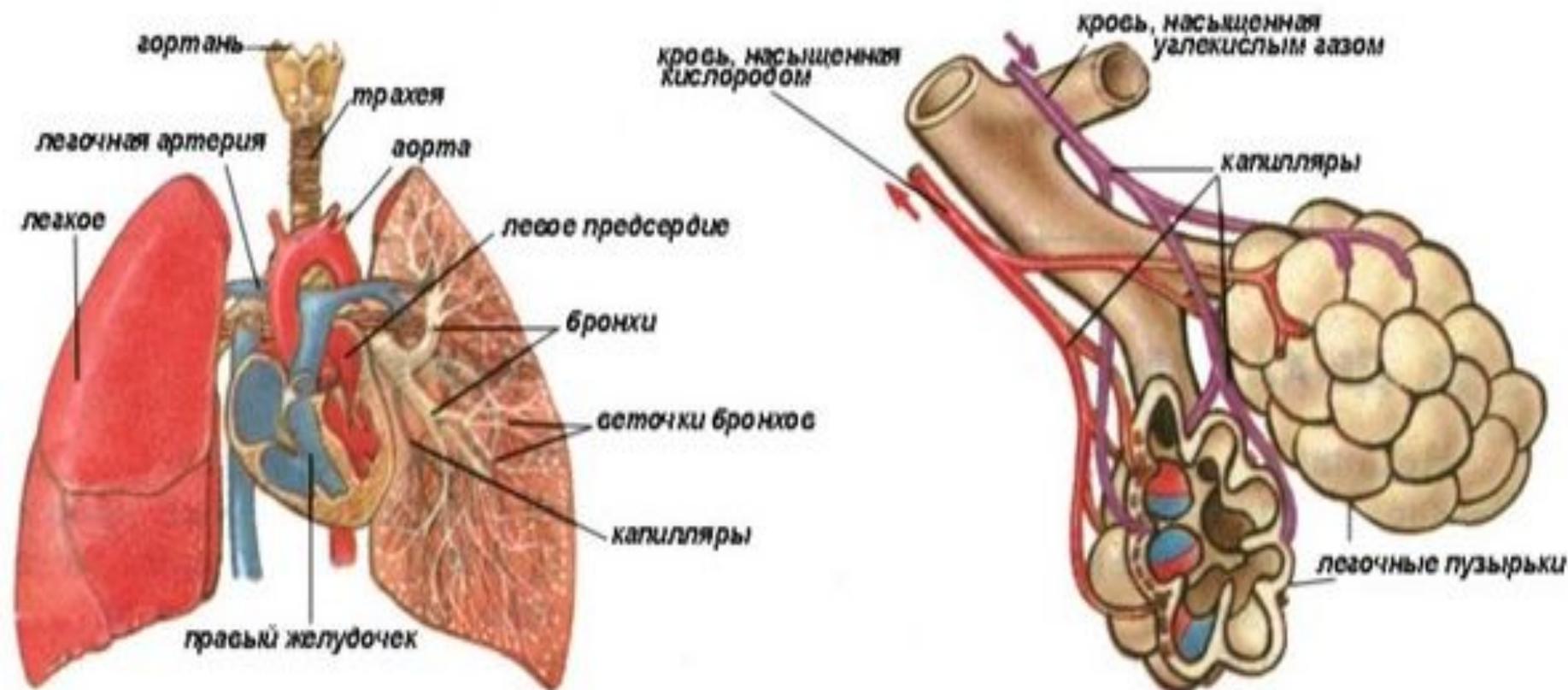
В нижней части трахея разветвляется на 2 главных бронха. Изнутри выстланы слизистой оболочкой.

**Функция:** обеспечивают свободное прохождение воздуха.

Легкие – правое (из 3 долей) и левое легкое (из 2 долей); бронхи, бронхиолы, альвеолы. Стенки альвеол образованы однослойным эпителием и оплетены густой сетью капилляров.

Функция: газообмен через альвеоло-капиллярную мембрану. Клетки эпителия выделяют вещество – сурфактант (препятствует слипанию альвеол), обезвреживает микроорганизмы.

## ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЛЕГКОГО И ЛЕГОЧНЫХ ПУЗЫРЬКОВ



Альвеола – концевая часть дыхательного аппарата в легком, имеет форму пузырька, осуществляет газообмен с легочными капиллярами.

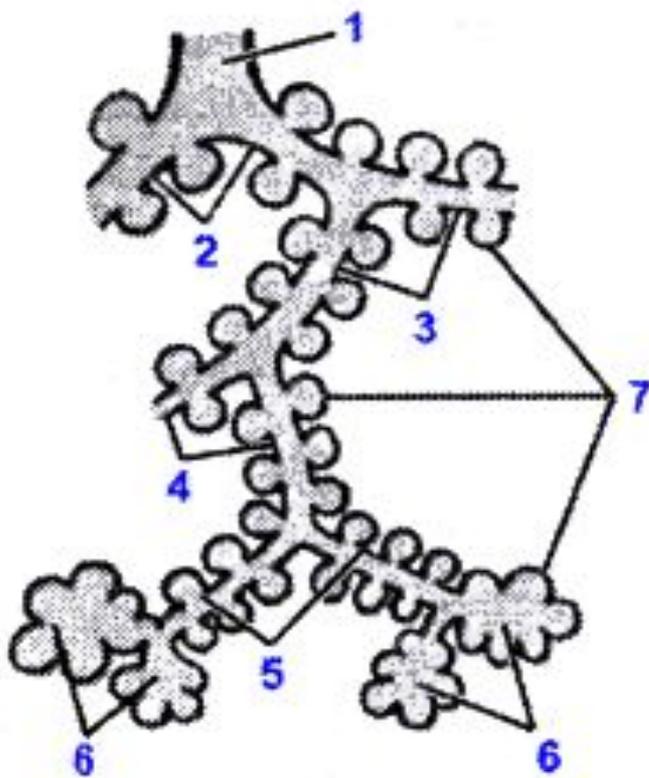


Рис. 184. Строение ацинуса легкого:

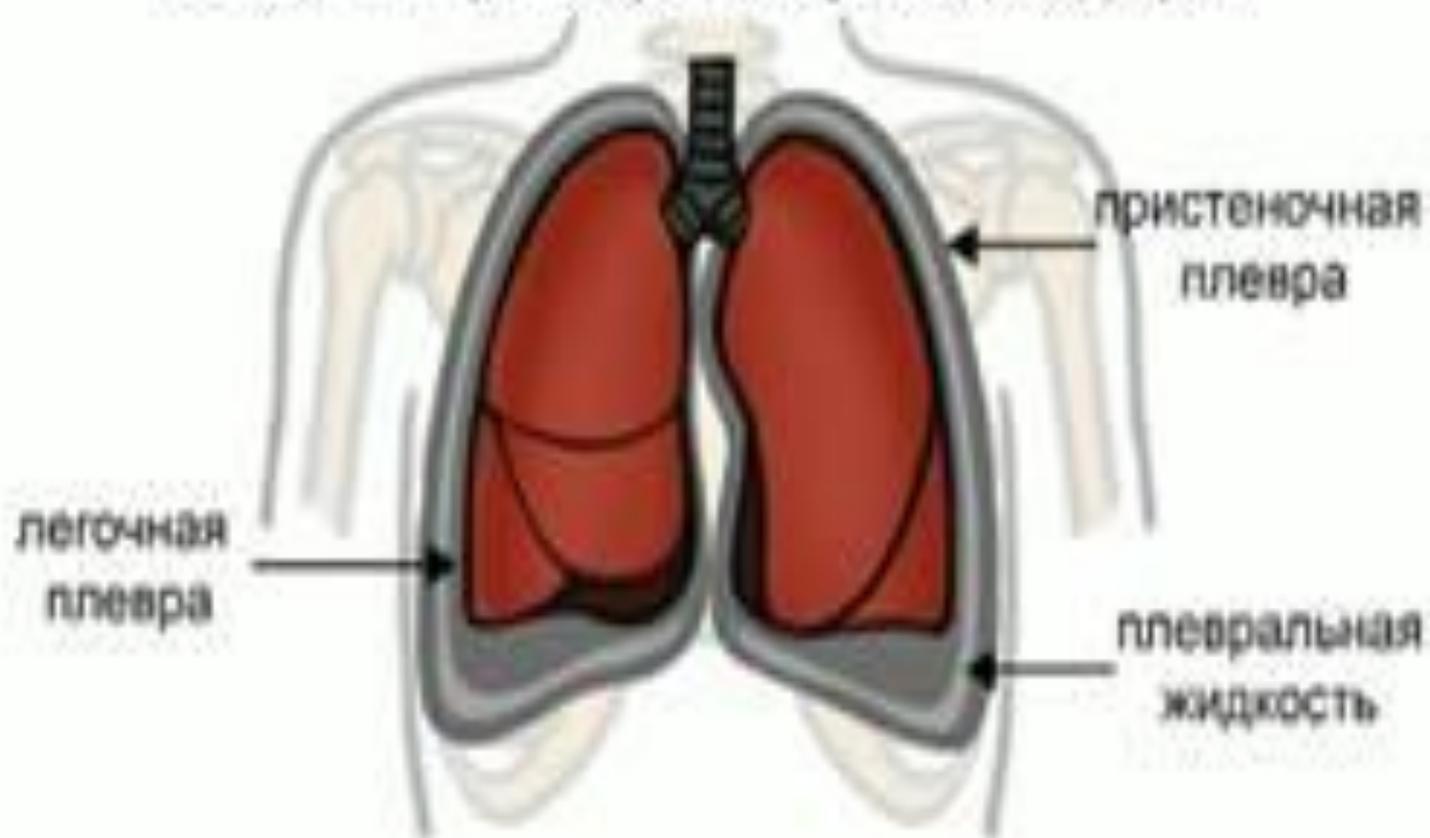
- 1 – терминальная бронхиола;
- 2 – дыхательная бронхиола первого порядка;
- 3 – дыхательная бронхиола второго порядка;
- 4 – дыхательная бронхиола третьего порядка;
- 5 – альвеолярные ходы;
- 6 – альвеолярные мешочки;
- 7 – альвеолы

**Ацинус** – функциональная единица легкого, это система разветвлений одной концевой бронхиолы, делящейся на 14 - 16 дыхательных (респираторных) бронхиол первого порядка, которые дихотомически делятся на респираторные бронхиолы второго порядка. Последние, в свою очередь, также дихотомически разветвляются на респираторные бронхиолы третьего порядка, образующие 2-3 генерации альвеолярных ходов. В одной легочной дольке насчитывается около 50 ацинусов.

**Плевра** – снаружи каждое легкое покрыто двумя листками соединительно-тканной оболочки: **легочная плевра** прилегает к легким; пристеночная плевра – к грудной полости. Между листками находится плевральная полость, где имеется плевральная жидкость.

**Функция:** за счет отрицательного давления в плевральной полости осуществляется растягивание легких при вдохе. Плевральная жидкость уменьшает трение при дыхании.

Легкие — парный орган конусовидной формы



В норме поверхность альвеолы изнутри покрыта поверхностно-активным веществом липопротеидной природы сурфактантом, который уменьшает поверхностное натяжение альвеол, сохраняя их структуру. При отеке легких пена вымывает некоторую часть сурфактанта, что приводит к спадению альвеол. Располагаясь в виде тонкой пленки на поверхности газовых пузырьков, сурфактант почти полностью нейтрализует поверхностное натяжение окружающей жидкости, что придает пене еще большую стабильность, и блокирует переход газов через альвеолярную мембрану. С началом пенообразования сокращается и воспроизводство сурфактанта. Закупорка альвеол пузырьками пены уменьшает общую эффективную площадь газообмена, что ведет к местной гипоксии. А любой патологический процесс, вызывающий альвеолярную гипоксию, нарушает, по-видимому, воспроизводство сурфактанта, вследствие чего самым эффективным средством для реверсии с

### **Сурфактант - (surfactani) -**

поверхностно-активное вещество. Легочный сурфактант (pulmonary surfactant), секретируемый пневмоцитами II типа, представляет собой сложную смесь различных соединений (включая фосфолипиды, белки и полисахариды); сурфактант препятствует спадению альвеол



## МЫШЦЫ

ИНСПИРАТОРНЫЕ (вдоха)

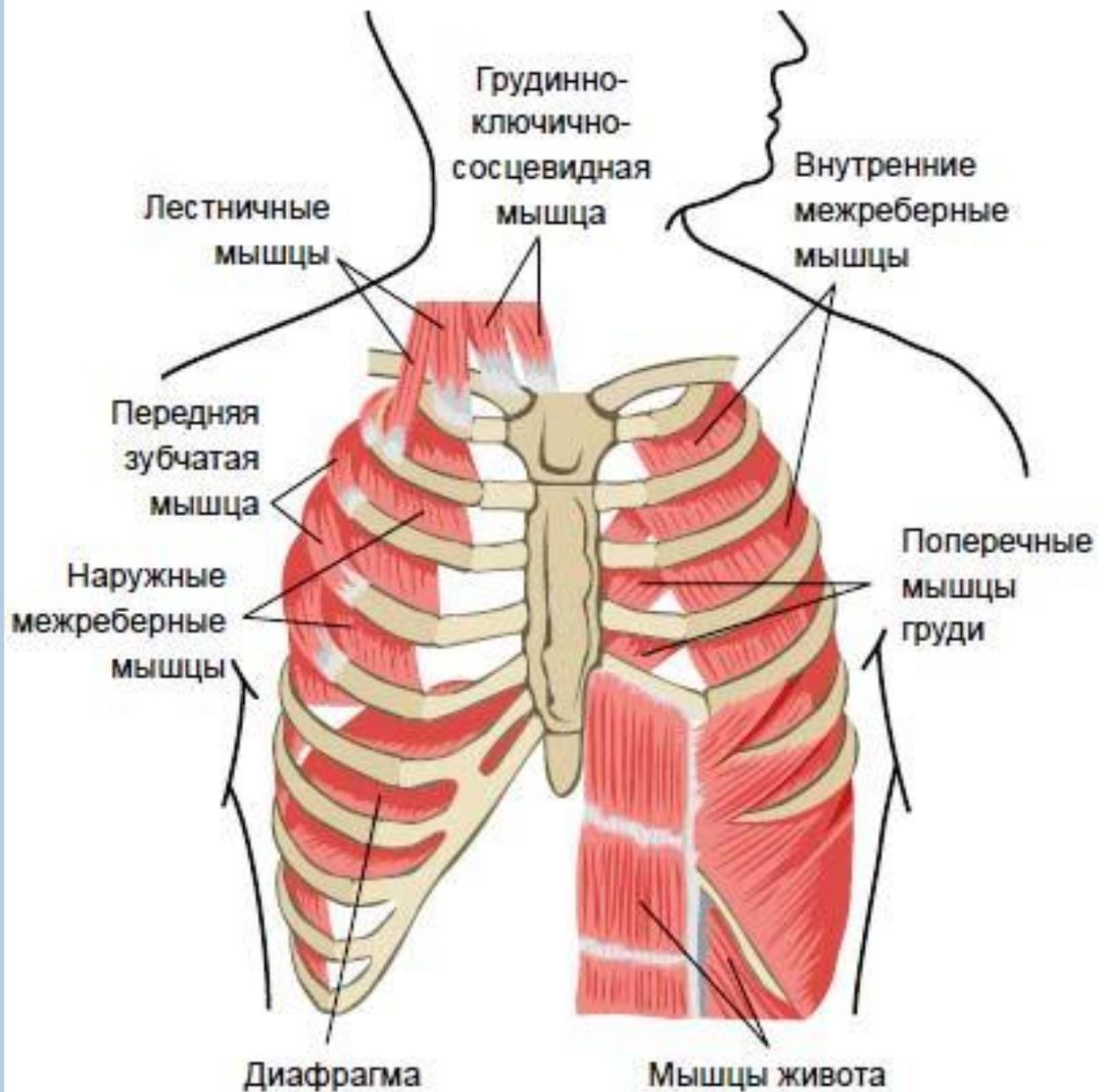
наружные межреберные,  
диафрагма

увеличение объема  
грудной клетки

ЭКСПИРАТОРНЫЕ (выдоха)

внутренние косые мышцы

уменьшение объема  
грудной клетки



Мышечная система, обеспечивающая дыхание

# Регуляция процессов дыхания

Центральным регулятором деятельности системы дыхания является дыхательный центр продолговатого мозга (парное симметричное образование).

Основным свойством дыхательного центра является **автоматизм**.

Дыхательный центр координирует ритмическую активность мышц, обеспечивающих вдох и выдох.

Дыхательный центр посылает импульсы к мотонейронам спинного мозга, иннервирующим дыхательные мышцы. Диафрагма иннервируется мотонейронами III- IV шейных сегментов спинного мозга. Межреберные мышцы иннервируются мотонейронами III-XII грудных сегментов спинного мозга.

Дыхательная система включает два основных контура регулирования: хеморецепторный и механорецепторный. Различают центральные и периферические хеморецепторы. Основными химическими раздражителями являются ионы водорода, парциальные давления кислорода и углекислоты в артериальной крови. Чувствительными элементами этого уровня регуляции являются рецепторы растяжения, расположенные в ткани легких, ирритатные и J-рецепторы в бронхах и трахее и механорецепторы дыхательных мышц.

На работу дыхательного центра кроме импульсов от хемо- и механорецепторов оказывают влияние термические, зрительные, слуховые и др. соматические раздражители. Дыхательные нейроны чувствительны к действию нейромедиаторов и гормонов. Дыхание – это автономная вегетативная функция, которая может поддаваться произвольному управлению.

Центральная нервная система может изменять параметры дыхательного ритма при реализации других функций организма: физическая нагрузка, глотание, жевание, голосообразование и т.д. Дыхание меняет параметры при осуществлении защитных рефлексов: рвота, кашель. Высшие отделы мозга позволяют регулировать дыхание при эмоциональной, психической и интеллектуальной нагрузках.

## Обмен газов в легких и тканях

Вдыхаемый воздух: 20,94 % - O<sub>2</sub>, 0,03 % - CO<sub>2</sub>,  
79,03 – N<sub>2</sub>.

Выдыхаемый воздух: 16,3 % - O<sub>2</sub>, 4,00 % -  
CO<sub>2</sub>, 79,70 – N<sub>2</sub>.

Альвеолярный воздух: 14,2 % - O<sub>2</sub>, 5,20 % -  
CO<sub>2</sub>, 80,60 – N<sub>2</sub>.

# Вопросы к фильму

- 1 Перечислите, пожалуйста, органы дыхания.
- 2 Как образуется голос?
- 3 Где происходит газообмен?
- 4 Какие клетки переносят кислород?
- 5 Какие мышцы участвуют в актах дыхания?