

А. И. Левшанков

РЕСПИРАТОРНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИ АНЕСТЕЗИИ, РЕАНИМАЦИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ

**Учебное пособие для студентов
медицинских училищ и колледжей**

*Рекомендовано Государственным образовательным учреждением
«Всероссийский учебно-научно-методический Центр
по непрерывному медицинскому и фармацевтическому образованию
Минздрава России» в качестве учебного пособия для студентов
медицинских училищ и колледжей, обучающихся по специальности
«Анестезиология и реаниматология»*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

СпецЛит

2005

УДК 616
Л34

Автор:

А. И. Левшанков — д-р мед. наук, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии ВМедА

Рецензенты:

Ю. С. Полушин — д-р мед. наук, профессор, начальник кафедры анестезиологии и реаниматологии ВМедА, главный анестезиолог-реаниматолог Министерства обороны РФ

К. М. Лебединский — д-р мед. наук, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования

В. И. Страшнов — д-р мед. наук, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И. П. Павлова

И. В. Бубликова — директор Санкт-Петербургского медицинского колледжа № 1

Левшанков А. И.

Л34 Респираторная поддержка при анестезии, реанимации и интенсивной терапии : Учебное пособие / А. И. Левшанков. — СПб. : СпецЛит, 2005. — 299 с.
ISBN 5-299-00287-4

Пособие соответствует требованиям программы тематического усовершенствования медсестер отделений анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии по циклу «Респираторная поддержка при анестезии, реанимации и интенсивной терапии» по специальности «Анестезиология и реаниматология». В пособии с современных позиций отражены наиболее актуальные вопросы респираторной поддержки при анестезии, реанимации и интенсивной терапии.

Издание предназначено для медицинских сестер, проходящих тематическое усовершенствование по анестезиологии и реаниматологии, а также может быть использовано при подготовке анестезиологов-реаниматологов в интернатуре и клинической ординатуре. Пособие может представлять интерес для врачей-специалистов других профилей.

УДК 616

ISBN 5-299-00287-4

© Левшанков А. И., 2005

© ООО «Издательство „СпецЛит“», 2005

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Условные сокращения</i>	6
Предисловие	13
Глава 1. Клиническая физиология дыхания	14
Сущность дыхания и подсистем, обеспечивающих газообмен в организме	16
Основные механизмы газообмена в легких, транспорта газов кровью и газообмена в тканях, показатели, характеризующие их	16
Экспресс-оценка и контроль газообмена	29
Методика забора крови на исследование	32
Глава 2. Кислотно-основное состояние	34
Концепция кислотно-основного состояния, механизмы его поддержания, буферные и физиологические системы	34
Методика забора крови для исследования кислотно-основного состояния и характеризующие его показатели	36
Нарушения кислотно-основного состояния во время анестезии и интенсивной терапии	38
Профилактика и коррекция нарушений кислотно-основного состояния	41
Глава 3. Острые нарушения газообмена и респираторная поддержка	44
Определение, классификация, этиология, патогенез и оценка острых нарушений дыхания	45
Основные принципы дыхательной терапии	49
Поддержание во вдыхаемой смеси оптимальной концентрации кислорода	50

Поддержание проходимости дыхательных путей	51
Улучшение условий газообмена в легких	55
Искусственная и вспомогательная вентиляция легких	55
Глава 4. Технические средства респираторной поддержки. Аппараты искусственной и вспомогательной вентиляции легких	68
Состояние проблемы обеспечения аппаратами ИВЛ	68
Современные требования к аппаратам ИВЛ	69
Краткая характеристика аппаратов ИВЛ	75
Глава 5. Перевод больных на самостоятельное дыхание. Контроль эффективности искусственной и вспомогательной вентиляции легких	106
Перевод больных на самостоятельное дыхание	106
Оценка эффективности респираторной поддержки	108
Глава 6. Инженерно-техническое и метрологическое обеспечение средств измерений аппаратов ИВЛ (ВВЛ)	111
Актуальность проблемы	111
Мероприятия по обеспечению безопасности пациента	113
Метрологическая поверка и проверка средств измерений аппаратов ИВЛ	114
Глава 7. Респираторная поддержка во время общей анестезии	119
Проведение ИВЛ во время анестезии	119
Перевод больного после операции на спонтанное дыхание	122
Глава 8. Респираторная поддержка при реанимации	125
Восстановление проходимости дыхательных путей	125
Искусственная вентиляция легких	129

Глава 9. Синдром острого повреждения легкого и респираторная поддержка при нем	133
Патогенез, причины и диагностика	133
Общие принципы выбора респираторной поддержки при интенсивной терапии	135
Интенсивная терапия при синдроме острого повреждения легких	136
Респираторная поддержка при остром респираторном дистресс-синдроме взрослых	136
Глава 10. Респираторная поддержка в стационаре одного дня и на дому	139
Общие принципы респираторной поддержки. Неинвазивная вспомогательная вентиляция легких	139
Роль медицинской сестры ОАРИТ при проведении респираторной поддержки	164
<i>Вопросы для подготовки к экзамену</i>	<i>167</i>
<i>Программированный контроль знаний</i>	<i>169</i>
<i>Эталоны ответов</i>	<i>184</i>
Приложения	185
1. Карта метрологической проверки средств измерений аппарата ИВЛ №.	185
2. Карта интенсивной терапии	186
3. Аппарат ИВЛ «Puritan Bennett-760»	188
4. Аппараты ИВЛ «Servo Ventilator-300 и 300А»	217
5. Аппарат ИВЛ «Servo ¹ Ventilator system V.1.1»	263

УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АД	— артериальное давление
ВВЛ	— вспомогательная вентиляция легких
ВД	— венозное давление
ВИВЛ	— вспомогательная искусственная вентиляция легких
ВМедА	— Военно-медицинская академия
ВП	— воздухоносные пути
ВЧИВЛ	— высокочастотная искусственная вентиляция легких
ГБО	— гипербарическая оксигенация
ГКМ	— газоанализатор кислорода медицинский
ДБО	— дефицит буферных оснований
ДВС-синдром	— синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови
ДЗЛА	— давление заклинивания легочной артерии
ДО (V_T)	— дыхательный объем (мл)
ДФГ	— дифосфороглицерат
ЖКК	— желудочно-кишечное кровотечение
ЖКТ	— желудочно-кишечный тракт
ИВЛ	— искусственная вентиляция легких
ИН	— ингаляционный наркоз
ИТ	— интенсивная терапия
КАРИТ	— клиника анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии
КВТ	— короткий внутренний тест
КДО	— кривая диссоциации оксигемоглобина
КОС	— кислотно-основное состояние
МКС	— медицина критических состояний
МОВ ($\dot{M}\dot{V}$)	— минутный объем вентиляции (л/мин)
МОД	— минутный объем дыхания

МОДвд (\dot{V}_I)	– минутный объем дыхания вдыхаемый (л/мин)
МОДвыд (\dot{V}_E)	– минутный объем дыхания выдыхаемый (л/мин)
МОК	– минутный объем кровообращения
ммМ	– миллимоль
НВВЛ	– неинвазивная вспомогательная вентиляция легких
НПВП	– нестероидные противовоспалительные препараты
НППВ	– несинхронизированная периодическая принудительная вентиляция
ОАР	– отделение анестезиологии и реанимации
ОАРИТ	– отделение анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии
ОДН	– острая дыхательная недостаточность
ОНБ	– остаточный нейромышечный блок
ОРДС	– острый респираторный дистресс-синдром
ОРДСВ	– острый респираторный дистресс-синдром взрослых
ОРДСН	– острый респираторный дистресс-синдром новорожденных
ОРИТ	– отделение реанимации и интенсивной терапии
ОЦК	– объем циркулирующей крови
ПВТ	– полный внутренний тест
ПДКВ (РЕЕР)	– положительное давление в конце выдоха
ПДУ	– пульт дистанционного управления
ППВ	– периодическая принудительная вентиляция
ППВЛ	– перемежающаяся принудительная вентиляция легких
РДСВ	– респираторный дистресс-синдром взрослых
РДСН	– респираторный дистресс-синдром новорожденных
РДУО	– регулируемое давлением управление (контроль) объемом

СДППД	— спонтанное дыхание с постоянной поддержкой давлением
СДС	— свежая дыхательная смесь
СЛМР	— сердечно-легочная и мозговая реанимация
СОПЛ	— синдром острого повреждения легких
СПОН	— синдром полиорганной недостаточности
СПОНТ	— спонтанное дыхание
ССС	— сердечно-сосудистая система
ФОС	— фосфорорганические соединения
ХОБЛ	— хронические обструктивные болезни легких
ЦАРИТ	— центр анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии
ЦВД	— центральное венозное давление
ЧД	— частота дыхания
ЧМТ	— черепно-мозговая травма
ЭКГ	— электрокардиограмма
ЭТО	— этилентетрооксид
А/С	— принудительно-вспомогательная вентиляция
(A-a)pO ₂	— альвеоло-артериальная разница напряжения кислорода
(a-A)pCO ₂	— артерио-альвеолярная разница pCO ₂
АВ	— анион гидрокарбоната
ALS	— Advanced life support (дальнейшее поддержание жизни)
А/С, Ass-CMV, Assisted CMV	— вспомогательно-принудительная (вспомогательная искусственная) вентиляция легких (РС — с контролем по давлению; VC — с контролем по объему)
ВВ	— сумма буферных оснований
ВЕ	— избыток оснований
ВЕecf	— избыток (+) или дефицит (-) оснований
BiPEEP	— двухуровневое положительное давление в конце выдоха
BiPAP (S/T)	— с поддержанием давления при неинвазивной ВВЛ
ВЛС	— Basic life support (первичный реанимационный комплекс)

By flow	— поддержка потоком
BEec	— избыток или дефицит оснований
Cl _t	— податливость (растяжимость — комп-лайнс) легких и грудной клетки (ml/cm H ₂ O)
CMV PC (VC)	— контролируемая механическая вентиляция легких: с контролем по давлению (PC CMV) или по объему (VC CMV)
CMV	— контролируемая механическая вентиляция
CMV + SIGH	— контролируемая механическая вентиляция легких с периодическим раздуванием (двойным вдохом)
CPAP	— постоянное положительное давление в дыхательных путях при неинвазивной ВВЛ
∠ CO ₂	— угол наклона альвеолярного плато
E	— выдох
EIP	— пауза в конце выдоха (с)
EPAP	— уровень положительного давления без фазы выдоха
F _{ET} CO ₂ (F _A CO ₂)	— концентрация углекислого газа в конечно-выдыхаемом (альвеолярном) воздухе
F _I O ₂ , %	— концентрация кислорода во вдыхаемой смеси (%)
Flow	— средняя скорость потока
Flow, $\dot{V}Ti$	— скорость потока вдыхаемой газовой смеси (инспираторный поток газа) (l/min, l/s)
Hb	— гемоглобин
HFIV	— высокочастотная вентиляция легких инъекционная
HFO	— высокочастотная вентиляция легких осцилляторная
HFPPV	— высокочастотная вентиляция легких объемная
HFV	— высокочастотная вентиляция легких
I	— вдох
IMV	— периодическая принудительная вентиляция

IPAP	— уровень положительного давления для фазы вдоха
IRV	— CMV с обратным (инверсированным) временным отношением фаз вдоха и выдоха
OIM	— ручной вдох
PO_2	— парциальное давление O_2
PCO_2	— парциальное давление CO_2
$P_A CO_2$	— парциальное давление CO_2 в альвеолярном воздухе
$P_A O_2$	— парциальное давление O_2 в альвеолярном воздухе
PaO_2	— парциальное давление O_2 в артериальной крови
$PaCO_2$	— парциальное давление (напряжение) CO_2 в артериальной крови
PAV	— пропорциональная поддерживающая вентиляция
PAV/T	— пропорциональная поддерживающая вентиляция при неинвазивной ВВЛ (дополнительный режим)
PCV	— вентиляция с контролем по давлению
PEEP	— положительное давление в конце выдоха (см H_2O)
pH	— обратный десятичный логарифм концентрации водородных ионов
$P_{ET} CO_2$	— парциальное давление углекислого газа в конечно-выдыхаемом воздухе
$P_{ET} O_2$	— парциальное давление O_2 в конечно-выдыхаемом воздухе
$P_I CO_2$	— парциальное давление CO_2 в вдыхаемом воздухе
PIM	— инициируемое пациентом принудительное дыхание
PIP	— пиковое давление на вдохе
PIP/Plat/Pmean	— давление в дыхательных путях: пиковое/ во время плато/среднее (см H_2O)
PLS	— Prolonged life support (длительное поддержание жизни)
PS (PSV)	— вспомогательная вентиляция легких: поддержка давлением

P_{PS}	— давление поддержки
P_{vO_2}	— парциальное давление O_2 в венозной крови
P_{50O_2}	— уровень напряжения O_2 , при котором насыщение гемоглобина кислородом составит 50 %
Q_c	— кровоток в легких
Q_T	— ударный объем сердца
PRVC	— вентиляция легких с регулируемым давлением и с контролем по объему
Raw	— сопротивление (резистентность) дыхательных путей ($\text{cm H}_2\text{O/l} \cdot \text{s}^{-1}$)
RTF	— время, за которое давление вдоха повышается от 0 до 95 % от заданного уровня
SaO_2	— насыщение гемоглобина артериальной крови кислородом
SvO_2	— насыщение гемоглобина венозной крови кислородом
SB	— стандартный бикарбонат
SIMV	— синхронизированная перемежающаяся принудительная вентиляция
Spont PSV	— спонтанная вентиляция с поддержкой давлением
Tb	— период дыхания
Ti/Te	— отношение времени вдоха и выдоха
Ti	— инспираторное время
Tm	— период принудительного дыхания SIMV
TOF	— четырехкратная нейростимуляция
Tr	— продолжительность паузы вдоха
Ts	— период спонтанного дыхания SIMT
\dot{V}_A	— минутный объем альвеолярной вентиляции
\dot{V}_A/Q_c	— вентиляционно-перфузионное отношение
VCV	— вентиляция с контролем по объему
VD	— объем мертвого пространства

\dot{V}_D	— минутный объем мертвого пространства
\dot{V}_E	— минутный объем дыхания
\dot{V}_I	— минутный объем вдыхаемый (аппарата ИВЛ)
\dot{V}_T	— предварительно заданный дыхательный объем
VIM	— инициируемое аппаратом ИВЛ принудительное дыхание
VS	— поддержка объемом
Vte	— выдыхаемый дыхательный объем
\dot{V}_{ti}	— скорость потока вдыхаемой газовой смеси

ПРЕДИСЛОВИЕ

За последнее время достигнуты большие успехи в респираторной медицине. Появилось много методов и режимов искусственной и вспомогательной вентиляции легких, сложных и эффективных технических средств и технологий, используемых при оказании специализированной анестезиологической и реаниматологической помощи. Это позволило проводить более эффективную респираторную поддержку и спасти жизнь многим тяжелым больным и пострадавшим.

Эффективность анестезиологической и реаниматологической помощи раненым и больным, требующим респираторной поддержки, во многом зависит от уровня профессиональной подготовки медицинских сестер анестезиологических и реаниматологических бригад. Однако их подготовка, особенно по респираторной медицине, в нашей стране пока во многом не отвечает современным требованиям. Кратковременность обучения по специализации и при общем усовершенствовании, отсутствие специального цикла обучения респираторной терапии, в том числе и по респираторной поддержке, при наличии острого дефицита учебно-методической литературы не позволяют медсестрам приобрести необходимые знания, навыки и умения в одном из самых нужных для пациентов и трудном для освоения разделе анестезиологии и реаниматологии.

К сожалению, вышедшие до сих пор учебные издания для медсестер ОАРИТ не содержат многих необходимых для практики данных по ряду вопросов искусственной и вспомогательной вентиляции легких, в них не представлены современные данные по использованию респираторной поддержки во время анестезии, реанимации и интенсивной терапии. Все эти вопросы рассмотрены в настоящем пособии.

Глава 1

КЛИНИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

Сущность дыхания и подсистем, обеспечивающих газообмен в организме

Дыхание — процесс поглощения кислорода (O_2) из атмосферы, транспортировки его к митохондриям клеток, где вследствие аэробного метаболизма образуется вода, углекислый газ (CO_2) и основное количество энергии, необходимой для жизнедеятельности организма, с последующим выведением CO_2 в атмосферу. Лишь небольшое количество энергии может образоваться без участия кислорода (анаэробный метаболизм).

Кислород и углекислый газ перемещаются из области высокого давления в зону низкого давления, так как в организме поддерживается *каскад парциального давления газов*.

В атмосферном воздухе в обычных условиях давление — около 760 мм рт. ст. (1 атмосфера = 760 мм рт. ст. = 101 кПа). Воздух содержит 21 % O_2 (кислорода), 78 % N_2 (азота) и небольшое количество CO_2 (углекислого газа), Ar (аргона) и He (гелия). Давление, создаваемое этими газами, равно общему (атмосферному) давлению (760 мм рт. ст.). Парциальное давление O_2 в сухом воздухе (P_1O_2) на уровне моря при атмосферном давлении 760 мм рт. ст. равно 160 мм рт. ст. — $(760 \cdot 21/100 = 160)$. Воздух, продвигаясь по верхним дыхательным путям, нагревается и согревается, в альвеолярном воздухе P_AO_2 будет составлять около 100 мм рт. ст. Его определение осуществляют по следующей формуле: $P_AO_2 = [(760 \text{ мм рт. ст. минус давление паров воды в альвеолах}) \cdot (21 \% \text{ минус процент поглощаемого в легких } O_2)] = [(760 - 47) \cdot (21 - 7)/100] = 100 \text{ мм рт. ст.}$

Парциальное давление (напряжение) кислорода в артериальной крови (P_{aO_2}) – около 80–90 мм рт. ст., в венах (P_{vO_2}) = 40 мм рт. ст., а в митохондриях клеток снижается до 3 мм рт. ст. После оксигенации в легких кровь поступает по легочным венам в левые отделы сердца и далее в ткани организма.

Постепенно снижается и напряжение CO_2 от митохондрий до атмосферы. Кровь из тканей возвращается в правые отделы сердца, она имеет $P_{vCO_2} = 45$ мм рт. ст. Кровь идет к легким по легочным артериям к легочным капиллярам, где происходит отдача CO_2 через альвеолы в атмосферу ($P_{aCO_2} = 34–44$ мм рт. ст., а P_{iCO_2} – практически равно 0).

Таким образом, *сущность дыхания* – это обеспечение доставки к клеткам организма кислорода и выведение их из них CO_2 . При этом вследствие окисления органических веществ освобождается энергия, необходимая для всех видов жизнедеятельности.

Система дыхания – одна из важнейших функциональных систем организма, поддерживающая оптимальные величины парциального давления O_2 и CO_2 , а также рН в крови и тканях.

Эффективный газообмен в организме возможен при интеграции и координации функций различных подсистем (этапов) системы дыхания (рис. 1.1).

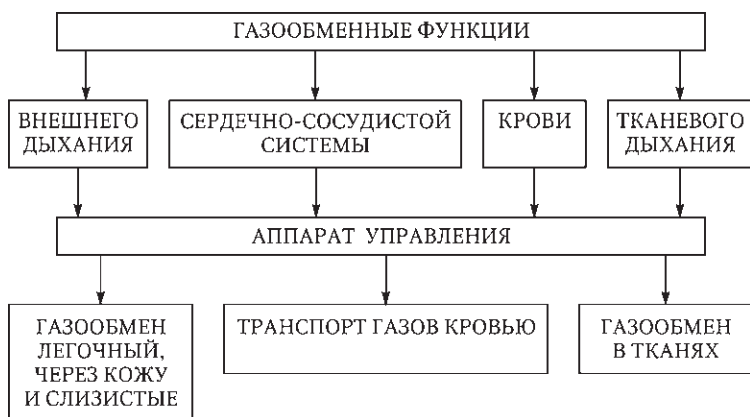


Рис. 1.1. Схема газообмена в организме

Анатолий Ильич Левшанков

**РЕСПИРАТОРНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИ АНЕСТЕЗИИ,
РЕАНИМАЦИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ**

**Учебное пособие для студентов
медицинских училищ и колледжей**

Ответственный редактор *А. А. Редкокаша*. Редактор *О. Ю. Гуришева*.
Корректор *О. В. Антонова*.

Техническое редактирование и компьютерная верстка *Е. М. Сальниковой*

Регистрационное свидетельство № 87259 от 21.05.1999.

Подписано в печать 14.05.2005. Формат 84 × 108 ¹/₃₂. Гарнитура «Октава».
Печать офсетная. Печ. л. 9,5. Тираж 3000 экз. Заказ

Издательство «СпецЛит». 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29
Тел./факс: (812) 251-66-54, 251-16-94. E-mail: medsale@speclit.spb.ru
<http://www.speclit.spb.ru>

Отпечатано с готовых диапозитивов в ГУП «Типография „Наука“»
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

ISBN 5-299-00287-4



9 785299 002874