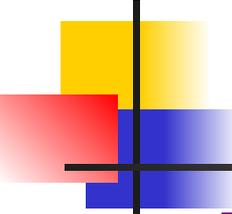


Рефлекторная регуляция дыхания

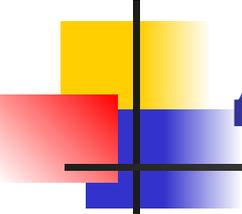




Основные рецепторы легких

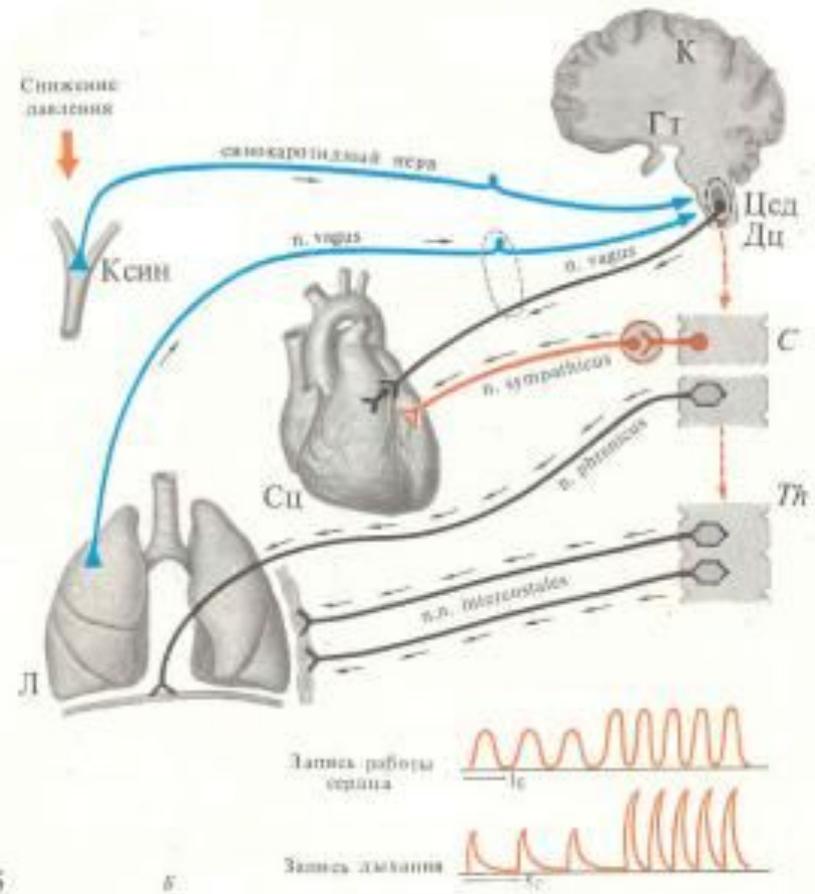
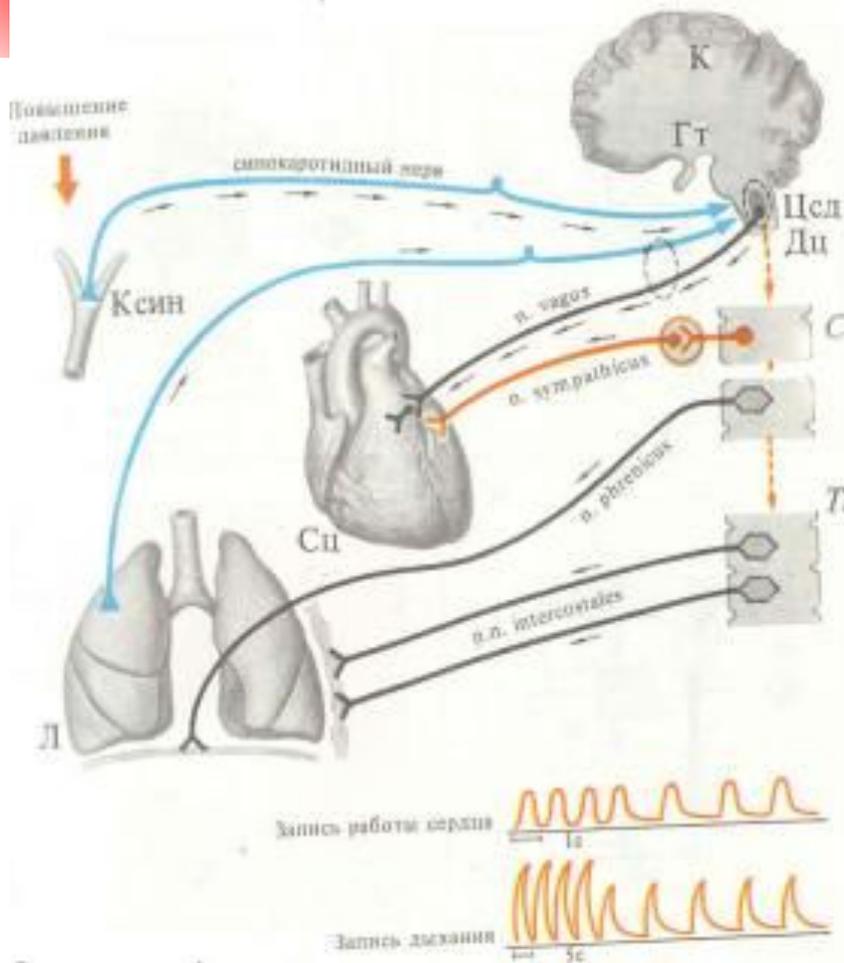
- -Ирритантные рецепторы слизистой оболочки дыхательных путей
- - Рецепторы растяжения гладких мышц дыхательных путей
- - Юкста-капиллярные рецепторы межалвеолярного интерстиция

РЕФЛЕКТОРНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ



- **ТОРМОЗНЫЕ РЕФЛЕКСЫ** С ХОЛОДОВЫХ И МЕХАНОРЕЦЕПТОРОВ ВОЗДУХОНОСНЫХ ПУТЕЙ (РЕФЛЕКС НЫРЯЛЬЩИКОВ), ИРРИТАНТНЫХ РЕЦЕПТОРОВ (ХЕМО- И МЕХАНОРЕЦЕПТОРЫ ВОЗДУХОНОСНЫХ ПУТЕЙ), J-РЕЦЕПТОРОВ ИНТЕРСТИЦИЯ (ЮКСТАКАПИЛЛЯРНЫЕ), С БАРОРЕЦЕПТОРОВ СОСУДИСТЫХ РЕФЛЕКСОГЕННЫХ ЗОН
- **ВОЗБУЖДАЮЩИЕ РЕФЛЕКСЫ** – С ПРОПРИОРЕЦЕПТОРОВ СКЕЛЕТНЫХ И ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ, ЭКСТЕРОРЕЦЕПТОРОВ, ОБОНЯТЕЛЬНЫХ РЕЦЕПТОРОВ ПРИ ИХ РАЗДРАЖЕНИИ ПАХУЧИМИ ВЕЩЕСТВАМИ УМЕРЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ (ПРИНЮХИВАНИЕ)

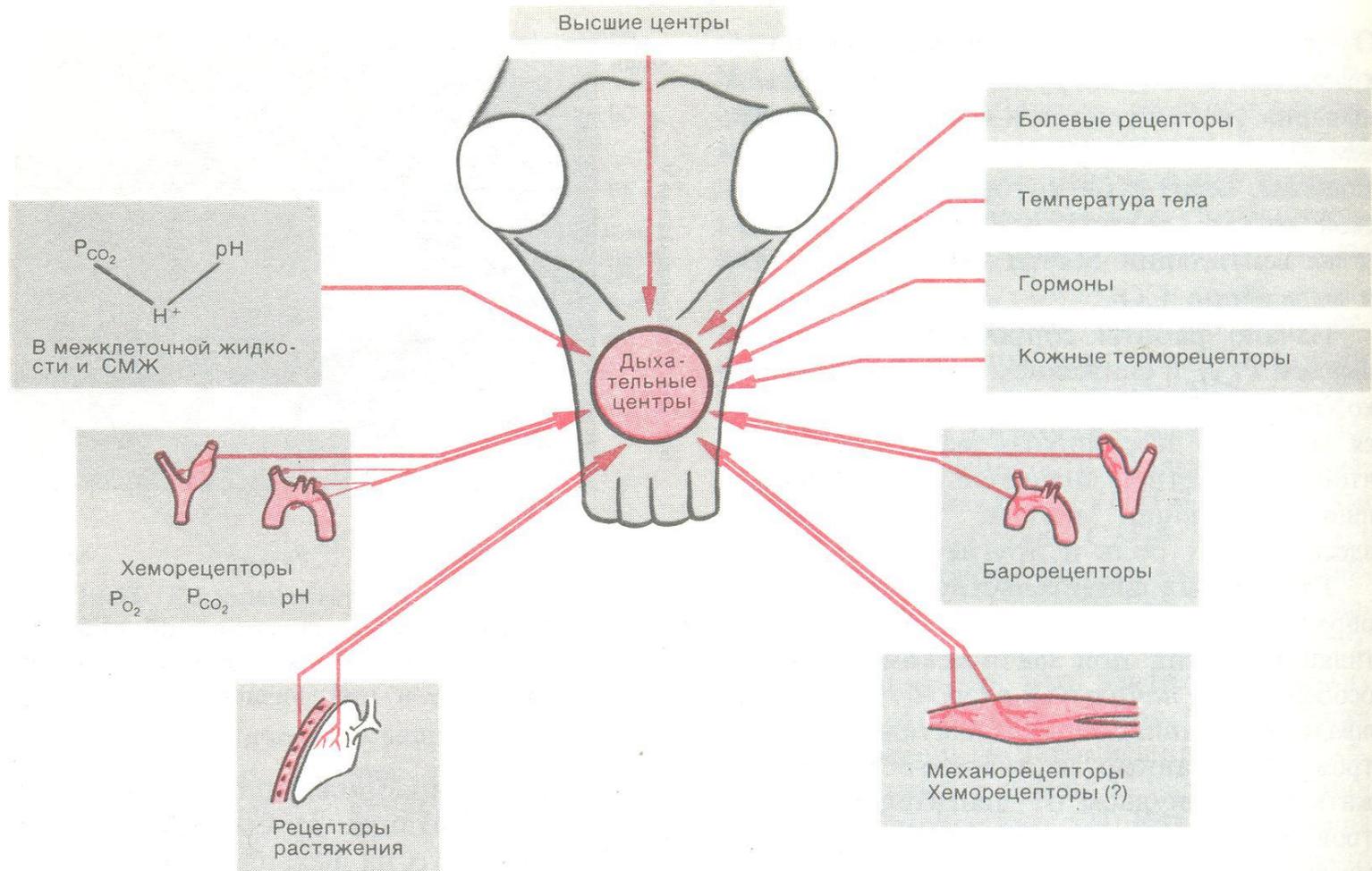
Влияние давления в сонной артерии на дыхание и ритм сердца



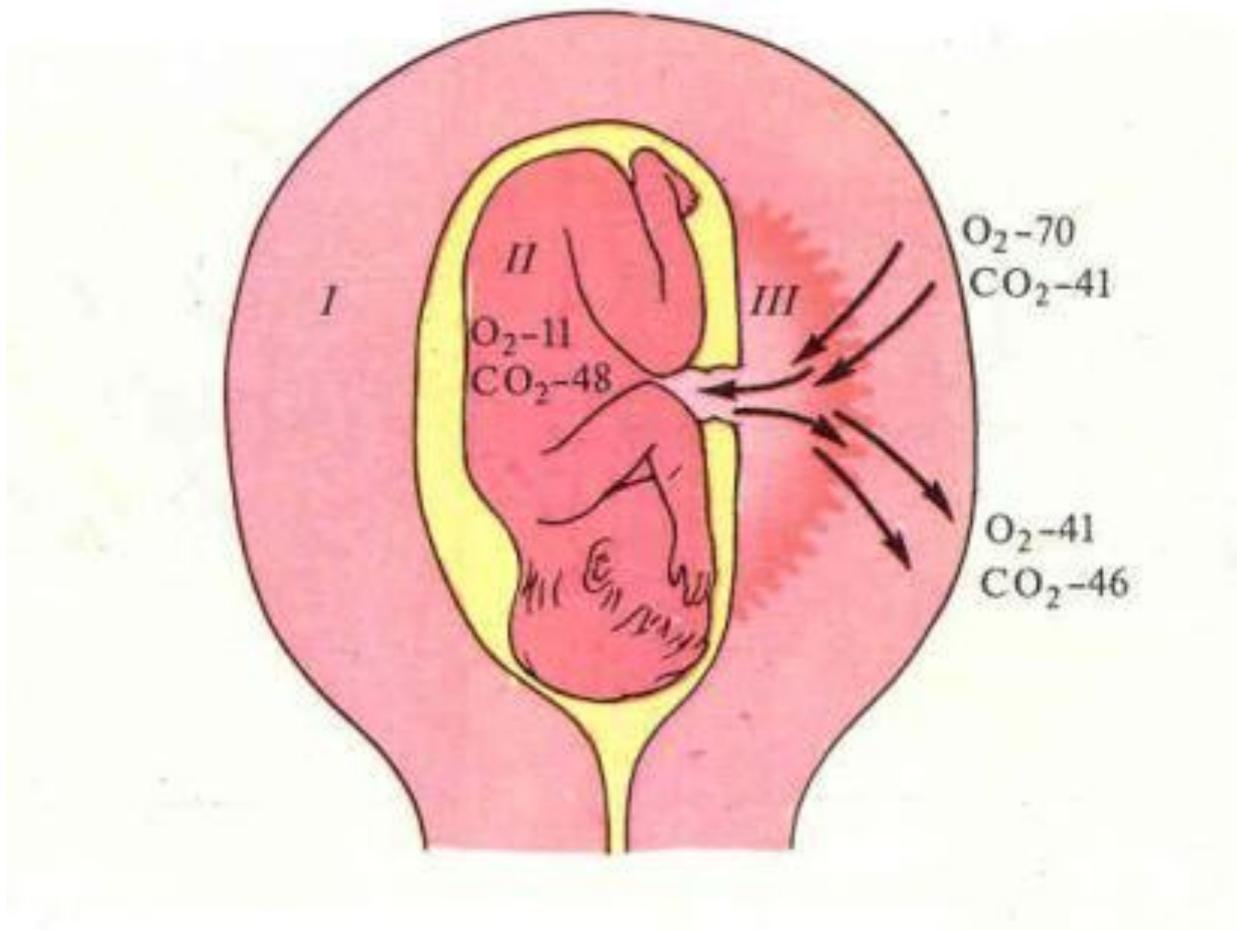
Регуляция дыхания

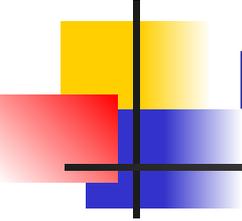
236

19. ЛЕГОЧНОЕ ДЫХАНИЕ



ГАЗООБМЕН ПЛОДА

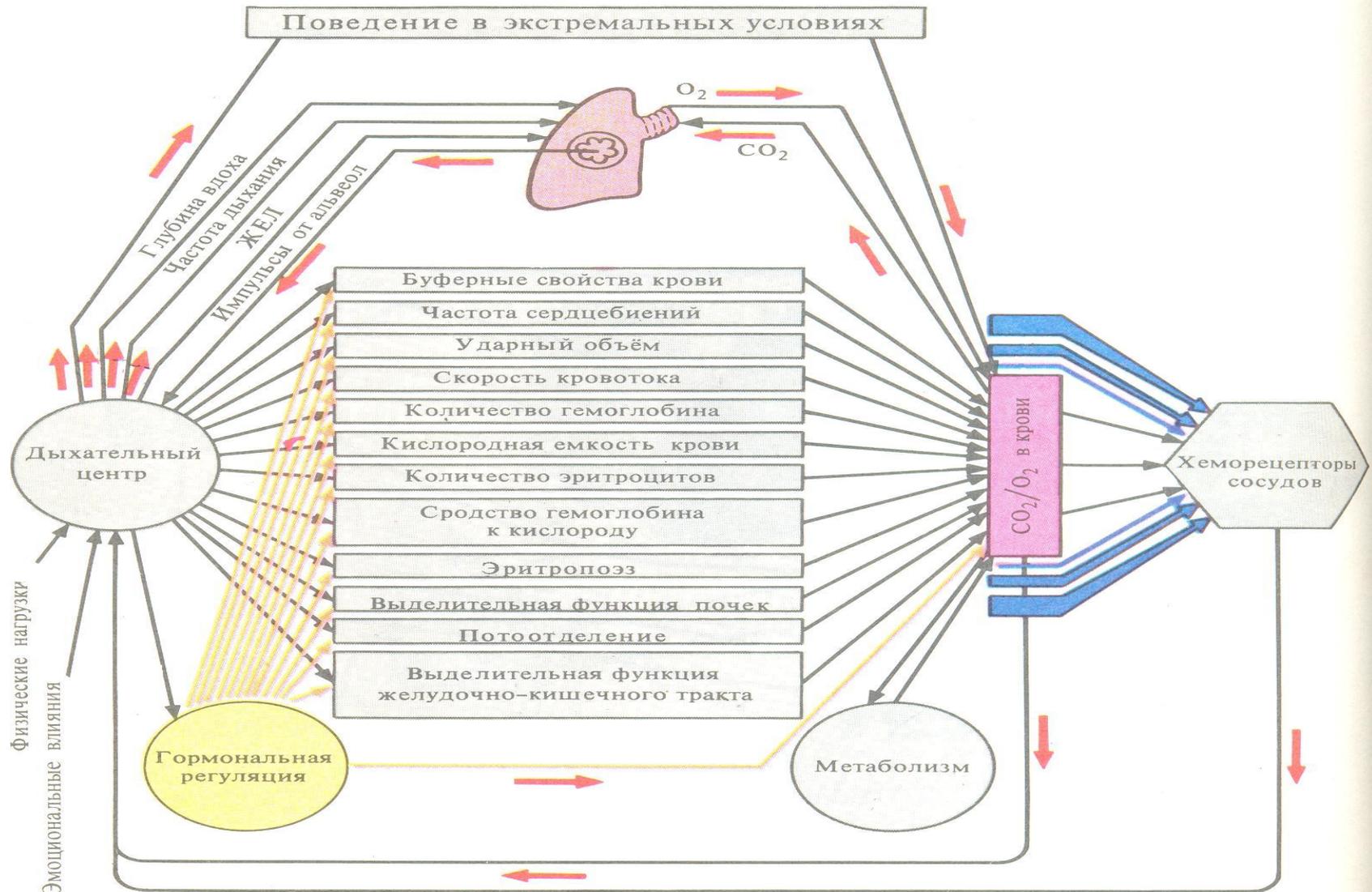




Механизм 1-го вдоха новорожденного

- Гуморальный (гипоксия и гиперкапния при пережатии пуповины)
- Рефлекторный с экстеро- и проприорецепторов
- Освобождение дыхательных путей от слизи и жидкости

Функциональная система дыхания



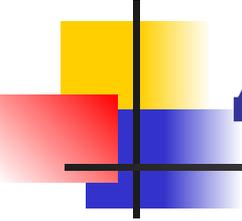
Дыхание в различных условиях



план

- Паттерны дыхания
- Транспорт газов кровью
- Реакция организма на гипоксию
- Особенности дыхания при физической нагрузке
- Дыхание при изменении барометрического давления
- Понятие об обструктивных и рестриктивных нарушениях дыхания и методы их выявления

Регуляция периодичности дыхания



- Рефлекторная (р-с Геринга-Брейера)
- Гуморальная , нейрогуморальная (от хеморецепторов)
- Ретикулярная формация ствола мозга (ПТЦ моста и др.)
- Влияние КБП (произвольный контроль)

Группы дыхательных нейронов

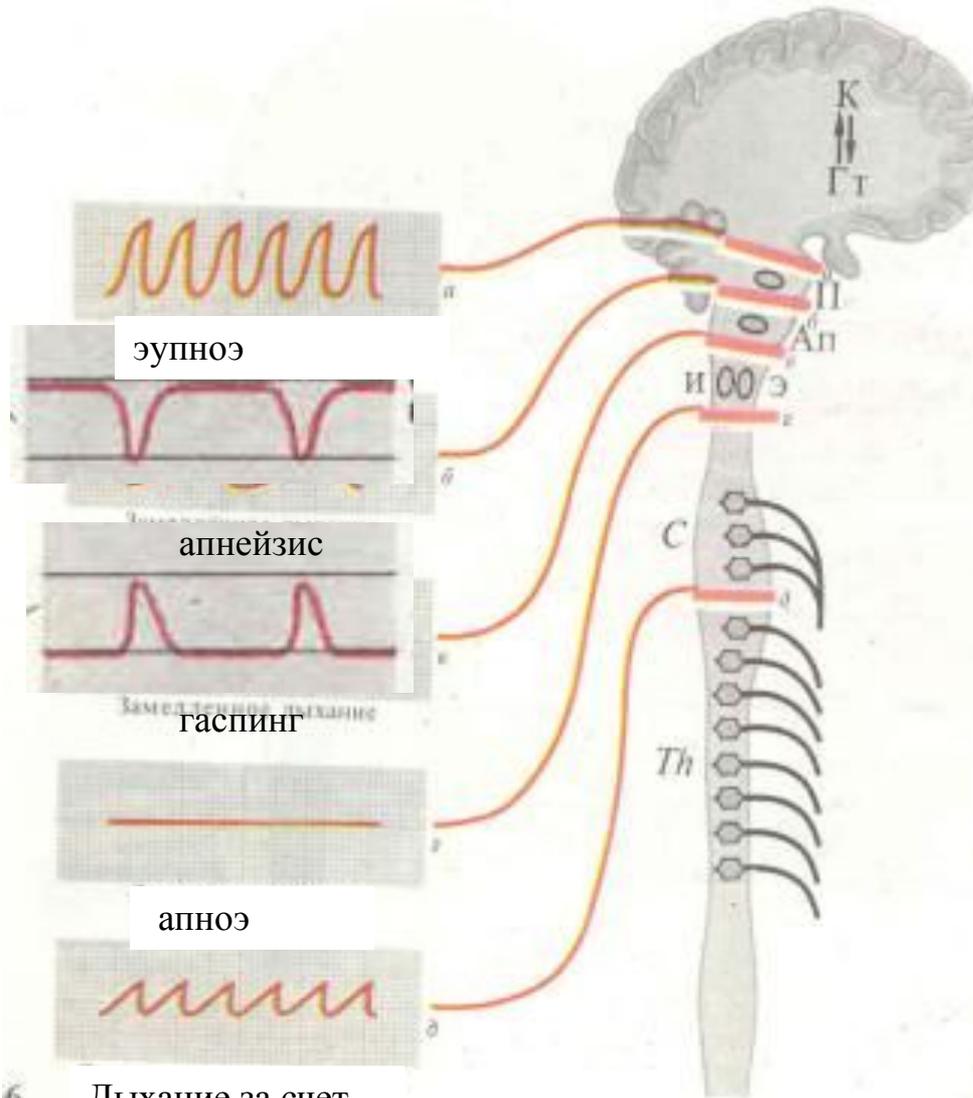
**Генераторы
дыхательного ритма**

**Формирующие
дыхательный паттерн**

- ✓ ранние инспираторные
- ✓ постинспираторные
- ✓ полные инспираторные
- ✓ поздние инспираторные
- ✓ экспираторные



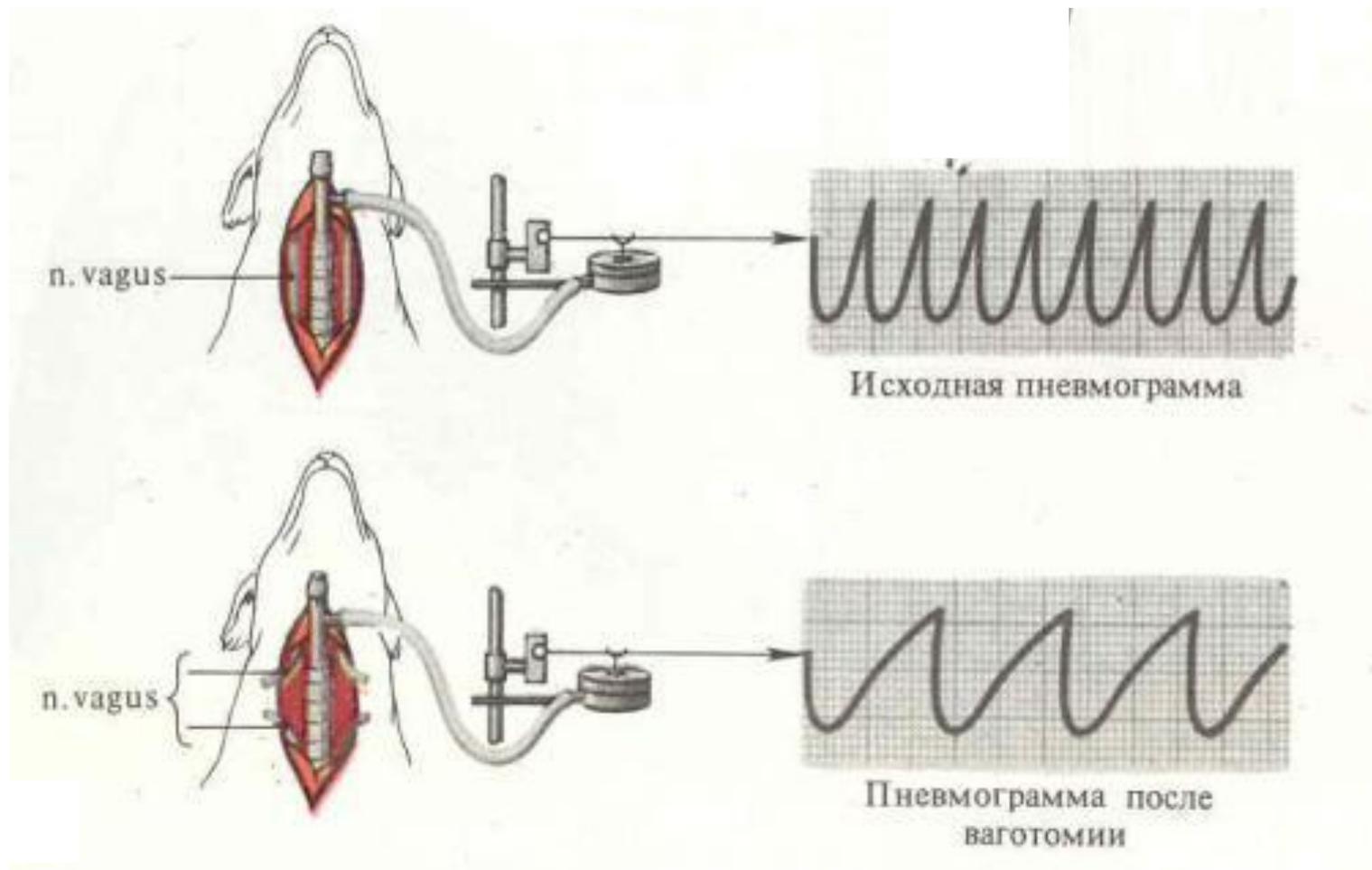
Влияние на дыхание перерезок мозга на разных уровнях



П

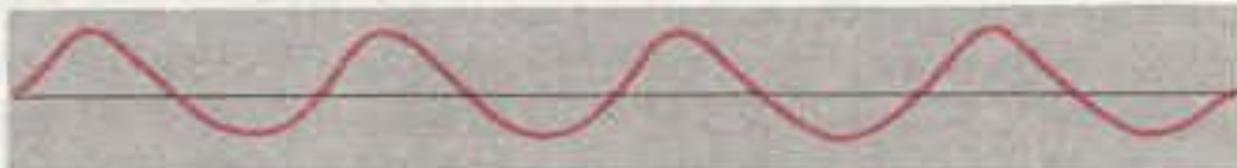
б Дыхание за счет диафрагмы

Изменение дыхания при двусторонней ваготомии



Нарушения и патологические ТИПЫ ДЫХАНИЯ

Нормальное дыхание



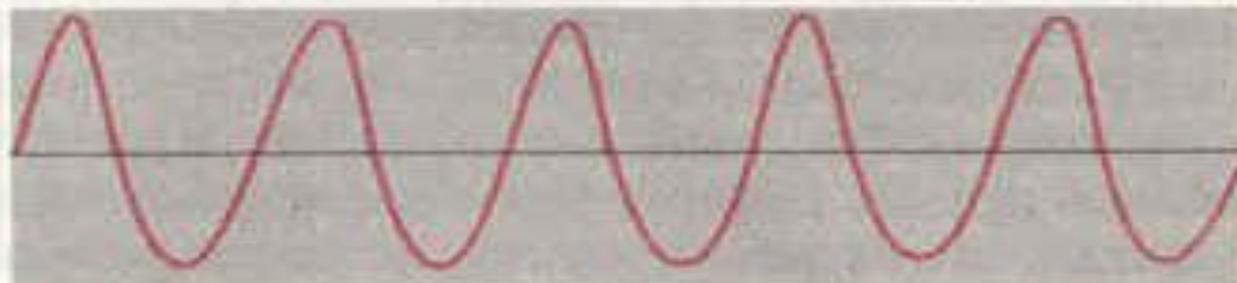
Дыхание Чейн-Стокса



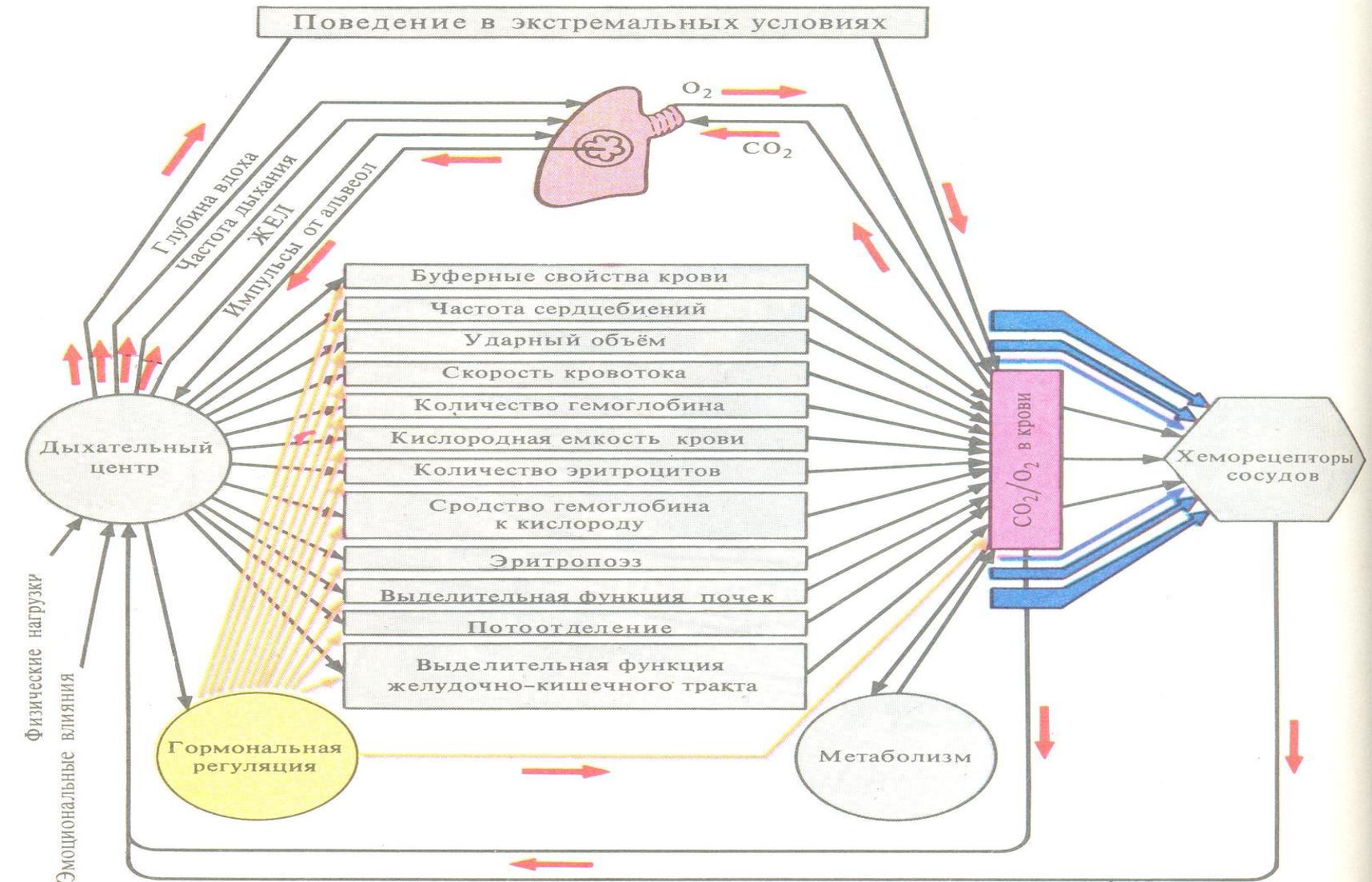
Дыхание Биота



Дыхание Куссмауля



Функциональная система дыхания



Транспорт O_2 кровью

- ДВЕ ФОРМЫ ТРАНСПОРТА КИСЛОРОДА:

- - **физически растворенный газ: 3 мл O_2 в 1 л крови**

- **Закон Генри: $C_{\text{газа}} = K \times P_{\text{газа}}$, где**
 $C_{\text{газа}}$ - концентрация растворенного газа,
 K - константа растворимости газа,
 $P_{\text{газа}}$ - парциальное давление газа над уровнем жидкости

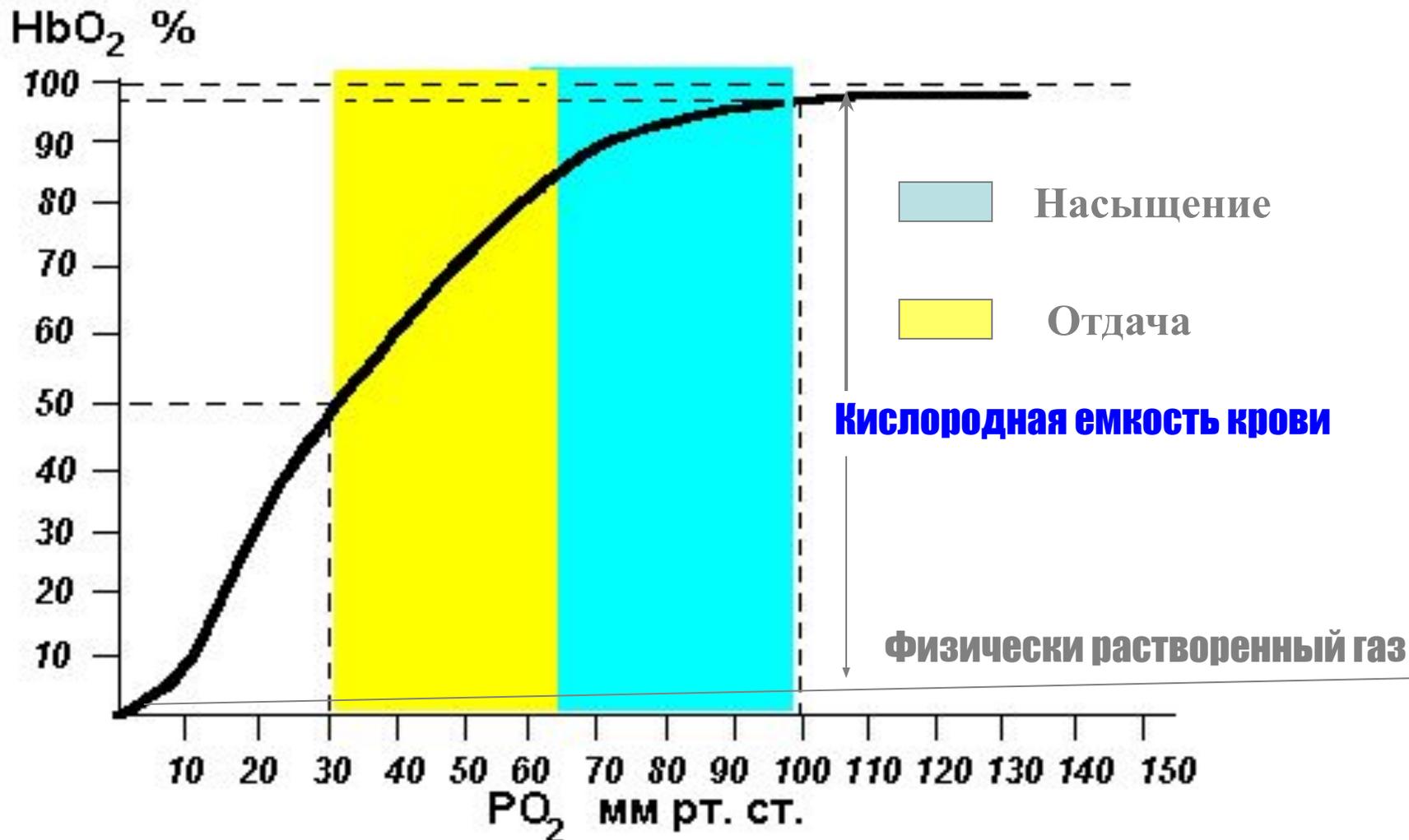
- **- связанный с гемоглобином газ:**
190 мл O_2 в 1 л крови

ХАРАКТЕРИСТИКИ КРОВИ

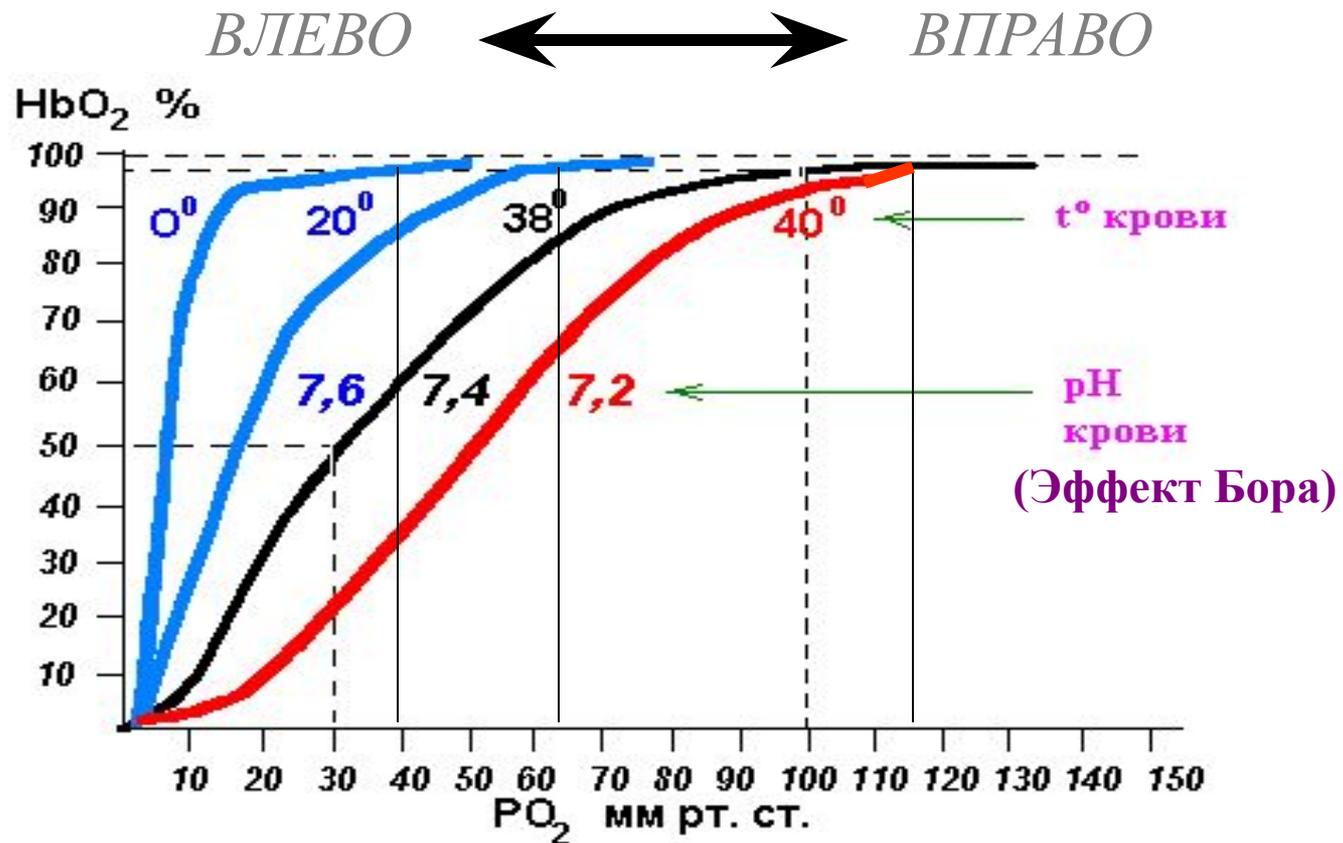


- **Кислородная емкость крови** - количество O_2 , которое связывается кровью до полного насыщения гемоглобина
- **Константа Гюфнера:** 1 г. Hb - 1,36 - 1,34 мл O_2
- **Кислородная емкость крови = 190 мл O_2 в 1 л.**
- **Всего в крови содержится около 1 литра O_2**
- **Коэффициент утилизации кислорода = 30 - 40%**

Кривая диссоциации оксигемоглобина



Сдвиги кривой диссоциации



Сдвиг влево - легче насыщение кислородом: <t; <Pco₂; <2,3-ДФГ; >pH

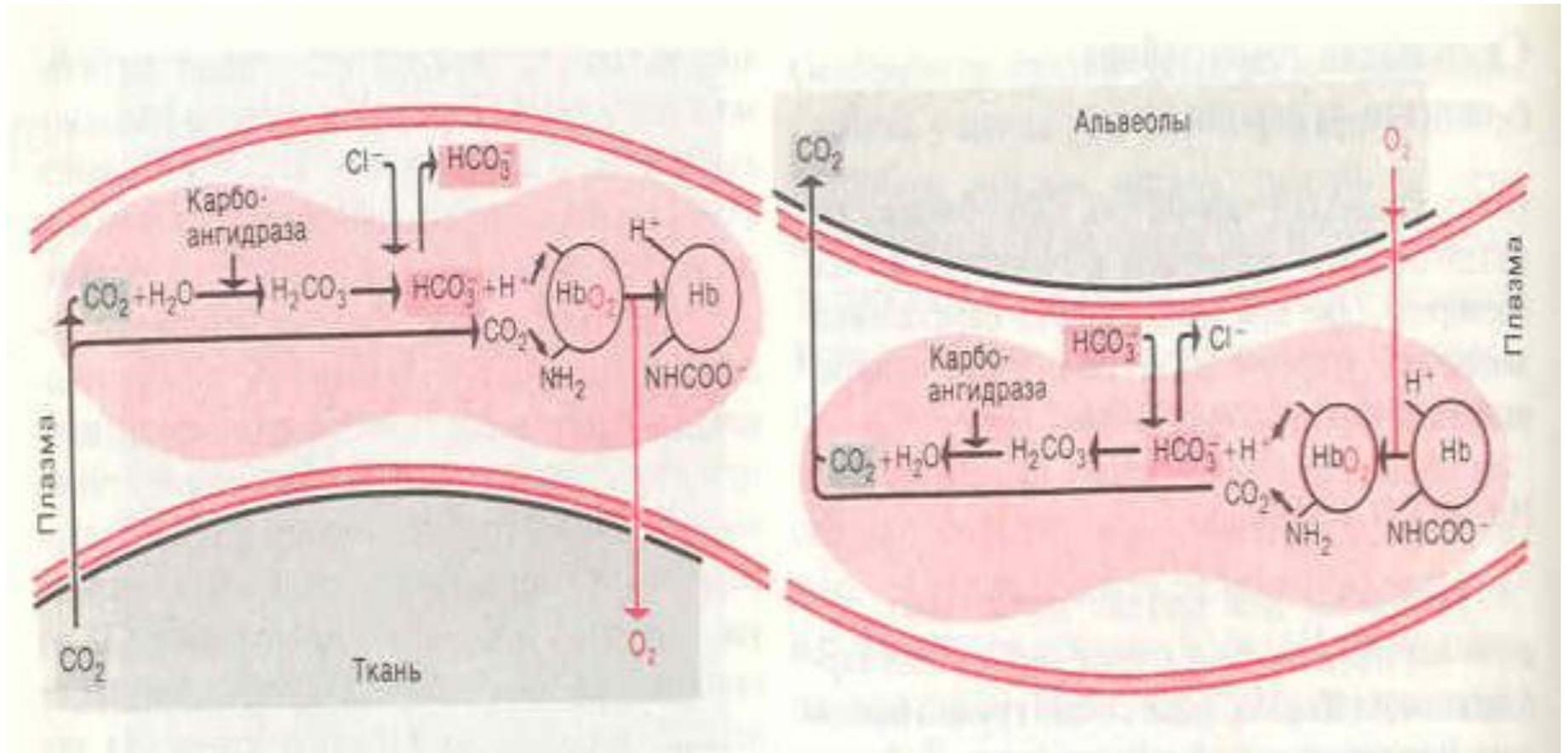
Сдвиг вправо - легче отдача кислорода: >t; >Pco₂; >2,3-ДФГ; <pH

Транспорт CO_2 кровью

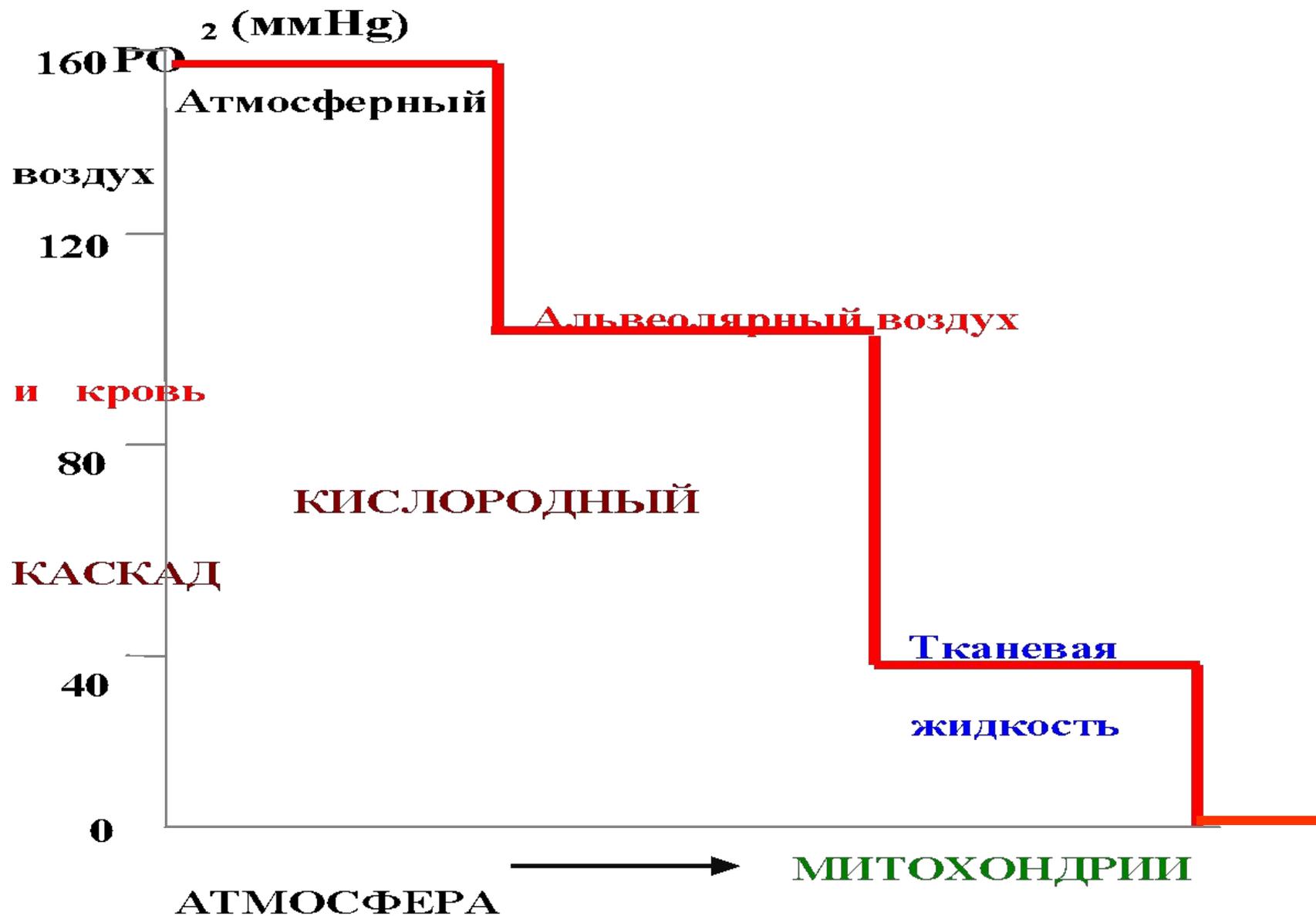
• ТРИ ФОРМЫ ТРАНСПОРТА :

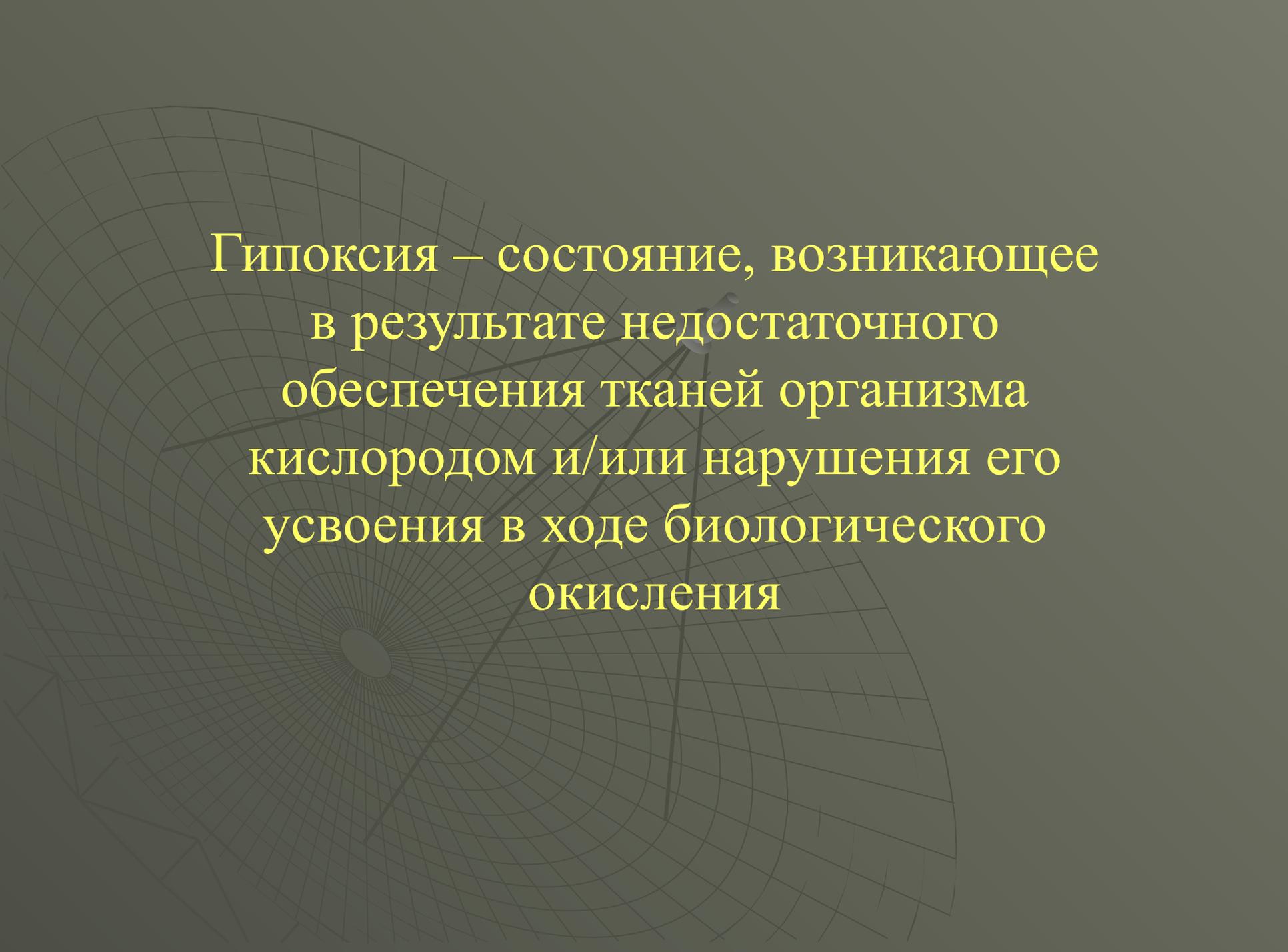
- - физически растворенный газ - 5-10%
- - химически связанный в бикарбонатах:
в плазме NaHCO_3 , в эритроцитах KHCO_3 - 80-90%
- - связанный в карбамिनových соединениях
гемоглобина: $\text{Hb} \cdot \text{NH}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{HbNHCOOH}$ - 5-15%

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В КРОВИ ПРИ ОБМЕНЕ ГАЗОВ В ЛЕГКИХ И ТКАНЯХ



Каскад кислорода





Гипоксия – состояние, возникающее
в результате недостаточного
обеспечения тканей организма
кислородом и/или нарушения его
усвоения в ходе биологического
ОКИСЛЕНИЯ

ГИПОКСИЯ

экзогенная

эндогенная

Только O_2

кровяная

субстратная

дыхательная

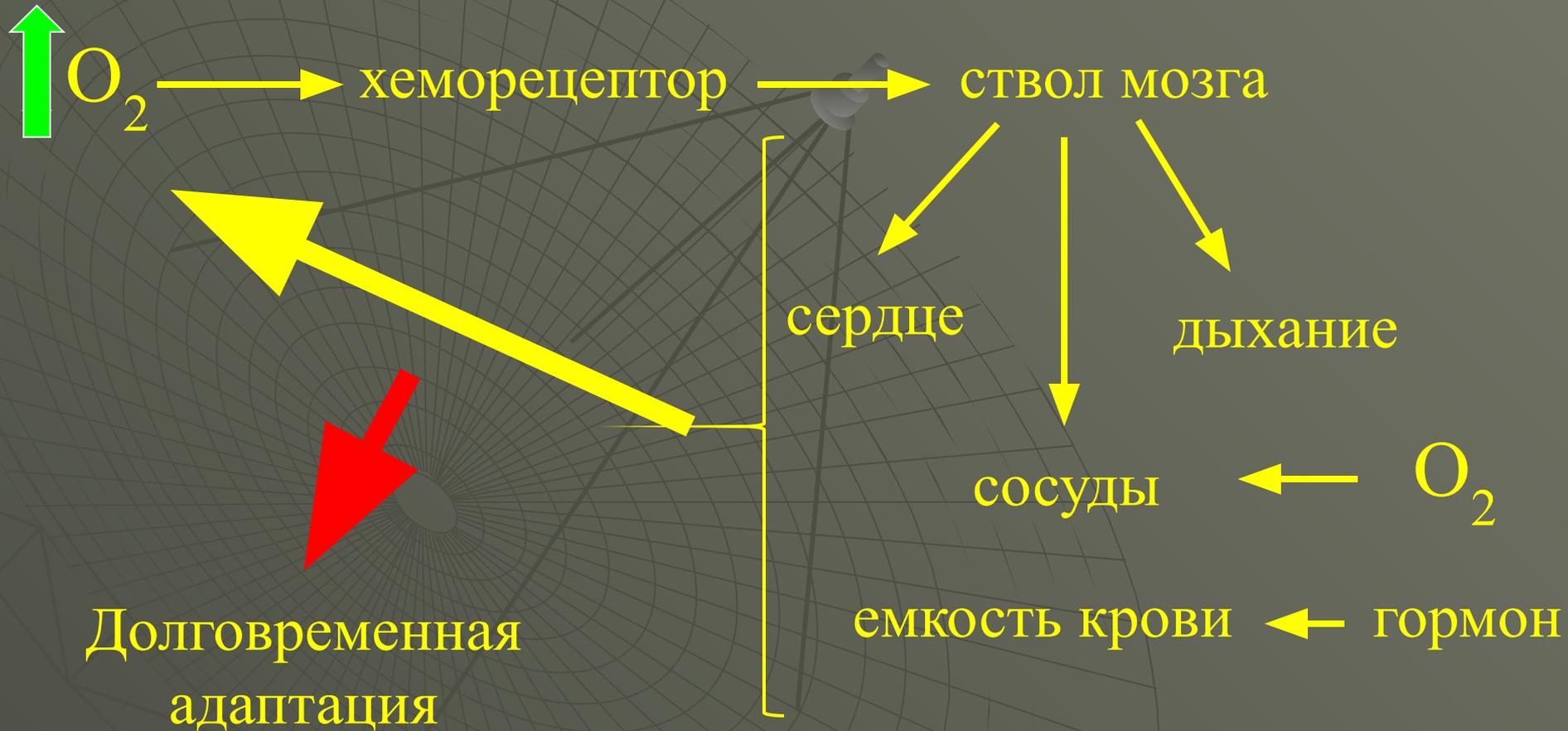
перегрузочная

сердечно-сосудистая

нормобарическая

гипобарическая

Общая схема механизма адаптации организма к гипоксии.



Ответ эффекторных органов

Дыхание: растет частота и сила дыхательных движений
минутный объем возрастает с **5-6 л** до **90-110 л**

Сердце: растет частота и сила сердечных сокращений
минутный объем возрастает с **4-5 л** до **30-40 л**

Кислородная емкость растет за счет выброса крови из депо (в том числе незрелых эритроцитов)

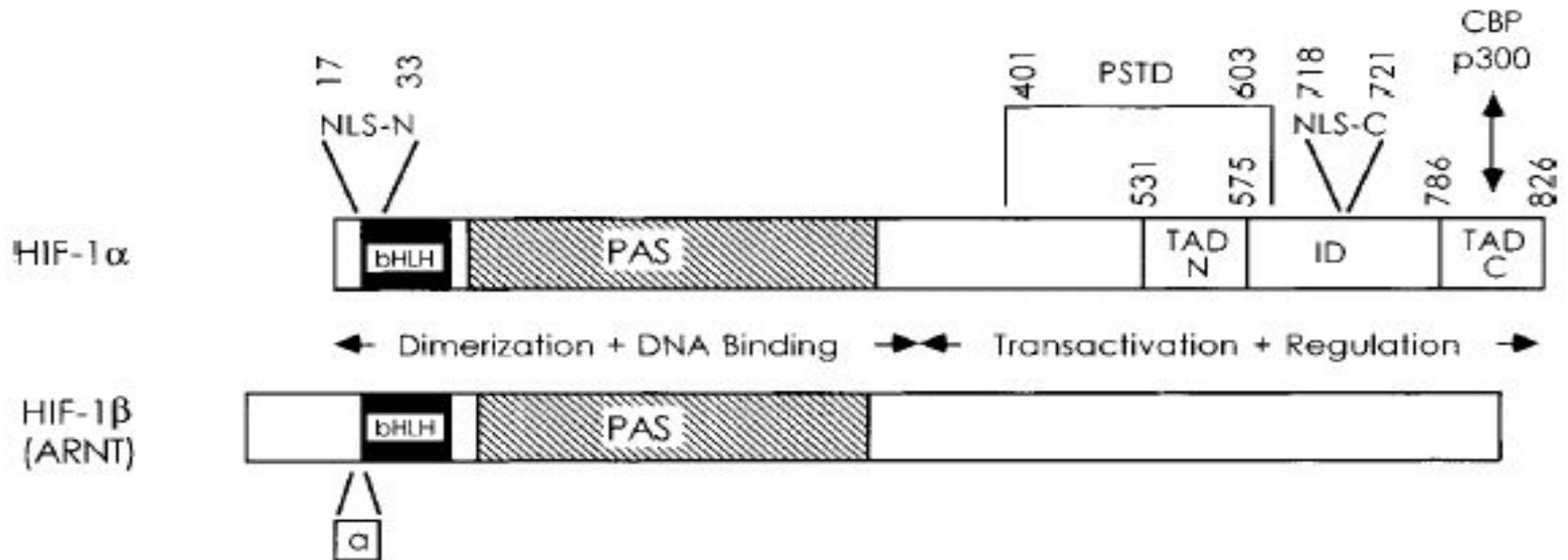
Растет отдача O_2 в тканях за счет ацидоза

Долговременная адаптация

В основе долговременной адаптации к гипоксии лежит *регуляция транскрипции* различных генов

Главным медиатором такого ответа является

HIF - hypoxia inducible factor

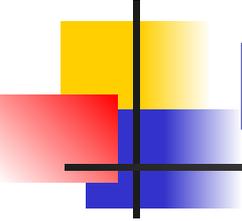


Гены, активируемые гипоксией

- метаболизм глюкозы
- контроль тонуса сосудов
- функция каротидного тела (чувствительность хеморецепторов)
- эритропоэз, ангиогенез и перестройка тканей

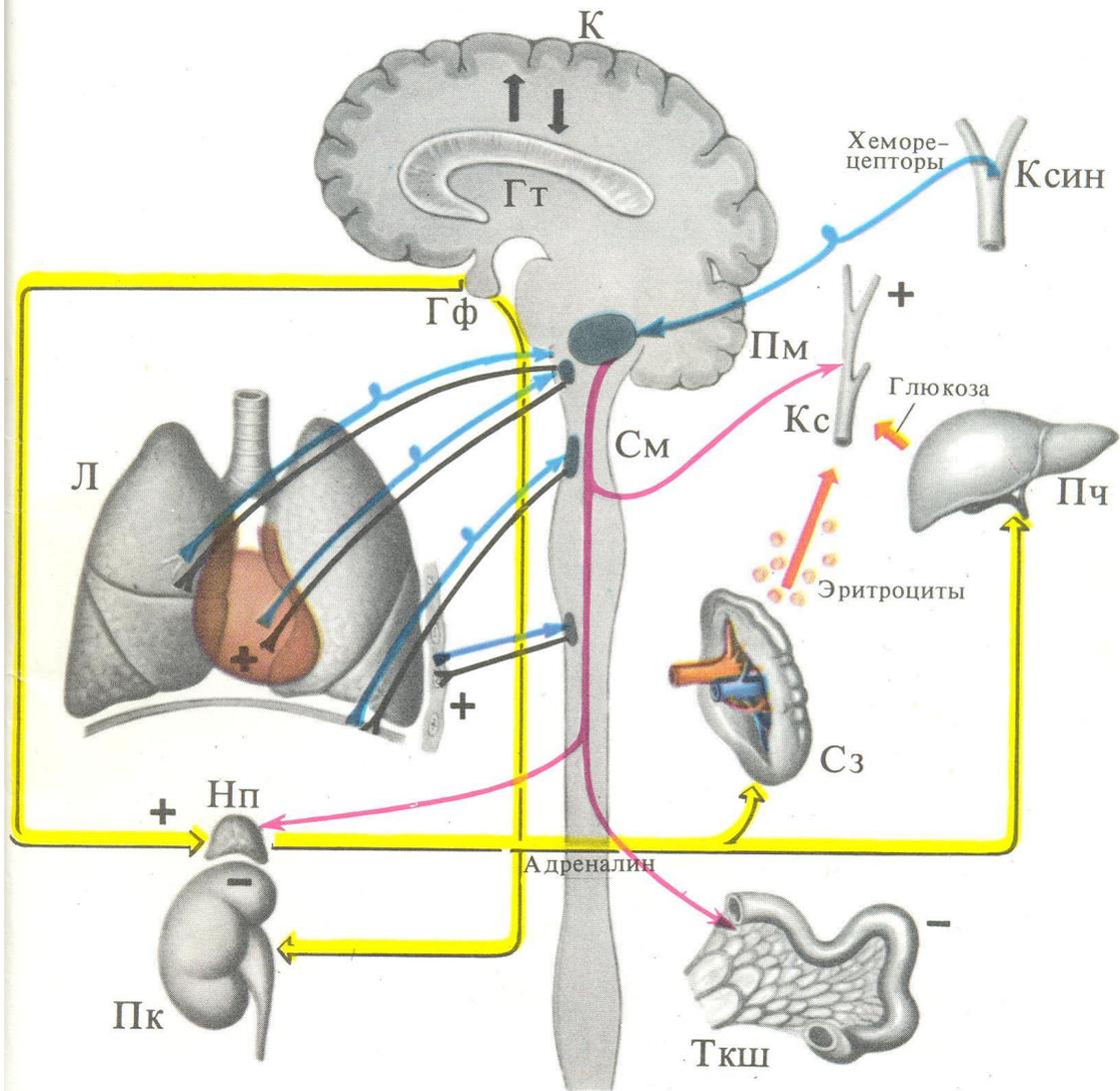
Gene	Product
	Adenylate kinase 3
	α_{1B} -Adrenergic receptor
	Adrenomedullin
	Aldolase A
	Aldolase C
	Endothelin-1 (ET-1)
	Enolase 1
	Erythropoietin (EPO)
	Glucose transporter 1
	Glucose transporter 3
	Glyceraldehyde phosphate dehydrogenase
	Heme oxygenase-1
	Hexokinase 1
	Hexokinase 2
	Insulin-like growth factor II (IGF-II)
	IGF binding protein 1
	IGF factor binding protein 3
	Lactate dehydrogenase A
	Nitric oxide synthase 2 (NOS2)
	p21
	p35srj
	Phosphofructokinase L
	Phosphoglycerate kinase 1
	Pyruvate kinase M
	Transferrin
	Transferrin receptor
	Vascular endothelial growth factor (VEGF)
	VEGF receptor FLT-1

Дыхание при мышечной работе



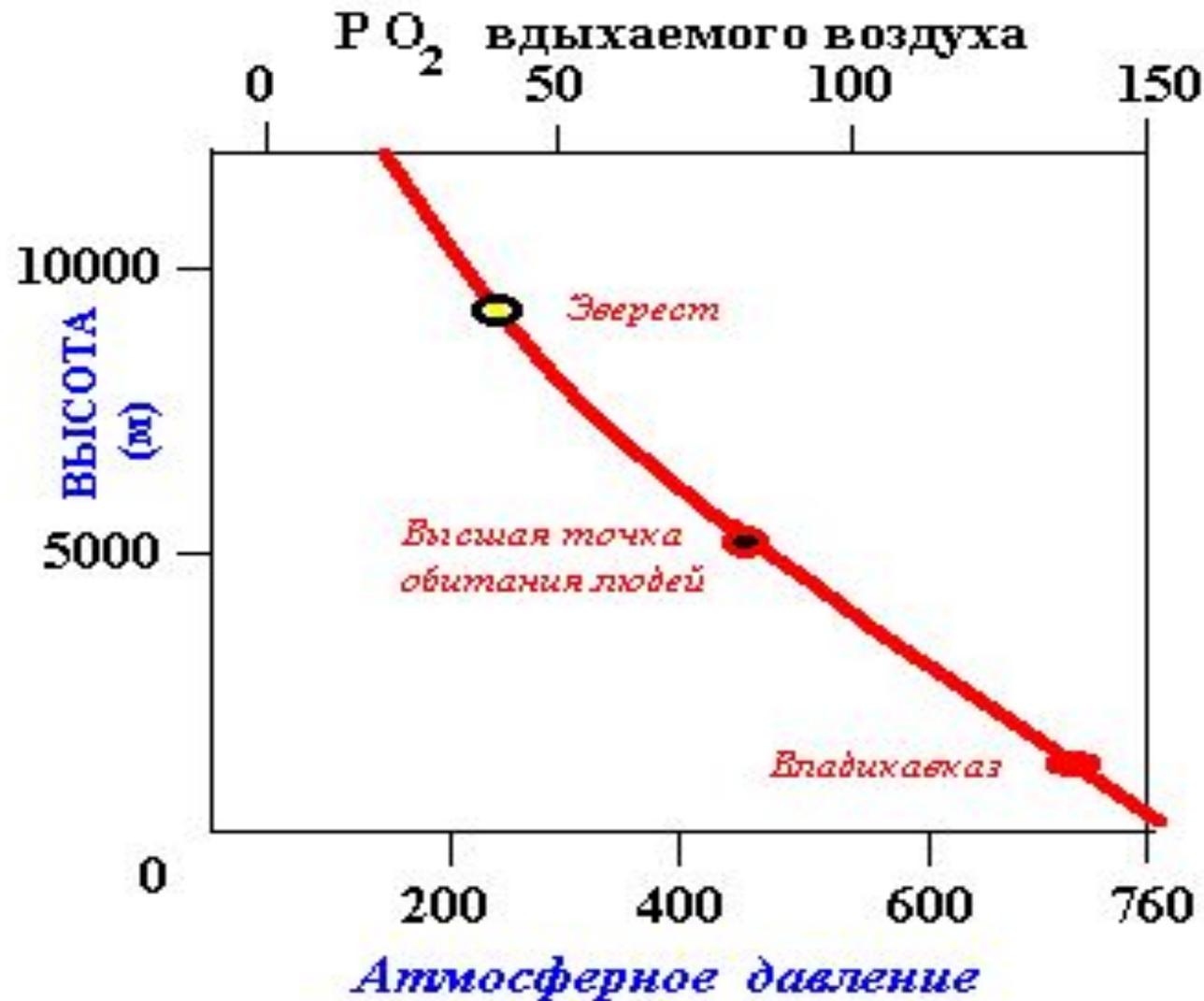
Гиперпноэ (глубокое частое дыхание) обусловлено:

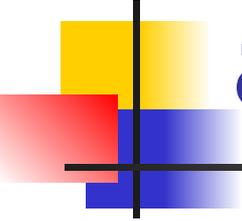
- Влияние КБП (условнорефлекторный механизм)
- Рефлекторно с проприорецепторов
- Повышение КУК (КИК) приводит к гипоксии и гиперкапнии
- Повышение возбудимости хеморецепторов
- Повышение чувствительности ДЦ к гипоксии и гиперкапнии



ис. 391. Рефлекторные реакции, возникающие при возбуждении каротидных хеморецепторов (по С. Аничкову, М. Беленькому, 1962):
и (-) — стимулирующие и тормозящие влияния

Изменения атмосферного давления и PO_2 в горах





Дыхание при понижении атмосферного давления

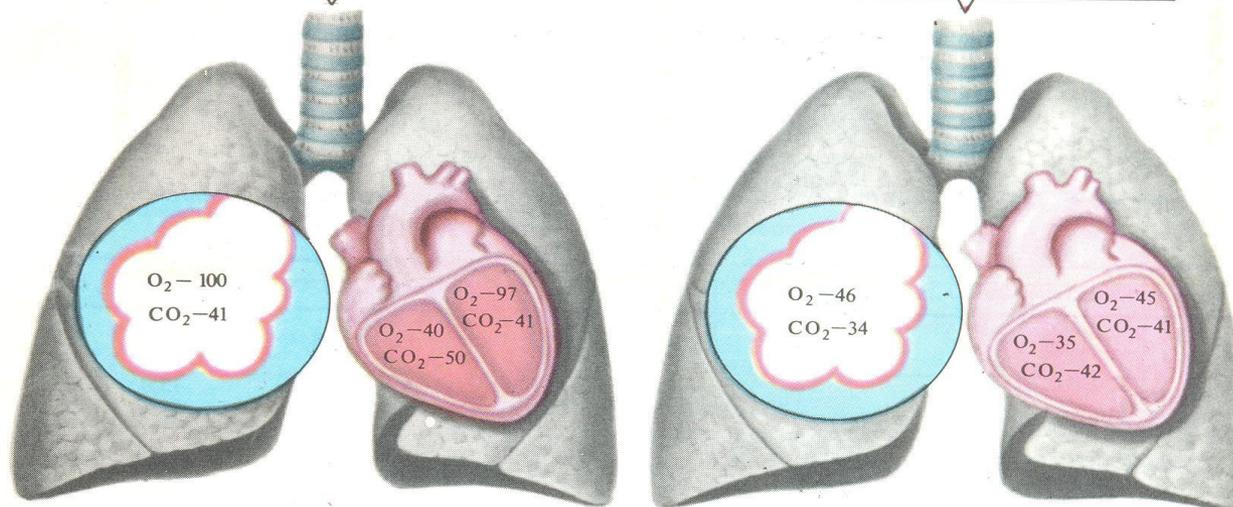
- На высоте 2,5 – 4 км – увеличение вентиляции (тахипноэ)
- На высоте 4 – 5 км – высотная (горная) болезнь: снижение ЧСС и глубины дыхания (гипокапния)
- На высоте > 7 км – потеря сознания, нарушение дыхания и кровообращения

Таблица 2. Классификация уровней высот для горных местностей (по Н. Агаджаняну, 1978)

Характеристика местности	Высота над уровнем моря, м	pO_2 , мм рт. ст.
1. Низменности	до 500	160—150
2. Плоскогорье	500—1000	150—140
3. Низкогорье	1000—2000	140—125
4. Среднегорье	2000—3000	125—110
5. Высокогорье	3000—5000	110—85
6. Зона альпинистских восхождений	5500—9000	80—50

Высота на уровне моря
Давление — 760 мм. рт. ст.
 O_2 — 158, CO_2 — 0,0

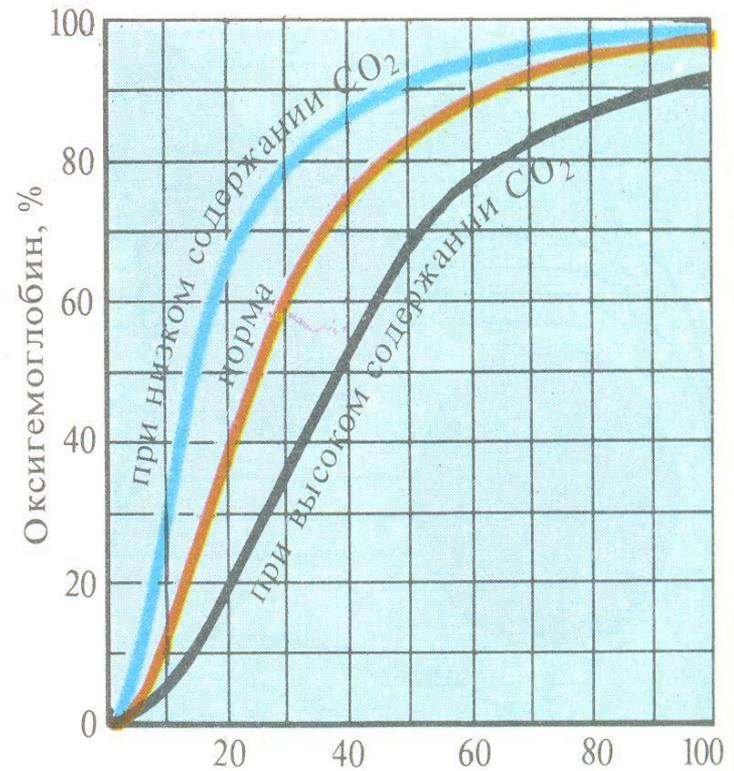
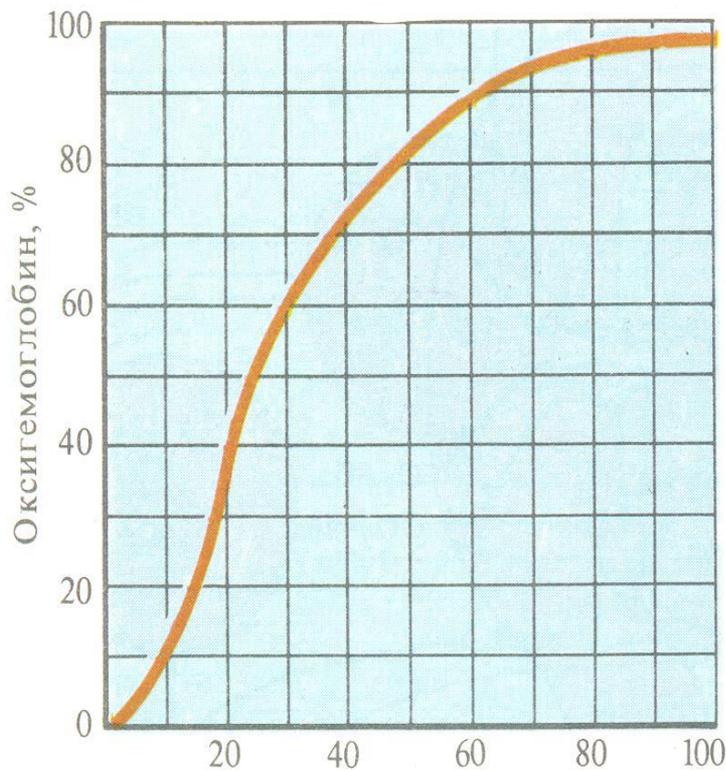
Высота ≈ 4500 м
Давление — 450 мм. рт. ст.
 O_2 — 94, CO_2 — 0,0



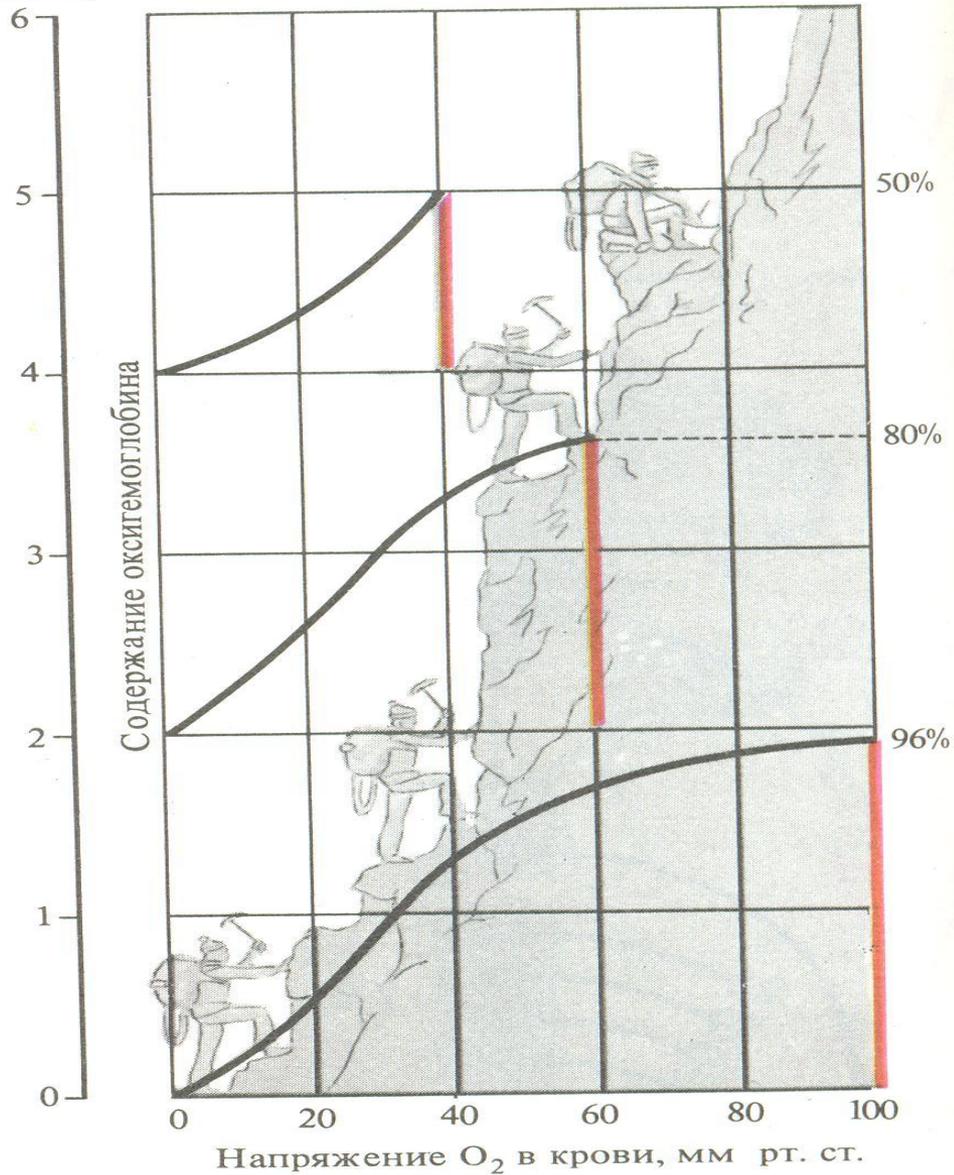
390

Рис. 390. Парциальное давление O_2 и CO_2 в легких и напряжение этих газов в крови (мм рт. ст.) на уровне моря и на высоте ≈ 4500 м (по Н. Агаджаняну, 1970)

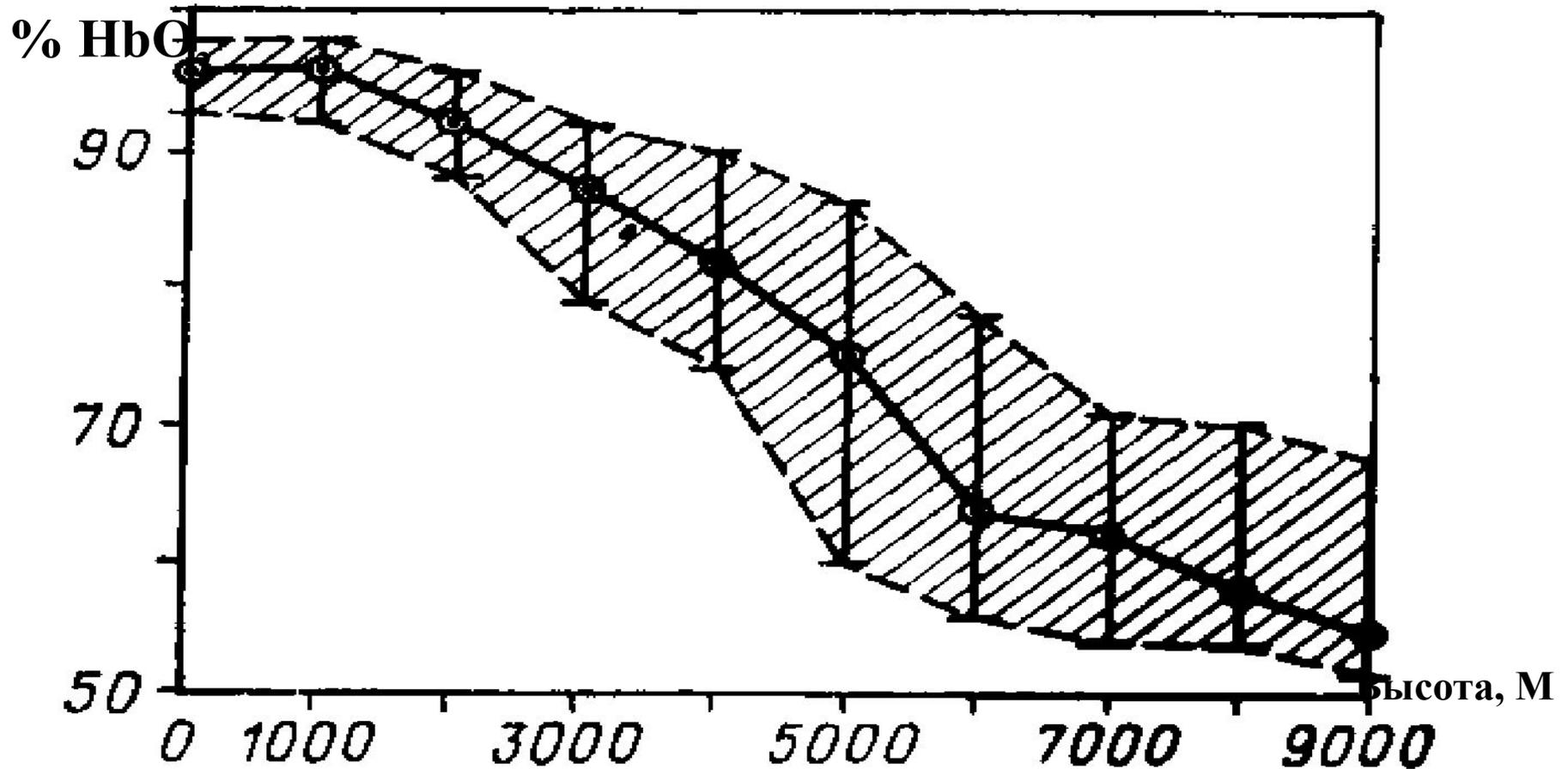
Кривая диссоциации оксигемоглобина

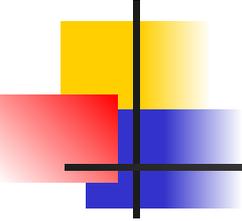


Высота, км



Насыщение артериальной крови кислородом при подъеме в барокамере

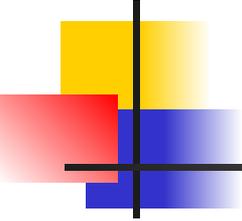




Длительная адаптация (акклиматизация) к высокогорью

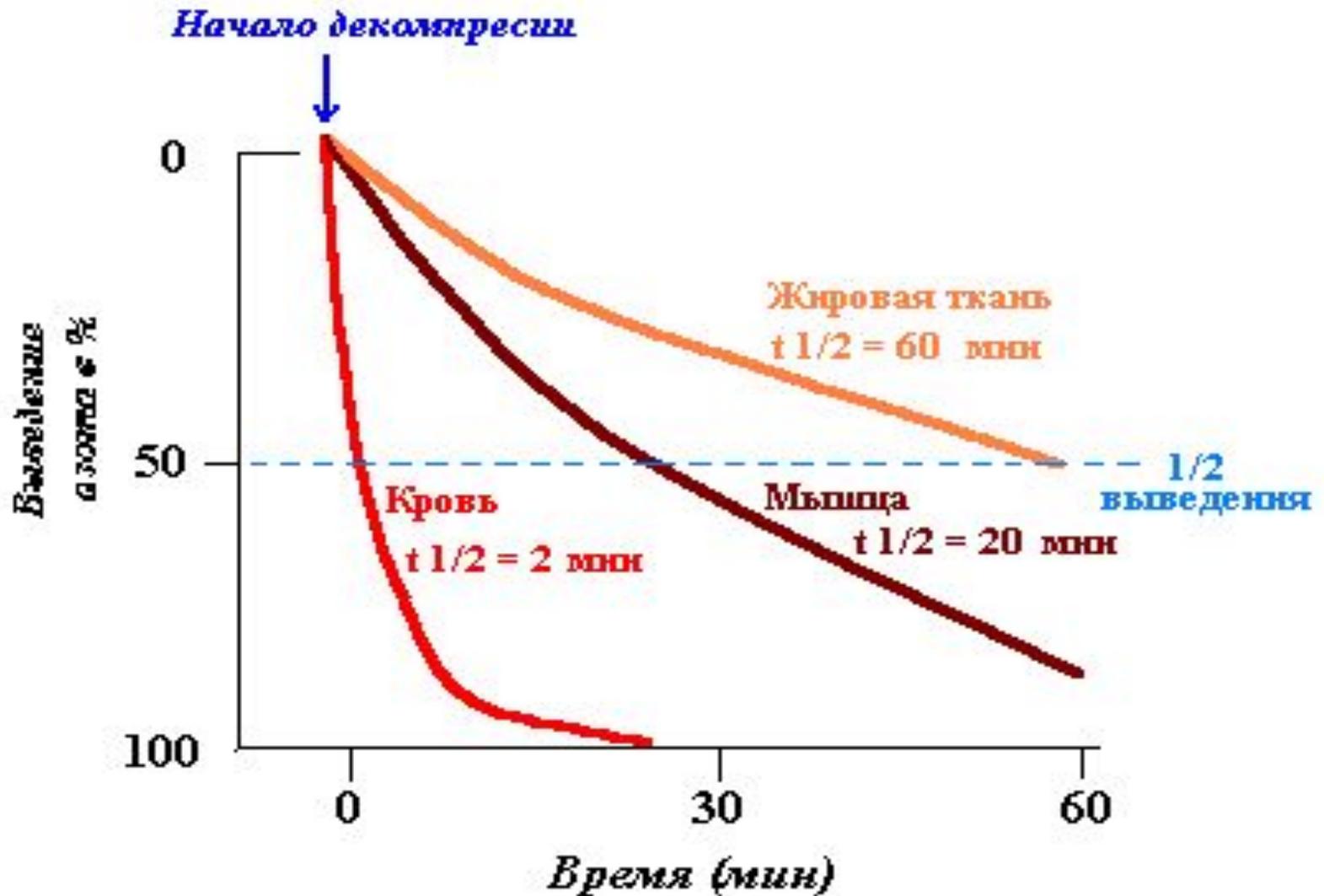
- Увеличение вентиляции легких
- Увеличение количества эритроцитов, гемоглобина, КЕК
- Ускорение диссоциации оксигемоглобина
- Повышение устойчивости клеток к гипоксии
- Изменение активности окислительных ферментов
- Увеличение густоты капиллярных сетей

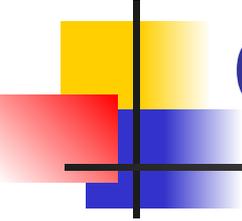
Дыхание при повышении давления (водолазное погружение)



- На каждые 10 м глубины увеличение давления на 1 атм.
- Гипероксия и гиперкапния – дыхание редкое и глубокое
- На глубине > 46м – отравление КИСЛОРОДОМ (перевозбуждение ЦНС, судороги) и АЗОТОМ (наркотический эффект: эйфория, нарушение координации движений, неконтрольное поведение)
- При быстрой декомпрессии- газовая эмболия (кесонная болезнь)

Кривые выведения азота при декомпрессии





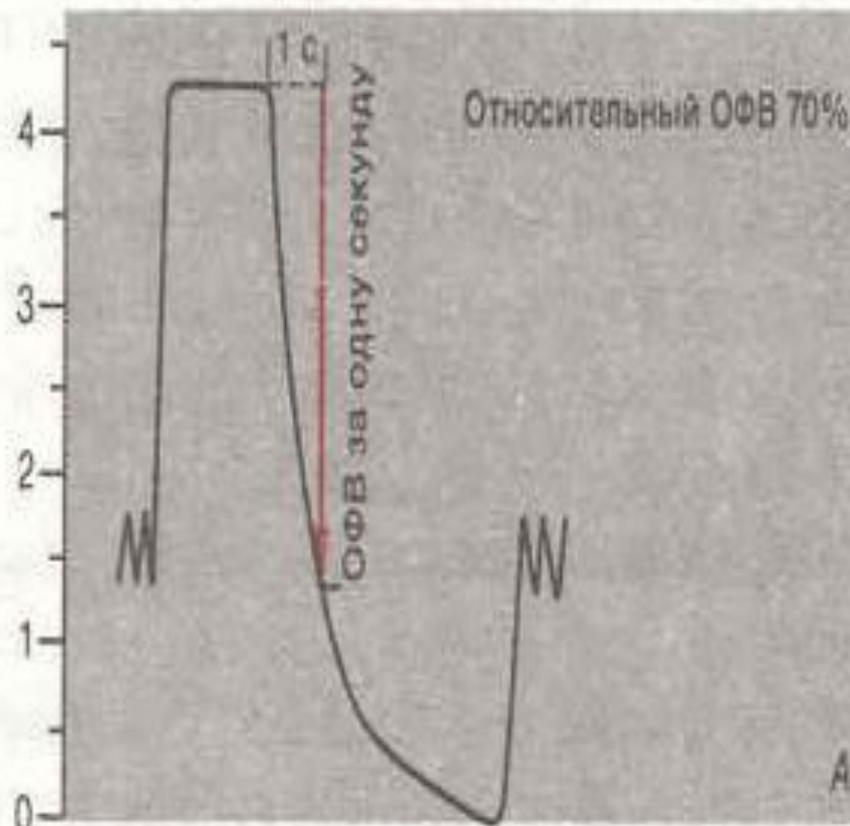
АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

- ЭТО ЗАТРАТЫ ЭНЕРГИИ НА ПРОХОЖДЕНИЕ ВОЗДУХА ПО ВОЗДУХОНОСНЫМ ПУТЯМ. ВЛИЯЮТ ФАКТОРЫ:

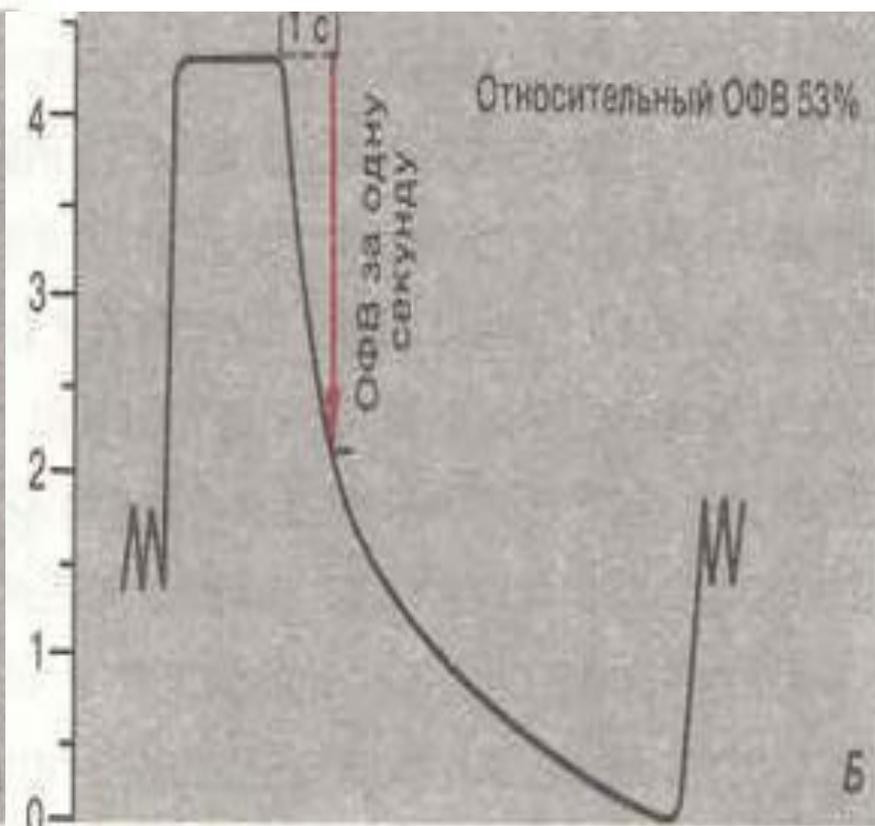
1. ОБЪЕМ ЛЕГКИХ
2. ПРОСВЕТ БРОНХОВ, ТОНУС БРОНХИАЛЬНЫХ МЫШЦ (СИМПАТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА РАСШИРЯЮТ, ПАРАСИМПАТИЧЕСКИЕ - СУЖИВАЮТ). РЕЦЕПТОРЫ БРОНХИАЛЬНЫХ МЫШЦ – БЕТТА₂-АДРЕНОРЕЦЕПТОРЫ И М-ХОЛИНОРЕЦЕПТОРЫ
3. ПЛОТНОСТЬ И ВЯЗКОСТЬ ВДЫХАЕМОГО ГАЗА.
4. СОДЕРЖАНИЕ CO₂ В АЛЬВЕОЛЯРНОМ ВОЗДУХЕ

ОБСТРУКТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ – ПРЕПЯТСТВИЕ ДВИЖЕНИЮ ВОЗДУХА ПО ВОЗДУХОНОСНЫМ ПУТЯМ. ЗАТРУДНЕН ВЫДОХ

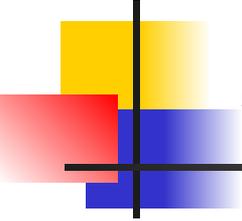
Относительный объем форсированного выдоха (ОФВ)



норма



Обструктивные нарушения в легких



Рестриктивные поражения

– снижение растяжимости лёгких (при застое в малом круге, альвеолярном отёке, фиброзе легких, длительном отсутствии вентиляции).

ЗАТРУДНЕН ВДОХ : снижение ЖЕЛ и РО вдоха, удлинение вдоха, поверхностное дыхание, снижение МВЛ и резерва дыхания