

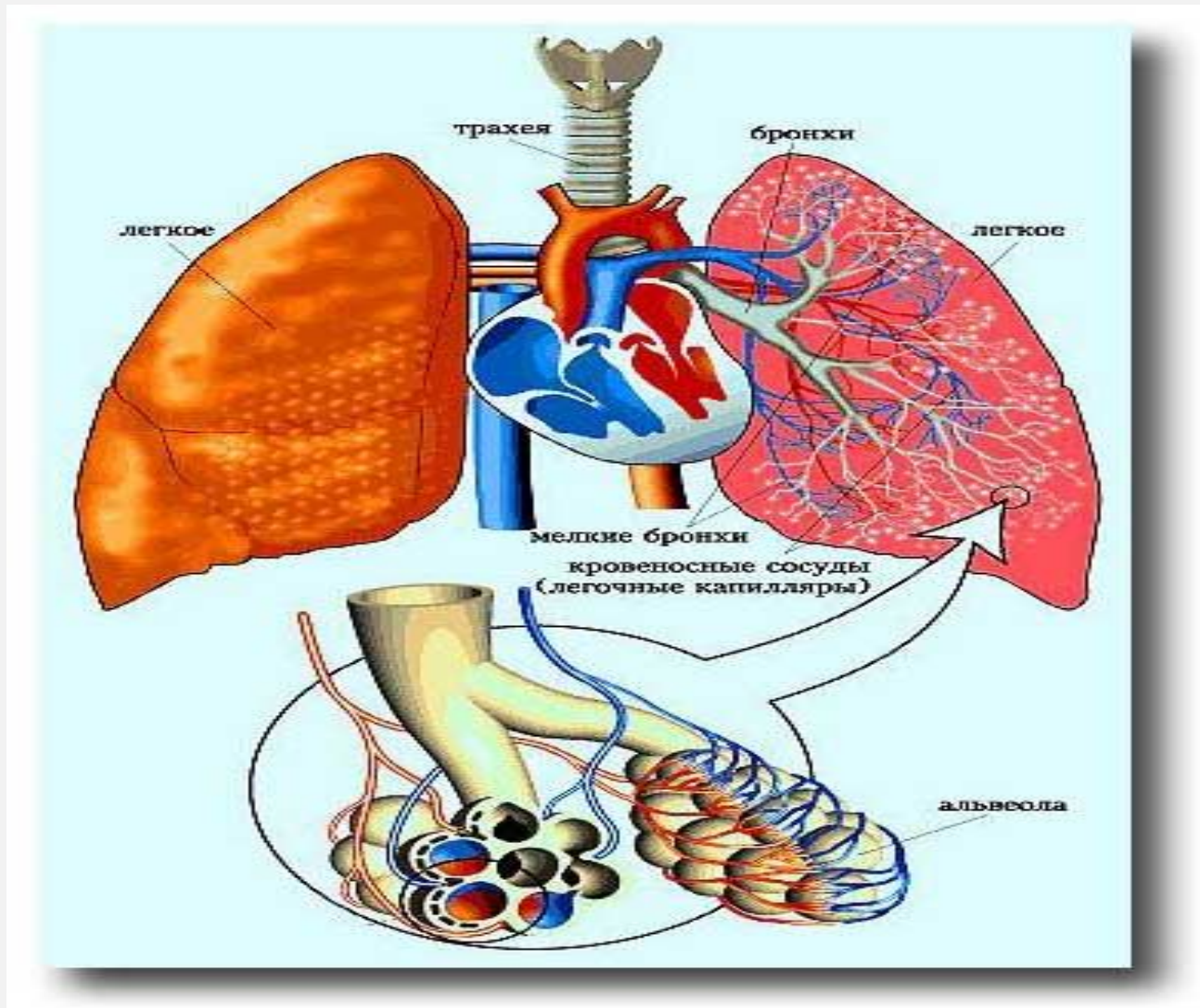
Лекция
Физиология
дыхания

Вопросы лекции

1. Этапы дыхания (внешнее , транспорт газов кровью, внутреннее)
2. Биомеханика дыхания
3. Легочные объемы. Спирометрия.
Легочное дыхание в покое и при мышечной нагрузке.
4. Характеристика внутреннего дыхания
5. Механизмы регуляции дыхания
6. Дыхание в измененной газовой среде

Структура аппарата внешнего дыхания

Воздухоносные пути и альвеолы



Дыхание

– это совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода, использование его в биологическом окислении органических веществ и удаление из организма углекислого газа.

Функции дыхания

1. Газообмен
2. Выделительная
3. Участие в водном и электролитном балансе
4. Депонирование крови
5. Терморегуляция
6. Поддержание гомеостаза
7. Регулирование Ph крови
8. Обоняние
9. Защита
10. Формирование звуков

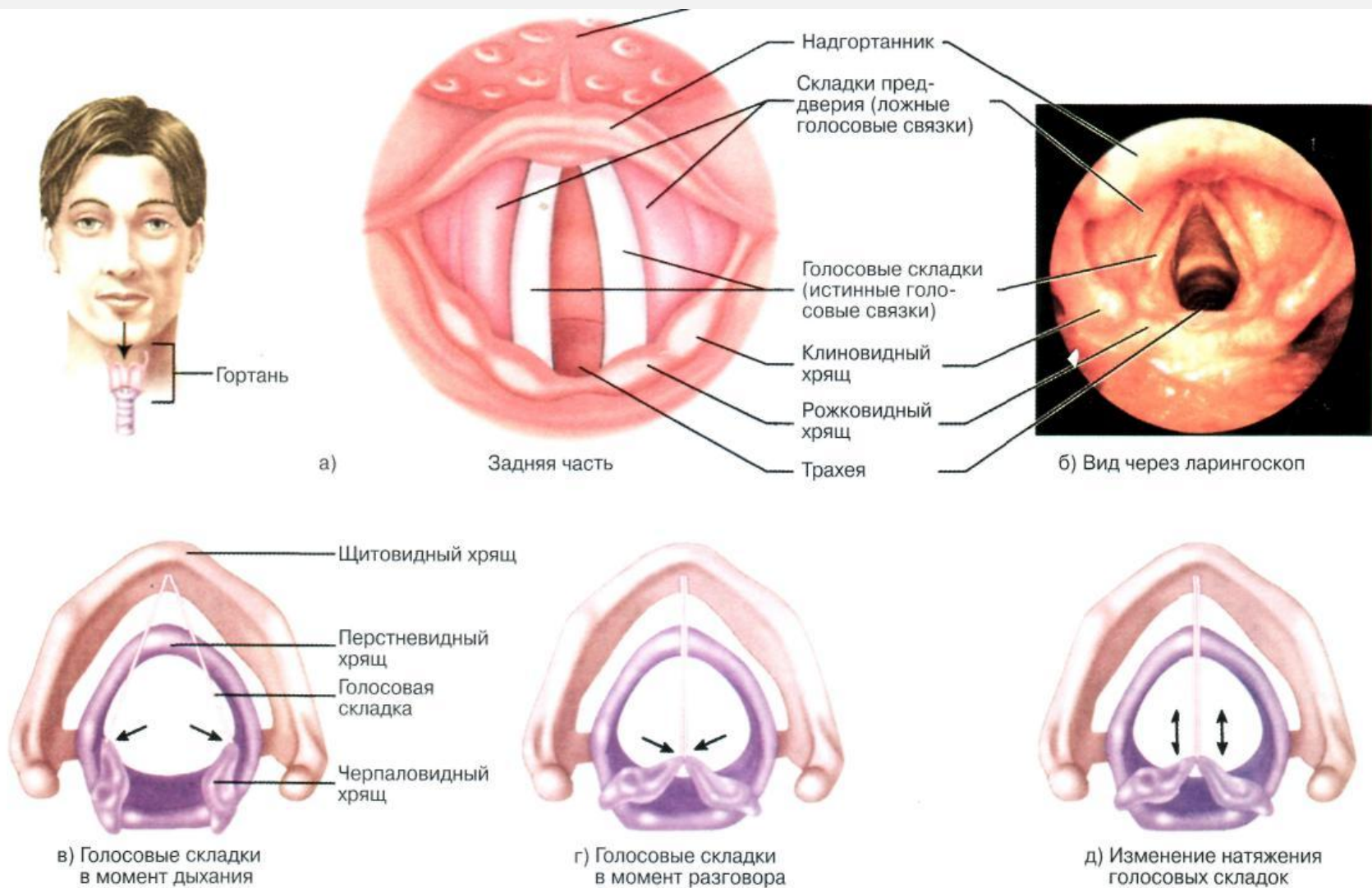


Рис. 23.4. Голосовые складки

Стрелки показывают направление рассмотрения голосовых складок: а — взаимосвязь голосовых складок со складками преддверия и хрящами гортани; б — вид через ларингоскоп; в — латеральное вращение черпаловидных хрящей размещает голосовые складки для дыхания; г — медиальное вращение черпаловидных хрящей размещает голосовые складки для разговора; д — движение черпаловидных хрящей вперед—назад изменяет длину и натяжение голосовых складок

1. Этапы дыхания (внешнее , транспорт газов кровью, внутреннее)

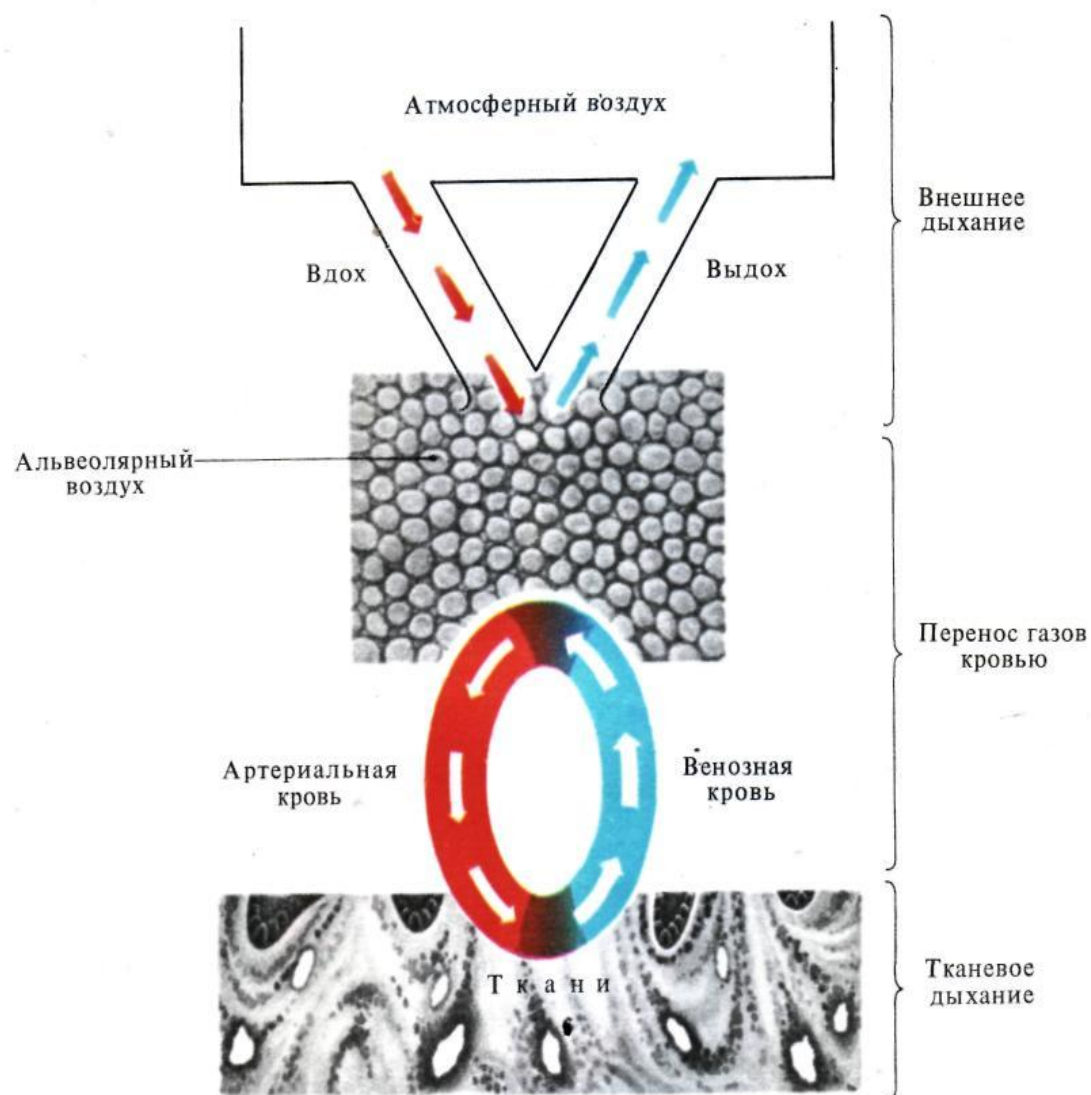
1. Внешнее- обмен газов между организмом и окружающим его атмосферным воздухом:

- газообмен между атмосферным и альвеолярным воздухом;
- газообмен между альвеолярным воздухом и кровью легочных капилляров

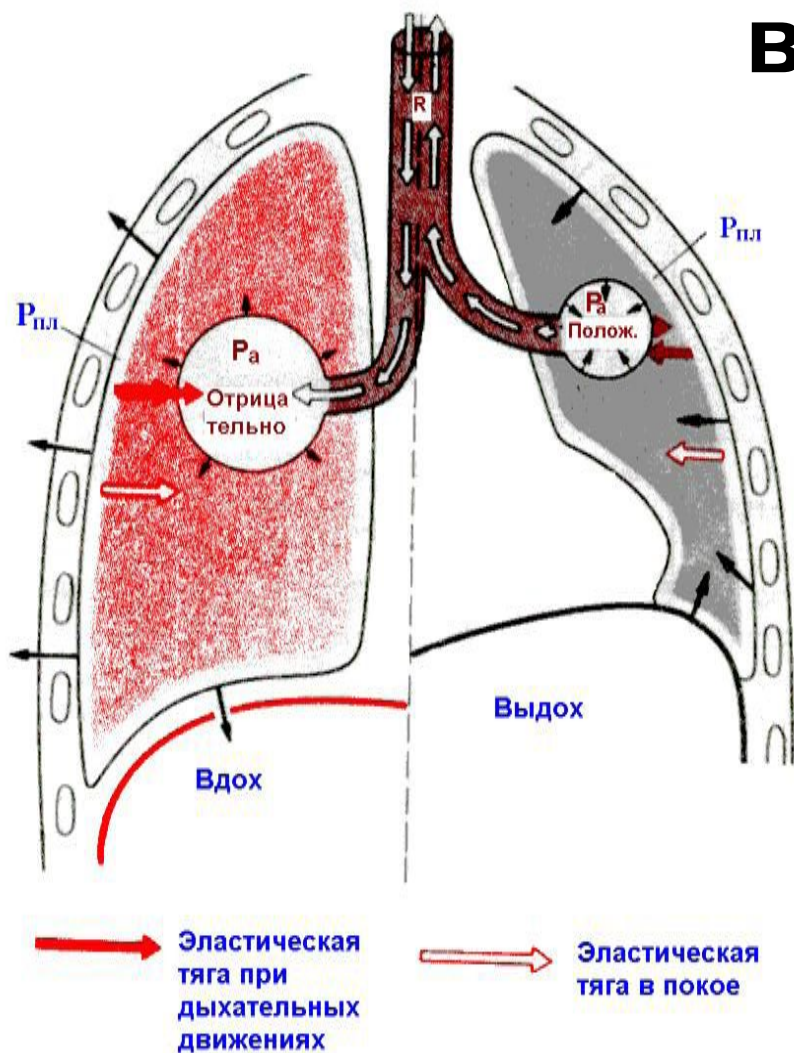
2. Транспорт газов кровью

3. Внутренне (тканевое) дыхание –

- газообмен между кровью и тканями.
- потребление клетками O_2 и выделение CO_2



2 вопрос. Механизм вдоха и выдоха



На выдохе:

(P_{pl}) -5 мм.вод.ст

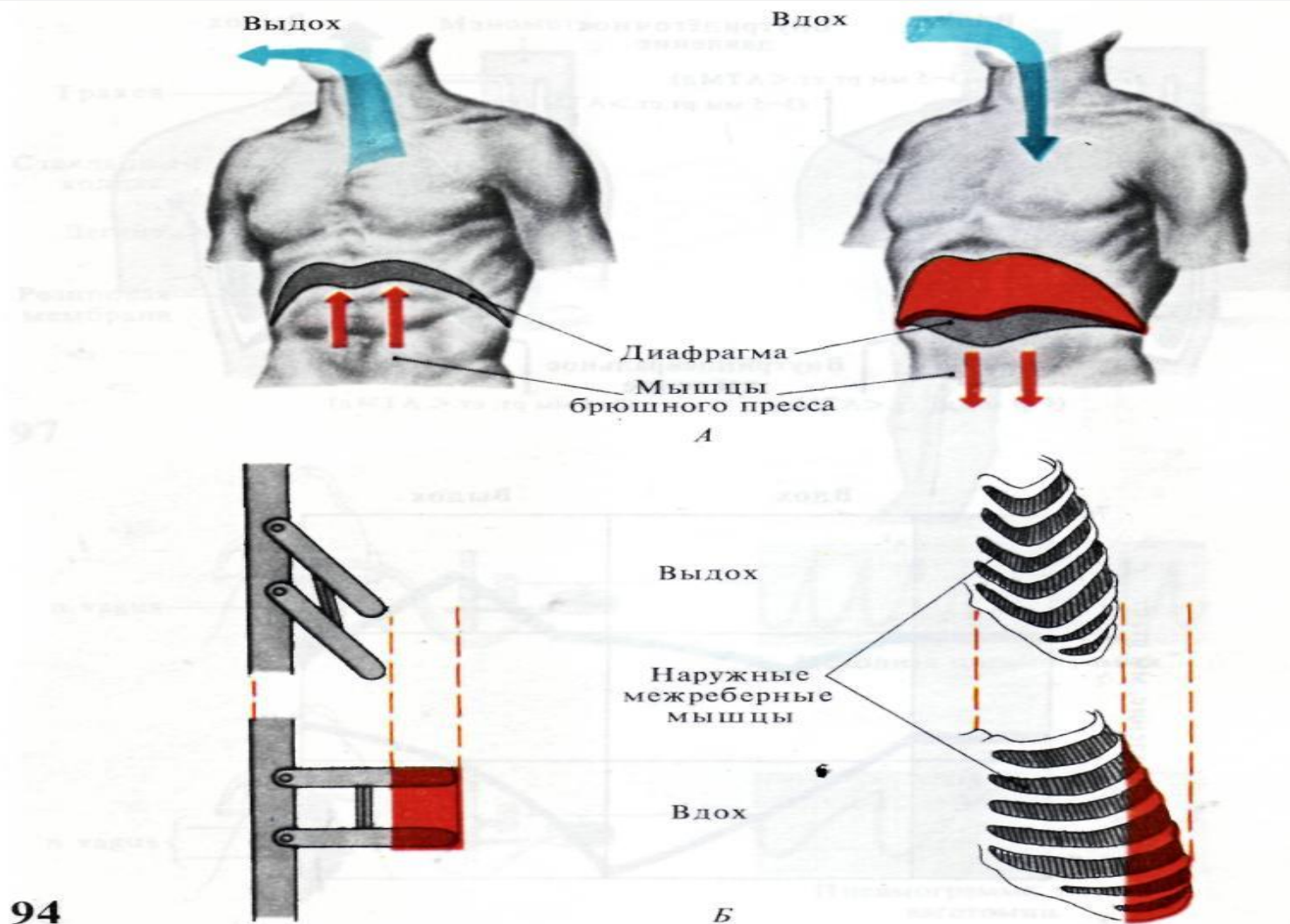
(P_{al}) >0 мм.вод.ст

На вдохе:

(P_{pl}) 7,5-10 мм.вод.ст

(P_{al}) <0 мм.вод.ст

Эластическая тяга дыхания = эластическая тяга легких + эластическая тяга грудной клетки



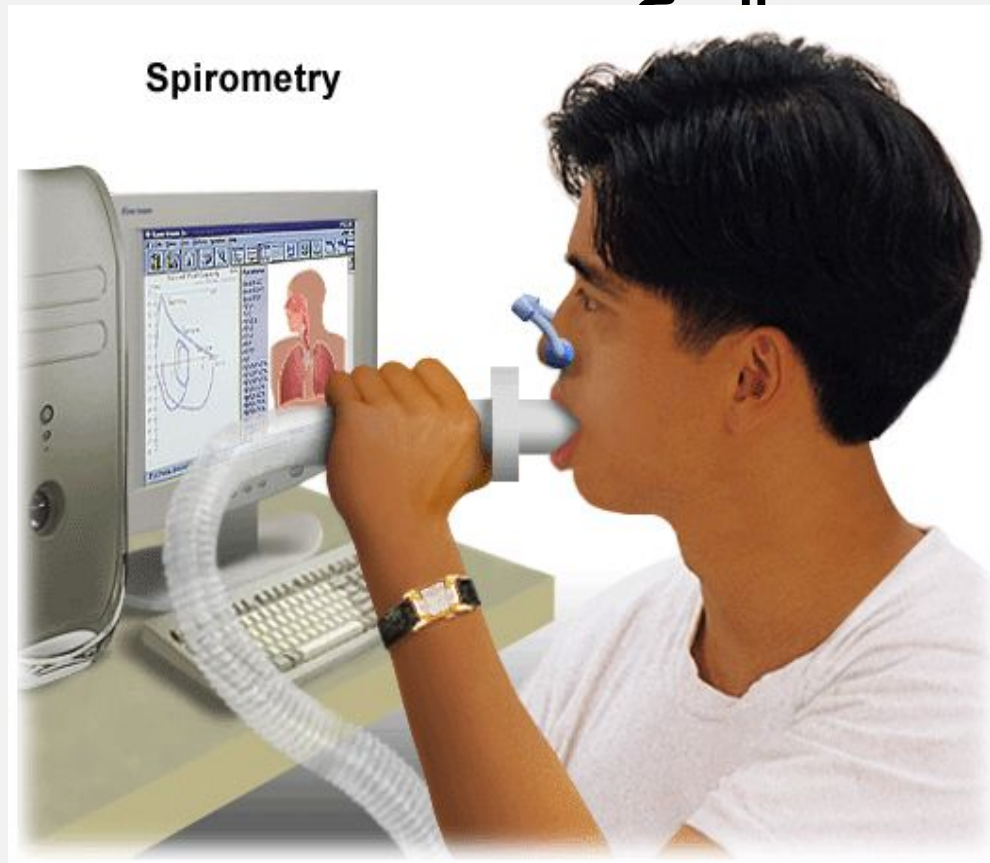
94

Б

Рис. 94. Механизм дыхательных движений (изменение объема грудной клетки) за счет диафрагмы и мышц брюшного пресса (А) и сокращения наружных межреберных мышц (Б) (слева — модель движения ребер)

3. Легочные объемы. Спирометрия

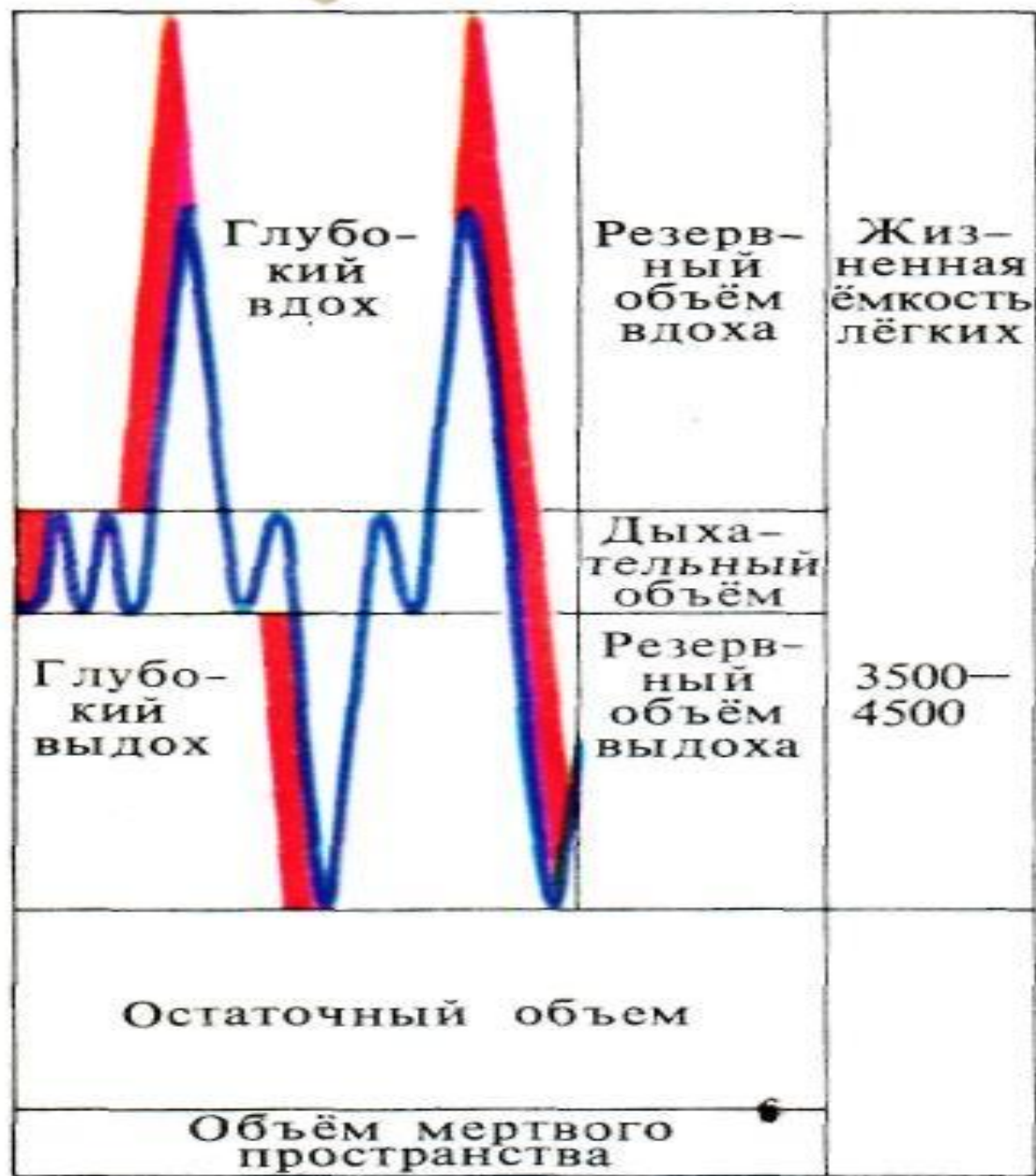
Определение лёгочных



Спирограф - прибор измеряющий дыхательные объёмы и потоки во время вдоха и выдоха.

Единицы измерения объёма воздуха, мл

1500—2500
500
1500
1000
150



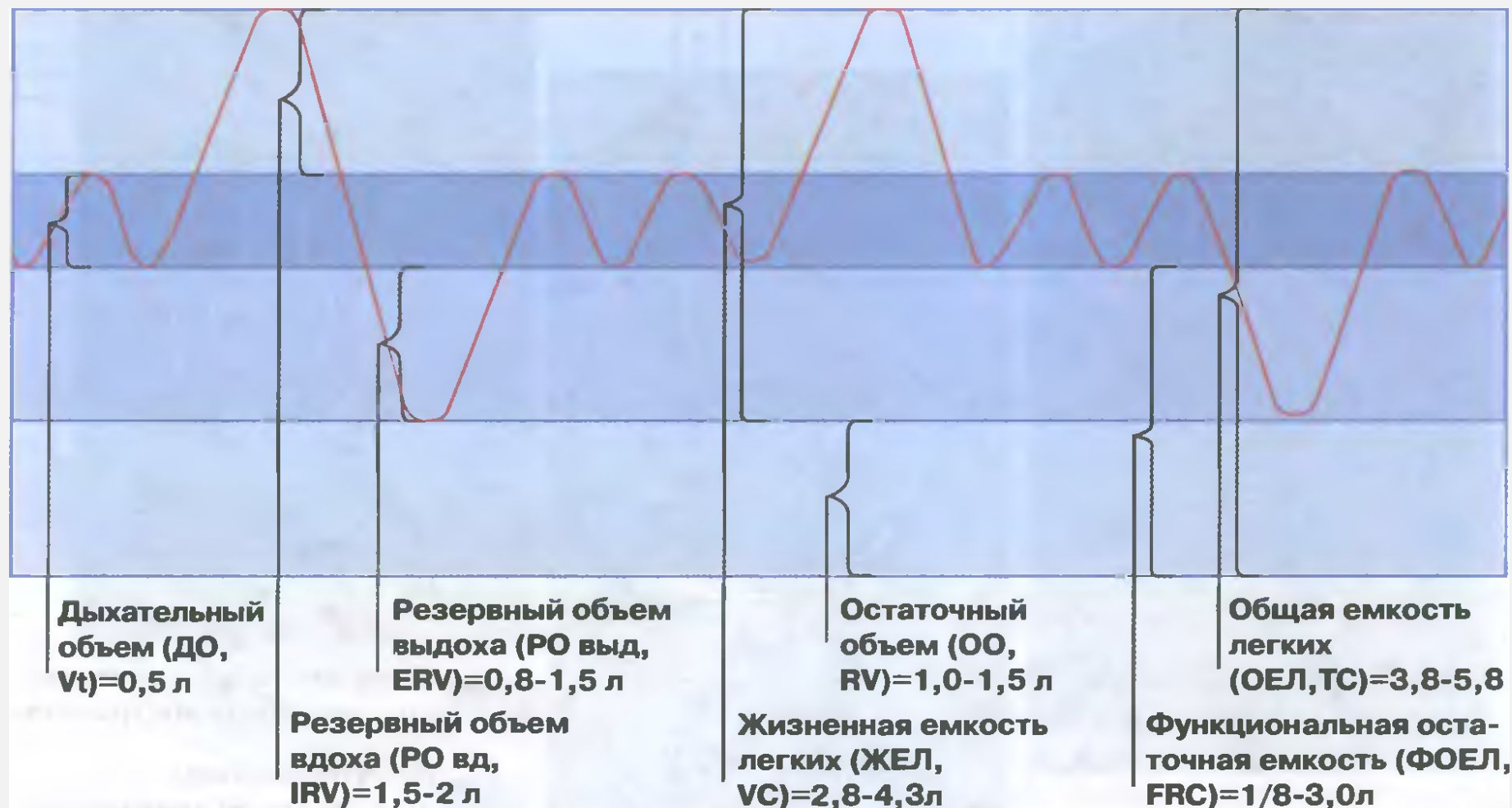
Легочные объемы:

- 1. Дыхательный объем (ДО) - это объём дыхательного газа во время спокойного вдоха и выдоха (500 мл).**
- 2. Резервный объем вдоха (РО вдоха)- дополнительный объём который человек может дополнительно вдохнуть, после обычного вдоха (1500-2500 мл).**
- 3. Резервный объем выдоха (РО выдоха) - дополнительный объём который человек может выдохнуть после спокойного выдоха (1000 мл).**
- 4. Остаточный объем (ОО) - объём который остаётся в лёгких после максимального выдоха (1000 -1500 мл).**
- 5. Объем мертвого пространства- объем в тех**

Легочные емкости:

- 1. Общая емкость легких (ОЕЛ) - объём газа в лёгких после максимального вдоха $(1+2+3+4) = 4-6$ литров**
- 2. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) - это объём максимального выдоха после максимального вдоха $(1+2+3) = 3,5-5$ литров**
- 3. Функциональная остаточная емкость легких (ФОЕ) - объём газа, остающегося в лёгких после спокойного выдоха $(3+4) = 2-3$ литра**
- 4. Емкость вдоха (ЕВ) - объём максимального вдоха после спокойного выдоха $(1+2) = 2-3$ литра**

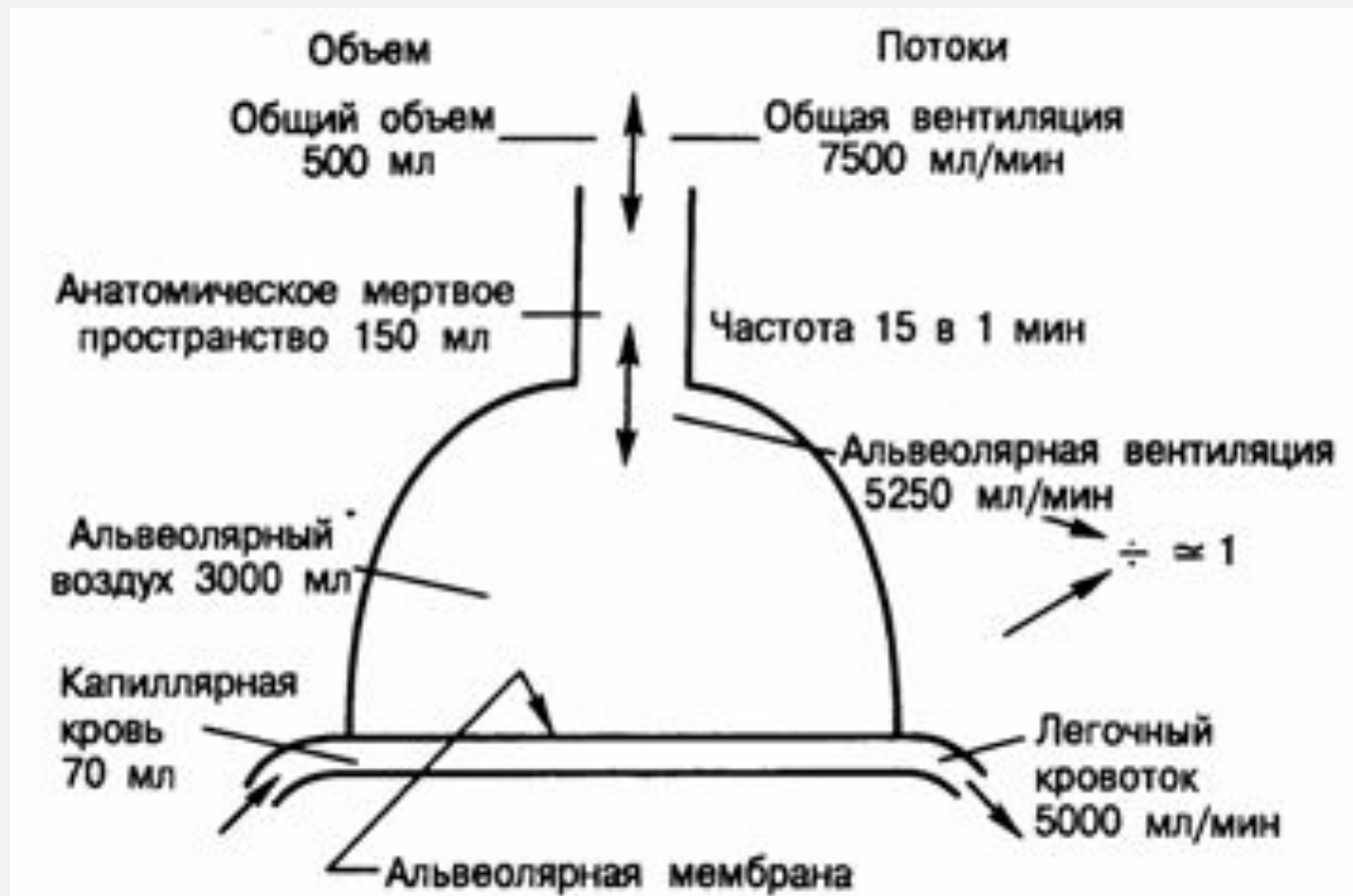
Дыхательные объемы и ёмкости лёгких



Минутный объем дыхания (МОД, V)=ДО x число дыханий в 1 мин (18)=0,5 x 18=9,0 л/мин.

Легочная вентиляция

Легочная вентиляция — это процесс передвижения вдыхаемого воздуха в альвеолы, в которых происходит газообмен с кровью



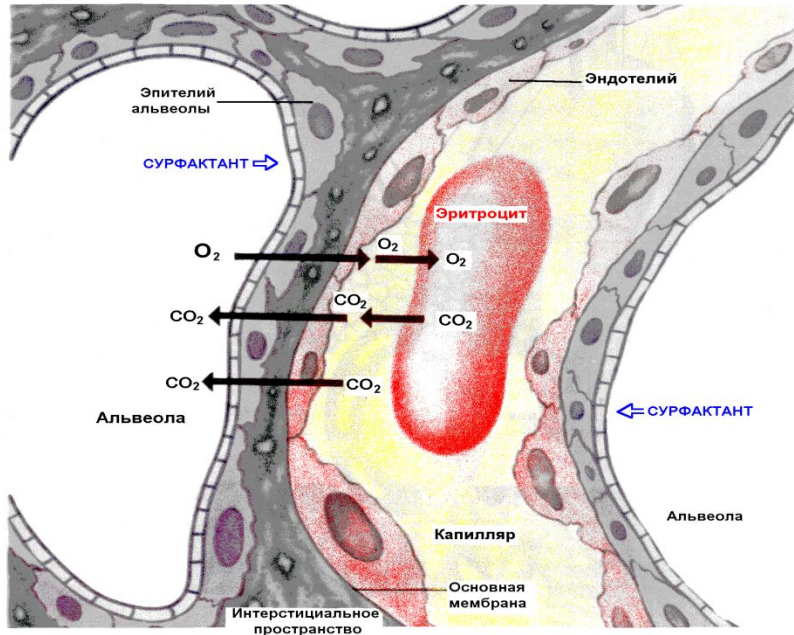
Основные показатели вентиляции

1. Частота дыхания (ЧД) = 12-16 раз/мин
2. Минутный объем дыхания (МОД) = ДО (л) x ЧД (раз/мин) = 6 - 9 литров/мин
3. Объем анатомического мертвого пространства (МП) = 150 мл
4. Дыхательный альвеолярный объем (ДАО) = ДО - МП = 500 - 140 = 360 мл

4. Характеристика внутреннего дыхания

- Обмен газов между воздухом и кровью происходит путем диффузии через альвеоло-капиллярный барьер под влиянием разницы парциальных давлений между альвеолярным воздухом и кровью, поступающей в легочные капилляры.
- Кислород и углекислый газ далее транспортируются по всему большому кругу кровообращения.
- В мышцах или внутренних органах сосудистое русло вновь разделяется на капилляры, и происходит обратный процесс – диффузия кислорода и углекислого газа в обратном направлении, по градиенту парциальных давления. Из тканей выводится избыточное количество углекислого газа, а из эритроцитов крови в ткани поступает необходимое количество кислорода

Диффузия газов



Переход газов через альвеолярно–капиллярную мембрану происходит по законам диффузии. Количество газа, проходящее через легочную мембрану в единицу времени, т. е. **скорость диффузии, прямо пропорциональна разнице его парциального давления по обе стороны мембраны и обратно пропорциональна сопротивлению диффузии.**

Сопротивление диффузии определяется

- толщиной мембраны и величиной поверхности газообмена,
- коэффициентом диффузии газа, зависящим от его молекулярного веса и температуры
- коэффициентом растворимости газа в биологических жидкостях мембраны.

Транспорт O_2

- Из общего количества O_2 которое содержится в артериальной крови, только 0,3 об % растворено в плазме, остальное количество O_2 переносится эритроцитами, в которых он находится в химической связи с Hb, образуя оксигемоглобин. Присоединение O_2 к Hb происходит без изменения валентности Fe.
- Степень насыщенности Hb кислородом, т.е. образование оксигемоглобина, зависит от напряжения O_2 в крови.

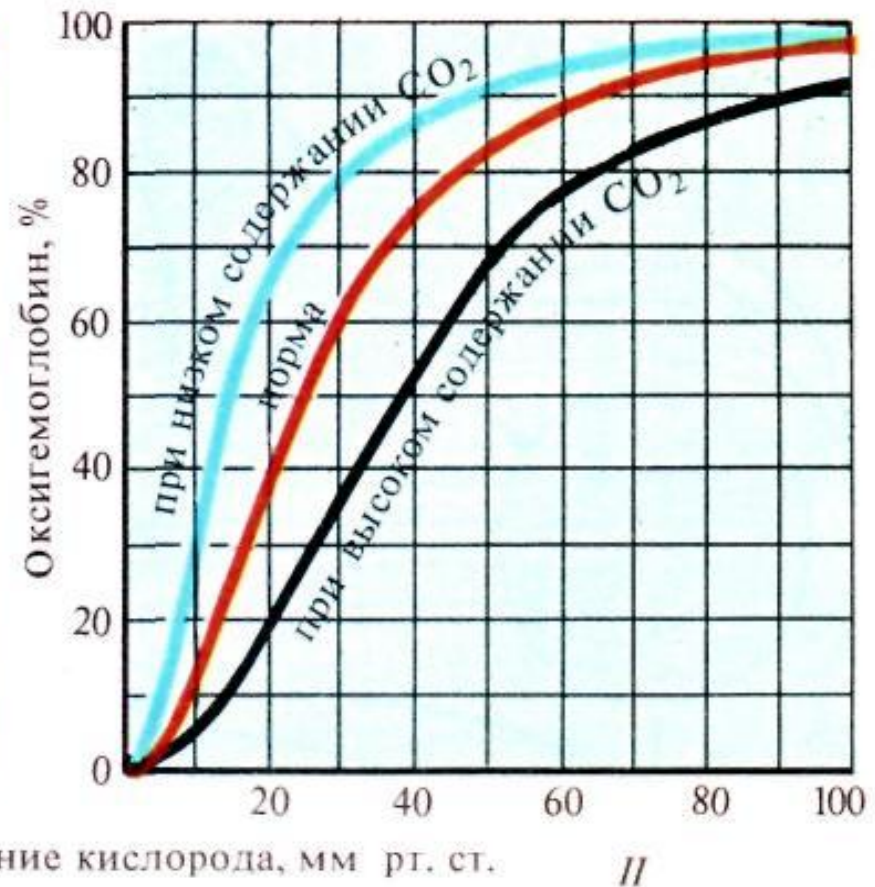
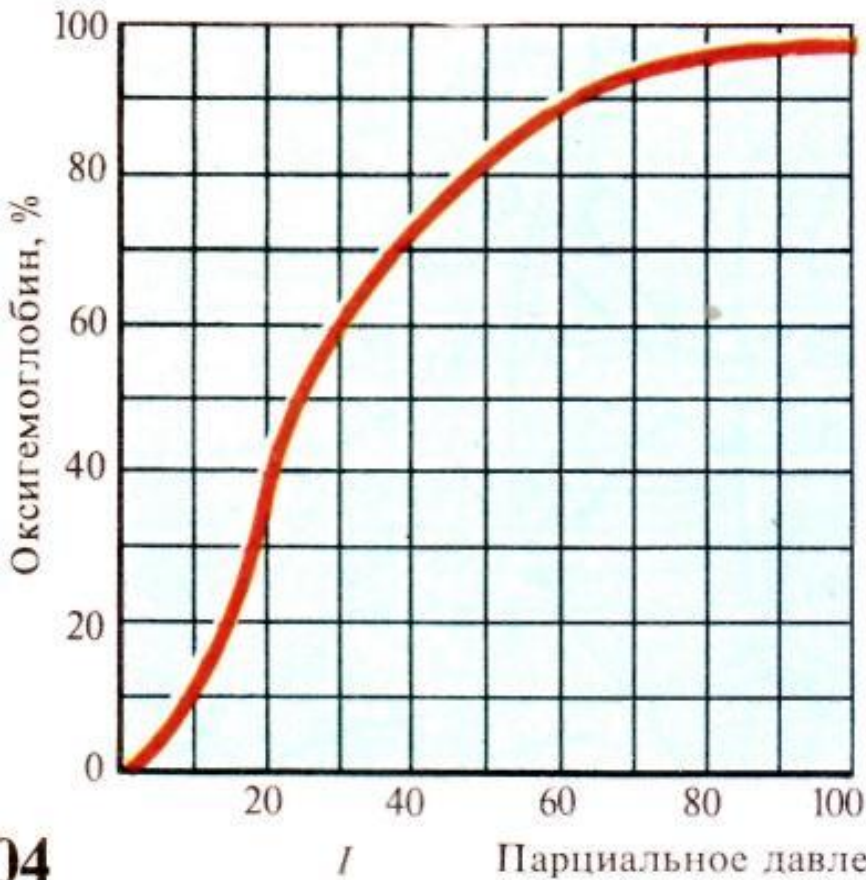
Транспорт CO_2 кровью

ТРИ ФОРМЫ ТРАНСПОРТА:

- физически растворенный газ -5-10%
- химически связанный в бикарбонатах: в плазме NaHCO_3 , в эритроцитах KHCO_3 -80-90%
- связанный в карбаминовых соединениях гемоглобина: $\text{Hb.NH}_2 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Hb.NHCOOH}$ -5-15%

Кривая диссоциации оксигемоглобина

1. кривая поглощения O_2 при нормальном содержании CO_2
2. влияние напряжения CO_2 на кривую диссоциации оксигемоглобина



5. Механизмы регуляции дыхания

Дыхательная система включает два основных контура регулирования: хемотрецепторный и механорецепторный



Различают центральные и периферические хемотрецепторы. 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

- Центральные хеморецепторы, расположенные в продолговатом мозге, реагируют на изменение P_h цереброспинальной жидкости.

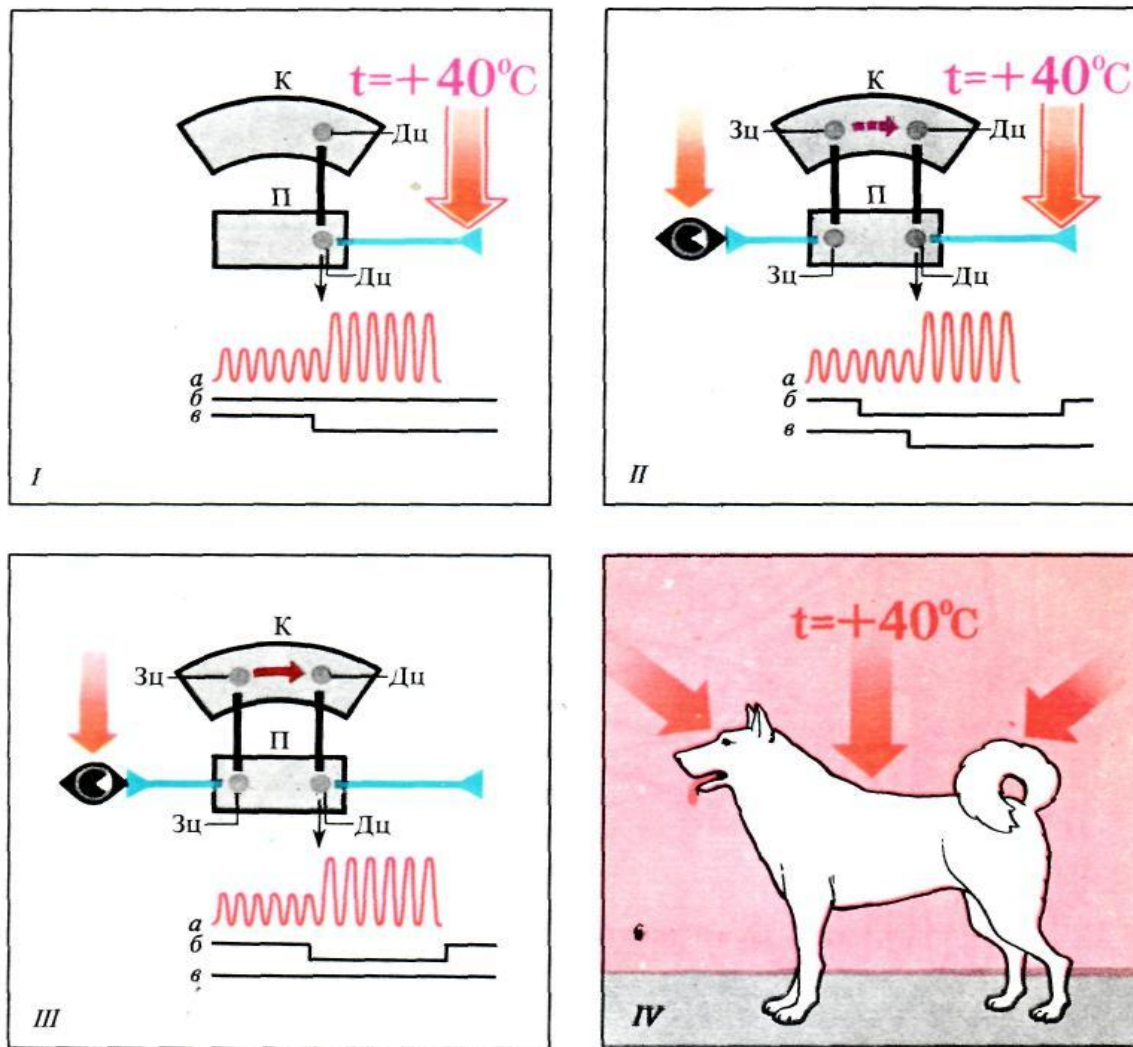
P_h очень чувствителен к изменению P_{CO_2} .

При увеличении P_{CO_2} происходит снижение P_h , в ответ на это увеличивается минутная вентиляция лёгких.

- Кроме того, в стенках крупных сосудов, отходящих от сердца, имеются специальные рецепторы, реагирующие на понижение уровня кислорода в крови. Эти рецепторы также стимулируют дыхательный центр, повышая интенсивность дыхания.

Особенности регуляции дыхательной функции

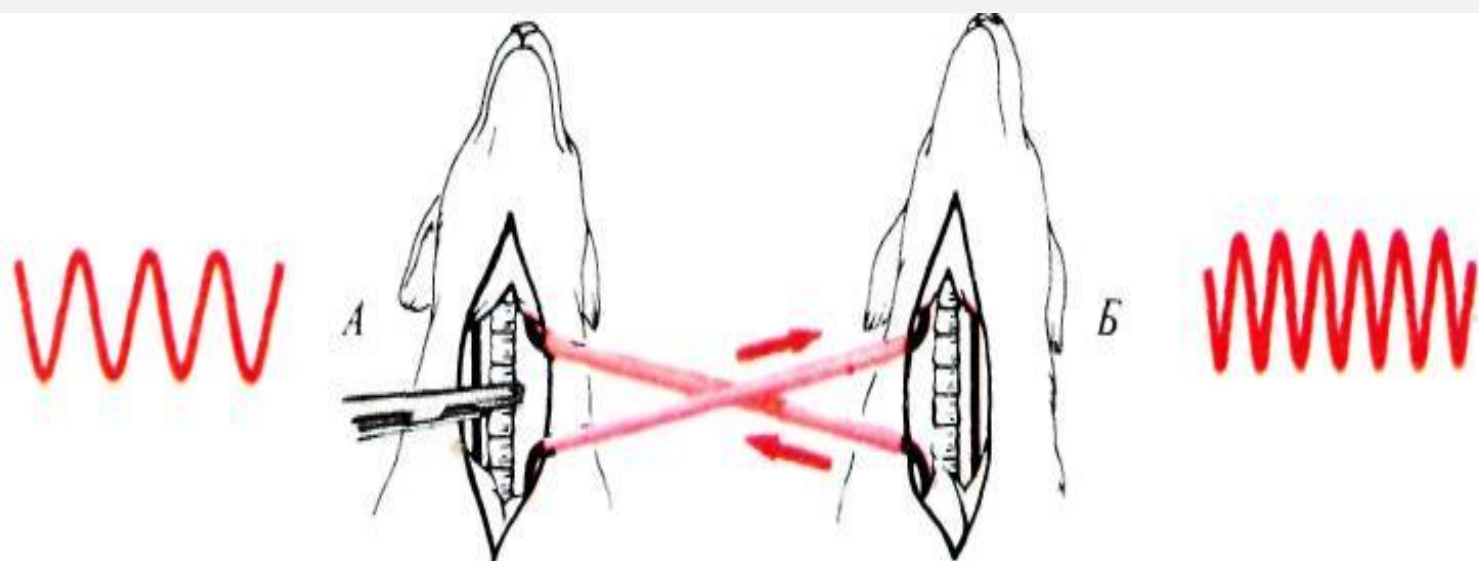
- На работу дыхательного центра кроме импульсов от хемо- и механорецепторов оказывают влияние термические, зрительные, слуховые и др. соматические раздражители.
- Дыхательные нейроны чувствительны к действию нейромедиаторов и гормонов.
- Дыхание – это автономная вегетативная функция, которая может поддаваться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



114

Рис. 114*. Условный рефлекс на дыхание:

условный раздражитель — обстановка тепловой камеры, безусловный раздражитель — действие высокой температуры ($+40^{\circ}\text{C}$), реакция — тепловая одышка животного;
 I — безусловный рефлекс на дыхание (гиперпноэ), II — выработка условного рефлекса, III — условный рефлекс выработан, IV — условия опыта;
 а — реакция дыхания, б — отметка действия условного раздражителя, в — отметка действия безусловного раздражителя

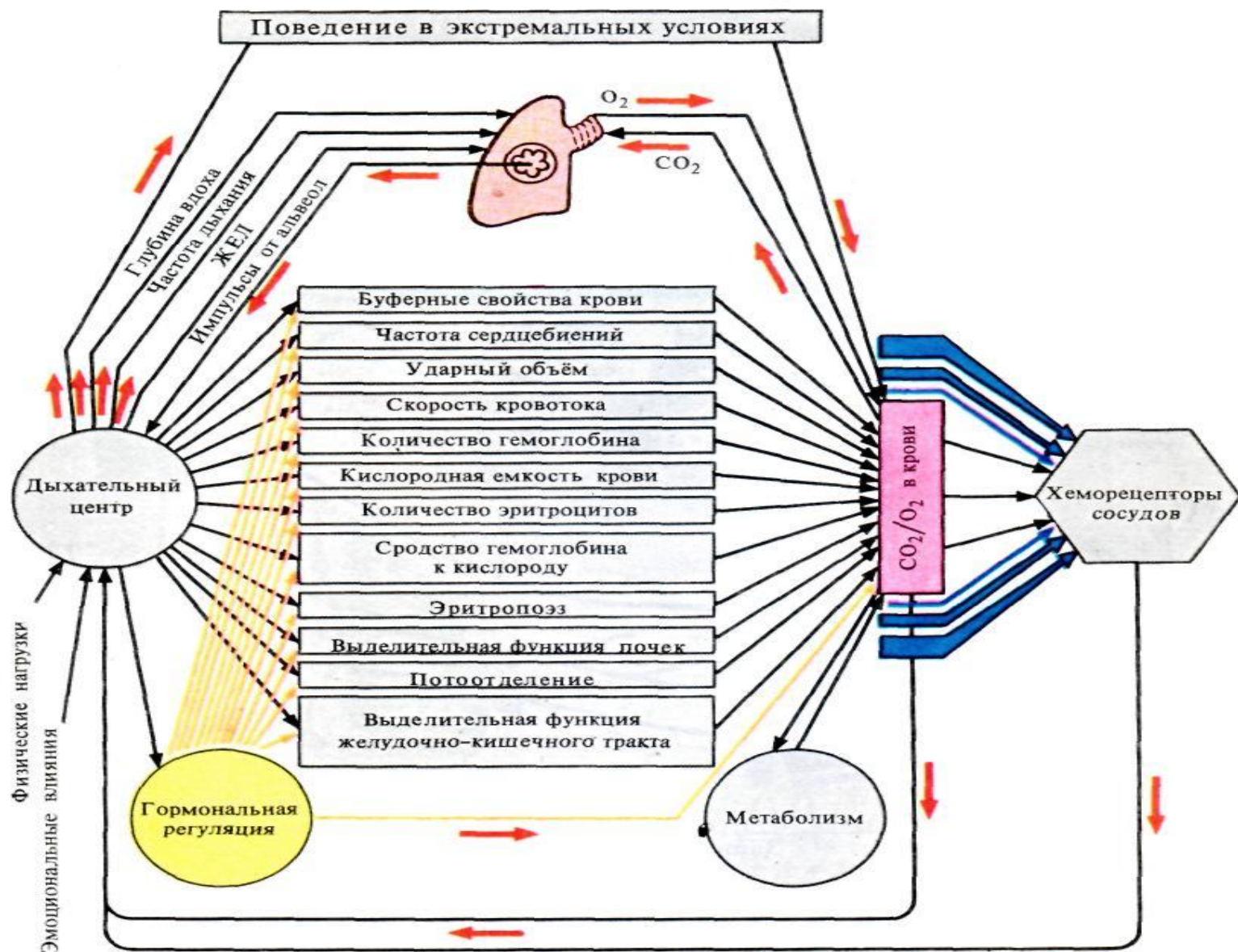


Примечание. Пережатие трахеи у собаки *А* вызывает одышку у собаки *Б*; одышка собаки *Б* вызывает замедление дыхания у собаки *А*.

Эйпноэ-нормальное дыхание.

Гиперпноэ-увеличение
вентиляции легких.

Апноэ-остановка дыхания



6. Дыхание в измененной газовой среде

Парциальное давление кислорода во вдыхаемом и альвеолярном воздухе и процент насыщения артериальной крови кислородом на различной высоте над уровнем моря

Высота над уровнем моря (м)	Барометрическое давление (мм рт. ст.)	Парциальное давление O_2 (мм рт. ст.)		Насыщение артериальной крови O_2 (%)
		вдыхаемый воздух	альвеолярный воздух	
0	760	159	105	95
1000	680	140	90	94
2000	600	125	70	92
3000	530	110	62	90
4000	460	98	50	85
5000	405	85	45	75
6000	355	74	40	70
7000	310	65	35	60
8000	270	56	30	50
9000	230	48	<25	>40

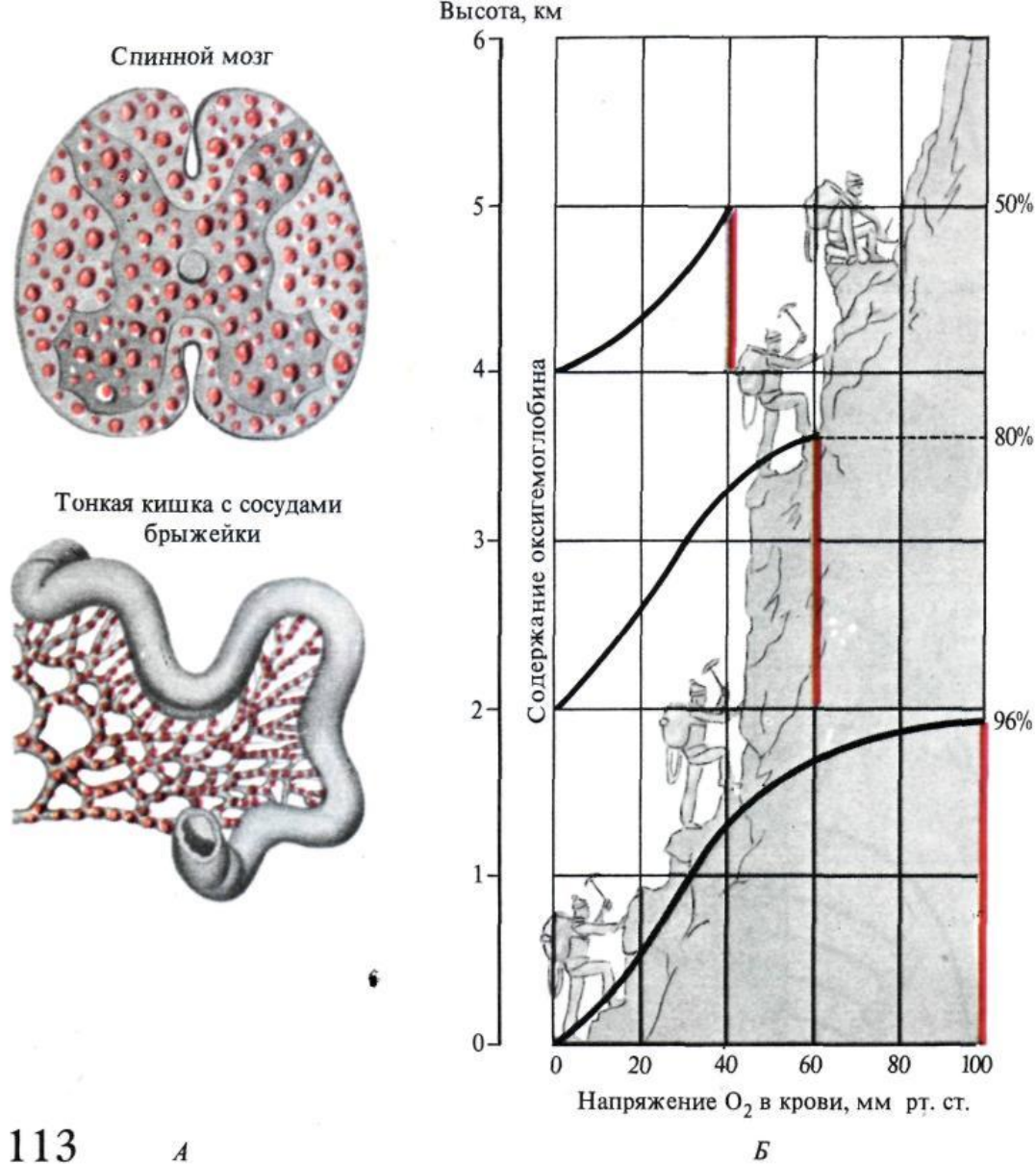


Рис. 113. Дыхание в измененных условиях.
 А — последствия кессонной болезни (воздушная эмболия); Б — состояние организма человека при подъеме на высоту (содержание оксигемоглобина в крови)

Спасибо за внимание!