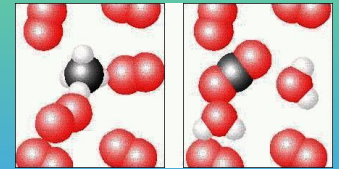
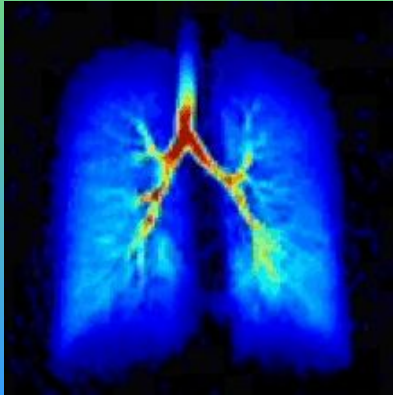


# Физиология человека – (практикум).

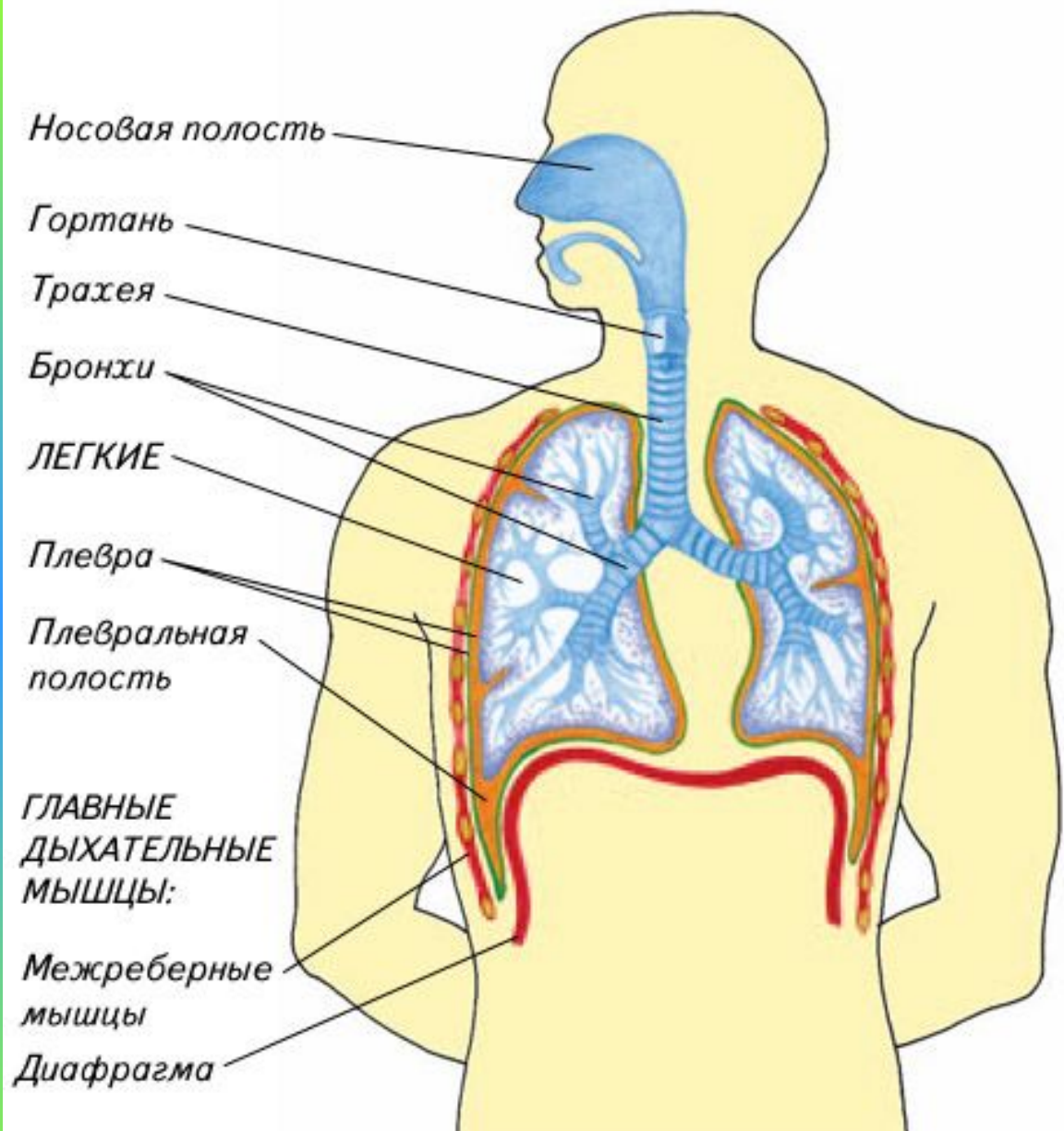


## Лекция № 1

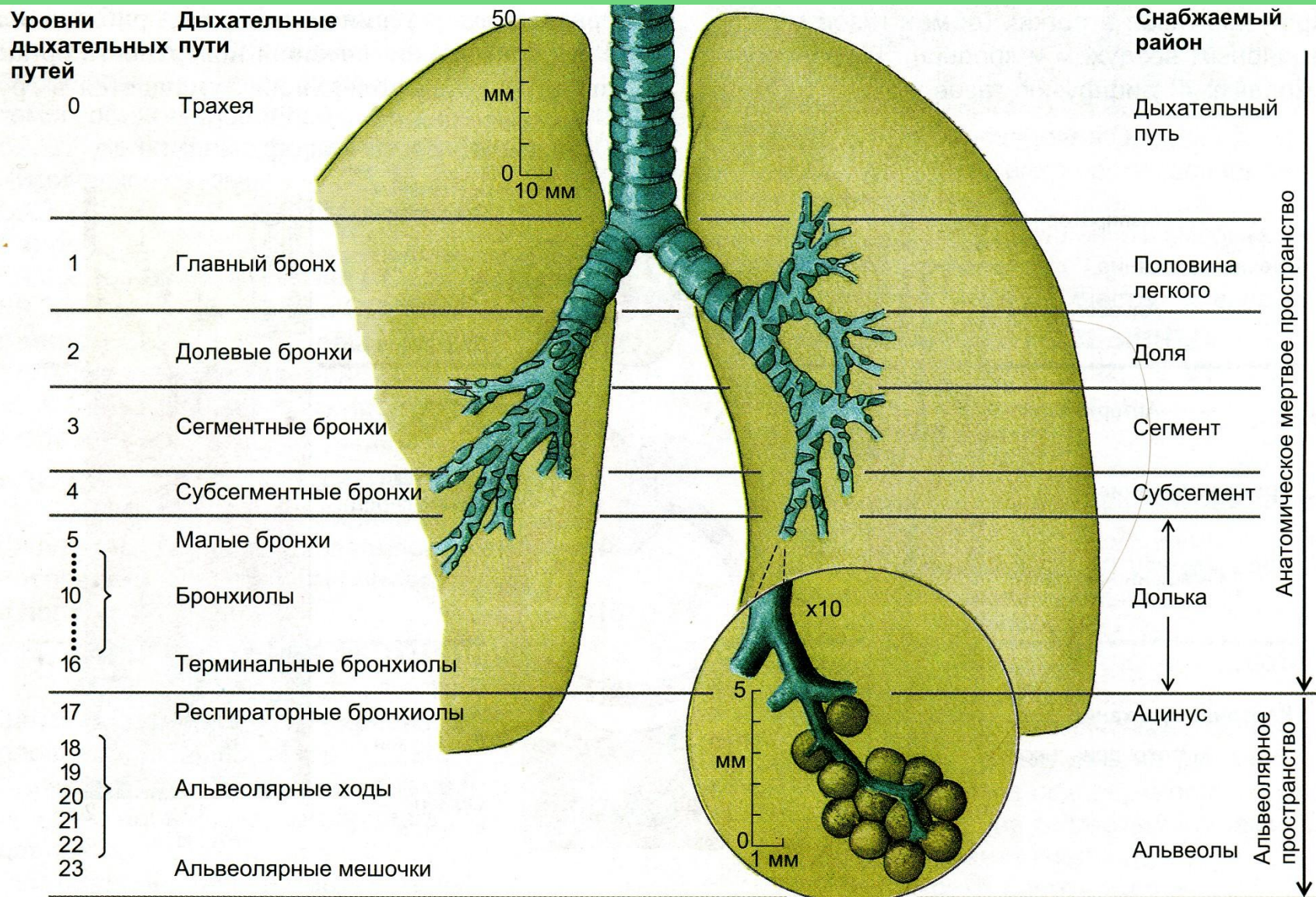
# ДЫХАНИЕ

# Дыхание

Дыхание - совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода и удаление углекислого газа (внешнее дыхание), а также использование кислорода клетками и тканями для окисления органических веществ с освобождением энергии, необходимой для их жизнедеятельности (т. н. клеточное, или тканевое, дыхание).

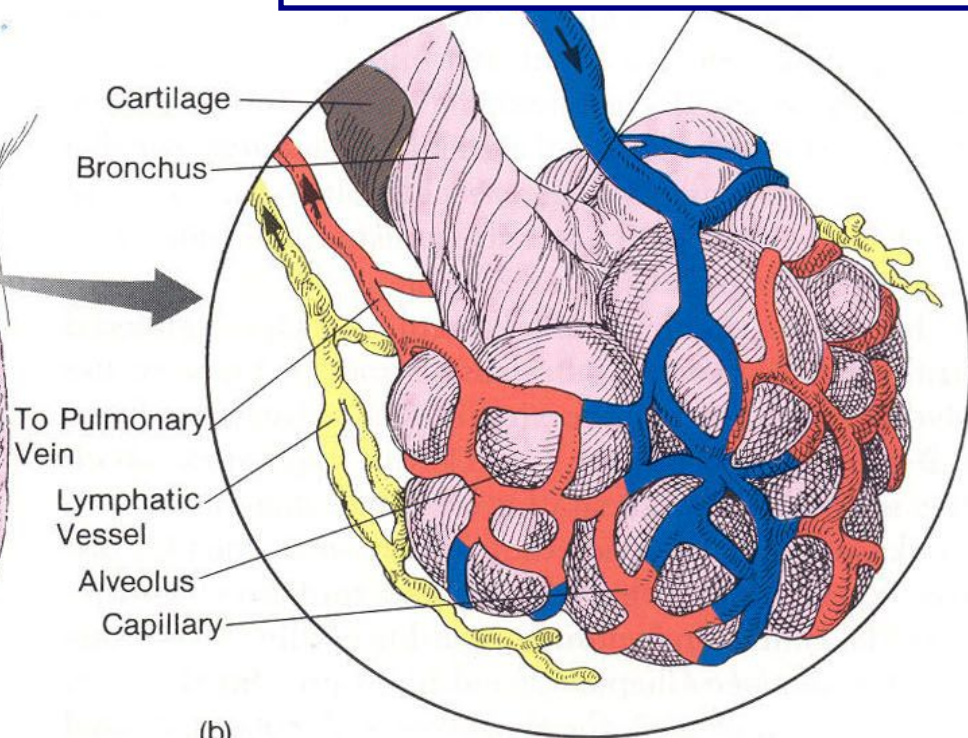
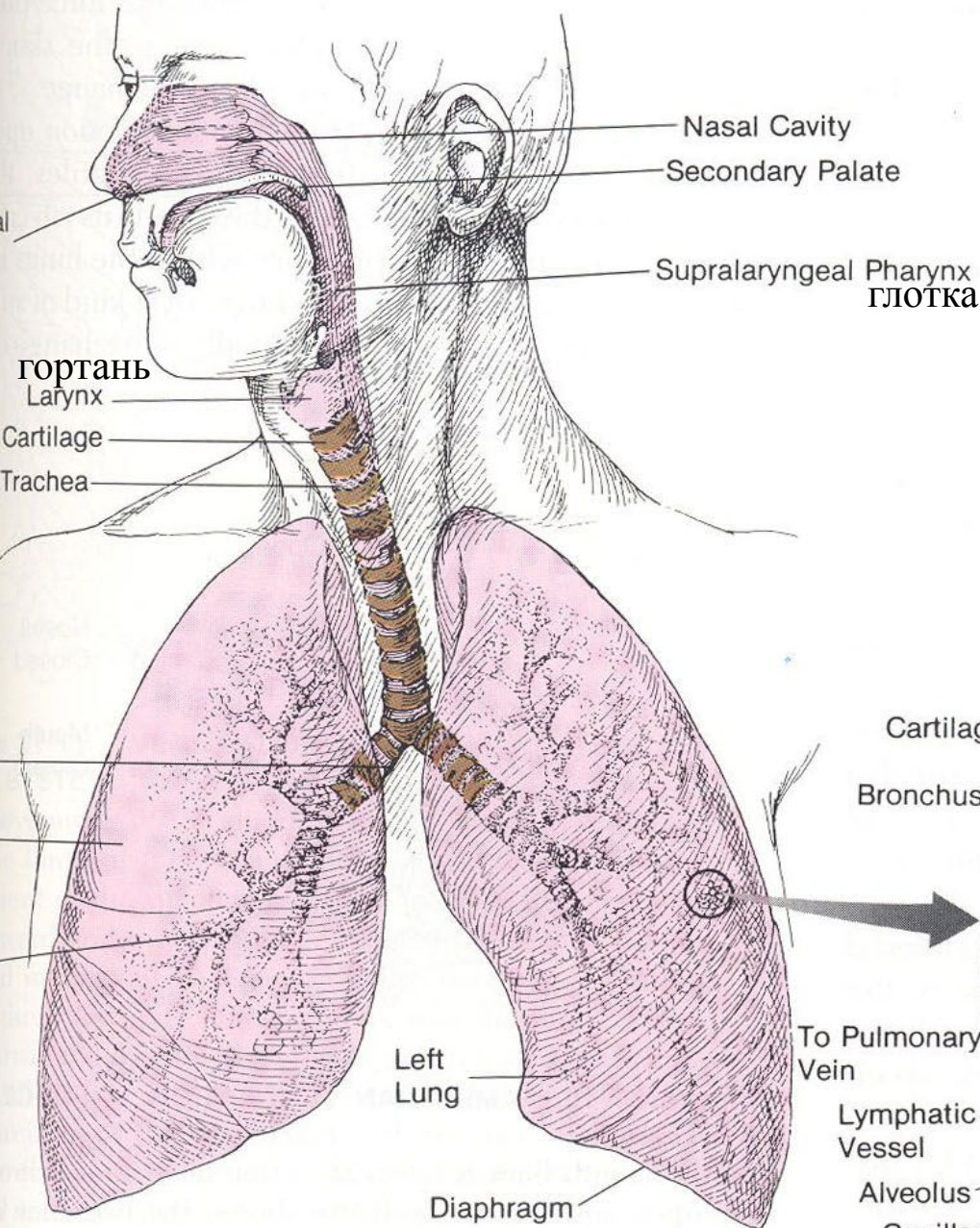


# Ветвление дыхательных путей



# Этапы дыхания:

- внешнее (поступление в альвеолы)
- диффузия в кровь
- перенос кровью
- диффузия в ткани
- клеточное дыхание

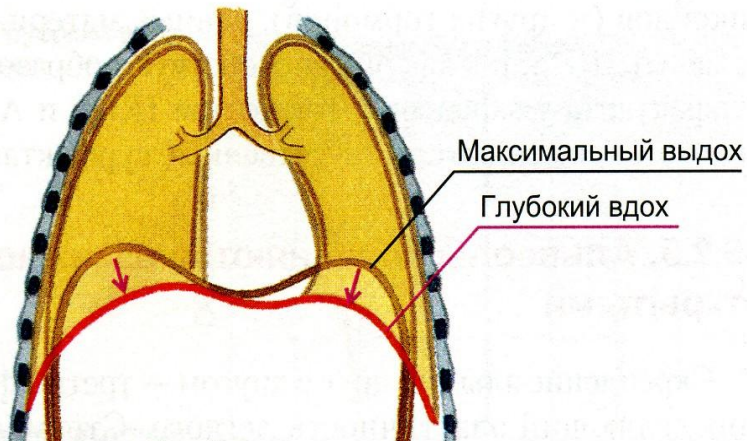


# Дыхательные движения

Вдох - **наружные** межреберные мышцы и диафрагма

Выдох – пассивно (расслабление мышц) + **внутренние** межреберные мышцы

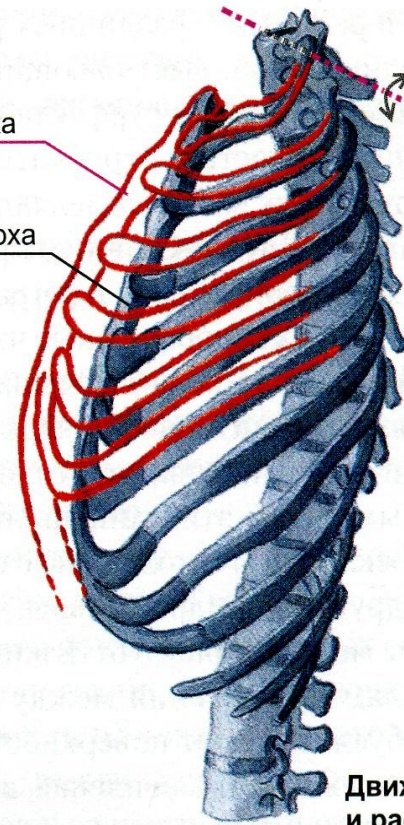
Дополнительно – мышцы пояса верхних конечностей, живота



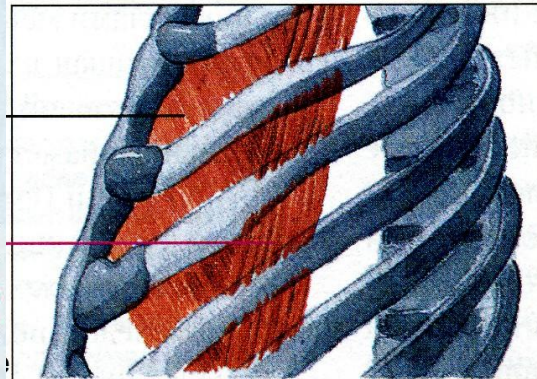
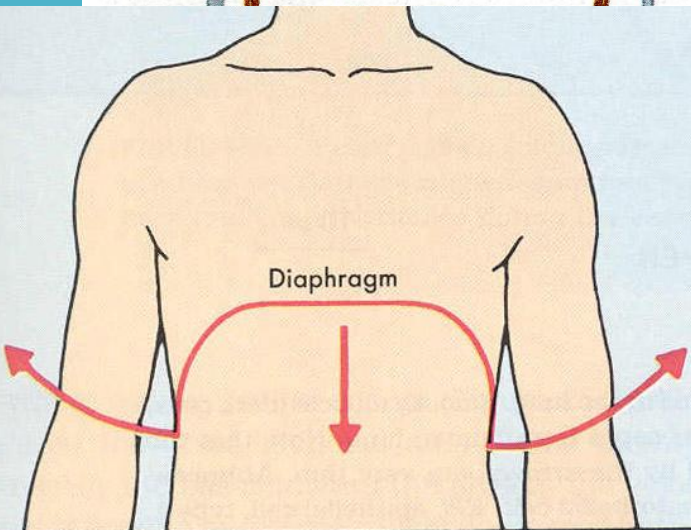
Позиция вдоха

Позиция выдоха

Ротационная ось

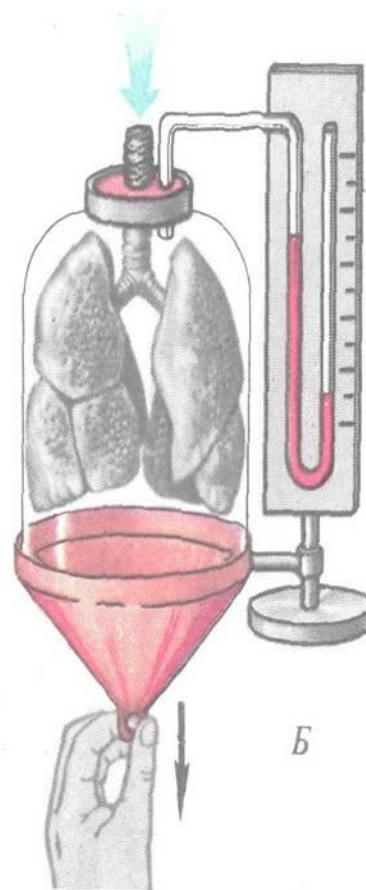


Движение ребер и расширение грудной клетки





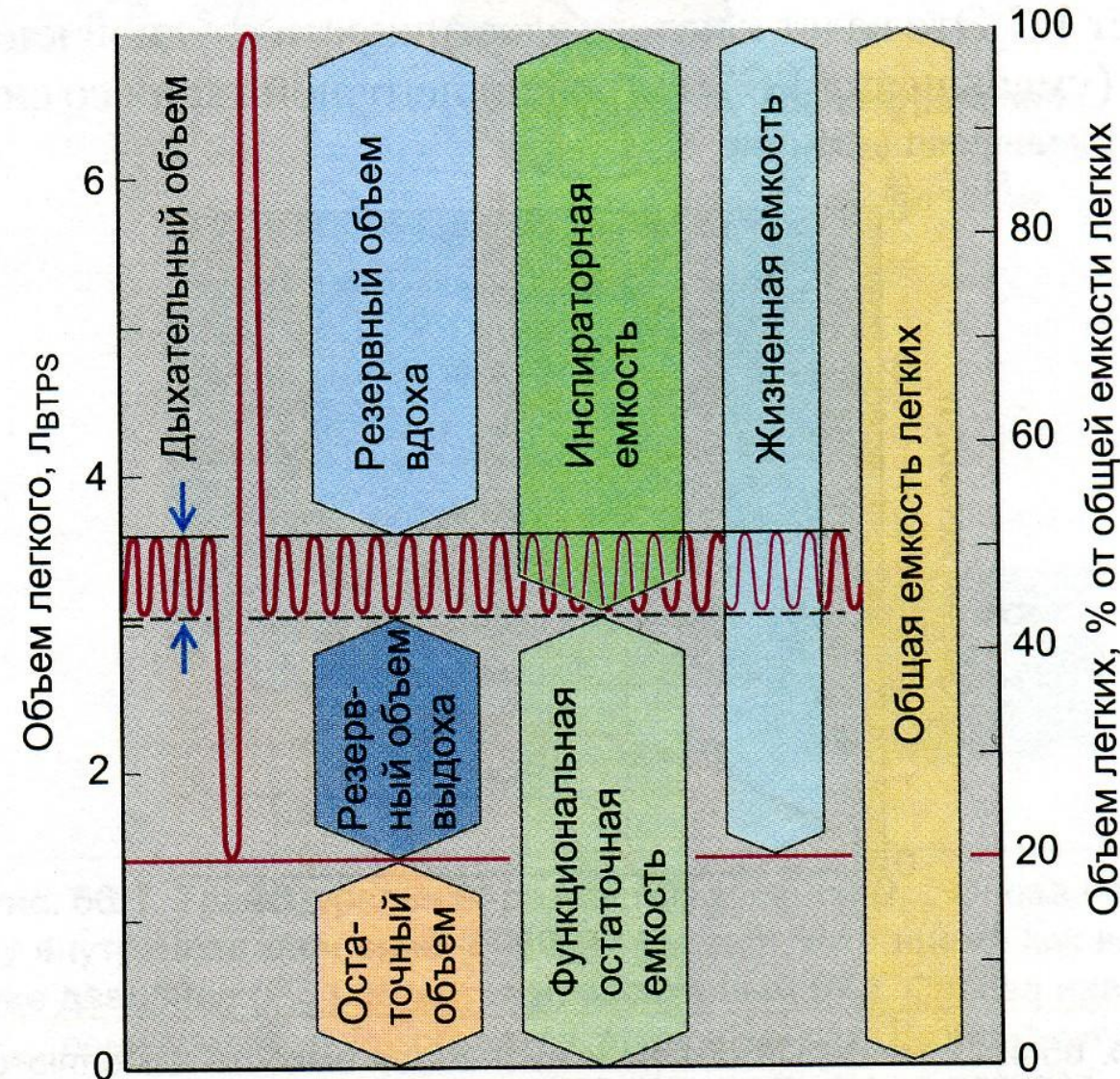
А



Б

# Дыхательные объемы

Общая емкость легких – около 5 л



Жизненная емкость  
= общая емкость  
– остаточный V

Жизненная емкость  
= дыхательный V  
+ резервн. V вдоха  
+ резервн. V выдоха  
(рестриктивные нарушения)

Остаточный V  
+ резервн. V выдоха  
= функциональная  
остаточная емкость

Дыхательный V  
+ резервн. V вдоха  
= инспир. емкость



# Альвеолы

Общая поверхность альвеол  
– 50-100 м<sup>2</sup> (80 м<sup>2</sup>)

Диаметр альвеолы – около 0.33 мм

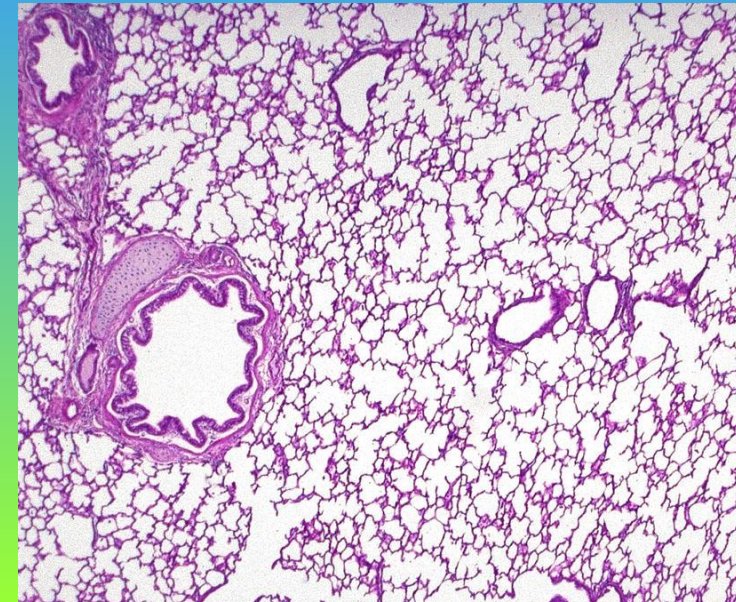
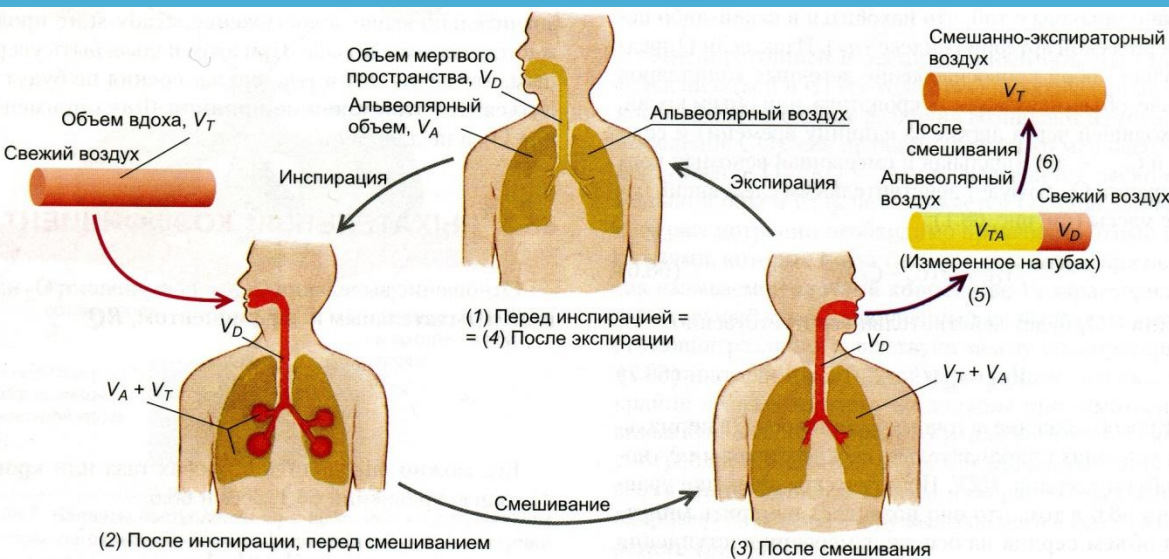
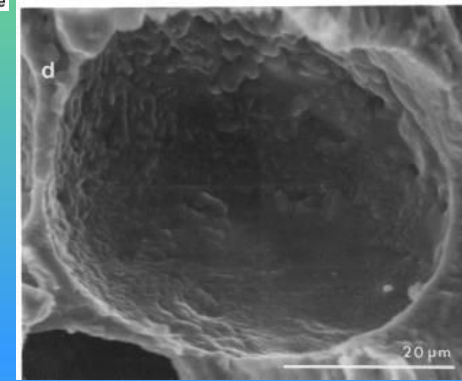
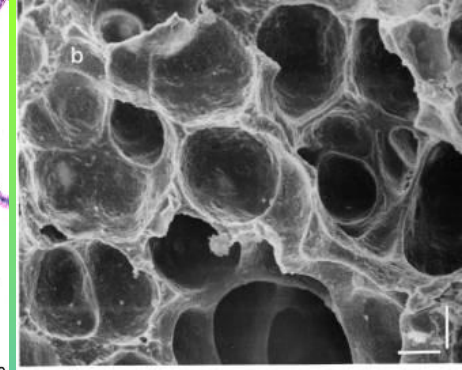
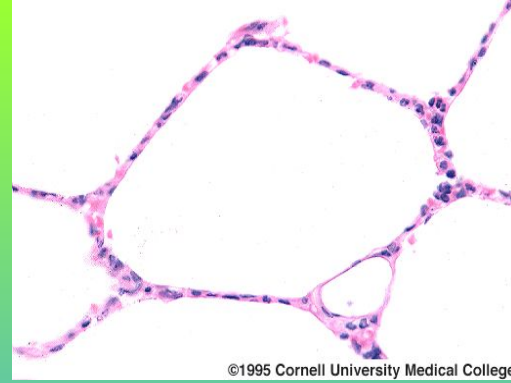
Общее число альвеол – около 300 млн.

Альвеолярный объем (в конце выдоха) – около 3000 мл

Мертвый объем (проводящие пути) – около 150 мл

Дыхательный объем – 450-500 мл (\*16 = 8л/мин)

примерно 10 %-ное обновление при вдохе (через трубку длиной более метра дышать нельзя)



# Строение бронхов и регуляция их просвета

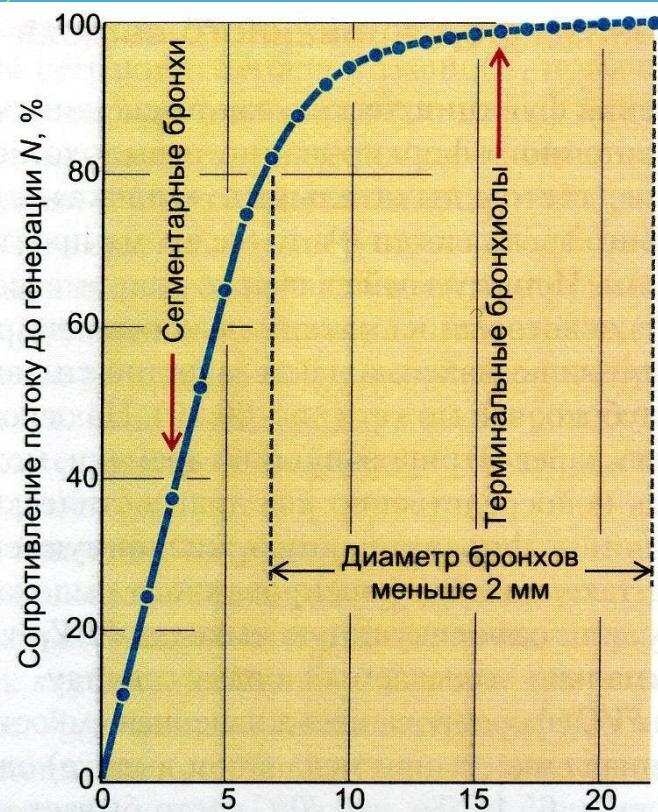
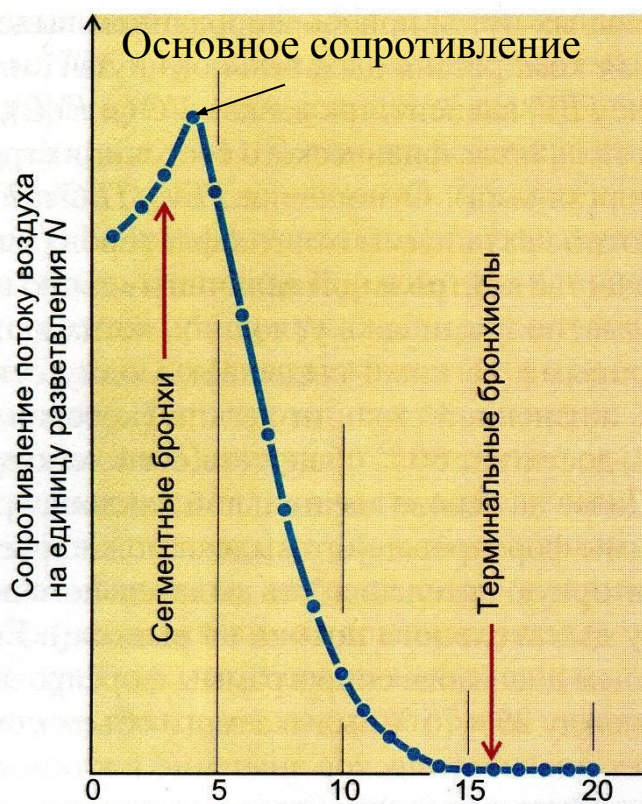
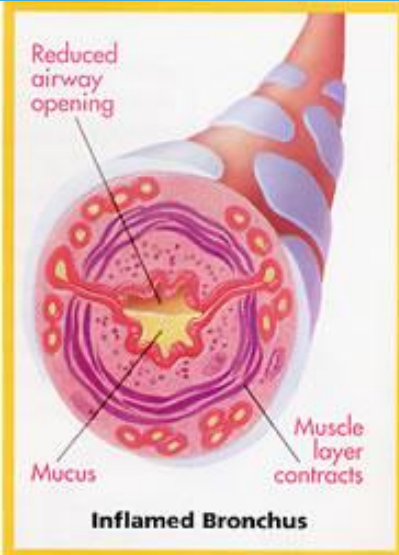
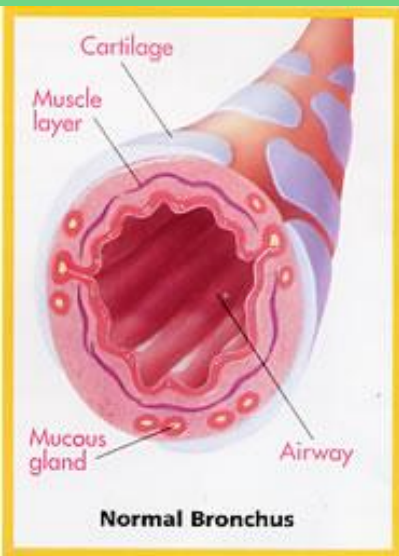
Расширение:  $\beta$ 2-адренорецепторы

+ эластическая тяга легких

Сужение: мускариновые рецепторы

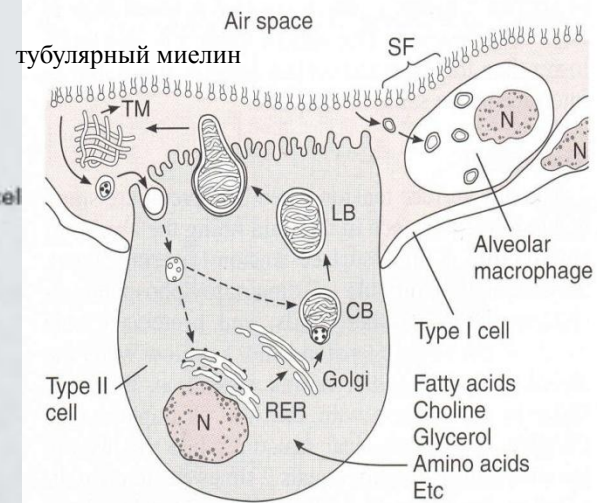
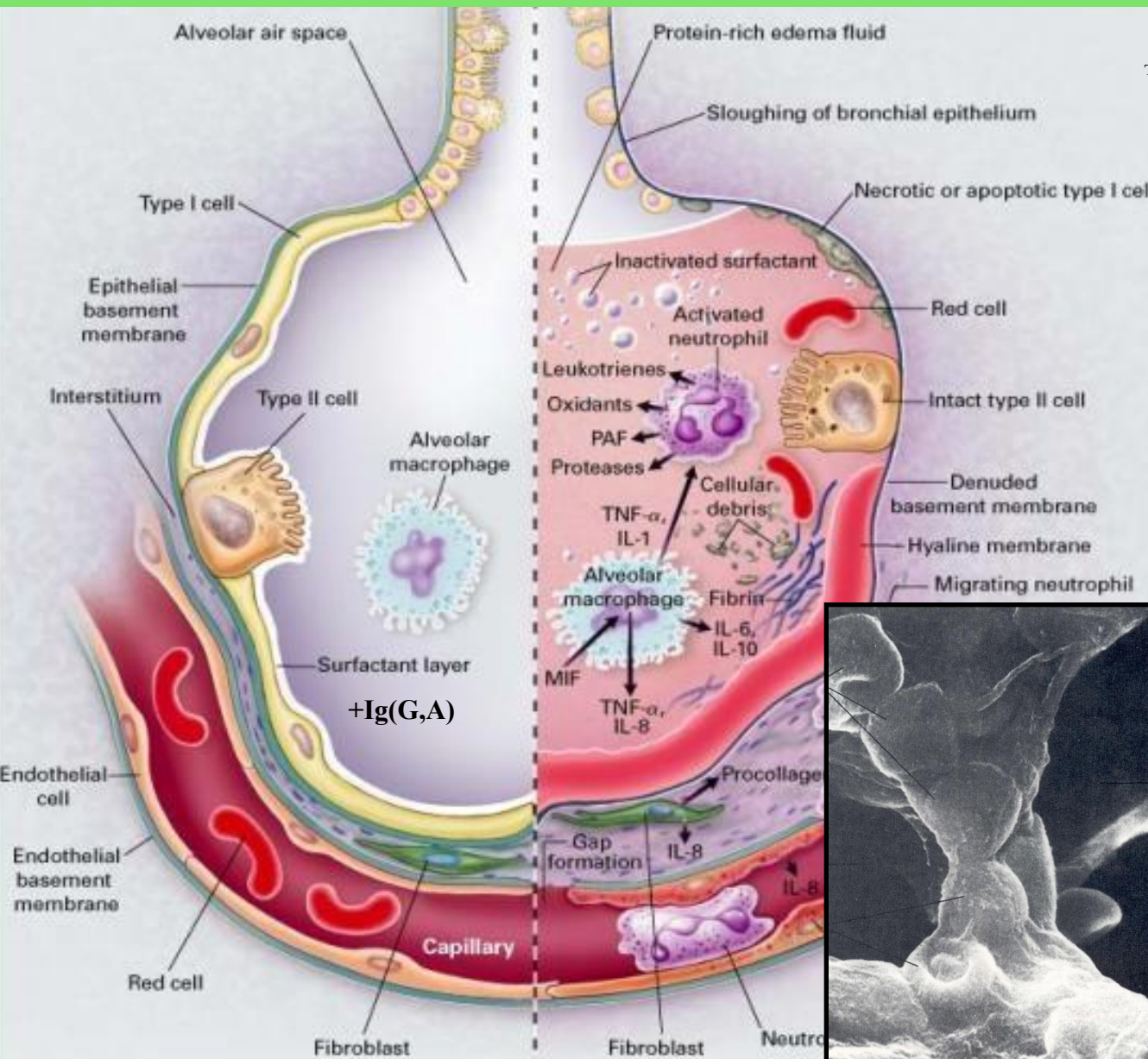
+ снижение концентрации  $CO_2$

(там где мало крови бронхи сужены)



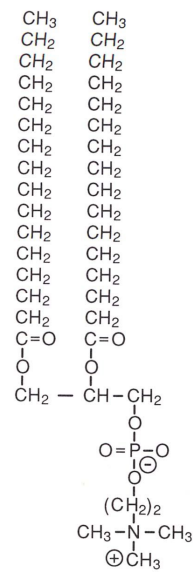
Генерация разветвления дыхательных путей N

# Вид альвеолы в норме и при воспалении



## Поверхностное натяжение:

снижение  
в альвеолах  
в 5-7 раз:  
за счет  
сурфактантов,  
на 90-95 %  
состоящих  
из фосфо-  
липидов  
(в первую  
очередь,  
фосфатидил-  
холина)



**Атмосферное давление - 760 мм рт.ст.**

**(101 кПа)**

1 мм рт.ст. = 133.3 Па

1 мм водн.ст. = 9.8 Па

(Давление снижается в 2 раза при подъеме на каждые 5.5 км)

**Сухой атмосферный воздух:**

20.9 % - кислород

0.03 % -  $\text{CO}_2$

инертные газы: 78.1 % - азот, 0.9 % - аргон  
воздух в альвеолах содержит также 6.3 %  $\text{H}_2\text{O}$



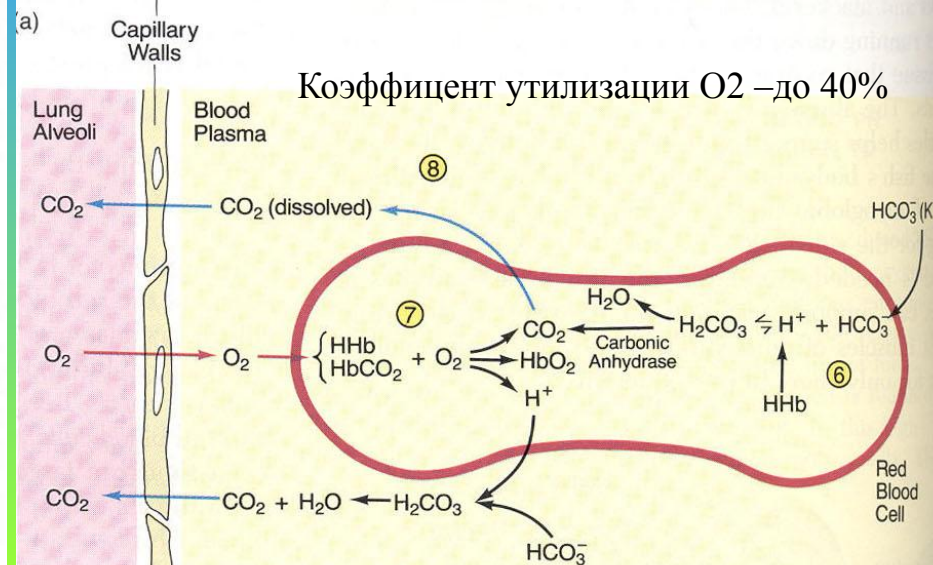
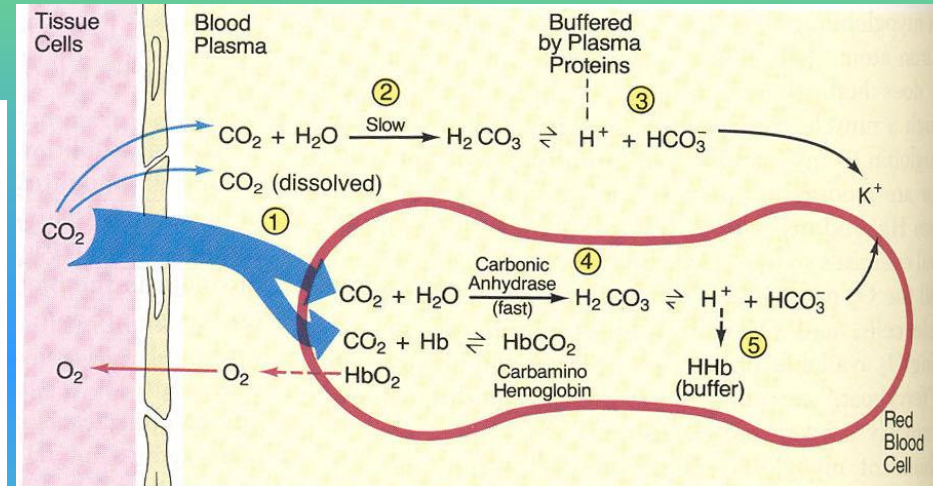
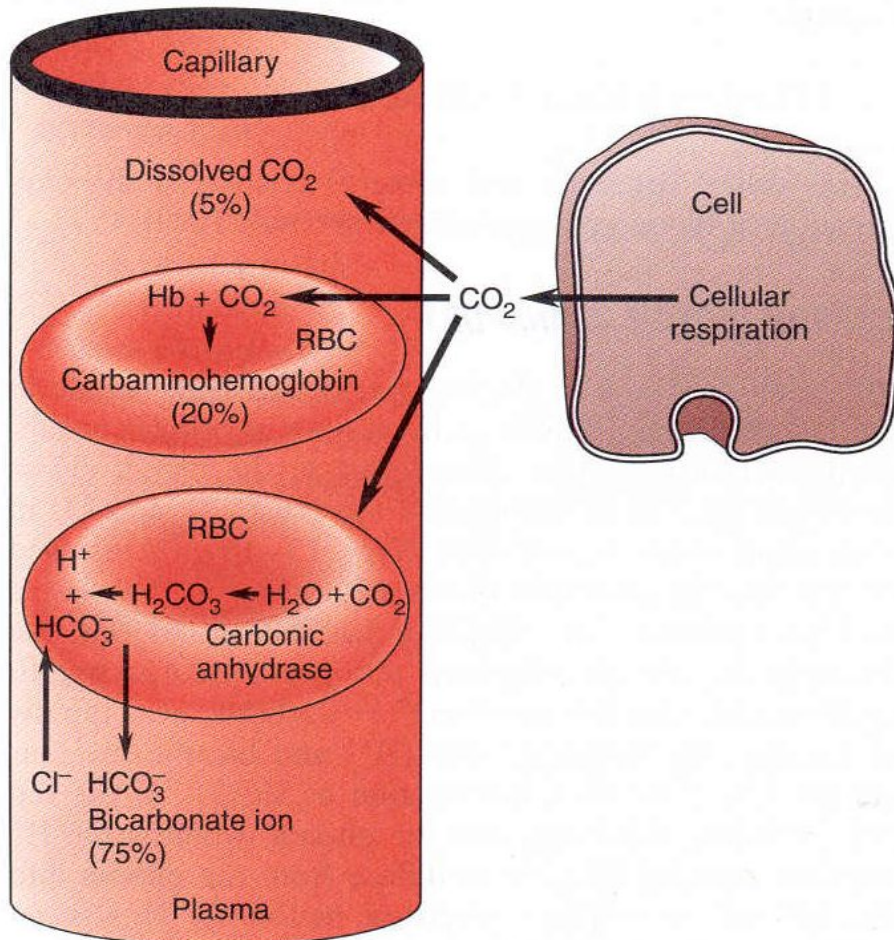
# Транспорт O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> в тканях и легких

CO<sub>2</sub>:

1. свободный (5%)
2. бикарбонат эритроцитов (20%)
3. карбоангидраза – бикарбонат плазмы (75%)

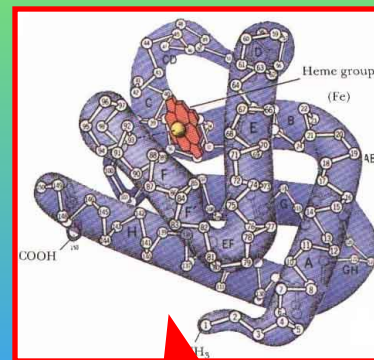
запас газообмена по длине капилляра – более 1/2 длины

O<sub>2</sub> – в основном в связи с гемоглобином  
(растворимость O<sub>2</sub> низка)



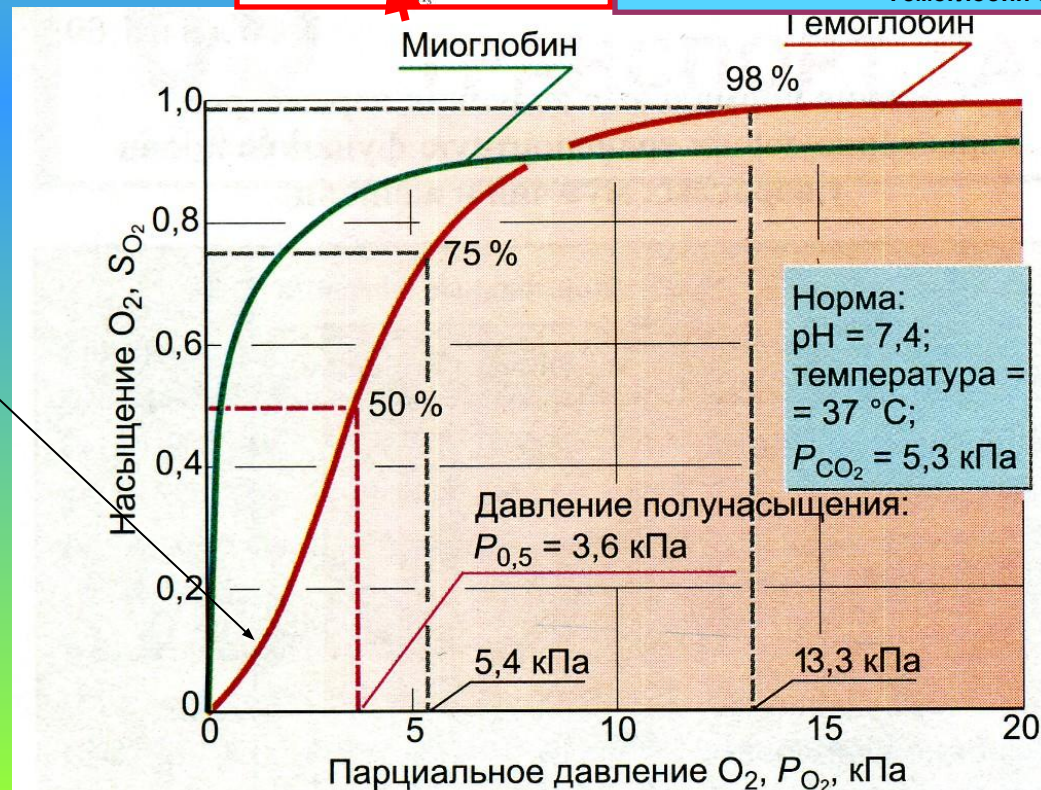
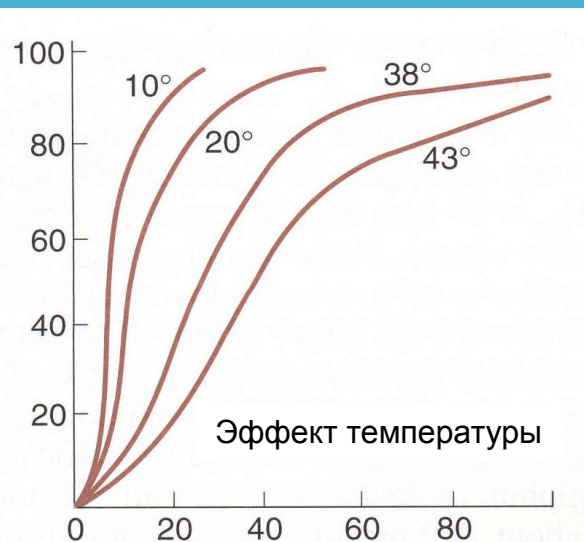
# Зависимость насыщения кислородом эритроцита от парциального давления ( $PO_2$ )

Миоглобин (мономер) – в основном в мышцах, функция - хранение кислорода. Скорость насыщения кислородом намного превышает такую для гемоглобина. скорость отдачи кислорода в тканях невелика.



при связывания одного  $O_2$  связывание трех остальных облегчено

при низкой  $T$  связывание лучше



# Регуляция связывания газов в эритроците

## •Эффект Бора

В тканях:

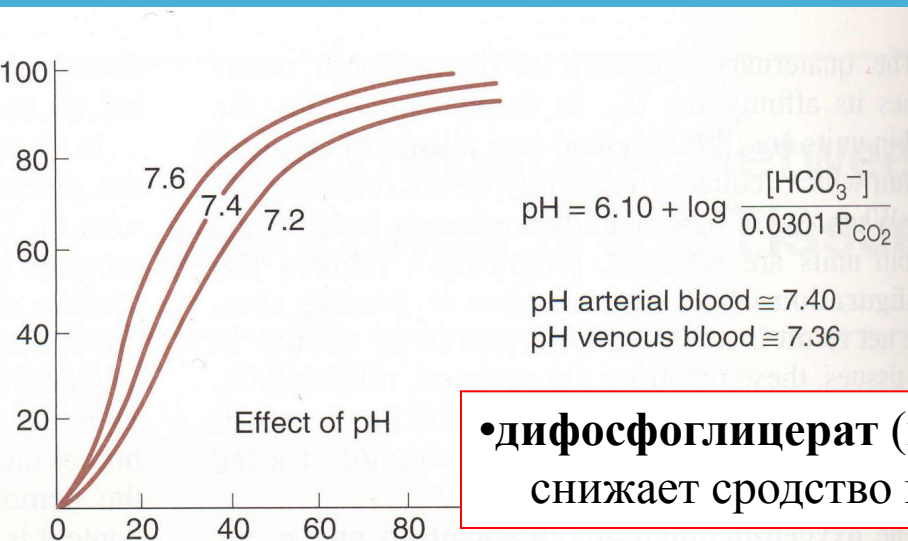
увеличение концентрации CO<sub>2</sub>

падение pH

связывание H<sup>+</sup> с глобином

падение аффинности гема к O<sub>2</sub>

отдача O<sub>2</sub> облегчается



•дифосфоглицерат (продукт гликолиза) снижает сродство гемоглобина с O<sub>2</sub>

## •Эффект Холдейна

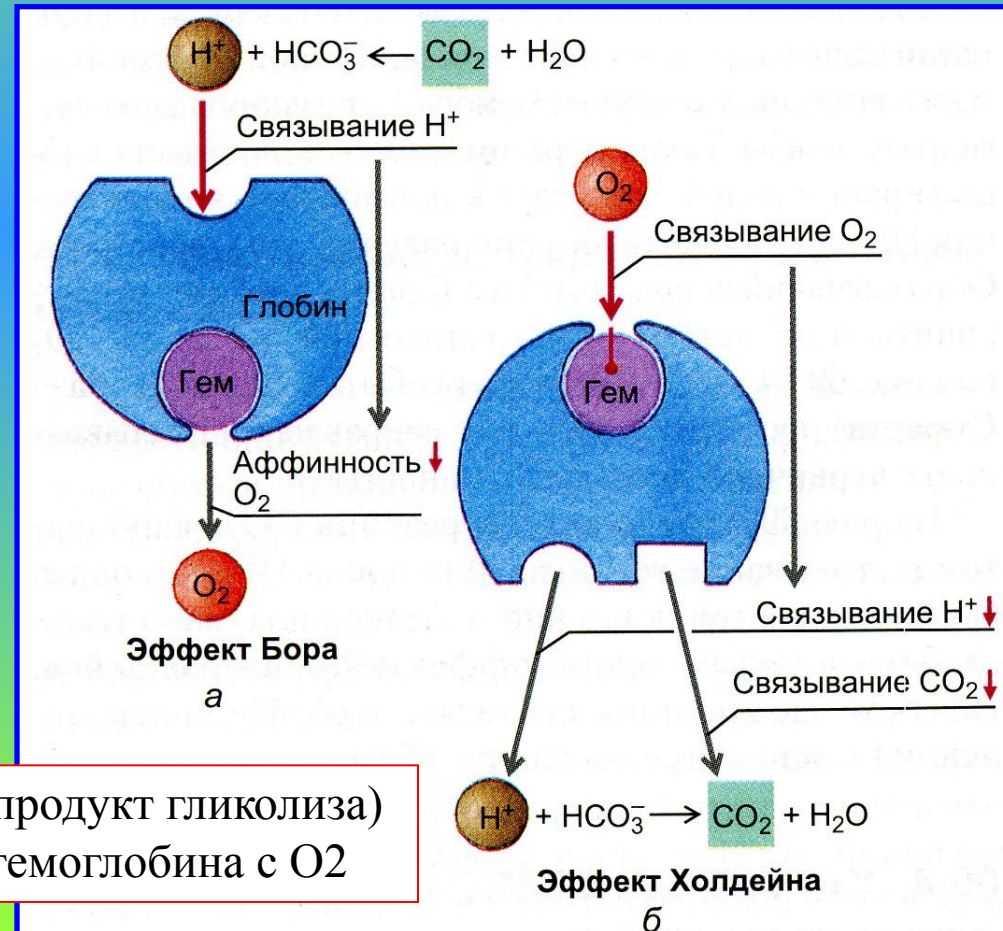
В легких :

связывание гема с O<sub>2</sub>

отдача глобином H<sup>+</sup>

образование CO<sub>2</sub>

вывод CO<sub>2</sub> в альвеолы

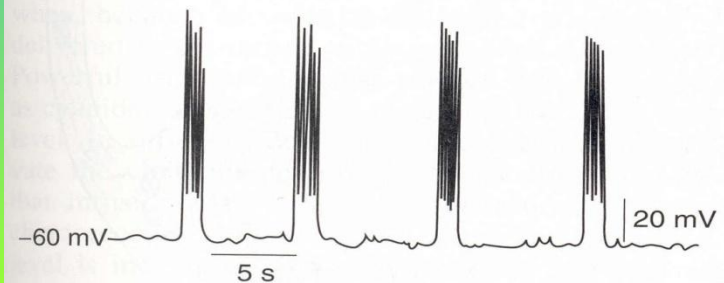
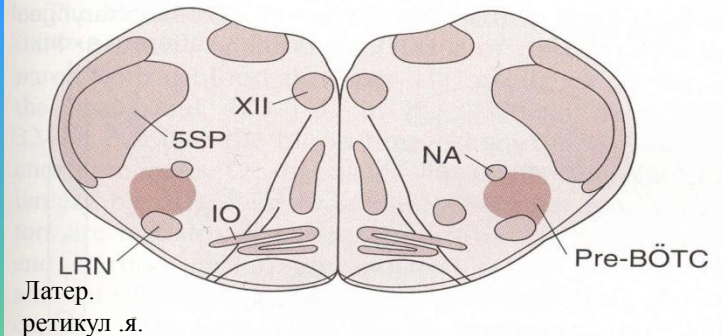
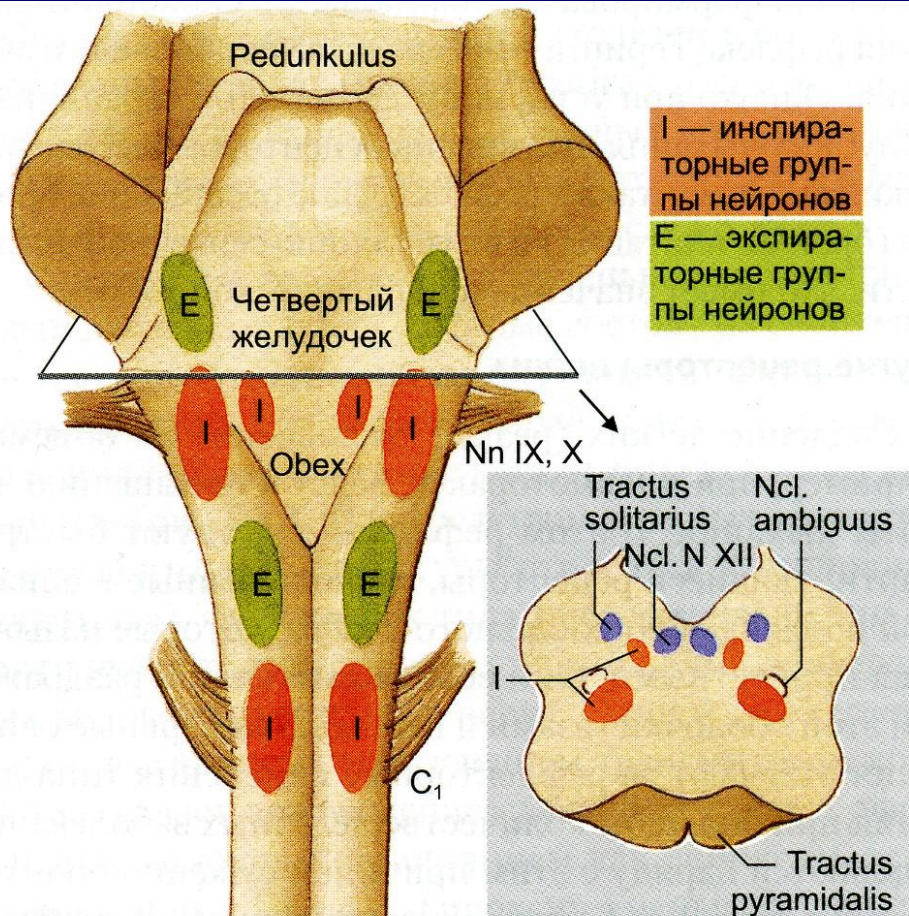


# Работа «дыхательного центра»

## Разрозненные ядра продолговатого и спинного мозга

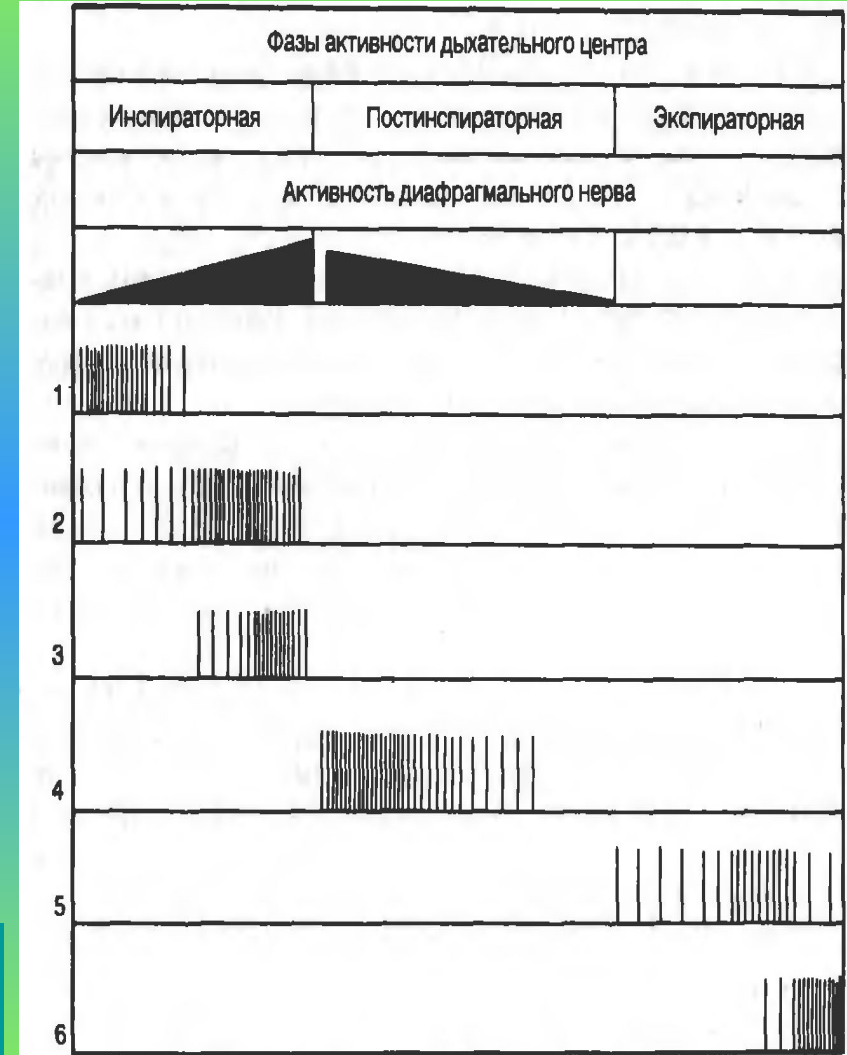
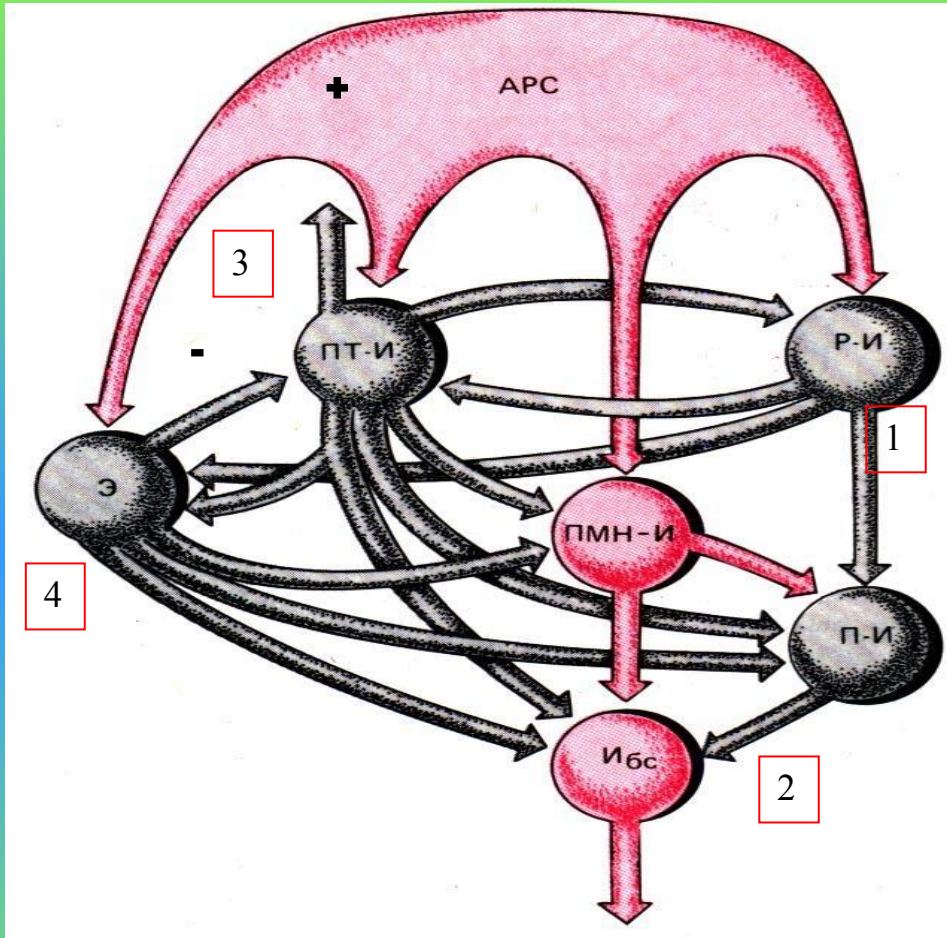
Три фазы дыхания:  
1 вдох (инспирация)  
2 пост-вдох  
3 выдох (экспирация)

инспираторные нейроны -  
нейрогенная автоматия





# Взаимодействие нейронов «дыхательного центра»



APC – активир. РФ

1. P-I – ранние

инспират. нейроны, ПМН-И – полные инспираторные

3. ПТ-И – постинспи нейроны, 2. П-И - поздние инспираторные

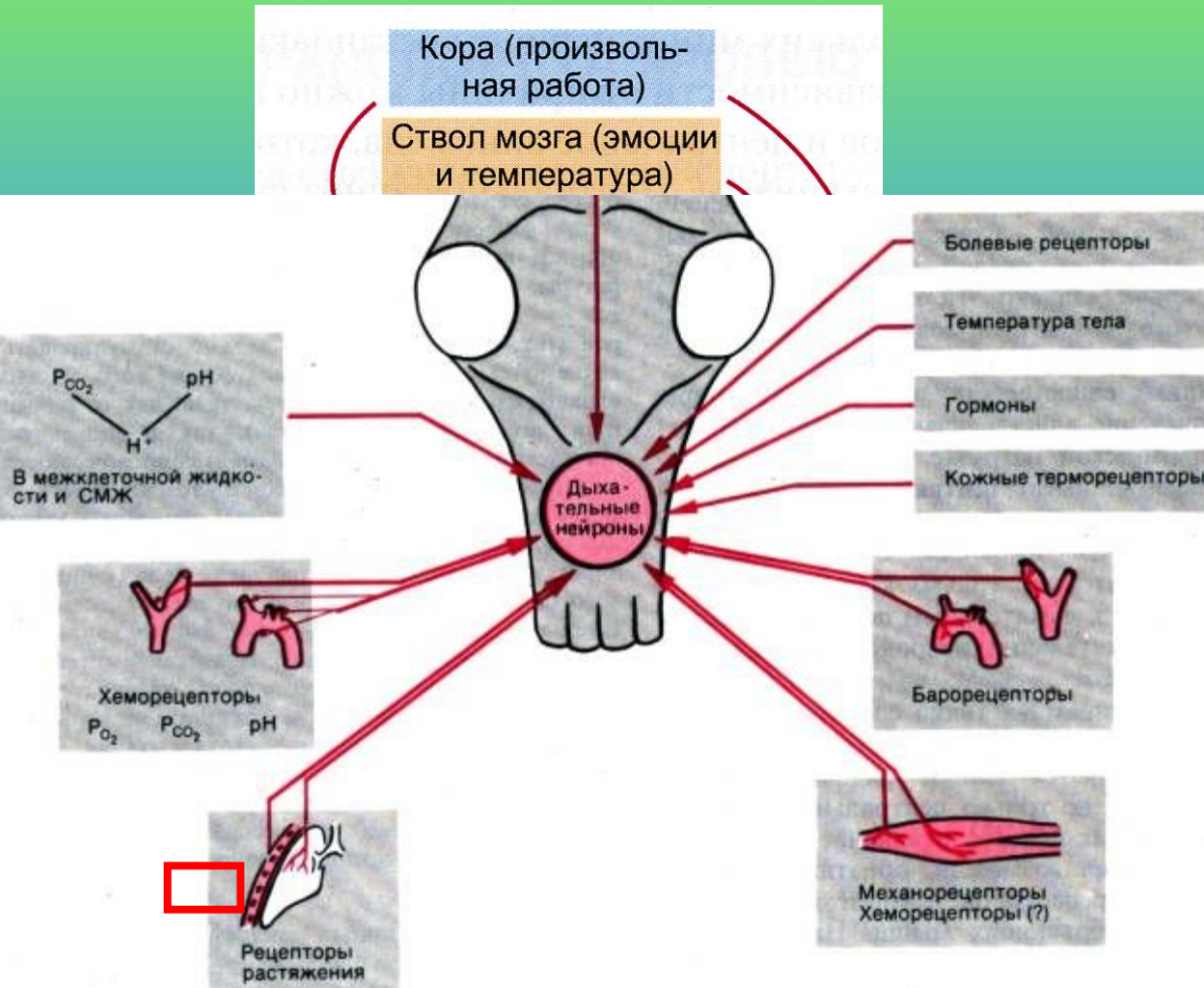
4. Э – экспират. нейр... Ибс – бульбоспинальные инспираторные

Рис. 8.9. Биоэлектрическая активность основных типов дыхательных нейронов в течение трех нейронных фаз дыхательного цикла.

1 – ранние; 2 – полные; 3 – поздние инспираторные; 4 – постинспираторные; 5 – экспираторные; 6 – преинспираторные нейроны.

# Регуляция дыхания

Центры управления: кора  
таламус  
гипоталамус  
дыхательный центр



## подстройка дыхания под ситуацию:

### 1. механорецепторы (3 типа):

- с рецепторов гладких мышц стенок бронхов (**рефлекс Геринга-Брейера**)
- с рецепторов альвеол – кашель
- прикапиллярные – ф-ры воспаления (**частое, поверхностное дыхание**)

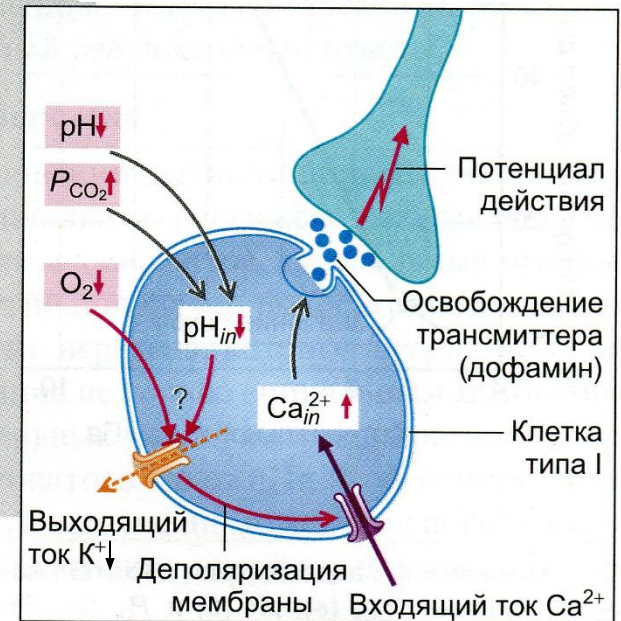
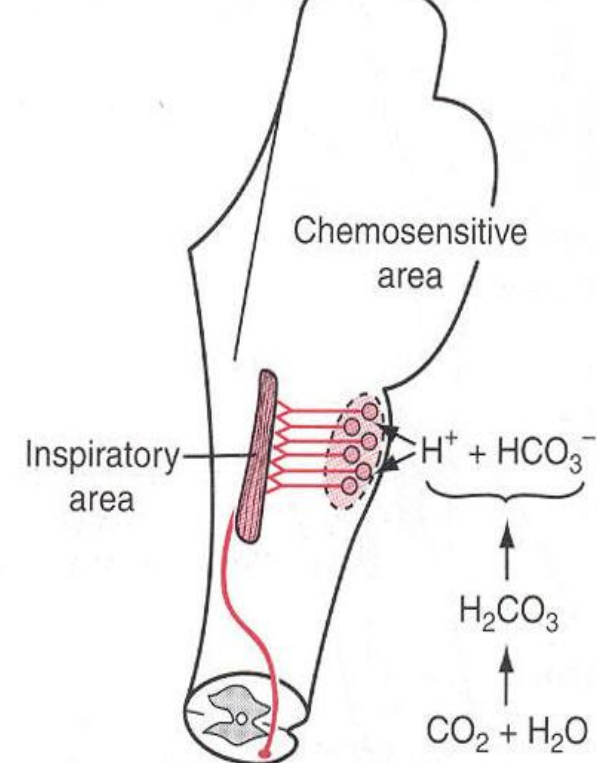
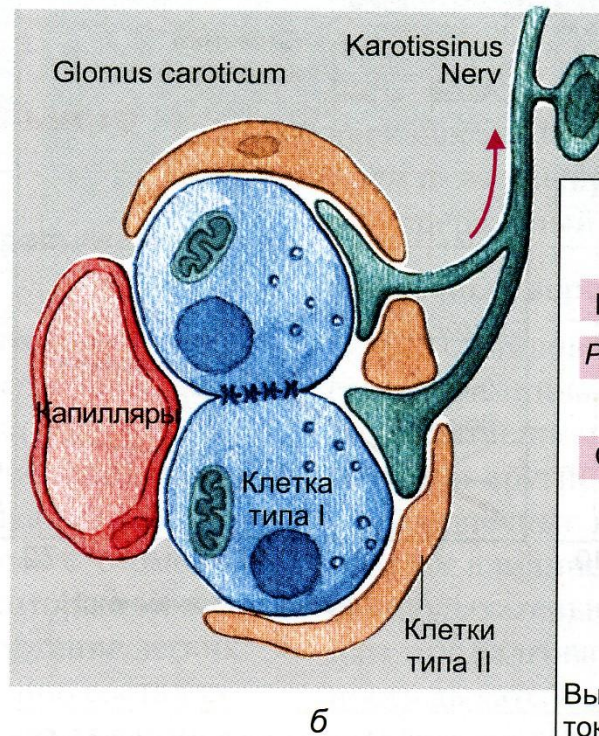
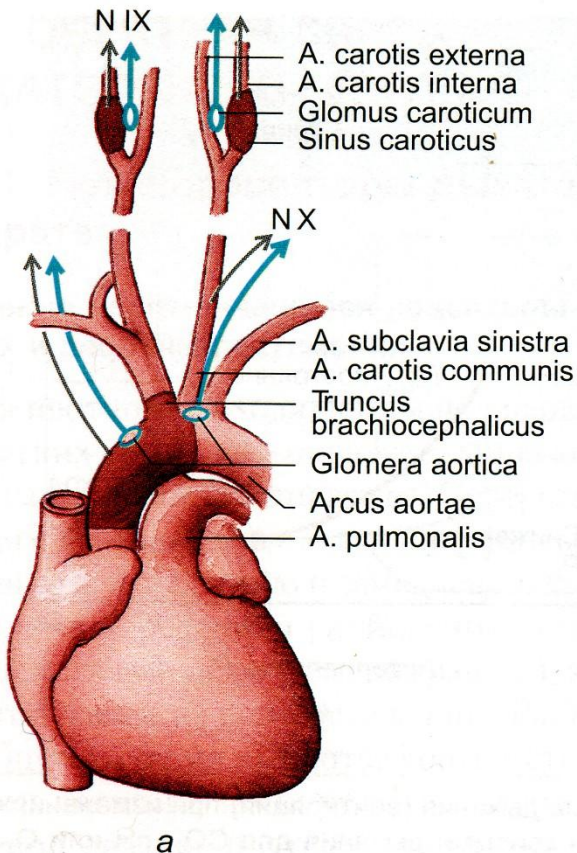
### 2. проприорецепторы мышц (гамма-петля)

### 3. баро- и хеморецепторы крови

наличие отрицательных обратных связей

# Влияние хеморецепторов на дыхательный центр

- а) дуга аорты
- б) каротидный синус
- в) продолговатый мозг

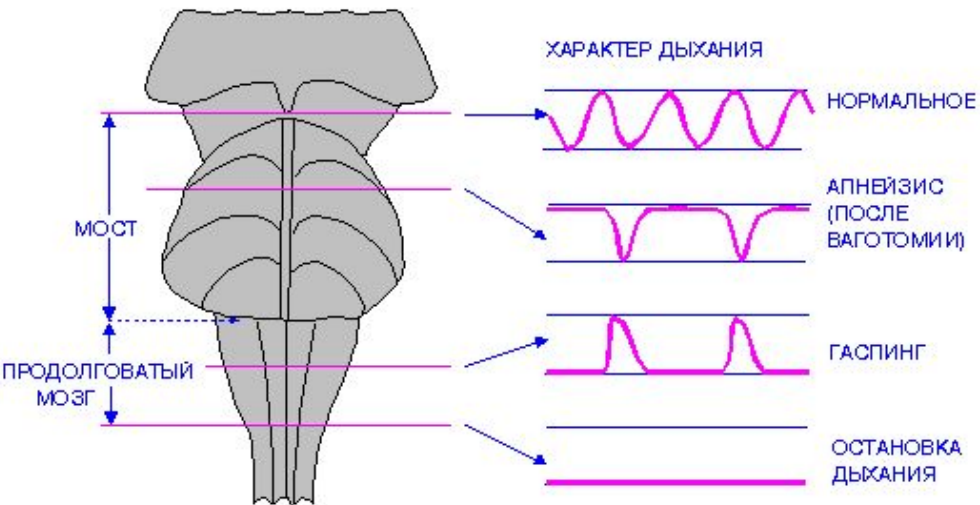
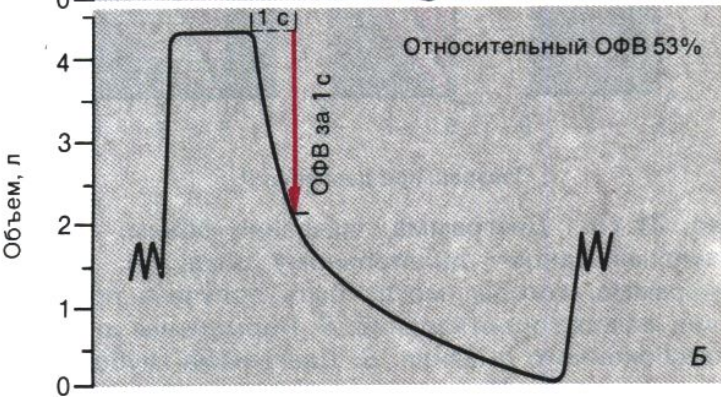
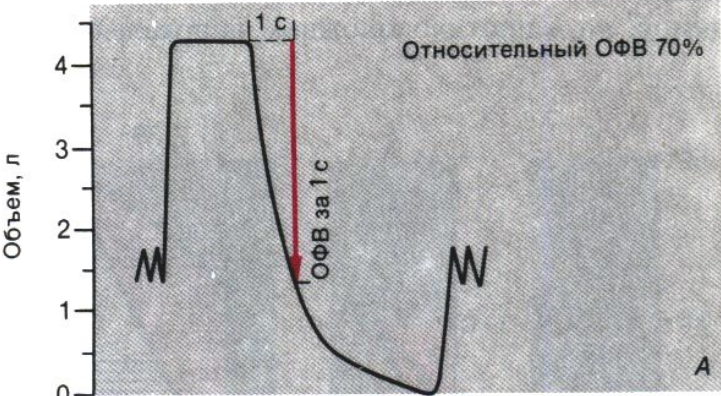


# Влияние различных факторов на дыхание. Патологии дыхания

**Проба Тиффно**  
(обструктивные нарушения)

Эмфизема – снижение эластической тяги

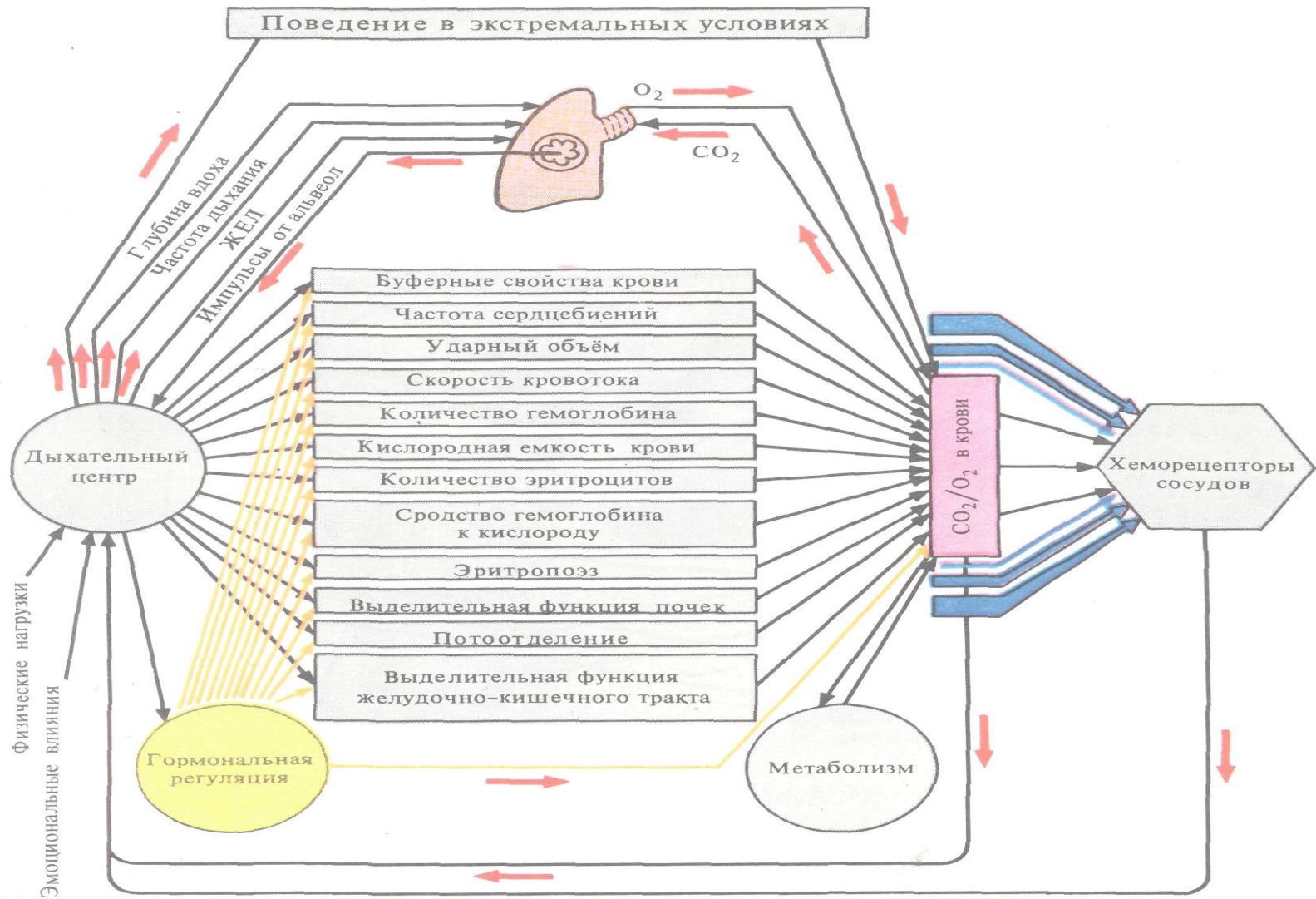
Курение – снижение ЖЕЛ за счет резервного объема вдоха (эмфизема)



Влияние перерезок на разных уровнях ствола мозга на дыхание (вентральная поверхность ствола мозга).

(Schmidt R.F., Thews G., "Human Physiology", 1989.)

Тип дыхания	Кривая дыхания	Причина
Нормальное дыхание		
Дыхание Чейн-Стокса		Гипоксия во сне, отравление
Дыхание Биота		Повреждение мозга, повышение внутричерепного давления
Дыхание Куссмауля		Нереспираторный (метаболический) ацидоз
Гаспинг		Недоношенность, повреждение мозга



Функциональная система, поддерживающая газовый состав внутренней среды организма (по К. Судакову, 1978)

# Горная болезнь

В воздухе:  
Мало  $\text{CO}_2$   
Мало  $\text{O}_2$

адаптация – эритропоэтин почек  
стимулирует красный костный мозг  
к синтезу эритроцитов

Альв.  $\text{PO}_2=35$  мм рт.ст.  
Порог необратимых  
нарушений

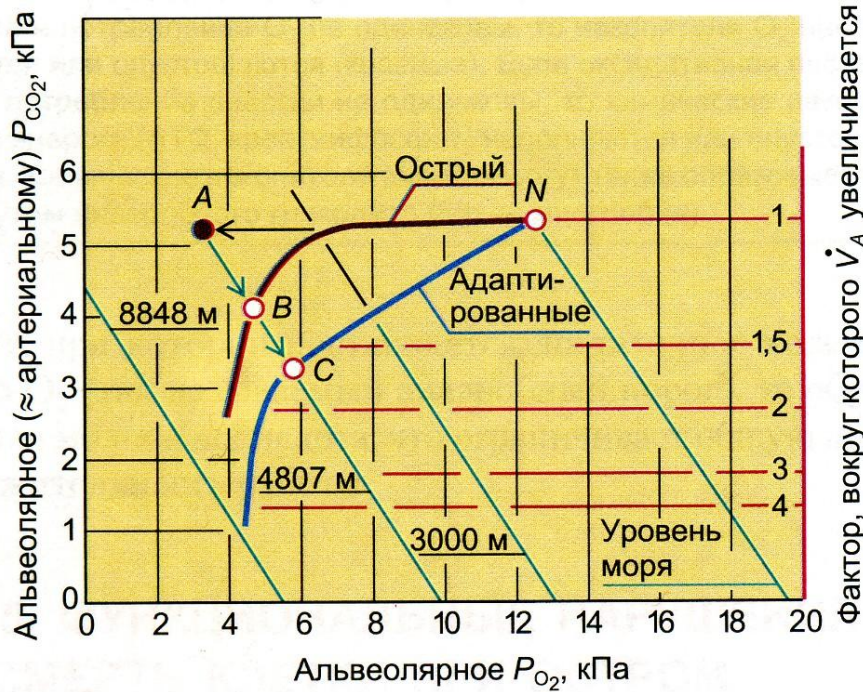
7000 м - 6%  $\text{O}_2$

Альв.  $\text{PO}_2=45$  мм рт.ст.  
Порог обратимых  
нарушений

5000 м - 10%  $\text{O}_2$

Альв.  $\text{PO}_2=75$  мм рт.ст.  
Порог реакции на  
экзогенную гипоксию

2000 м - 17%  $\text{O}_2$



Бытовая гипоксия – расширение мозговых сосудов-  
увеличение количества ликвора – увеличение внутричерепного давления  
– головная боль

Равнина