

Типология в условиях ОРУТ

- Гипоксемия – пониженное содержание кислорода в крови.
-

Дыхание – это 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 (клеточное или тканевое дыхание).

Функциональная система дыхания может быть подразделена на несколько звеньев:

1. Аппарат внешнего дыхания - осуществляет газообмен между воздухом и внутренней средой организма (кровью)
2. Система кровообращения - обеспечивает транспорт газов к тканям и от них, а также распределение крови в организме.
3. Кровь - осуществляет перенос газов.
4. Система внутреннего (тканевого) дыхания - комплекс окислительных ферментов и тканевых переносчиков углекислого газа, обеспечивающий процесс внутриклеточного окисления и выработки энергии.
5. Нейрогуморальные механизмы регуляции всех звеньев процесса дыхания - обеспечивают согласованную и адекватную предъявляемым требованиям деятельность системы

Газообмен – один из важнейших процессов дыхания, включающий в себя несколько этапов, обеспечивающих обмен газами организма с внешней средой.

Вентиляция



Диффузия



Перфузия



Транспорт кислорода кровью



Обмен с тканями

Вентиляция – перемещение атмосферного воздуха в альвеолы и альвеолярного воздуха из них.

Объём минутной вентиляции – основная детерминанта парциального напряжения углекислого газа в артериальной крови.

Эффективность легочной вентиляции определяется:

- минутным объёмом дыхания (V_E)
 - минутным объёмом вентиляции мертвого пространства (V_p).
-

Показатель	Обозначение	Величина
Жизненная емкость (ЖЕЛ)	VC	4800 мл
Остаточный объем (ОО)	RV	1200 мл
Функциональная остаточная емкость (ФОЕ)	FRC	2400 мл
Общая емкость легких (ОЕЛ)	TLC	6000 мл
Дыхательный объем (ДО)	V_T	500 мл
Частота дыхания (ЧД)	F	12 мин ⁻¹
Минутный объем дыхания (МОД)	V_E	6000 мл-мин ⁻¹
Мертвое пространство (МП)	VD	150 мл
Альвеолярная вентиляция (АВ)	V_A	4200 мл-мин ⁻¹
Объем форсированного выдоха за 1 с (ОФВ ₁) и 3 с (ОФВ ₃)		83 и 97 % от ЖЕЛ
Растяжимость легких	CL	0,2 л-см вод.ст. ⁻¹
Растяжимость легких и грудной клетки	CT	0,1 л-см вод.ст. ⁻¹
Парциальное давление углекислоты в артериальной крови	PaCO ₂	36—44 мм рт.ст.

¹Данные приведены для здорового человека (поверхность тела 1,7 м²) в покое в положении лежа при дыхании воздухом. Легочные объемы и показатели вентиляции даны по ВTPS, диффузионная способность легких — по STPD.

Возможные причины нарушения вентиляции.

- Поражение ЦНС – интоксикация, травма, отёк, дегидратация, опухоли мозга.
 - Поражение мышц и периферических нервов – полиневриты, миастении, инфекционные заболевания (ботулизм).
 - Поражение костного-мышечного каркаса – переломы, ограничение движений диафрагмы (парез кишечника, острое расширение желудка), циркулярный ожог грудной клетки, склеродермия.
 - Поражение лёгких – пневмо-, гидро-, гемоторакс., бронхообструктивные заболевания., пневмофиброз, трахеопищеводные свищи.
 - *А также некоторые другие причины* - неправильная постановка/повреждение/недостаточная санация интубационной трубки/трахеостомической канюли.
 - постинтубационные стенозы
 - нарушение проходимости/недостаточная санация дыхательных путей
 - неправильно подобранный режим ИВЛ; длительная ИВЛ
 - длительное обездвиженное состояние больного.
 - неадекватное использование препаратов общего наркоза.
-
- тугое бинтование грудной клетки.

Диффузия – перемещение газов через альвеолярно-капиллярную мембрану.

Проницаемость мембраны – основная детерминанта парциального напряжения кислорода в артериальной крови.

Эффективность диффузии определяется:

- Диффузионной способностью лёгких
-

Показатель	Обозначение	Величина
Отношение вентиляция/кровоток	VA/Q	0,8
Физиологический шунт/МОС	Q_S/Q_T	Менее 7 %
Парциальное давление кислорода в альвеолярном газе	PAO_2	104 мм рт.ст. (13,8 кПа)
Парциальное давление углекислоты в альвеолярном газе	$PACO_2$	40 мм рт.ст. (5,3 кПа)
Парциальное давление кислорода в артериальной крови	PaO_2	95 мм рт.ст. (12,6 кПа)
Парциальное давление углекислоты в артериальной крови	$PaCO_2$	40 мм рт.ст. (5,3 кПа)
Диффузионная способность легких для кислорода	DLO_2	20 мл-мин ⁻¹ -мм рт.ст. ⁻¹
Диффузионная способность легких для углекислоты	$DLCO_2$	17 мл-мин ⁻¹ -мм рт.ст. ⁻¹

¹Данные приведены для здорового человека (поверхность тела 1,7 м²) в покое в положении лежа при дыхании воздухом. Легочные объемы и показатели вентиляции даны по VTPS, диффузионная способность легких — по STPD.

- **Возможные причины нарушения диффузии.**

- Аспирация
 - Ингаляционная травма
 - Отёк лёгких
 - Пневмония
 - Эмфизема лёгких
 - ОРДС
-

Перфузия – доставка и распределение крови в лёгких.

Поддерживается разностью давления между правым желудочком и левым предсердием, а главным регулирующим механизмом является сопротивление лёгочных сосудов.

Особенность лёгочного кровотока:

- низкое сосудистое сопротивление
 - низкое давление в капиллярах (среднее – 7 мм рт. ст.)
-

✓ *Отношение вентиляция/кровоток.*

Вентиляция/кровоток (в норме) - 0,8.

Нарушения отношения вентиляция/кровоток:

— преобладание вентиляции над кровотоком

— преобладание кровотока над вентиляцией.

- Эффект мертвого пространства - абсолютное преобладание вентиляции над кровотоком
 - Эффект веноартериального шунта – абсолютное преобладание кровотока над вентиляцией.
-

- **Возможные причины нарушения перфузии:**

Нарушение насосной функции сердца

ТЭЛА

Увеличение внутрилёгочного шунта

Ателектаз

Пневмония

ОРДС

Аспирация

Транспорт кислорода кровью.

Осуществляется за счёт соединения с гемоглобином.

Концентрация гемоглобина в крови:

Мужчины – 130-160 г/л

Женщины – 120-150 г/л

Эффективность взаимодействия кислорода с гемоглобином отражается на кривой диссоциации гемоглобина.

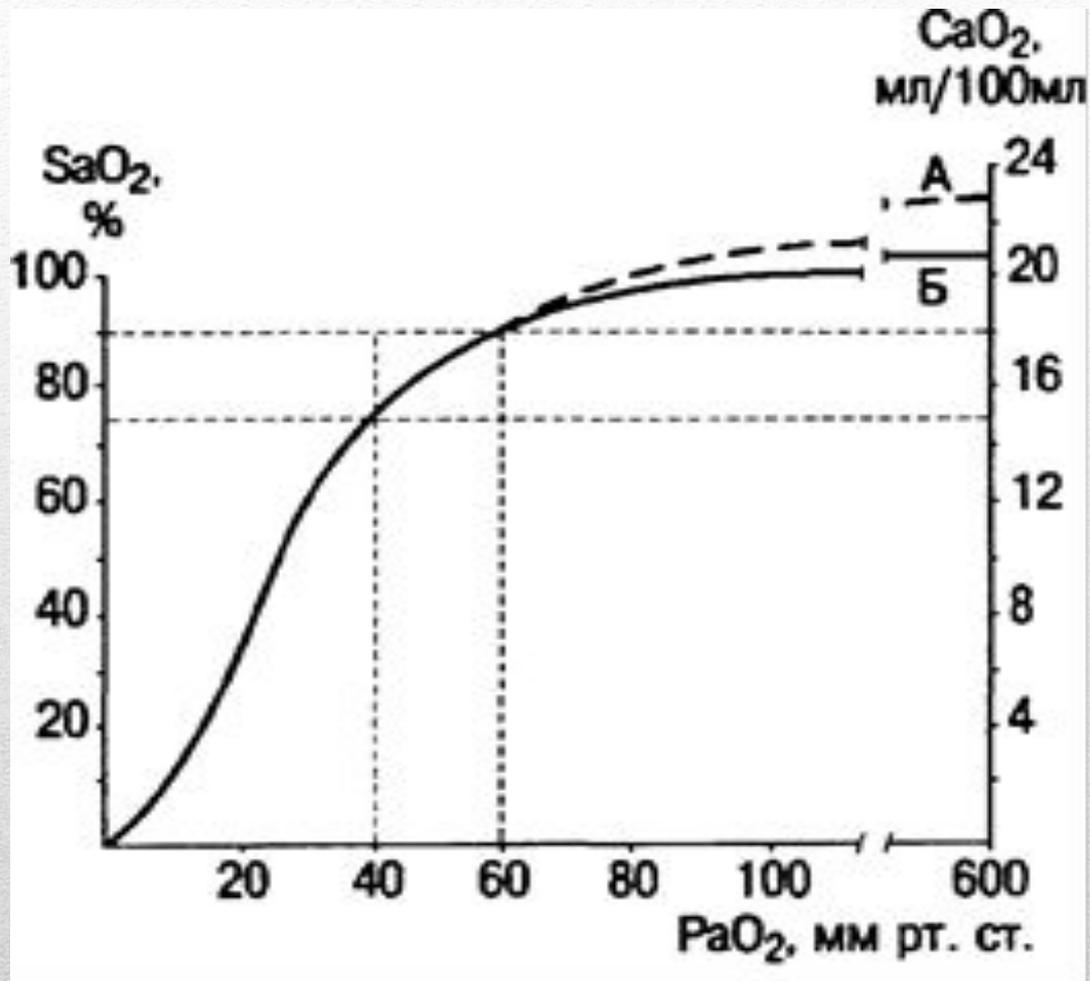


Рис. 3.1. Кривая диссоциации оксигемоглобина.

- **Обмен кислорода с тканями.**

К тканям притекает артериальная кровь, а оттекает венозная.

В процессе продвижения крови по капиллярам осуществляется тканевой газообмен.

Тканевого газообмена определяется:

- pH
- ΔP_{O_2}
- P_{CO_2}

Основной показатель:

- уровень P_{VO_2}
-

- **Возможные причины нарушения транспорта кислорода и обмена с тканями:**

Нарушение насосной функции сердца

Массивная кровопотеря

Анемия

Отравление угарным газом (карбоксигемоглобин)

Шоки любой этиологии

ДВС (синдром длительного сдавления, ожоги, тяжёлые инфекции)

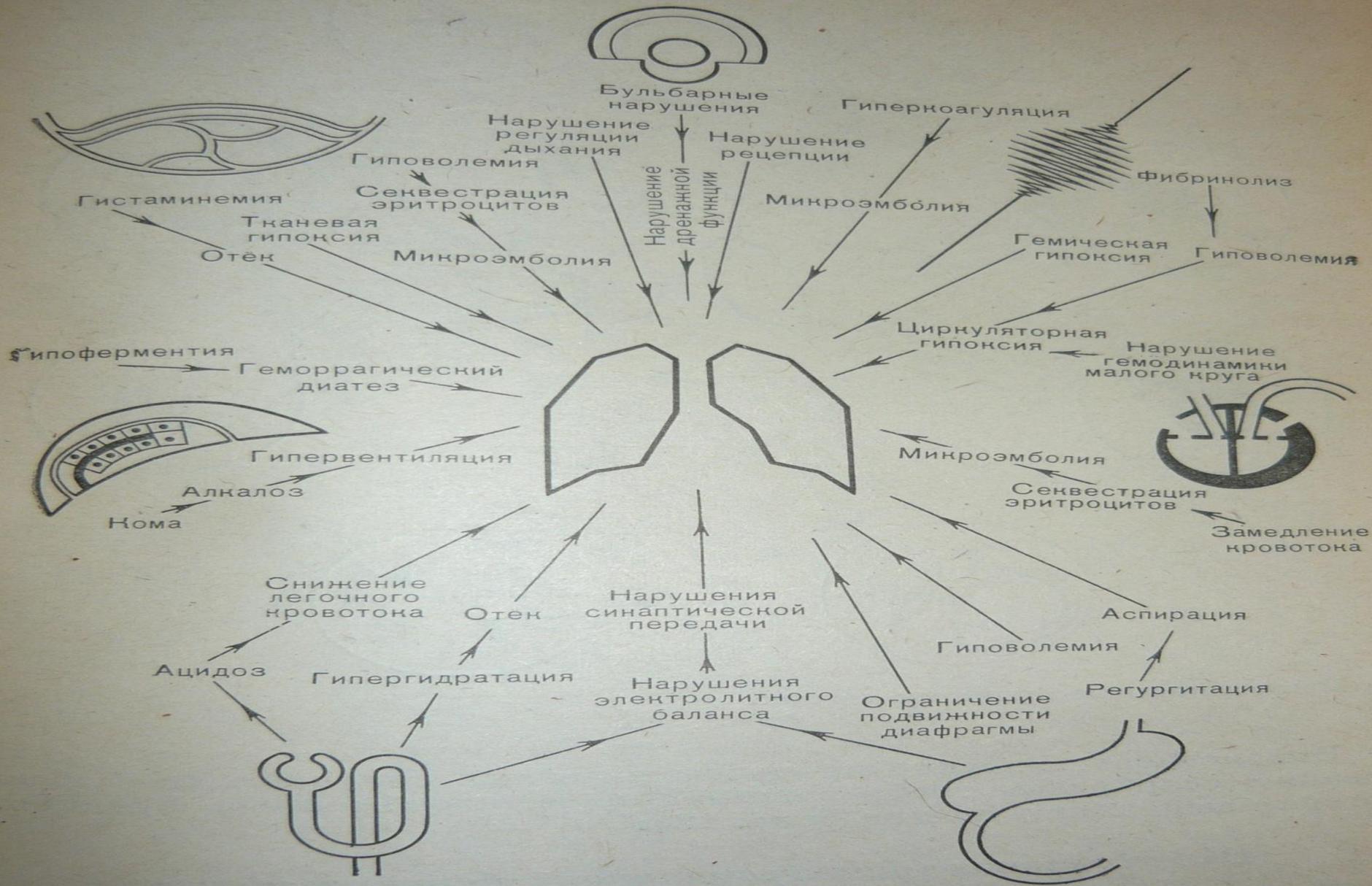
СД

Облитерирующий атеросклероз

Синдром Лериша

Заболевания костного мозга

Генетические нарушения (талассемии, порфирия)



• Патофизиология и клинические признаки гипоксемии.

1. ЦНС:

- Гипоксия нейронов + увеличение проницаемости их мембран → гипоксический отёк-набухание головного мозга:

Изменение сознания (P_{aO_2} до 30 мм рт. ст.)

«Мозговая смерть» (P_{aO_2} ниже 15-20 мм рт.ст)

2. Сердечно-сосудистая система

- увеличение СВ

- увеличение ЧСС и АД

Возрастание ЧСС и СВ → увеличение потребности миокарда в кислороде → ишемическая дисфункция миокарда → снижение СВ, выраженная артериальная гипотензия.

Снижение коронарного кровотока → электрическая нестабильность в миокарде → нарушения ритма

- Гипоперфузия → стрессорные язвы, эрозии желудка и кишечника
- Спазм периферических артериол → капиллярный стаз → запуск каскада ДВС
- Почечно-печёночная недостаточность → некротические изменения
- Гипоксемия+гипоперфузия → накопление недоокисленных продуктов метаболизма, в частности лактата → метаболический ацидоз

метаболический ацидоз стимулирует дыхательный центр → гипервентиляция с респираторным алкалозом.

Стадии развития гипоксемии.

Стадия I.

Изменение психики.

Отсутствие/неспецифичность жалоб.

Физикальное обследование.

Стадия II.

Ухудшение изменений в психике.

Могут появляться судороги.

Физикальное обследование.

Утрата контроля над сфинктерами.

Стадия III.

Гипоксическая кома.

Физикальное обследование.

~~Смерть.~~

Диагностические показатели.

- **PaO₂.**

В норме - 85-105 мм рт. ст.

Когда уровень PaO₂ падает ниже 60 мм рт. ст., развивается дыхательная недостаточность.

PaO₂ отражает только оксигенирующую функцию лёгких.

Уровень PaO₂ определяет разность парциальных напряжений кислорода между кровью и тканями.

- **PvO₂.**

В норме PvO₂ – 40-60 мм рт. ст.

↓PaO₂ → ↓ PvO₂ (при постоянстве обменных процессах).

↑сродства кислорода к гемоглобину → ↑ PvO₂.

↓скорости кровотока → ↓ PvO₂ (при неизменённом потреблении кислорода тканями).

- ↓PaO₂ → ↓ PvO₂ → ↓PaO₂ (при нарушении оксигенирующей функции крови).

- (N)PaO₂ → ↓ PvO₂ → высокая потребность тканей в кислороде.

- **P_aCO_2 .**

В норме – 36-45 мм рт.ст.

↑ P_aCO_2 → недостаточная вентиляция

↓ P_aCO_2 → тканевой гипоксии!

- **Индекс оксигенации** – показатель степени выраженности нарушения газообмена в лёгких.

$I.o. = P_aO_2 / F_iO_2 * 100\%$

В норме составляет = 350 – 470

И.о. менее 300 → СОПЛ.

И.о. менее 200 → ОРДС.

- Схематично:



Возможные направления терапии.

1. Респираторная терапия: - инсуффляция увлажнённого кислорода
 - интубация + ИВЛ
 - трахеостомия + ИВЛ
 - ингаляции
 2. Противовоспалительные средства
 3. Дегидратационная терапия
 4. Переливание крове-/плазмозаменителей, препаратов крови
 5. Терапия нарушений КОС
 6. Терапия сердечных заболеваний
 7. Антикоагулянты
 8. Препараты улучшающие реологию крови
-

Список литературы:

- Кафедра анестезиологии, реаниматологии, и интенсивной терапии. Методическое пособие: Острая дыхательная недостаточность. Авторы: С.В.Ковалев, В.И.Страшнов, А.Ю.Ловчев. СПб, издательство СПбГМУ, 2009 год.
- Анестезиология : национальное руководство / под ред. А. А. Бунятына, В. М. Мизикова. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. — 1104 с.
- Руководство по анестезиологии и реаниматологии / под ред. Ю.С. Полушина. - С.-Пб.: Элби, 2004. - 656 с.
- Рябов Г.А. Синдромы критических состояний. – М.: Медицина, 1994. – 368 с.: ил.
- Рябов Г.А. Гипоксия критических состояний. – М.: Медицина, 1988 – 288с.
- .
- Пермяков Н.К. Патология реанимации и интенсивной терапии. – М.: Медицина, 1985, с. 288, ил.
- Неговский В.А. Очерки по реаниматологии/АМН СССР. – М.: Медицина, 1986, 256 с., ил.
- Корячкин В.А., Страшнов В.И. Анестезия и интенсивная терапия (справочник). – СПб.: Санкт-Петербургское медицинское издательство, 2004. – 468 с.
- Интенсивная терапия. Реанимация. Первая помощь: Учебное пособие / Под ред. В.Д. Малышева. — М.: Медицина.— 2000.— 464 с.: ил.— Учеб. лит. Для слушателей системы последипломного образования.
- ~~Клиническая физиология для анестезиолога. А.П.Зильбер. М., «Медицина», 1977, 431 с., ил~~

- Euroanaesthesia. Освежающий курс лекций. Актуальные проблемы анестезиологии и реаниматологии, 14, 15, 16 выпуск, 2008, 2009 гг.
- Базовый курс анестезиолога. World Federation of Societies of Anaesthesiologists | WFSA:

- «Пульсоксиметрия»

Yu H, Liu B. Successful use of pharyngeal pulse oxymetry with the oropharyngeal airway in severely shocked patients. *Anaesthesia* 2007

- «Транспорт углекислого газа»

West JB. Respiratory Physiology, 7th Ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2004.
Ganong WF. Review of Medical Physiology, 21st Ed. Lange Medical Books, 2003.

Nunn JF. Respiratory Physiology, 5th Ed. Butterworth Heinemann, 1999.

- «Физиология дыхания»

Galvin I, Drummond GB, Nirmalan M. Distribution of blood flow and ventilation in the lung: gravity is not the only factor. *British Journal of Anaesthesia* (2007)

- «Физиология транспорта кислорода»

Nunn JF. Applied Respiratory Physiology (3rd Edition). Butterworth's 1987.

West JB. Respiratory Physiology (4th Edition). Williams and Wilkins 1990.