

Основные подходы к лечению гипоксии при остром респираторном дистресс-синдроме, бактериальных и вирусных пневмониях (часть I)

А. В. Власенко, д.м.н., проф., кафедры анестезиологии и неотложной медицины¹ зав. отделения анестезиологии-реанимации №32²

Е. А. Евдокимов, д.м.н., проф., Заслуженный врач РФ, советник ректора, зав. кафедрой анестезиологии и неотложной медицины¹

Е. П. Родионов, к.м.н., доцент кафедры анестезиологии и неотложной медицины¹, зам. гл. врача, рук. Центра анестезиологии и реаниматологии²

¹ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

²ГБУЗ «Городская клиническая больница имени С.П. Боткина Департамента здравоохранения Москвы», Москва

Main approaches to treatment of hypoxia in acute respiratory distress syndrome, bacterial and viral pneumonia (part I)

A. V. Vlasenko, E. A. Evdokimov, E. P. Rodionov

Russian Medical Academy for Continuing Professional Education, City Clinical Hospital n.a. S.P. Botkin; Moscow, Russia

Резюме

В работе в обобщенном виде представлены данные о современных подходах к диагностике, профилактике и лечению тяжелой острой паренхиматозной дыхательной недостаточности различного генеза, в том числе и при ОРДС вследствие бактериальных вирусных пневмоний. В основу работы положены данные современных хорошо организованных исследований, анализа международных клинических рекомендаций с высокой степенью доказательности, а также результаты собственных многолетних экспериментальных исследований и клинических наблюдений лечения пациентов с ОРДС различного генеза, в том числе и с вирусными пневмониями 2009, 2016, 2020 годов. Сформулированы научно обоснованные алгоритмы профилактики, дифференциальной диагностики и персонализированной терапии тяжелой острой дыхательной недостаточности с использованием инновационных медицинских технологий и применением широкого спектра респираторных и адъювантных методов лечения. Авторы постарались максимально адаптировать существующие актуальные рекомендации для повседневной клинической практики врачей анестезиологов-реаниматологов.

Ключевые слова: тяжелая острая паренхиматозная дыхательная недостаточность, острый респираторный дистресс-синдром, бактериальная пневмония, вирусная пневмония, COVID-19, респираторная поддержка, искусственная вентиляция легких, респираторные, не респираторные, фармакологические методы лечения.

Summary

The paper summarizes data on modern approaches to the diagnosis, prevention and treatment of severe acute parenchymal respiratory failure of various origins, including ARDS due to bacterial viral pneumonia. The work is based on the data of modern well-organized studies, analysis of international clinical guidelines with a high degree of evidence, as well as the results of our own long-term experimental studies and clinical observations of the treatment of patients with ARDS of various origins, including viral pneumonia of 2009, 2016, 2020. Scientifically grounded algorithms for prevention, differential diagnosis and personalized therapy of severe acute respiratory failure using innovative medical technologies and a wide range of respiratory and adjuvant treatment methods have been formulated. The authors tried to adapt as much as possible the existing current recommendations for the daily clinical practice of anesthesiologists and resuscitators.

Key words: severe acute parenchymal respiratory failure, acute respiratory distress syndrome, bacterial pneumonia, viral pneumonia, COVID-19, respiratory support, mechanical ventilation, respiratory, non-respiratory, pharmacological treatments.

Список сокращений и обозначений

АД	Артериальное давление
ВАП	Вентилятор-ассоциированная пневмония
БД	Внутрибрюшное давление
ВДП	Верхние дыхательные пути
ВПО	Высокопоточная оксигенотерапия
ВСВЛ	Внесосудистая вода в легких
ГБО	Гипербарическая оксигенация
ДЗЛК	Давление заклинивания в легочных капиллярах
ДЛА	Давление в легочной артерии
ДО	Дыхательный объем
ДП	Дыхательные пути
ЖЕЛ	Жизненная емкость легких
ЖКК	Желудочно-кишечное кровоотечение
ЖКТ	Желудочно-кишечный тракт
ИА	Ингаляционная антибиотикотерапия
ИТО ₂	Индекс транспорта кислорода
ИПО ₂	Индекс потребления кислорода
ИП	Инспираторная пауза (задержка на вдохе)
ИВЛ	Искусственная вентиляция легких (полностью контролируемая, с управляемым объемом или давлением)

ИМТ	Инфекция мягких тканей
КТ	Компьютерная томография
МКБ-10	Международная классификация болезней 10-го пересмотра
МОВ	Минутный объем вентиляции легких
НИВЛ	Не инвазивная искусственная вентиляция легких
НК	Недостаточность кровообращения
НП	Нозокомиальная пневмония
ОДН	Острая дыхательная недостаточность
ОНМК	Острое нарушение мозгового кровообращения
ОПЛ	Острое повреждение легких
ОР	Отделение реанимации
ОРДС	Острый респираторный дистресс-синдром
ПДКВ _{уст.}	Положительное давление в конце выдоха (установленное оператором)
ПДКВ _{вн.}	Положительное давление в конце выдоха внутреннее (генерируемое при ИВЛ, синонимы: ауто-ПДКВ, скрытое ПДКВ, воздушная ловушка и т.д.)
ПДКВ _{общ.}	Положительное давление в конце выдоха общее (сумма установочного и ауто-ПДКВ)
ПОН	Полиорганная недостаточность
РП	Респираторная поддержка

САК	Субарахноидальное кровоизлияние
СИ	Сердечный индекс
СПОН	Синдром полиорганной недостаточности
ТБД	Трахеобронхиальное дерево
ТГВН	Тромбоз глубоких вен нижних конечностей
ТОРИ	Тяжелая острая респираторная инфекция
ТОРС	Тяжелый острый респираторный синдром
ФБС	Фиброоптическая бронхоскопия
ФВ	Фракция выброса сердца
ФВД	Функция внешнего дыхания
ФОВ	Функциональная остаточная емкость легких
ЦВД	Центральное венозное давление
ЧД	Частота дыхания
ЧМТ	Черепно-мозговая травма
УЗИ	Ультразвуковое исследование
ЧСС	Частота сердечных сокращений
ХОБЛ	Хроническое обструктивное заболевание легких
УИ	Ударный индекс
ЭА	Эдобронхиальная антибиотикотерапия
ЭКМО	Экстракорпоральная мембранная оксигенация
ЭМЛ	Экстракорпоральные методы лечения
ЯМРТ	Ядерно-магнитная томография
APRV	Airway Pressure Release Ventilation
C	Общая торакопульмональная податливость (комплаинс)
COVID-19	Corona Virus Disease

ELWI	Индекс содержания внесосудистой жидкости в легких
HFO	High Flow Oxygenation
HFOV	High Frequency Oscillated Ventilation
FiO ₂	Содержание кислорода в дыхательной газовой смеси
EALI	Early Acute Lung Injury
I/E	Отношение продолжительности фаз вдоха и выдоха в дыхательном цикле
IS	Incentive Spirometry
LTvv + ECCO ₂ R	Low Tidal Volume ventilation + Extra corporal CO2 removing
MERS	Middle East respiratory syndrome
Qs/Qt	Величина внутрилегочного венозного примешивания
P _{альв.ср.}	Среднее давление в альвеолах, генерируемое при МВЛ
P _{тр.ср.}	Среднее давление в трахее, генерируемое при МВЛ
P _{тр.пик.}	Пиковое (максимальное) давление в трахее, генерируемое при ИВЛ
PaO ₂ /FiO ₂	Индекс оксигенации
PaO ₂	Парциальное давление кислорода в артериальной крови
PvO ₂	Парциальное давление кислорода в смешанной венозной крови
PaCO ₂	Парциальное давление углекислого газа в артериальной крови
R	Общее сопротивление дыхательных путей
SaO ₂	Процент окисленного гемоглобина в артериальной крови
SARS	Severe acute respiratory syndrome
SILI	Self induced lung injury
SvO ₂	Процент окисленного гемоглобина в смешанной венозной крови

Введение

Тяжелая острая дыхательная недостаточность (ОДН) остается одной из основных проблем современной медицины и реаниматологии, так как является частой причиной обращения пациентов за медицинской помощью, госпитализации в стационар и в отделение реанимации (ОР). Острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС) представляет собой наиболее тяжелое проявление ОДН паренхиматозного типа, характеризуется сложными механизмами патогенеза, трудностями своевременной диагностики, тяжелыми нарушениями биомеханики легких и газообмена, частым развитием полиорганной недостаточности (ПОН), большими материальными затратами на лечение и высокой летальностью.

Внебольничная пневмония, как и нозокомиальная, в том числе и вентилятор-ассоциированная пневмония, были и остаются основными причинами развития тяжелой ОДН и высокой летальности у самого разного пациентов. Существует много специальной литературы, касающейся профилактики, диагностики и лечению пациентов с внебольничной и нозокомиальной пневмонией.

В последние два десятилетия в мире становится все более актуальной проблема диагностики и лечения тяжелых пневмоний, вызванных вспышками, эпидемиями и пандемиями различных пневмотропных вирусов, которые приводят к развитию тяжелой острой респираторной инфекции (ТОРИ) с тяжелой ОДН, а в ряде случаев и к ОРДС.

Любая причина развития ОРДС требует дифференциальной диагностики, дифференцированного и персонализированного лечения. Это касается и выбора методов коррекции гипоксии у конкретного пациента на каждом этапе лечения. Однако общие принципы выбора методов и параметров респираторной поддержки, оптимизации параметров искусственной вентиляции легких, сочетанного и комбинированного применения не респираторных

и фармакологических методов лечения при паренхиматозной ОДН являются достаточно универсальными.

Так как ОРДС представляет собой наиболее сложные механизмы патогенеза паренхиматозной ОДН и патоморфологические изменения легких, наиболее тяжелые нарушения биомеханики легких и газообмена, а также трудности своевременной и дифференциальной диагностики, то понимание этих особенностей и закономерностей позволит эффективно лечить пациентов с ОДН любого генеза.

Несомненно, накопление научных данных и опыта лечения пациентов с ОРДС и новыми вирусными инфекциями позволят научно обосновать, разработать и предложить инновационные, более эффективные алгоритмы ранней диагностики и прецизионного лечения тяжелых расстройств дыхания в каждой конкретной клинической ситуации.

Острый респираторный дистресс-синдром

Острый респираторный дистресс-синдром (МКБ-10 – синдром респираторного расстройства [дистресса] у взрослого [J80]) – это острая форма диффузного повреждения легких, возникающая у пациентов с предрасполагающими факторами риска, ведущая к развитию тяжелой ОДН, часто ПОН, отвечающая следующим критериям:

- начало – от нескольких часов до 7 суток после реализации известного повреждающего фактора или фактора риска;
- двусторонние инфильтраты легких на рентгенограмме, не полностью объясненные выпотом, коллапсированием, лифаденопатией;
- синдром ОДН, не полностью объясняемый сердечной недостаточностью (СН) или перегрузкой жидкостью.

В зависимости от степени гипоксемии, оцененной на основании отношения PaO_2/FiO_2 , выделяют три степени тяжести ОРДС:

- $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$ мм рт. ст. – легкий ОРДС;
- $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200$ мм рт. ст. – умеренный ОРДС;
- $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 100$ мм рт. ст. – тяжелый ОРДС.

Следует отметить целесообразность оценки степени выраженности гипоксемии при положительном конечном-экспираторном давлении (ПДКВ) равном 4–6 см вод. ст., которое может быть реализовано как в условиях спонтанного дыхания, так НИВЛ или ИВЛ.

Острый респираторный дистресс-синдром является полиэтиологическим заболеванием, а легкие являются органом-мишенью при многих патологических состояниях. Основные причины развития ОРДС могут быть разделены на две большие негетерогенные группы:

- прямые повреждающие факторы (ОРДС первичный, прямой, легочный) – первичное повреждение легких такими этиологическими факторами, как аспирационный синдром, утопления, вдыхание токсических веществ, легочная инфекция, тупая травма груди и т.д.;
- не прямые повреждающие факторы (ОРДС непрямой, вторичный, внелегочный) – вторичное повреждение первично интактных легких в результате исходной внелегочной патологии такими этиологическими факторами, как шок, сепсис, травма, кровопотеря, ишемия-реперфузия, гемотрансфузии, отравления, искусственное кровообращение и т.д.

Согласно современным представлениям об этиологических факторах ОРДС целесообразно выделять:

- внебольничную форму ОРДС с легочными и внелегочными повреждающими факторами;
- внутрибольничную или нозокомиальную (ятрогенная) форму ОРДС, обусловленную отрицательными эффектами современных терапевтических технологий, особенно у пациентов в критическом состоянии, получающих в ОР интенсивное лечение.

В последние годы установлена и подробно изучена роль так называемых медицинских ятрогенных факторов, их отрицательные эффекты на легкие, которые могут привести к тяжелым нарушениям биомеханики и газообмена. Среди них следует особенно отметить следующие:

- перегрузка жидкостью (гипергидратация легких) вследствие неконтролируемой несбалансированной инфузионной терапии;
- повреждение легких, связанное с ИВЛ (вентилятор-ассоциированное повреждение легких), которое может реализоваться при управляемых инвазивных и вспомогательных неинвазивных методах РП;
- повреждение легких вследствие часто необоснованного применения компонентов крови (посттрансфузионное повреждение легких);
- повреждение легких вследствие внутрибольничной инфекции (внутрибольничная, нозокомиальная, вентилятор-ассоциированная пневмония);
- вторичное повреждение легких на фоне сепсиса, шока, ПОН.

Следует помнить, что каждый из этих факторов, а тем более одновременно несколько из них могут стать

причиной ухудшения биомеханики и газообмена у пациентов с изначально интактными легкими. Своевременное выявление и устранение перечисленных потенциальных факторов риска лежит в основе эффективной профилактики развития внутрибольничного ОРДС, особенно у пациентов в ОР.

Анализ причин развития внутрибольничного ОРДС выявил существенную роль фоновых и сопутствующих заболевания пациентов, а также характер хирургических вмешательств, степень выраженности метаболических расстройств как факторов риска развития дыхательных расстройств у пациентов в стационаре и в ОР:

- шок;
- аспирации;
- сепсис;
- пневмония;
- хирургические вмешательства на аорте, крупных сосудах, позвоночнике;
- перитонит;
- панкреонекроз;
- гиповолемия;
- ингаляция токсических веществ;
- утопления;
- тупая травма груди;
- злоупотребление алкоголем;
- ожирение (индекс массы тела > 30);
- гипоальбуминемия (альбумин плазмы менее 30 г/л);
- химиотерапия, лучевая терапия;
- токсические эффекты кислорода ($\text{FIO}_2 > 0,35$ [> 4 л/мин]);
- тахипное ($\text{ЧД} > 30$);
- метаболический ацидоз ($\text{pH} < 7,35$);
- хронический алкоголизм;
- сахарный диабет.

Важно подчеркнуть, что ряд состояний, характерных для пациентов, пострадавших и раненых в ОР, могут стать причинами нарушения оксигенирующей функции легких:

- артериальная гипотензия, артериальная гипертензия;
- гиповолемия, гиперволемия;
- гипотермия, гипертермия, озноб;
- гипокалиемия, аритмии;
- метаболический (гиперхлоремический) ацидоз, метаболический алкалоз;
- болевой синдром, наличие интубационной трубки;
- психомоторное возбуждение, судороги;
- нарушение проходимости верхних дыхательных путей;
- гидро-, пневмоторакс;
- компартмент-синдром;
- ишемия-реперфузия;
- торакоабдоминальный асинхронизм;
- нарушения ритма и глубины дыхания.

Особо следует отметить существенную роль правильного выбора методов и параметров РП, так как неправильные настройки респиратора могут стать причиной развития тяжелых повреждений легких, в том числе и в условиях вспомогательной и неинвазивной РП (SILI). Поэтому так важно понимать, индивидуально и адекватно выбирать:

- полностью контролируемые или вспомогательные режимы РП;
- уровень установочного ПДКВ;
- дыхательный объем;
- отношение вдоха к выдоху;
- величину ауто-ПДКВ;
- инспираторную поддержку давлением;
- триггер вдоха и переключения со вдоха на выдох;
- скорости пикового инспираторного потока;
- скорость нарастания пикового инспираторного потока.

Следует помнить, что рассинхронизация пациента с респиратором условиях неинвазивной, так и вспомогательной и инвазивной РП не только ухудшает газообмен, но и является значимой причиной развития повреждения легких (SILI). Поэтому необходимо выявление и немедленная коррекция причин асинхронии (пневмоторакс, нарушение проходимости ВДП, пневмоторакс, гипертермия, неадекватного обезболивания, реакции на интубационную трубку и др.).

Учитывая существенное клиническое значение факторов риска в развитии повреждения первоначально интактных легких, в основе современной концепции раннего острого повреждения легких (early acute lung injury, EALI) лежит принцип своевременного выявления, устранения и контроля этих предрасполагающих факторов и неправильных настроек респиратора.

Согласно современным представлениям дифференциальная диагностика разных форм ОРДС и дифференцированное и персонализированное лечение ОРДС, в зависимости от причин его развития, стадии заболевания и характера сопутствующей патологии, существенно улучшает результаты терапии данного контингента пациентов.

Краткая характеристика вирусных пневмоний

В последние два десятилетия отмечается увеличение частоты развития вспышек, эпидемий и пандемий вирусных инфекций, вызванных пневмотропными штаммами вирусов, приводящими к развитию вирусных пневмоний, осложняющихся развитием тяжелой ОДН и даже ОРДС:

- атипичная вирусная пневмония (тяжелый острый респираторный синдром ТОРС, severe acute respiratory syndrome, SARS), 2002 год, эпицентр в Китае, летальность 10,5%;
- вирусная инфекция, вызванная штаммом H_5N_1 (птичий грипп), 2003 год, эпицентр в Гонконге (Китай), летальность 52,8%;
- вирусная инфекция, вызванная штаммом H_1N_1 (свиной грипп), 2009 год, эпицентр в Мексике, летальность 4,5%;
- ближневосточный респираторный синдром (Middle East respiratory syndrome, MERS), 2013 год, Саудовская Аравия, вызван штаммами коронавирусов, летальность 34,4%;
- вирусная инфекция, вызванная штаммом H_1N_1 (свиной грипп), 2016 год, разные страны, летальность 2,6–4,2%;
- пневмония, вызванная новой коронавирусной инфекцией COVID-19 (corona virus disease), 2019 год, эпицентр в Китае, провинция Ухань, летальность уточняется.

Основными характеристиками этих вирусных инфекций являются:

- отсутствие специфических клинических признаков по сравнению с обычными острыми респираторными вирусными инфекциями (ОРВИ);
- поражение верхних дыхательных путей (ВДП) и легких (возможно, и поражение ЖКТ);
- частое развитие пневмонии;
- частое развитие ОДН, требующей госпитализации пациентов в стационар и проведения респираторной терапии (РП);
- частое развитие тяжелой ОДН, требующей проведения неинвазивной искусственной вентиляции легких (НИВЛ) или интубации трахеи и проведения искусственной вентиляции легких (ИВЛ);
- развитие ОДН с тяжелыми нарушениями биомеханики легких и газообмена – ОРДС, требующее проведения ИВЛ с адьювантными методами лечения или экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО);
- частое развитие полиорганной недостаточности (ПОН);
- высокая нагрузка на структуры здравоохранения вследствие одновременного поступления большого количества пациентов во время вспышек, эпидемий или пандемии заболевания.

Коронавирусы (CoV) – это большое семейство вирусов, которые вызывают заболевания, начиная от обычной простуды и заканчивая более тяжелыми заболеваниями, такими как ближневосточный респираторный синдром (MERS-CoV) и тяжелый острый респираторный синдром (SARS-CoV).

Новый коронавирус, вызывающий новую коронавирусную инфекцию COVID-19, представляет собой новый штамм, который ранее не был идентифицирован у людей.

Коронавирусы являются зоонозными, то есть они могут распространяться между животными и людьми. Исследования показали, что SARS-CoV передавался от цветистых кошек, а MERS-CoV – от верблюдов людям. Несколько известных коронавирусов циркулируют у животных, которые еще не заразили людей.

Основные признаки тяжелой острой респираторной инфекции (ТОРИ) при COVID-19 характеризуются:

- общими респираторными симптомами;
- лихорадкой;
- кашлем, часто сухим, непродуктивным;
- одышкой и диспноэ;
- миалгиями, слабостью, быстрой утомляемостью.

Тяжелая острая респираторная инфекция при COVID-19 может приводить к развитию:

- тяжелой пневмонии;
- ОРДС;
- сепсиса;
- ПОН;
- летальному исходу.

В период вспышек, эпидемий и пандемий вирусных инфекций одним из принципиальных вопросов является настороженность и своевременное выявление случаев инфицирования. Всех пациентов с ТОРИ (лихорадка, кашель,

ОДН), даже при отсутствии убедительного положительного эпиданамнеза, следует рассматривать как потенциально инфицированных COVID-19. Это необходимо для более эффективной стратификации в отношении решения вопроса о госпитализации, начале и выборе методов лечения.

Вопросы противоэпидемических и профилактических мероприятий требуют отдельного профессионального освещения. Однако следует отметить основные принципы выявления данного контингента пациентов:

- все пациенты с симптомами ОРВИ (лихорадка, температура $\geq 38^\circ\text{C}$ и кашель) в течение последних 5–10 дней. Отсутствие лихорадки не исключает вирусную инфекцию;
- пациенты с любым острым респираторным заболеванием и наличием тесного контакта с подтвержденным или вероятным случаем COVID-19 за 14 дней (24 суток) до начала заболевания.
- посещение стран с неблагоприятной эпидемической обстановкой за 14 дней до появления симптомов;
- работу или посещение медицинского учреждения в течение 14 дней до появления симптомов, где находились или могли находиться пациенты с инфекцией COVID-19.

А также пациенты при отсутствии признаков ТОРИ, но с наличием:

- контактов с заболевшими, поездки в очаги эпидемии за последние 14 дней;
- контактов с лицами, посещавшими очаги эпидемии за последние 14 дней;
- если пациент – медицинский работник, который работал с данными пациентами и или в очаге эпидемии.

Для выбора и своевременного начала наиболее эффективной терапевтической стратегии необходима стратификация пациентов с ОДН, обусловленной вирусными пневмониями.

- Пневмония легкого течения – пациенты с выявленной пневмонией и компенсированной ОДН:
 - кашель с мокротой или без мокроты;
 - затрудненное дыхание;
 - тахипное – частота дыханий (ЧД) в покое более 20 в минуту;
 тахипное у детей:
 - менее 2 месяцев – более 60 в минуту;
 - от 2 до 11 месяцев – более 50 в минуту;
 - от 1 года до 5 лет – более 40 в минуту.
- Пневмония тяжелого течения – основные симптомы у взрослых и подростков:
 - лихорадка;
 - кашель;
 - частота дыхания более 25–30 в минуту;
 - затрудненное дыхание;
 - кислородная зависимость – SpO_2 ниже 90 % при дыхании воздухом;
 - изменения на фронтальной рентгенограмме или компьютерной томограмме легких.
- Пневмония тяжелого течения – основные симптомы у детей:
 - лихорадка;
 - кашель;

- тахипное: возраст менее 2 месяцев – частота дыхания ≥ 60 в минуту; от 2 до 11 месяцев – частота дыхания ≥ 50 в минуту; от 1 года до 5 лет – частота дыхания ≥ 40 в минуту;
- затрудненное дыхание, боли в груди;
- цианоз;
- SpO_2 ниже 90 % при дыхании воздухом;
- отказ от еды, воды, вялость, потеря сознания, судороги;
- изменения на фронтальной рентгенограмме или компьютерной томограмме легких.

Наиболее тяжелым проявлением дыхательных расстройств при вирусных пневмониях тяжелого течения является ОРДС (см. выше).

Литературные данные и результаты наших клинических наблюдений показали сходные механизмы патогенеза, патоморфологические изменения легких, а также примерно одинаковую эффективность ряда респираторных и адъювантных методов лечения у пациентов с тяжелой внебольничной бактериальной пневмонией, с вирусной пневмонией вследствие АН₁N₁ и ОРДС, вызванного прямыми повреждающими факторами.

Сепсис, септический шок и полиорганная недостаточность часто развиваются при тяжелых вирусных пневмониях и ОРДС. Следует отметить, что ОРДС является частым осложнением сепсиса, шока и ПОН.

Основные принципы лечения гипоксии

Пациентам с ОДН при подозрении на COVID-19 или при подтвержденном COVID-19 стратегия и тактика респираторной терапии и респираторной поддержки существенно не отличаются от таковых при паренхиматозной ОДН любого генеза (внебольничная бактериальная или вирусная пневмония, внутрибольничная в том числе и респиратор-ассоциированная пневмония, ОРДС). Стратегия и тактика выбора методов респираторной поддержки и коррекции параметров ИВЛ при тяжелой ОДН, вызванной новой вирусной инфекцией COVID-19, в принципе аналогична таковым при ОРДС, вызванной прямыми повреждающими факторами.

Согласно современным представлениям эффективное лечение ОРДС заключается в выявлении факторов риска развития легочных осложнений, минимизации отрицательных эффектов интенсивной терапии (ИТ), своевременной диагностике развития ОДН, комплексном и дифференцированном применении современных респираторных, нереспираторных и фармакологических терапевтических технологий, а также в междисциплинарном принципе лечения на всех этапах заболевания.

Основные принципы эффективного лечения тяжелой паренхиматозной ОДН различного генеза:

- своевременная дифференциальная диагностика ОДН;
- своевременное выявление и адекватная коррекция факторов риска и предрасполагающих факторов повреждения легких в ОР;
- адекватное лечение ведущих причин развития ОДН;
- рациональное применение неинвазивной ИВЛ;
- реализация принципов щадящей ИВЛ;

- дифференцированное применение респираторных стратегий;
- дифференцированное применение адъювантных методов коррекции гипоксии;
- комплексное лечение пациентов с ОДН – лечение ОДН, это лечение не только легких.

При диагностике ОДН любого генеза целесообразно пользоваться интегральными оценочно-прогностическими шкалами, которые позволяют объективно оценить характер и степень выраженности дыхательных расстройств, риск декомпенсации органной патологии. Действительно, следует помнить, что при развитии ОДН любого генеза существенно увеличиваются риски декомпенсации сопутствующих и фоновых заболеваний, развития органной дисфункции. Поэтому при оценке степени тяжести пневмоний используются разные шкалы (PORT, PTI, CURB-65, CRB-65, SMART-COP, SMRT-CO, NEWS при COVID-19), которые включают различные показатели: выраженность воспалительной реакции, наличие или обострение ХОБЛ, НК, сахарного диабета, неврологического дефицита, пол, возраст, избыточный вес, вынужденная гиподинамия и др.

Это позволит стратифицировать пациентов в отношении решения вопросов о необходимости госпитализации в стационар, начале и выборе стартовой антибактериальной, противовирусной и специфической противовоспалительной терапии, необходимости РП, интубации и начале ИВЛ, профилактики развития и коррекции органной дисфункции.

Лучевая диагностика легких при ОРДС и вирусных пневмониях

Лучевая диагностика органов грудной клетки является неотъемлемым методом ранней и дифференциальной диагностики различных хронических и острых заболеваний легких, специфических процессов в легочной ткани, а также ОРДС и COVID-19.

Действительно, тщательный анализ изменений на фронтальной рентгенограмме легких в совокупности с данными анамнеза и клинической картиной во многих случаях позволяет поставить правильный диагноз. Ранее нами были выявлены специфические особенности изменений на фронтальных рентгенограммах легких при ОРДС, вызванном различными причинами. Так, при ОРДС_{пр} при манифестации ОДН на фронтальной рентгенограмме выявляются асимметричные очаговые уплотнения, преимущественно расположенные в зависимых дорзальных и базальных зонах легких. Тогда как при ОРДС_{непр} доминируют симметричные, однородные и диффузные изменения (затемнения), с выраженным снижением пневматизации.

Однако КТ легких имеет неоспоримые преимущества по сравнению с рентгенографией. Современные методы КТ позволяют быстро и в ранние сроки выявить специфические особенности изменений легочной ткани, что позволит поставить правильный диагноз и начать специфическое лечение. КТ легких позволяет выявить доминирующую причину повреждения легких (ателектазы, отек, гиалиноз, фиброз и т.д.), определить, насколько легкие рекрутабельны, что позволит правильно определить тактику РП.

Для уточнения характера и степени повреждения легких всем пациентам с ОРДС, с подозрением на COVID-19 или

подтвержденным COVID-19 целесообразно выполнение компьютерной томографии (КТ) легких при условии доступности этого метода и транспортабельности пациента. В случаях вирусной пневмонии отмечается существенно более низкая эффективность выявления изменений легких при выполнении фронтальной рентгенографии легких по сравнению с КТ. При ОРДС и вирусных пневмониях КТ позволяет:

- выявить патологические изменения в легких (двусторонние полисегментарные инфильтраты) на ранних стадиях заболевания еще до развития признаков ОДН;
- оценить доминирующую причину ОДН (диффузное ателектазирование, гипергидратация, фиброз/гиалиноз и т.д.);
- оценить рекрутабельность легких;
- стратифицировать пациентов в отношении решения вопросов госпитализации, выборе лечебной тактики и методов РП.

В специальной литературе и методических рекомендациях подробно изложены основные дифференциально-диагностические признаки, характеризующие изменения легких на компьютерной томограмме, типичные для пневмонии, вызванной COVID-19. Следует отметить, что КТ легких имеет неоспоримые преимущества перед рентгенографией при диагностике вирусных пневмоний, так как позволяет выявить специфические изменения легочной ткани на самых ранних стадиях, что невозможно реализовать при стандартной рентгенографии легких.

Важно подчеркнуть, что, кроме отмеченных выше преимуществ КТ легких при ранней дифференциальной диагностике ОДН, этот метод также эффективен для выявления особенностей характера повреждения легких при COVID-19. Анализ клинической картины, характера изменений на КТ и особенности нарушений биомеханики легких позволили выявить как минимум два типа ОРДС, вызванных COVID-19.

Так, при сходных высоком внутрилегочном шунте и тяжелой гипоксемии типа 1 ОРДС при COVID-19 характеризуется низким объемом поражения легких (менее 30 %) и соответственно хорошей эластичностью легких (Cst. более 60–80 мл/см H₂O).

Тогда как при типе 2 ОРДС на фоне COVID-19 тяжелая гипоксемия сопровождается большим объемом поражения легких (более 40–50 %) и существенным снижением эластичности легких (Cst. менее 40 мл/см H₂O).

Таким образом, при ОРДС первого типа гипоксемия в большей степени обусловлена перфузионно-вентиляционными нарушениями (в том числе и вследствие нивелирования рефлекса гипоксической легочной вазоконстрикции – эффект Эйлера-Линенштрандта), тогда как при ОРДС второго типа нарушение оксигенирующей функции легких в большей степени обусловлено существенным снижением ФОЕ легких. Соответственно принципы лечения и выбора респираторной стратегии при разных формах ОРДС на фоне COVID-19 будут различными, о чем будет сказано ниже.

Ряд исследований показали корреляцию между динамикой разрешения вирусной пневмонии и улучшением КТ картины легких.

При отсутствии КТ возможно использование ультразвуковое исследование легких. УЗИ легких позволяет дифференцировать пневмоторакс, гидроторакс, гемоторакс,

пиоторакс, кисты, буллы, дифференцировать диффузное ателектазирование и интерстициальный и (или) альвеолярный отек. Наряду с контролем состояния нижней полой вены и размерами камер сердца этот метод позволяет быстро и эффективно уточнить причину развития дыхательных расстройств, характер дисгидрий, нарушений системной и легочной кардиогемодинамики.

При решении вопроса о возможности выполнения КТ легких в каждой конкретной клинической ситуации необходимо персональное решение вопроса о рисках и пользе транспортировки пациента. В случаях инфицирования COVID-19 необходимо индивидуальное решение вопроса о возможности выполнения КТ легких с точки зрения рисков инфицирования здоровых пациентов и медицинского персонала, контаминации медицинского оборудования при безусловном выполнении всех принципов противоинфекционной защиты пациента и медперсонала.

Неинвазивная респираторная поддержка

Учитывая, что ОДН при ОРДС и вирусных пневмониях имеет сходные принципиальные механизмы патогенеза (снижение торакопульмональной податливости, уменьшение функциональной емкости легких [ФОЕ], накопление внесосудистой жидкости в легких, ухудшение региональных вентиляционно-перфузионных отношений и рост внутрилегочного шунтирования крови), в случае развития гипоксемии представляется нецелесообразным проведение традиционной оксигенотерапии (через носовые канюли или лицевую маску). Действительно, использование низкотоковой (4–8 л/мин) воздушно-кислородной смеси не позволит эффективно воздействовать на основные механизмы патогенеза ОДН и увеличить оксигенацию артериальной крови при высоком риске повреждения эпителия верхних дыхательных путей (ВДП) и альвеол плохо увлажненным и плохо согретым кислородом. Поэтому при развитии паренхиматозной ОДН и при ОРДС легкой степени любой этиологии целесообразно использовать неинвазивные методы респираторной поддержки (НИВЛ).

Развитие современных медицинских технологий позволило широко внедрить в клиническую практику различные методы НИВЛ. Неинвазивную ИВЛ применяют на разных стадиях лечения ДН различного генеза:

- для снижения частоты интубации;
- для лечения ДН различного генеза как альтернативу инвазивной ИВЛ;
- на этапе прекращения ИВЛ – возможность более ранней экстубации;
- после экстубации – снижение частоты реинтубации и возобновления ИВЛ.

Неинвазивная респираторная поддержка позволяет улучшить биомеханику легких и газообмен и снизить работу дыхания пациента. Эти эффекты реализуются за счет применения положительного давления в конце выдоха (ПДКВ) или непрерывного положительного давления в дыхательных путях (СРАР) и инспираторной поддержки давлением (PS). Положительные эффекты ПДКВ (СРАР):

- увеличение ФОЕ легких;
- увеличение эластичности легких;

- уменьшение регионарных вентиляционно-перфузионных нарушений в легких;
- улучшение газообмена в легких;
- снижение работы дыхания пациента;
- уменьшение транспульмонального давления;
- снижение отрицательных респираторно-циркуляторных эффектов НИВЛ и (или) ИВЛ.

Положительные эффекты поддержка давлением (PS):

- снижение работы дыхания;
- купирование торакоабдоминального асинхронизма;
- уменьшение транспульмонального давления;
- снижение отрицательных эффектов на кардиогемодинамику.

За счет этих эффектов НИВЛ является эффективной в самых разных клинических ситуациях: при обострении хронических обструктивных заболеваний легких (ХОБЛ), при рестриктивной ОДН, кардиогенном отеке легких, хронической сердечной недостаточности, тупой травме груди, после хирургических вмешательств на легких, в раннем послеоперационном периоде, синдроме гиповентиляции при ожирении, сонном апное и т.д.

Современные респираторные технологии предлагают большой выбор режимов НИВЛ: СРАР, ЕРАР, PSV, PPS, VS, VTBS, ВІРАР, DuoРАР, ІСРАР, ASV и т.д. Имеется выбор соединения респиратора с ДП пациента: назальные канюли, трахеостомические канюли, назальная маска, лицевая маска, total face, шлем и т.д.

У пациентов с паренхиматозной ОДН, ОРДС, пневмониями НИВЛ является стартовым методом РП, особенно при ОРДС_{непр.} Основными показаниями для проведения НИВЛ у данного контингента пациентов являются:

- одышка в покое, ЧДД выше 25–30 раз в минуту;
- участие в дыхании вспомогательной мускулатуры;
- торакоабдоминальный асинхронизм;
- гипоксемия: $PaO_2 \leq 60$, $SaO_2 \leq 90\%$ при $FiO_2 = 0,4–0,5$ или $PaO_2/FiO_2 < 300$ при $FiO_2 = 0,21$, $Qs/Qt \geq 10\%$;
- гиперкапния: $PaCO_2$ более 45 мм рт. ст.) и (или) прогрессивное ее нарастание;
- гипокапния: $PaCO_2$ ниже 25 мм рт. ст. и (или) прогрессивное ее снижение;
- pH ниже 7,35 и (или) его прогрессивное снижение;
- повышение сопротивления дыхательных путей (Raw) в 1,5–2,0 выше нормы;
- тахикардия в покое: ЧСС выше 90 раз в минуту;
- артериальная гипертензия (гипотензия);
- акроцианоз, цианоз;
- совокупность перечисленных факторов.

Современные респираторные технологии позволяют реализовать различные режимы РП в условиях НИВЛ с широким диапазоном настроек параметров вентиляции у пациентов разного профиля. В ряде клинических ситуаций НИВЛ является эффективной альтернативой ИВЛ. Основными преимуществами НИВЛ перед ИВЛ являются:

- отсутствие осложнений, присущих интубации трахеи и длительному нахождению в ней интубационной трубки;
- меньшие риски развития респираторных осложнений;
- меньшие риски развития циркуляторных осложнений;

- снижение рисков развития нозокомиальных инфекции;
- уменьшение потребности в медикаментозной седации;
- возможность контакта с пациентом;
- возможность более ранней мобилизации пациента;
- фармакоэкономические преимущества.

При этом следует помнить о многих преимуществах сохранения спонтанного дыхания в условиях РП у пациентов с ОДН различного генеза:

- профилактика атрофии дыхательной мускулатуры;
- улучшение регионарных вентиляционно-перфузионных отношений;
- улучшение кардиогемодинамики, снижение ангрузки на правый желудочек сердца;
- сохранение кашлевого рефлекса – снижение риска развития респиратор-ассоциированной пневмонии;
- облегчение процесса отлучения от ИВЛ;
- сокращение продолжительности респираторной поддержки и пребывания в ОР.

Вместе с тем любые методы НИВЛ не лишены отрицательных эффектов. Основными недостатками НИВЛ являются:

- необходимость активного сотрудничества медицинского персонала с пациентом;
- сложности настройки параметров НИВЛ;
- необходимость частой коррекции настроек параметров НИВЛ;
- невозможность реализовать в условиях НИВЛ высокого ПДКВ;
- невозможность реализовать в условиях НИВЛ высокого инспираторного давления;
- отсутствие в условиях НИВЛ прямого доступа к дыхательным путям для санации;
- высокий риск аэрофагии;
- высокий риск аспирации содержимого полости рта и желудка;
- мацерация и некрозы кожи в местах прилегания маски;
- носовые кровотечения;
- конъюнктивиты;
- возможность развития гипоксемии при не герметичном соединении маски;
- неадекватное согревание и увлажнение (кондиционирование) газовой смеси;
- риски контаминации оборудования, заражения медицинского персонала и пациентов при высококонтагиозных инфекциях.

Несмотря на все очевидные преимущества НИВЛ, в ряде клинических ситуаций этот метод никак не сможет заменить ИВЛ. Абсолютными противопоказаниями для любых методов НИВЛ являются:

- отсутствие самостоятельного дыхания;
- отсутствие сознания;
- $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 170$;
- невозможность реализации НИВЛ (краниофациальная травма, повреждения ВДП, конституциональные особенности);
- отсутствие кооперации с пациентом;

- тяжелое состояние пациента (сочетание факторов риска, нарастание тяжести состояния, прогрессирование ОДН);
- высокая вероятность отсутствия эффекта от НИВЛ (тяжесть состояния, чрезмерная работа дыхания, нарастание гипоксемии, гипо-, гиперкапнии, тяжелая анемия, гиповолемия, ацидоз и т.д.).

Учитывая возможности и ограничения НИВЛ, в ряде клинических ситуаций ее эффективность может существенно снижаться, и реализация этого метода РП становится невозможной. Основными противопоказаниями для НИВЛ являются:

- остановка дыхания;
- невозможность обеспечить защиту дыхательных путей (нарушение кашля и глотания) и высокий риск аспирации;
- избыточная бронхиальная секреция;
- нарушения сознания (возбуждение или угнетение сознания), неспособность пациента к сотрудничеству с медицинским персоналом;
- краниофациальная травма, ожоги, анатомические нарушения, препятствующие установке маски;
- выраженное ожирение;
- неспособность пациента убрать маску с лица в случае рвоты;
- активное кровотечение из желудочно-кишечного тракта;
- обструкция верхних дыхательных путей;
- дискомфорт от маски, клаустрофобия;
- операции на верхних дыхательных путях;
- прогрессивное ухудшение состояния пациента на фоне нестабильной гемодинамики вследствие ишемии или инфаркта миокарда, жизнеугрожающей аритмии, неконтролируемая артериальная гипертензия.

Важным условием эффективности НИВЛ является тщательное соблюдение методологии ее проведения:

- перед началом НИВЛ необходимо обязательно объяснить пациенту показания для проведения ему НИВЛ, преимущества метода перед интубацией и ИВЛ, принцип действия аппарата ИВЛ, особенности НИВЛ, необходимость сотрудничества пациента с медперсоналом, важность понимания им смысла и целей проводимой процедуры;
- целесообразно использовать респираторы, располагающие всеми современными режимами и параметрами НИВЛ;
- целесообразно использовать современные респираторы, с возможностью эффективной компенсации утечек, триггеров, работающих в условиях негерметичного контура, мониторинга параметров респираторного паттерна и мониторинга функций пациента;
- необходимо иметь достаточный выбор масок (назальные, лицевые, шлем и др.) и применять их по показаниям (лицевая при нарастании ДН, назальная при стабильном состоянии и ночью, при клаустрофобии, плохой переносимости лицевой маски, при комбинации методов и т.д.);
- необходимо учитывать индивидуальные анатомические и психологические особенности пациента;
- целесообразно использовать комбинацию методов НИВЛ с ВПО, позиционной терапией и др.

Следует отметить, что эффективность любого метода НИВЛ в большой степени зависит от правильных

стартовых настроек параметров РП. Действительно, в большинстве случаев низкая эффективность НИВЛ, ведущая к интубации трахеи, обусловлена не лимитом терапевтических возможностей этого метода, а неадекватным состоянию пациента выбором параметров респираторного паттерна. Алгоритм выбора первичных параметров НИВЛ:

- выбрать стартовый уровень ПДКВ – 4–6 см вод. ст.;
- оценить ДО пациента, признаки повышения работы дыхания (одышка, участие вспомогательной мускулатуры, торакоабдоминальный синхронизм и т.д.);
- установить минимальную чувствительность триггера, при которой нет аутотриггирования (–1,5–2,0 см вод. ст. для триггера по давлению; 2–3 л/мин для триггера по потоку);
- подобрать уровень поддержки инспираторного давления (PS, IPAP) индивидуально путем ступенчатого (по 1–2 см вод. ст.) его увеличения с 4–6 см вод. ст. до достижения дыхательного объема, равного 6–8 мл/кг должной массы тела (ДМТ) (расчет ДМТ (кг): мужчины = $50 + 0,91 \times (\text{рост (см)} - 152,4)$; женщины = $45,5 + 0,91 \times (\text{рост [см]} - 152,4)$, оценить SpO_2 , ЧД, ДО/ЧД;
- настроить величину ускорения пикового инспираторного потока, адекватную текущему состоянию пациента (соответствующему состоянию его нейрореспираторного драйва респираторному запросу в соответствии со скоростью вдоха пациента), целесообразно ориентироваться на графический мониторинг дыхания – избегать «поточного голода» и чрезмерно высокой скорости нарастания потока;
- настроить триггер переключения аппарата с вдоха на выдох для обеспечения достаточного ДО и комфорта пациента (целесообразно использовать алгоритм выбора процентного снижения скорости потока от его максимального значения), целесообразно ориентироваться на графический мониторинг дыхания – достигнуть соответствия продолжительности аппаратного вдоха с продолжительностью вдоха пациента;
- установить инспираторную фракцию кислорода во вдыхаемой газовой смеси (FiO_2) на минимальном уровне, который обеспечивает SpO_2 88–95 %;
- у пациентов при SpO_2 менее 88 % на фоне FiO_2 –0,3 постепенно (по 1–2 см вод. ст.) увеличить ПДКВ до 8–12 см вод. ст. при условии переносимости;
- использовать достаточный респираторный и кардиогемодинамический мониторинг;
- использовать графический мониторинг НИВЛ;
- ориентироваться на субъективное состояние пациента;
- постоянно корректировать настройки респиратора.

Особенно следует отметить, что начинать настройку параметров НИВЛ следует с постепенного увеличения ПДКВ. Во многих случаях оптимальное ПДКВ позволяет быстро скорректировать дыхательные расстройства.

Поддержку давлением целесообразно использовать при наличии торакоабдоминального асинхронизма и (или) ДО/ЧД более 105. Неадекватно подобранные триггер вдоха и выдоха, ускорение пикового инспираторного потока, отношение вдох/выдох могут существенно снизить терапевтическую эффективность НИВЛ.

В большинстве случаев данный алгоритм выбора стартовых настроек НИВЛ позволяет обеспечить ее эффективность

и безопасность. Следует помнить, что неправильный выбор любого из этих параметров НИВЛ не позволит реализовать все терапевтические возможности этого метода РП, снизит ее клиническую эффективность и приведет к необходимости интубации трахеи и начала инвазивной управляемой ИВЛ. При этом следует учитывать, что:

- высокие значения ПДКВ (10–12 см вод. ст. и более) и [или] PS 16–18 см вод. ст. и более), несмотря на временное улучшение оксигенации, приводят к дискомфорту пациента и повышают риски развития повреждения легких;
- уменьшение диспноэ, как правило, достигается вскоре после настройки адекватного режима вентиляции, в то время как для коррекции гиперкапнии и (или) гипоксемии может потребоваться несколько часов;
- в первые часы НИВЛ должна проводиться в непрерывном режиме;
- контроль показателей газообмена и состояния пациента в первые часы НИВЛ должен проводиться в постоянном режиме;
- далее, после улучшения показателей газообмена, возможно постепенное снижение интенсивности НИВЛ (сначала снижение фракции кислорода, затем величины PS, потом уровня ПДКВ);
- далее, при стабильных показателях газообмена и состояния пациента, возможно проведение НИВЛ сеансами по несколько часов в сутки в зависимости от состояния пациента и переносимости;
- целесообразна комбинация сеансов НИВЛ с сеансами ВПО;
- при возможности целесообразно использовать респираторные тренажеры на всех этапах проведения НИВЛ;
- целесообразно в условиях НИВЛ применение кинезиотерапии и позиционной терапии (в положении на здоровом боку, ортостазе, в прон-позиции).

При неправильных настройках параметров РП, даже в условиях НИВЛ, возможно развитие SILI вследствие значительного роста работы дыхания и потребления кислорода, чрезмерного увеличения ДО, транспульмонального давления и асинхронизма.

При начале НИВЛ принципиальным условием является тщательный мониторинг состояния пациента и быстрая (в течение 15–30 минут) оценка эффективности РП, особенно при ОРДС и вирусных пневмониях. При оценке клинической эффективности НИВЛ необходима комплексная оценка состояния пациента:

- снижение $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ менее 175;
- отсутствие роста $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$;
- рост PaCO_2 ;
- рост ЧД более 25–30 раз в минуту или отсутствие снижения ЧД;
- увеличение соотношения ЧД/ДО более 100;
- появление или нарастание энцефалопатии;
- десинхронизация пациента с респиратором;
- появление или нарастание ацидоза;
- ухудшение состояния пациента.

Кроме того, возможно снижение эффективности НИВЛ вследствие других объективных причин:

- неспособность пациента переносить маску вследствие дискомфорта или боли;
- невозможность обеспечить герметичность маски, большие утечки;
- неспособность НИВЛ значимо улучшить газообмен или уменьшить диспноэ;
- невозможность адекватной санации секрета ТБД;
- невозможность обеспечения адекватной протекции ВДП;
- развитие ишемии миокарда или жизнеугрожающих аритмий;
- угнетение сознания или развитие делирия.

Во всех этих ситуациях показаны незамедлительная интубация трахеи и проведение ИВЛ, а не продолжение коррекции параметров НИВЛ. Следует помнить, что в подобных ситуациях при неэффективности НИВЛ задержка интубации трахеи приводит к увеличению летальности. В большинстве клинических ситуаций первые несколько часов (до суток) НИВЛ являются решающими в плане определении ее эффективности. Однако на всех этапах проведения НИВЛ при появлении любых признаков ее неэффективности следует незамедлительно переходить на инвазивную ИВЛ.

Таким образом, в основе эффективности любого метода НИВЛ лежат знание и соблюдение необходимых условий для реализации НИВЛ:

- тщательный отбор пациентов – кандидатов для НИВЛ, строго соответствующих критериям показаний и противопоказаний для НИВЛ. Наиболее вероятными кандидатами для ИВЛ респондерами являются пациенты с ОРДС_{непр.}, тупой травмой груди, кардиогенным отеком легких, обострением ХОБЛ и т.д.;
- наличие у пациента уровня сознания, достаточного для эффективного сотрудничества с врачом, выполнения инструкций, минимальными рисками аспирации и аэрофагии;
- правильный выбор вида маски (лицевая, носовая и др.), ее размера, комфортное и герметичное соединение;
- правильный индивидуальный подбор стартовых параметров НИВЛ и их последующей коррекции;
- тщательное мониторирование показателей функции дыхания, газообмена, кардиогемодинамики, метаболизма, транспорта кислорода и общего состояния пациента.

Выполнение данных рекомендаций увеличит клиническую эффективность применения НИВЛ при лечении ОДН.

Высокопоточная оксигенотерапия

Высокопоточная оксигенотерапия является новой опцией неинвазивной респираторной поддержки, которая реализуется за счет генерирования высокоскоростного потока кислородно-воздушной смеси, существенно превосходит по своим терапевтическим эффектам традиционную низкопоточную оксигенотерапию и имеет ряд преимуществ перед традиционной НИВЛ. При ВПО высокая скорость потока газа (от 30 л/мин до 60 и выше) обеспечивает:

- большее соответствие респираторному запросу патологического нейрореспираторного драйва пациентов с ОДН;

- минимальное примешивание (разбавление) к газо-кислородной смеси от респиратора комнатного воздуха и поддержание заданной фракции кислорода;
- генерирование положительного давления в ДП (CPAP-like effect).
- улучшение элиминации CO_2 за счет уменьшения объема анатомического мертвого пространства и улучшения альвеолярной вентиляции (dead space washout effect);
- снижение работы дыхания пациента за счет уменьшения сопротивления в ВДП;
- уменьшение торакоабдоминального асинхронизма; снижается ЧСС, увеличение ДО даже при стабильном PaCO_2 .
- реализацию положительных респираторных эффектов ВПО без существенных отрицательных эффектов на крадиогемодинамику;
- адекватное увлажнение и согревание (эффективное кондиционирование) газовой смеси – минимизация повреждения эпителия респираторной системы пациента;
- лучшую переносимость метода и больший комфорт пациента (по сравнению с НИВЛ – клаустрофобия, аэрофагия, повреждения кожи лица, диспноэ, возможность принятия пищи, общение, уход и т.д.);
- возможность длительного (сутки и более) непрерывного применения метода.

Учитывая вышесказанное, при отсутствии показаний для немедленной интубации ВПО может быть использована как стартовый метод РП (перед НИВЛ) при развитии гипоксии на ранних стадиях ОДН и при легкой форме ОРДС любой этиологии.

В настоящее время отсутствуют четкие протоколы применения ВПО в конкретных клинических ситуациях. Начинать ВПО следует только после достижения температуры газовой смеси не менее 37 °С. При использовании ВПО возможна пошаговая (по 2–5 л/мин) эскалационная регуляция скорости потока (начиная с 30 л/мин и более) или аналогичная дезэскалационная регуляция скорости потока (начиная с 60 л/мин и ниже) в зависимости от переносимости в каждом конкретном клиническом случае. При недостаточной оксигенации после выбора оптимальной скорости потока возможно увеличение фракции кислорода.

Следует отметить, что при легкой и умеренной ОДН целесообразно использовать дезэскалационный способ выбора скорости инспираторного потока – начиная с 60 л/мин и последующем его снижении при возможности, что позволит быстро реализовать возможности этого метода НИВЛ и быстро оценить его эффективность.

Нет убедительных данных о значимых отрицательных эффектах ВПО. У пациентов с ХОБЛ при использовании высоких концентраций кислорода возможно развитие респираторного ацидоза вследствие рефлекторного уменьшения ЧД и ДО.

При отсутствии эффективности применения ВПО (оценка в течение 15–30 минут) возможно применение масочной НИВЛ. Однако при отсутствии эффективности применения любого метода НИВЛ в каждой клинической ситуации необходимо объективное решение вопроса о необходимости интубации трахеи начале ИВЛ.

Следует понимать, что ВПО не в состоянии реализовать высокое положительное давление в легких (более 2–4 см

вод. ст.) даже при высокой скорости потока газа, что существенно ограничивает ее эффективность при нарастании ОДН. Поэтому целесообразно сочетанное использование ВПО с НИВЛ, в том числе одновременно вместе с респираторным шлемом, а также в комбинации с позиционной терапией, в частности с прон-позицией. Результаты наших исследований показали, что сочетанное применение НИВЛ и ВПО (последовательное чередование сеансов) позволяет увеличить их терапевтический потенциал, по сравнению с отдельным использованием этих методов РП, и сократить тем самым частоту интубаций. Результаты наших исследований показали возможность увеличения клинической эффективности при сочетанном применении продолжительных (непрерывно до нескольких суток) сеансов ВПО с короткими (от 30 минут до нескольких часов) сеансами НИВЛ, а также сочетание этих методов РП с прон-позицией и с положением на здоровом боку. Это позволяет дополнять и потенцировать терапевтические возможности данных методов лечения.

Также следует помнить о возможности эффективного применения ВПО при лечебно-диагностических манипуляциях на ВДП и при интубации трахеи в качестве альтернативы высокочастотной осцилляторной РП.

Основные условия эффективности ВПО аналогичны таковым при масочной НИВЛ. Следует отметить, что в условиях ВПО открытый рот пациента снижает его эффективность из-за разгерметизации ВДП и уменьшения CPAP-like эффекта.

Не доказаны преимущества ВПО или НИВЛ как стартового метода РП при ОРДС и вирусных пневмониях, а также преимущества каких-либо методов НИВЛ (носовая маска, лицевая маска, total-face mask, helmet), в отношении контроля перекрестной контаминации при использовании у пациентов с высокококтагиозной инфекцией.

Респираторные тренажеры

Побудительная спирометрия (incentive spirometry, IS) является простым, высокоэффективным и малозатратным методом профилактики и лечения ДН различного генеза, которая реализуется путем применения разных респираторных тренажеров. В настоящее время в клинической практике имеется широкий выбор устройств, позволяющих реализовать эту методологию в различных вариантах:

- дыхание с положительным давлением (positive airway pressure, PAP);
- дыхание с положительным давлением на выдохе (Positive expiratory pressure, PEP);
- сочетание положительного давления на выдохе и высокочастотной осцилляции легких (vibratory positive expiratory pressure system, VPEP);
- интрапульмональная перкуSSIONная вентиляция (intrapulmonary percussive ventilation, IPV);
- экстраторакальная механическая перкуSSION путем высокочастотных осцилляций грудной клетки (high frequency chest wall oscillation, HFCWO).

В основе клинической эффективности побудительной спирометрии лежат:

- эффективная тренировка дыхательной мускулатуры у пациентов разного профиля вне зависимости от причин ДН;

- оптимизация кашля;
- профилактика развития и лечение ателектазов;
- улучшение элиминации мокроты;
- поддержание открытыми дыхательных путей;
- увеличение ФОЕ;
- профилактика бронхоспазма;
- повышение эффективности эндобронхиальной химиотерапии.

Несомненными преимуществами каждого из перечисленных методов побудительной спирометрии, реализуемых посредством использования любого респираторного тренажера, являются:

- доступность и низкая стоимость устройства;
- минимизация рисков контаминации при использовании одноразовых тренажеров;
- простой алгоритм применения;
- отсутствие необходимости в дополнительном медицинском персонале;
- возможность применения самим больным;
- минимальные материальные затраты;
- возможность комбинации и сочетанного использования с разными методами РП, эндобронхиальной химиотерапии и позиционной терапии;
- отсутствие значимых побочных эффектов.

Рациональное применение респираторных тренажеров, особенно в сочетании с любыми методами НИВЛ на этапе развития ОДН, позволяет сократить частоту интубаций трахеи, на этапе разрешения ОДН – сократить частоту реинтубаций. К сожалению, в повседневной практике отделений реанимации эти методы используются неоправданно редко, что, несомненно, уменьшает терапевтический потенциал всех используемых методов лечения ОДН на разных стадиях.

Можно заключить, что современные неинвазивные респираторные технологии являются эффективными методами коррекции дыхательных расстройств при ДН с ОДН разной этиологии, позволяют существенной сократить частоту интубаций этих пациентов, сократить продолжительность ИВЛ за счет возможности более ранней экстубации пациентов. Это особенно актуально в условиях массового поступления пациентов с ОДН, вызванной вспышками, эпидемии и пандемии вирусных пневмоний, при большой нагрузке на медицинский персонал при дефиците аппаратов ИВЛ. Еще раз следует подчеркнуть целесообразность сочетанного использования любых методов НИВЛ с ВПО и респираторными тренажерами:

- НИВЛ + ВПО;
- НИВЛ + респираторные тренажеры;
- ВПО + респираторные тренажеры;
- НИВЛ + рекрутмент;
- НИВЛ + прон-позиция;
- ВПО + прон-позиция;
- НИВЛ + сурфактант;
- НИВЛ + эндобронхиальная химиотерапия;
- ВПО + эндобронхиальная химиотерапия;
- другие комбинации методов.

Интубация трахеи при ОРДС и вирусных пневмониях

Рациональное применение любых методов НИВЛ, даже в случаях ее неэффективности, позволит обеспечить планируемую, а не экстренную и (или) срочную интубацию трахеи, с выполнением всех нижеперечисленных условий ее выполнения с минимальными рисками и при отсутствии клинически значимой гипоксии.

Кроме универсальных абсолютных перечисленных выше показаний, для интубации трахеи и в случае неэффективной НИВЛ не следует медлить с выполнением интубации. У пациентов с ОРДС и вирусными пневмониями отсрочка интубации трахеи ухудшает прогноз. Абсолютными показаниями для интубации трахеи и начала ИВЛ являются:

- отсутствие самостоятельного дыхания (апноэ);
- кома;
- остановка кровообращения и проведение сердечно-легочной реанимации;
- патологические типы дыхания (нейрогенное гиперпноэ, гипопноэ, апнейзисы, дыхание КуССмауля, гаспинг, торакоабдоминальный асинхронизм и т.д.);
- тяжелая сочетанная травма;
- тяжелая тупая травма груди, ушиб легких, множественные двусторонние переломы ребер и (или) грудины, не дренированный пневмо- и гемоторакс, легочное кровотечение, массивная аспирация кровью и т.д.);
- массивная аспирация желудочным содержимым;
- тяжелое соматическое состояние пациента (шок, массивная кровопотеря, тяжелая гиповолемия, декомпенсированный ацидоз, совокупность факторов).

Общими показаниями для интубации трахеи у пациентов при проведении НИВЛ являются:

- сохраняющаяся гипоксемия (SpO_2 ниже 92%), несмотря на высокопоточную оксигенотерапию или НИВЛ, в том числе при их сочетанном использовании и комбинированное применение с позиционной терапией;
- сохраняющаяся ЧДД более 30–35 в минуту на фоне использования этих методов и (или) нарастание тахипноэ;
- появление и (или) нарастание торакоабдоминального асинхронизма;
- нарушение сознания;
- увеличение имеющихся и (или) появление новых инфильтративных изменений на КТ и фронтальной рентгенограмме легких.

При несоблюдении ряда условия рутинная процедура интубации трахеи может привести к ряду немедленных и отсроченных осложнений. Именно поэтому по возможности интубация трахеи должна быть плановой процедурой. При экстренных и срочных интубациях, по сравнению с плановыми, значимо возрастают:

- частота развития эпизодов гипоксии;
- частота развития эпизодов гиперкапнии;
- частота развития регургитаций;
- количество травматических повреждений ВДП, в том числе и фатальных;
- частота развития ВАТБ, ВАП.

Кроме того, любая интубация должна быть оротрахеальной (назотрахеальной – исключительно при отсутствии возможности выполнения оротрахеальной интубации). Интубация трахеи должна выполняться исключительно в стерильных условиях стерильными инструментами после тщательной санации носо-ротоглотки антисептиками, с выполнением всего протокола протекции ВДП (с использованием технологии посредством ВПО). Целесообразно использовать современные интубационные и (или) трахеостомические трубки с антимикробным покрытием с манжетками большого объема и низкого давления (и его контролем в динамике) и каналом для санации надманжеточного пространства. При возникающих трудностях интубации трахеи медицинский персонал должен знать протокол и владеть всеми навыками обеспечения проходимости ВДП. Замена интубационной или трахеостомической трубок должна выполняться в стерильных условиях.

Как и интубация трахеи, экстренная или плановая (при ожидаемой ИВЛ более 5–7 суток) трахеостомия должна выполняться также в стерильных условиях (плановая – только в операционной), по принятой в клинике методике (хирургическая или пункционная). Не рекомендовано рутинное выполнение фиброоптической бронхоскопии только для санации ТБД.

Длительное наличие интубационной или трахеальной трубки и назогастрального зонда (более 10–14 суток) является показанием для своевременного выполнения гастростомии (хирургической или пункционной).

Плановая или экстренная интубация трахеи у пациентов с высококонтагиозными бактериальными или вирусными заболеваниями должна выполняться в соответствии с существующими протоколами противоэпидемической, противоинойфекционной и противовирусной защиты персонала и пациентов. В таких ситуациях эта процедура выполняется в специально отведенных для этого медицинских помещениях (специальные боксированные медицинские помещения) с минимальным количеством медицинского персонала, врачом, хорошо владеющим этой процедурой с соответствующей противоинойфекционной защитой (костюм, очки, респиратор, перчатки) с нее последующей соответствующей обработкой и стерилизацией.

Высокочастотная осцилляция грудной клетки

Высокочастотная осцилляция грудной клетки является простым, доступным и эффективным вспомогательным методом лечения ОДН различного генеза и степени тяжести на разных стадиях, в условиях СД, НИВЛ, ИВЛ. Этот метод реализуется посредством простых в управлении и достаточно дешевых устройств, что позволяет не только улучшить клиренс мокроты и оптимизацию кашля, но и улучшить газообмен в легких. Этот метод также целесообразно использовать в сочетании с разными способами НИВЛ, позиционной терапии и др.

Имеется много сообщений о клинической эффективности этого метода у пациентов с ХОБЛ. Результаты наших исследований доказали высокую клиническую эффективность применения метода при тяжелой паренхиматозной ОДН как в условиях спонтанного дыхания, так и НИВЛ и ИВЛ. По нашим данным, применение этого метода позволяет улучшить оксигенирующую функцию легких, уменьшить агрессивность

параметров ИВЛ, снизить частоту интубаций трахеи и развития легочных гнойно-септических осложнений, сократить продолжительность РП. Включение в комплексную терапию ОДН разработанных нами алгоритмов проведения ВВО существенно улучшило результаты лечения ОДН и позволило научно обоснованно рекомендовать рутинное применение этого метода при лечении данного контингента пациентов.

Основные принципы проведения искусственной вентиляции легких

В настоящее время не доказано преимущества какого-либо стартового или базового режима ИВЛ при тяжелой рестриктивной или обструктивной ОДН. Следует помнить о немедленных и отсроченных легочных и внелегочных отрицательных эффектах ИВЛ (баротравма, волюмотравма, ателектотравма, биотравма, токсические эффекты высокой фракции кислорода, вентилятор-ассоциированное повреждение легких, эрготравма, ВАТБ, ВАП), особенно в агрессивных режимах, которые приходится использовать при тяжелых нарушениях биомеханики и газообмена в легких. Концепция щадящей ИВЛ подразумевает реализацию широкого спектра мероприятий:

- ограничение пикового давления в дыхательных путях;
- ограничение давления плато;
- ограничение транспульмонального давления;
- ограничение дыхательного объема (см. выше);
- ограничение частоты аппаратных дыханий;
- выбор способа оптимизации ПДКВ – эскалационный или дезэскалационный в зависимости от рекрутабельности легких;
- сохранение спонтанной дыхательной активности пациента – применение ВИВЛ;
- комплексную противомикробную защиту пациента в условиях ИВЛ;
- ранняя активизация пациента;
- мониторинг легочных и внелегочных функций и т. д.

Кроме респираторных, следует помнить и о других отрицательных эффектах ИВЛ:

- наличие инородного тела в верхних дыхательных путях – интубационной или трахеостомической трубки;
- инфекции – ВАТБ, ВАП, ИМТ и др.;
- внелегочные гнойно-септические осложнения ИВЛ;
- повреждения ВДП – перфорации, пролежни;
- дискомфорт пациента;
- отрицательные эффекты на легочную и системную кардиогемодинамику;
- задержка жидкости;
- трофические, тромботические, тромбоэмболические, нутритивные, когнитивные осложнения;
- продолжительность ИВЛ – время экспозиции избыточных давлений, объемов, интубационной или трахеостомической трубки и др.;
- человеческий фактор – недостаточное образование, нагрузка, перегрузки, ошибки и др.

Поэтому при оптимизации основных параметров респираторного паттерна важно помнить о ряде основных принципов щадящей ИВЛ:

- ограничение пикового давления в дыхательных путях (не более 30–40 см вод. ст.);
- ограничение дыхательного объема (не более 6–8 мл/кг массы идеальной тела);
- ограничение частоты аппаратных вдохов и контроль отношения вдох/выдох (при стартовых настройках избегать проявления ауто-ПДКВ);
- ограничение минутного объема вентиляции (минимально необходимого для обеспечения нормокапнии или контролируемой гиперкапнии);
- ограничение скорости пикового инспираторного потока (в диапазоне 40–70 л/мин (у взрослых пациентов));
- использование нисходящей формы инспираторного потока;
- ограничение фракции кислорода (минимально необходимая для поддержания достаточной оксигенации артериальной и смешанной венозной крови);
- выбор ПДКВ в соответствии с концепцией оптимального ПДКВ, при котором транспорт кислорода максимальный, и при обязательной оценке рекрутабельности легких;
- при инверсии – отношение вдох/выдох не более 1,5/1, ауто-ПДКВ – не более 50 % от ПДКВ_{общ.};
- использовать вспомогательные режимы РП;
- ранняя экстубация и перевод пациентов на НИВЛ;
- использовать адьювантные – нереспираторные и фармакологические методы лечения ОДН с целью воздействия на разные механизмы патогенеза ОДН и возможности снизить агрессивность параметров ИВЛ.

Учитывая вышесказанное, при тяжелых нарушениях биомеханики и газообмена в легких в условиях ИВЛ целесообразно использовать:

- консервативную стратегию обеспечения оксигенации – поддержание минимально достаточной сатурации артериальной крови от 88 до 95 % при максимально щадящих параметрах ИВЛ;
- либеральную стратегию управления CO_2 – поддержание PaCO_2 до 60–70 мм рт. ст. при контроле pH не менее 7,2 (не допускать респираторный ацидоз), при отсутствии повышенного ВЧД, мерцательной аритмии, выраженной легочной гипертензии. В этой ситуации, кроме контроля агрессивности параметров ИВЛ, возможна реализация позитивных эффектов умеренной гиперкапнии: потенцирование гипоксической легочной вазоконстрикции, угнетение тонуса ВДП, рост сердечного выброса, локальных и системный противовоспалительный эффект, сдвиг вправо кривой диссоциации «кислород – гемоглобин».

При реализации принципов щадящей ИВЛ действительно важно использовать вспомогательные режимы ИВЛ, применение которых позволяет:

- улучшить неравномерное распределение регионарной вентиляции и перфузии в неоднородно поврежденных легких;
- улучшить газообмен;
- улучшить биомеханику легких;

- снизить частоту развития отрицательных респираторных эффектов РП;
- снизить отрицательных эффекты РП на кардиогемодинамику;
- сократить риски развития ВАП;
- сократить продолжительность применения симпатомиметиков;
- сократить продолжительность применения седативных препаратов;
- сократить продолжительность ИВЛ, время отлучения от ИВЛ и РП в целом.

В рамках реализации этой стратегии необходимо:

- исключить применение наркотических анальгетиков и барбитуратов для седации пациентов и синхронизации с респиратором;
- исключить рутинное применение миоплегии;
- максимально ограничить применение наркотических анальгетиков;
- использовать проводниковые методы обезбоживания;
- при необходимости седации пациентов использовать современные препараты для управляемой седации с минимальным влиянием на функций внешнего дыхания.

Для синхронизации пациента с респиратором целесообразно:

- исключить легочные и внелегочные причины асинхронии (см. выше);
- использовать ВИВЛ;
- кратковременно использовать седативные препараты;
- кратковременно использовать болусы миорелаксантов;
- не использовать гипервентиляцию.

Для оптимизации ВИВЛ, как и при НИВЛ (см. выше), также тщательная настройка:

- триггера вдоха;
- триггера переключения вдоха на выдох;
- скорости пикового инспираторного потока;
- ускорения пикового инспираторного потока;
- настройка ПДКВ;
- настройка отношения вдох/выдох;
- оптимизация ПДКВ – при таком отношении вдох/выдох, когда ауто-ПДКВ = 0;
- инверсия отношения вдох/выдох после оптимизации ПДКВ.

В условиях ИВЛ, как и при НИВЛ, важным аспектом улучшения биомеханики и газообмена в легких является оптимизация ПДКВ. Следует помнить, что при оптимизации ПДКВ важно не столько определение его оптимального значения (сложный подбор и быстрое изменение в каждой конкретной клинической ситуации), сколько выбор способа оптимизации – эскалационного или деэскалационного. Для этого целесообразно использовать критерии рекрутабельности или нерекрутабельности легких.

Легкие рекрутабельны, если:

- доминируют прямые повреждающие факторы;
- ранняя стадия ОРДС (1–5-е сутки);

- на компьютерной томографии легких преобладают гомогенные изменения по типу «матового стекла»;
- на петле «давление – объем» отчетливо выражена точка перегиба;
- внутрибрюшное давление более 15 мм рт. ст.;
- имеется значимый прирост ФОЕ при увеличении ПДКВ;
- имеется умеренное повышение содержания внесосудистой жидкости в легких (ELWI менее 8 мл на 1 кг идеальной массы тела);
- транспульмональное давление на выдохе отрицательное.

В этой ситуации эффективным будет применение рекрутмента, достаточно высокие значения оптимального ПДКВ, менее эффективным – ИВЛ в проп-позиции, эндобронхиальная химиотерапия.

Легкие не рекрутабельны, если:

- доминируют прямые повреждающие факторы;
- поздняя стадия ОРДС (фибропролиферация);
- на компьютерной томографии легких преобладают неомогенные изменения по типу консолидации;
- на петле «давление – объем» отсутствует выраженная точка перегиба;
- отсутствует внутрибрюшная гипертензия;
- отсутствует существенный прирост ФОЕ при увеличении ПДКВ;
- имеется выраженная гипергидратация легких (ELWI более 12 мл на 1 кг идеальной массы тела);
- транспульмональное давление на выдохе положительное.

В этой ситуации более эффективными будут ИВЛ в проп-позиции, эндобронхиальная химиотерапия, дегидратация, применение эскалационного способа оптимизации ПДКВ. Менее эффективными – рекрутмент, высокое ПДКВ. В этой ситуации более часто развиваются отрицательные респираторно-циркуляторные эффекты высокого ПДКВ вследствие перерастяжения интактных альвеол (баротравма, волюмотравма), еще большего нарушения регионарных отношений вентиляции/перфузии, роста давления в малом круге кровообращения и перегрузки правого желудочка.

Действительно, легочная гипертензия при тяжелой паренхиматозной ОДН усугубляется ростом давления в легочной артерии при агрессивных параметрах ИВЛ, что ведет к перегрузке правого желудочка, смещению межжелудочковой перегородки справа налево и снижению КДО левого желудочка, снижению УО, МОК, венозного возврата и транспорта кислорода. Следует помнить, что при росте ПДКВ возможно снижение тотального транспорта кислорода даже при росте PaO_2 , и в этой ситуации рост оксигенации может быть обусловлен исключительно негативным гемодинамическим эффектом – снижением внутрилегочного шунтирования крови вследствие снижения сердечного выброса без какого-либо рекрутирования легких.

Правожелудочковая недостаточность и дисфункция миокарда при ОРДС в условиях ИВЛ является частой причиной летальных исходов (до 30%) у этих пациентов, что

диктует необходимость использования фармакологической кардиопротекции (селективные легочные вазодилататоры и (или) вазоконстрикторы, инодилаторы, левосимендан, фосфокреатин, β -блокаторы и др.). Поэтому при коррекции параметров ИВЛ и оптимизации ПДКВ необходим контроль показателей кардиогемодинамики (неинвазивный, инвазивный) и транспорта кислорода.

При тяжелых нарушениях биомеханики легких и газообмена вследствие ОРДС, в том числе и вирусной этиологии, становится еще более актуальным тщательное следование всем вышеперечисленным принципам оптимизации параметров РП.

При этом важно помнить, что легочная гипергидратация (чаще развивается при ОРДС_{пр.} по сравнению с ОРДС_{непр.}), не только сопровождается ухудшением биомеханики и газообмена и является предиктором неблагоприятного исхода, но и снижает клиническую эффективность всех респираторных и адьювантных методов лечения. Именно поэтому рестриктивная стратегия инфузионной терапии при ОРДС ассоциируется с улучшением газообмена и снижением летальности.

В условиях транкапиллярной утечки, легочной гипергидратации и гипоальбуминемии показано пролонгированное введение адекватных доз (не менее 40–60 г/сут) 20 %-го альбумина с контролем жидкостного баланса и применением (по показаниям) диуретиков.

При развитии стойкой критической гипоксемии возможно применение ИВЛ с высоким ПДКВ или APRV (airway pressure release ventilation). Не показано применение HFO (high-frequency oscillation) вследствие значимого повреждающего влияния на легкие этого метода РП.

При этом важно понимать, что длительное применение агрессивных параметров ИВЛ неизбежно ведет к повреждению легких и уменьшает потенциал для их последующего восстановления. Поэтому отсутствие эффекта от ИВЛ с высоким ПДКВ (более 16–18 см вод. ст.), давлением плато более 35 см вод. ст., фракцией кислорода более 60 следует рассматривать как показание к дифференцированному применению адьювантных методов лечения (прон-позиция, экзогенные сурфактанты, оксид азота, кортикостероиды, ингибиторы фосфодиэстеразы, кетоконазол, ингибиторы рецепторов эндотелия, гранулоцит-макрофагальный колоний-стимулирующий фактор, N-ацетилцистеин, силвестат и др.).

Достижение приемлемых показателей газообмена на таких параметрах ИВЛ также следует рассматривать как показание для использования нереспираторных и фармакологических методов лечения гипоксии и протекции легких. Действительно, согласно современным представлениям, дифференцированное и комплексное применение нереспираторных и фармакологических методов показано не только для улучшения биомеханики и газообмена, но для улучшения и функционального состояния легких, и возможности снижения агрессивности ИВЛ.

Благодаря развитию медицинских технологий в последние годы в клиническую практику активно внедряются инновационные так называемые автоматизированные и интеллектуальные методы РП. Эти методы

респираторной поддержки (PAV, PSVC, ASV, Fully closed loop ventilation, SMC, Noisy Vent. и т.д.) ни в коем случае не заменяют врача и клиническое мышление, и не позволяют выбрать идеальные режимы и параметры ИВЛ, но дают возможность оценить биомеханику легких, подобрать первичные наименее повреждающие параметры РП, безопасно оптимизировать ПДКВ (P/V-Tool, VRI, FRS-control, EIT и т.д.), постоянно адаптировать ряд параметров ИВЛ (ПДКВ, ЧСС, PS и др.) в ходе ИВЛ, безопасно и эффективно проводить отлучение пациента от респиратора (контроль индекса Тобинга, INTELLiVENT, PPV, NAVA, и т.д.). Оптимизация мониторинга («Интегрированный легочный индекс», «Анализ респираторной тревоги», INTELLiVENT и т.д.) повышают безопасность пациента в условиях ИВЛ и снижают нагрузку на медицинский персонал.

Клиническая эффективность этих респираторных технологий обусловлена:

- научно-обоснованными алгоритмами коррекции параметров ИВЛ – реализация стратегии защиты легких;
- непрерывной эффективной адаптацией респиратора к изменениям респираторного паттерна пациента – оптимальная синхронизация, комфорт пациента, сокращение потребления седативных препаратов, эффективное отлучение от респиратора, сокращение продолжительности ИВЛ;
- эффективным мониторингом, дружелюбным интерфейсом, визуализацией ИВЛ – повышение безопасности пациента;
- стандартизацией лечения – анализ эффективности, обучение медицинского персонала;
- снижением нагрузки на медперсонал – уменьшение врачебных ошибок.

Согласно современным представлениям критериями эффективности ИВЛ являются не только и не столько улучшение показателей газообмена и (или) биомеханики легких, как снижение агрессивности параметров ИВЛ, улучшение баланса кислорода, сокращение продолжительности РП, сокращение продолжительности лечения в ОР, сокращение количества осложнений и снижение летальности, связанной с ИВЛ, возможность сохранить качество жизни после продолжительной ИВЛ.

Прекращение респираторной поддержки

Не менее актуальным вопросом является прекращение респираторной поддержки. Современные инвазивные и неинвазивные респираторные технологии позволяют аргументированно, эффективно и безопасно осуществлять этот процесс. На этом этапе лечения ОДН активное использование НИВЛ и ВПО позволит сократить общую продолжительность РП и частоту реинтубаций. Основными универсальными критериями безопасного отлучения от респиратора пациентов с ОДН различного генеза являются:

- отсутствие отечно-дислокационного синдрома головного мозга;
- достаточный уровень сознания;
- отсутствие патологических ритмов дыхания;

- полное прекращение действия седативных препаратов;
- полное прекращение действия миорелаксантов и других препаратов угнетающих дыхание, если таковые применялись;
- восстановление эффективного кашлевого рефлекса;
- стабильная кардиогемодинамика и отсутствие жизнеопасных нарушений ритма;
- отсутствие тяжелой гиповолемии;
- отсутствие декомпенсированных электролитных и метаболических нарушений;
- отсутствие выраженных проявлений ДВС-синдрома (клинически значимой кровоточивости или гиперкоагуляции);
- полноценная нутритивная поддержка пациента перед и во время прекращения ИВЛ;
- температура менее 38,0 °С;
- уменьшение инфильтрации на рентгенограмме и (или) компьютерной томограмме легких;
- адекватная санация имеющихся и отсутствие новых внелегочных гнойно-септических очагов;
- $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ более 250; PvO_2 более 35 мм рт. ст.;
- $\text{P}_{\text{тр.лик.}}$ менее 20 см вод. ст.;
- $\text{C}_{\text{стат.}}$ более 40 мл/см вод. ст.;
- R менее 10 мбар/л/с;
- индекс Тобина (f/Vt) менее 105;
- ЖЕЛ ≥ 15 мл/кг.

Результаты разных исследований показали, что среди вышеперечисленных наиболее «сильными» критериями начала безопасного снижения РП являются:

- уменьшение и (или) разрешение инфильтрации на рентгенограмме и (или) компьютерной томограмме легких;
- адекватная санация имеющихся и отсутствие новых внелегочных гнойно-септических очагов;
- $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ более 300 мм рт. ст.;
- индекс Тобина (f/Vt , ЧД/ДО) менее 105.

Кроме перечисленных критериев, в каждой конкретной клинической ситуации необходима интегральная клиническая оценка состояния больного, в том числе с использованием стандартных оценочно-прогностических шкал (APACHE, SOFA, SAPS, Глазго, Мюррея и т. д.).

Следует помнить, что на этапе отлучения от ИВЛ часто возможно развитие:

- эпизодов гиповентиляции и гиперкапнии;
- эпизодов гипоксии;
- легочных и внелегочных гнойно-септических осложнений.

Поэтому на этом этапе РП, как и при развитии ОДН, необходимо применение:

- НИВЛ;
- ВПО;
- Сочетание сеансов НИВЛ и ВПО;
- респираторных тренажеров;
- сочетанное с НИВЛ и ВПО использование позиционной терапии и прочих адьювантных методов лечения;

- комплексной противомикробной защиты легких и пациента, в том числе ингаляционное введение антибиотиков и (или) противогрибковых препаратов.

Особенные сложности встречаются на этапе отлучения от респиратора пациентов с трахеостомической трубкой – канюленосителей. Разгерметизация системы «респиратор-пациент» в этой ситуации сопровождается существенным повышением работы дыхания, риском развития трахеобронхита, пневмонии, дискомфортом. У этих пациентов при отлучении от респиратора методом выбора является ВПО с применением трахеостомической канюли, которая позволяет эффективно нивелировать все вышеперечисленные проблемы.

Процесс деканюляции следует начинать при восстановлении сознания, дыхания, при отсутствии нарушения разделительной функции гортани, локальных, региональных и системных осложнений. Процесс деканюляции должен выполняться поэтапно с постепенной пошаговой заменой трахеальных канюль с большего размера на меньший. Из ОР переводить таких пациентов целесообразно в отоларингологическое отделение под наблюдение ЛОР-врачом с эндоскопическим контролем за состоянием дыхательных путей до и после деканюляции в течение 2–3 недель, и в последующие 2–3 месяца.

Принципиальным вопросом эффективности РП и отлучения от респиратора является ранняя реабилитация данного контингента пациентов на всех этапах лечения ОДН и после выписки из стационара.

У всех пациентов с тяжелой ОДН, ОРДС различного генеза, особенно в случаях высококонтагиозных инфекций представляется целесообразным использование современных респираторов, способных реализовать все современные методы и режимы РП (низкопоточная оксигенотерапия, высокопоточная оксигенотерапия, НИВЛ, ИВЛ, автоматизированные и интеллектуальные режимы, графический мониторинг, визуализация РП и т. д.).

Заключение

Можно заключить, что при развитии ОДН любой этиологии важна своевременная дифференциальная диагностика с учетом всех факторов риска и предрасполагающих факторов развития дыхательных расстройств. Принципиальным вопросом является раннее применение НИВЛ – ВПО и (или) масочной вентиляции легких с правильными настройками стартовых параметров, сочетанным и комбинированным использованием разных способов НИВЛ, позиционной и респираторной терапией, респираторными тренажерами и т. д. Комплексный мониторинг и тщательная оценка состояния пациента, своевременное решение вопроса о необходимости интубации. Проведение инвазивной ИВЛ в соответствии с концепцией щадящей ИВЛ, персонифицированной коррекцией параметров респираторного паттерна, использованием комплексного мониторинга и адьювантной терапией.

Отдельными специальными вопросами являются правильный выбор, своевременное и рациональное применение антибактериальных, противовирусных и специфических противовоспалительных препаратов, освещение которых не входит в задачи настоящей публикации.

Список литературы

- Авдеев С. Н. Острый респираторный дистресс-синдром. *Consilium Medicum* 2005; VII (4): 3–7.
- Багдатов В. Е., Гологорский В. А., Гельфанд Б. Р. Респираторный дистресс-синдром взрослых. *Вестн. интенс. терапии*, 1996; М: 4: 9–14.
- Власенко А. В., Неверин В. К., Остапенко Д. А., Радаев С. Б., Галушка С. В., Арапова О. А., Митрохин А. А. Оптимизация параметров механической вентиляции легких у больных с синдромом острого паренхиматозного повреждения легких // *Анестезиология и реаниматология*, 1999; № 1: 18–23.
- Власенко А. В., Неверин В. К., Остапенко Д. А., Шишкина Е. В., Галушка С. В., Арапова О. А., Митрохин А. А. Позиционная терапия у больных с односторонним повреждением легких при механической вентиляции легких с ПДКВ. *Анестезиология и реаниматология*, 2000; № 2: 50–53.
- Власенко А. В., Закс И. О., Мороз В. В. Нереспираторные методы терапии синдрома острого паренхиматозного повреждения легких. Часть 1. *Вестник интенсивной терапии* 2001; 2: 31–38.
- Власенко А. В., Закс И. О., Мороз В. В. Нереспираторные методы терапии синдрома острого паренхиматозного повреждения легких. Часть 2. *Вестник интенсивной терапии* 2001; 3: 3–11.
- Власенко А. В., Мороз В. В., Закс И. О., Митрохин А. А., Галушка С. В., Остапенко Д. А. Мониторинг больных в условиях механической вентиляции легких. Часть 1. *Вестник интенсивной терапии* 2002; 2: 3–8.
- Власенко А. В., Мороз В. В., Закс И. О., Митрохин А. А., Галушка С. В., Остапенко Д. А. Мониторинг больных в условиях механической вентиляции легких. Часть 2. *Вестник интенсивной терапии* 2001; 3: 3–9.
- Власенко А. В., Остапенко Д. В., Галушка С. В., Митрохин А. В., Житковский К. А. Роль ауто-ПДКВ в оптимизации респираторного паттерна при остром паренхиматозном поражении легких. *Анестезиология и реаниматология* 2002; 6: 25–31.
- Власенко А. В., Мороз В. В., Остапенко Д. А. Способ лечения острого респираторного дистресс-синдрома. Патент № 2003129023/14 от 30.09.2003.
- Власенко А. В., Остапенко Д. В., Закс И. О., Митрохин А. А., Марченков Ю. В., Мещеряков Г. Н. Эффективность применения пром-позиции у больных с острым паренхиматозным повреждением легких в условиях респираторной поддержки. *Вестник интенсивной терапии* 2003; 3: 3–8.
- Власенко А. В., Закс И. О., Остапенко Д. В., Митрохин А. А., Галушка С. В. Применение ИВА в положении ортопоза у больных с острым паренхиматозным повреждением легких. *Анестезиология и реаниматология* 2003; 6: 38–45.
- Власенко А. В., Остапенко Д. А., Мещеряков Г. Н., Марченков Ю. В., Николаенко О. В., Осипов П. Ю. Выбор параметров искусственной вентиляции легких у больных с острым респираторным дистресс-синдромом. *Анестезиология и реаниматология* 2004; 6: 4–8.
- Власенко А. В., Мороз В. В., Остапенко Д. А., Осипов П. Ю., Герасимов Л. В. Эндобронхиальное применение перфторана в условиях ИВА у больных с острым респираторным дистресс-синдромом. *Общая реаниматология* 2005; 1: 5–11.
- Власенко А. В., Остапенко Д. В., Мещеряков Г. Н., Осипов П. Ю. Респираторная поддержка с ограничением дыхательного объема и пикового инспираторного давления у больных с острым респираторным дистресс-синдромом. *Общая реаниматология* 2005; 1(5): 49–56.
- Власенко А. В., Остапенко Д. А., Мороз В. В., Розенберг О. А., Закс И. О., Ливнев Д. В. Применение Сурфактанта BL у взрослых больных с острым респираторным дистресс-синдромом. *Общая реаниматология* 2005; 1(6): 21–29.
- Власенко А. В., Остапенко Д. А., Шестаков Д. В., Воднева М. М., Воеводина Е. С., Незнамова Н. Г., Прохорова Е. А. Эффективность применения маневра «открытия легких» в условиях ИВА у больных с острым респираторным дистресс-синдромом. *Общая реаниматология* 2006; 1(4): 50–59.
- Власенко А. В., Болыкина Г. К. Кинетическая терапия больных с острым повреждением легких в условиях искусственной вентиляции легких. *Клиническая Анестезиология и Реаниматология* 2006; 3 (1): 3–12.
- Власенко А. В., Остапенко Д. А., Павлюхин И. Н., Розенберг О. А. Опыт сочетанного применения препарата сурфактанта BL и маневра «открытия» легких при лечении ОРДС. *Общая реаниматология* 2007; 11 (3): 118–123.
- Власенко А. В., Мороз В. В., Яковлев В. Н., Алексеев В. Г. Информативность индекса оксигенации при диагностике острого респираторного дистресс-синдрома. *Общая реаниматология* 2009; 1 (2): 12–18.
- Власенко А. В., Егорова И. Н., Мороз В. В., Яковлев В. Н., Алексеев В. Г. Вентилятор-ассоциированная пневмония: профилактика, диагностика, лечение. *Общая реаниматология* 2010; IV (1): 79–88.
- Власенко А. В., Голубев А. М., Мороз В. В., Яковлев В. Н., Алексеев В. Г., Булатов Н. Н., Смедя Т. М. Патогенез и дифференциальная диагностика острого респираторного дистресс-синдрома, обусловленного прямыми и непрямими этиологическими факторами. *Общая реаниматология* 2011; VII (3): 5–13.
- Власенко А. В., Голубев А. М., Мороз В. В., Яковлев В. Н., Алексеев В. Г., Дифференцированное лечение острого респираторного дистресс-синдрома. *Общая реаниматология* 2011; VII (4): 5–14.
- Голубев А. М., Мороз В. В., Мещеряков Г. Н., Лысенко Д. В. Патогенез и морфология острого повреждения легких. *Общая реаниматология* 2005; 1 (5): 5–12.
- Добрушина О. Р., Власенко А. В., Мороз В. В., Яковлев В. Н., Алексеев В. Г., Шабунин А. В., Шестаков Д. А., Доложарибу А. К. Анализ причин летальности у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой в отделении реанимации многопрофильного стационара. *Общая реаниматология*, 2009; V: 31–36.
- Евдокимов Е. А., Гельфанд Б. Р., Проценко Д. Н., Ярошеский А. И., Власенко А. В., Карпун Н. А., Шестопалов А. Е. Респираторная поддержка больных вирусной пневмонией. *Медицинский алфавит*. 2015. Том 1: 14–19.
- Егорова И. Н., Власенко А. В., Мороз В. В., Яковлев В. Н., Алексеев В. Г. Вентилятор-ассоциированная пневмония: профилактика, диагностика, лечение Современное состояние вопроса. *Общая реаниматология*, 2010; IV (1): 79–88.
- Кассиль В. Л., Власенко А. В., Лукьяненко А. Б., Тимошенко В. В., Тулеуова А. А., Суворов А. В. Последствия длительной искусственной вентиляции легких при острой паренхиматозной дыхательной недостаточности. *Вестник интенсивной терапии*, 2005; 3: 11–16.
- Зильбер А. П. Дыхательная недостаточность. М.: Медицина; 1989: 512 с.
- Кассиль В. Л., Лескин Г. С., Выжигина М. А. Респираторная поддержка: Руководство по искусственной и вспомогательной вентиляции легких в анестезиологии и интенсивной терапии. Москва, Медицина; 1997: 320 с.
- Кассиль В. Л., Выжигина М. А., Свиридов С. Н. Что такое острый респираторный дистресс-синдром: есть ли смысл в дискуссии? *Вест. интенс. тер.* 2006; 4: 53–58.
- Кассиль В. Л., Власенко А. В., Лукьяненко А. Б., Тимошенко В. В., Тулеуова А. А., Суворов А. В. Последствия длительной искусственной вентиляции легких при острой паренхиматозной дыхательной недостаточности. *Вестник интенсивной терапии*, 2005; 3: 11–16.
- Козлов И. А., Выжигина М. А., Бархи М. Л. Метаболические функции легких. *Анест. и реаниматол.* 1983; 1: 67–75.
- Леденева О. А. Морфологические изменения легких при терминальных состояниях в случаях смерти от эклампсии. *Арх. пат.* 1980; 1: 33–38.
- Мумладзе Р. Б., Васильев И. Т., Власенко А. В., Кочергина В. В., Шестаков Д. А., Качурин С. А. Энтеральное и парэнтеральное питание больных в раннем послеоперационном периоде. *Аннлы хирургии*. 2008; 3: 69–76.
- Малышев В. Д. Диагностика и лечение острой дыхательной недостаточности. Москва, Медицина; 1982: 184 с.
- Мороз В. В. Постреанимационная болезнь как дисрегуляторная патология Дисрегуляторная патология. Руководство для врачей и биологов. Под ред. Г. Н. Крыжановского. М.: Медицина, 2002: 233–259.
- Неговский В. А., Гурвин А. М., Золотокрылина Е. С. Постреанимационная болезнь. Москва, Медицина; 1979: 384 с.
- Николаенко Э. М., Беликов С. М., Волкова М. И. Вентиляция легких, регулируемая по давлению, при обратном соотношении продолжительности фаз вдоха и выдоха. *Анест. и реаниматол.* 1996; 1: 43–47.
- Петрова М. В., Соловьев А. П., Бичекуева Ф. А. Интраоперационный мониторинг вентиляции и газообмена – повышение уровня безопасности больного в периоперационном периоде. *Вестник интенсивной терапии* 2013; 3: 3–8.
- Проценко Д. Н., Ярошеский А. И., Суворов С. Г., Лекманов А. У., Гельфанд Б. Р. Применение ИВА в отделениях реанимации и интенсивной терапии России: национальное эпидемиологическое исследование «РУВЕНТ». *Анест. и реаниматол.* 2012; 2: 64–72.
- Респираторная медицина. Руководство. Под ред. академика РАМН А. Г. Чучалина. ГЭОТАР-Медиа, 2007: 257 с.
- Рябов Г. А. Гипоксия критических состояний, М.: Медицина, 1988: 287 с.
- Цовребова С. В., Герев В. В. Легочный газообмен и гемодинамика при перемежающейся принудительной вентиляции легких с положительным давлением на выдохе. *Анестезиология и реаниматология*, 1987; 3: 28–30.
- Черняев А. Л., Самсонова М. В. Этиология, патогенез и патологическая анатомия диффузного альвеолярного повреждения. *Общая реаниматология* 2005; 1 (5): 13–16.
- Шанин Ю. Н., Костюченко А. Л. Реанимационная терапия острых дыхательных расстройств. *Реаниматология*, Ленинград, 1975; 2: 39–195.
- Шик А. А., Канаяев Н. Н. Руководство по клинической физиологии дыхания. Л.: Медицина; 1980: 375 с.
- Alraddadi B. M. et al. Noninvasive ventilation in critically ill patients with the Middle East respiratory syndrome. *Influenza Other Respi Viruses*. 2019; 13: 382–390.
- Anzueto A. Exogenous surfactants in acute respiratory distress syndrome: more is better. *Eur. Respir. J.* 2002; 19: 787–789.
- Ashbaugh D. G., Bigelow D. B., Petty T. I., Levine B. E. Acute respiratory distress in adults. *Lancet* 1967; 2: 319–323.
- Bos L. D., Martin-Loeches I., Schultz M. G. ARDS: challenges in patient care and frontiers in research. *European Respiratory Review*. 2018; 27: 170–177.
- Brower R. G., Rubenfeld G. D. Lung-protective ventilation strategies in acute lung injury. *Crit. Care Med.* 2003; 31: 305–312.
- Colice G. L. Historical perspective on the development of mechanical ventilation. *Principles and practice of mechanical ventilation*. McGraw-Hill, New York 2004; 1–36.
- Del Sorbo L., Slutsky A. S. Acute respiratory distress syndrome and multiple organ failure. *Crit. Care Med.* 2005; 17 (1): 1–6.
- Desai S. R., Wells A. U., Suntharalingam G. Acute respiratory distress syndrome caused by pulmonary and extrapulmonary injury: a comparative CT study. *Radiology* 2001; 218 (3): 689–93.
- Chen N., Zhou M., Dong X. et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet* 395: 2020; 507–513.
- Howell M. D., Davis M. N., Management of ARDS in Adults. *JAMA*. 2018; 319 (7): 711–712.
- Gattinoni L., Quintel M. How ARDS should be treated. *Critical Care*, 2016; 20: 86–92.
- Garber B. G., Hebert P. C., Yelle J. D. Adult respiratory distress syndrome: a systematic overview of incidence and risk factors. *Crit. Care Med.* 1996; 24 (4): 687–695.
- Grasso S., Mascia L., Del Turco M., et al. Effects of recruiting maneuvers in patients with acute respiratory distress syndrome ventilated with protective ventilatory strategy. *Anesthesiology* 2002; 96: 795–802.
- Guan W. J., Ni Z. Y., Hu Y. et al. China Medical Treatment Expert Group Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med*; DOI: 10.1056/NEJMoA20022032.
- Hickling K. G., Henderson S. J., Jackson R. Low mortality rate in ARDS using low volume, pressure limited ventilation with permissive hypercapnia: a prospective study. *Crit. Care Med.* 1994; 22: 1568–1578.
- Italian Group for the Evaluation of Interventions in Intensive Care Medicine <http://givitv.marionegri.it/covid-19-en/>; Johns Hopkins COVID-19 Clinician Pocket Reference Guide v.1.3.
- Idell S. Coagulation, fibrinolysis, and fibrin deposition in acute lung injury. *Crit. Care Med.* 2003; 31 (2): 213–220.
- Fan E., Brodie D., Slutsky A. S. Acute Respiratory Distress Syndrome. *Advances in Diagnosis and Treatment*. JAMA, 2018; 319 (7): 698–710.
- Katzenstein A. A., Bloor C. M., Liebow A. A. Diffuse alveolar damage: the role of oxygen, shock and related factors. *Am. J. Pathol.* 1976; 85: 210–218.
- Lachmann B. Open up the lung and keep the lung open. *Intensive Care Med.* 1992; 13 (6): 319–321.
- Lain D. C., Di Benedetto R., Morris S. L., Nguyen A. V., Sauters R., Causey D. Pressure control inverse ratio ventilation as a method to reduce peak inspiratory pressure and provide adequate ventilation and oxygenation. *Chest* 1989; 95: 1081–1088.
- Lim C., Kim E. K., Lee L. S. et al. Comparison of the response to the prone position between pulmonary and extrapulmonary acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med.* 2001; 27: 477–485.
- Lim S. C., Adams A. B., Simonson D. A., et al. Intercomparison of recruitment maneuver efficacy in three models of acute lung injury. *Crit. Care Med.* 2004; 32: 2371–2377.
- Mathay M. Measurement of extravascular lung water in patients with pulmonary edema. *Am. J. Physiol. Lung Cell Mol. Physiol.* 2008; 294 (6): 1021–1022.
- Montgomery B., Stager M., Carico C., Hudson L. Cause of mortality in patients with the adult respiratory distress syndrome. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1985; 32: 485–489.
- Mure M., Glenn R. W., Domino K. B., Hlastala M. P. Pulmonary gas exchange improves in the prone position with abdominal distension. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1998; 157: 1785–1790.
- Parker C. M., Heyland D. K., Groll D., et al. Mechanism of injury influences quality of life in survivors of acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med.* 2006; 32: 1895–1900.
- Slutsky A. S., Imai Y. Ventilator-induced lung injury, cytokines, PEEP, and mortality: implications for practice and for clinical trials. *Intensive Care Med.* 2003; 29 (8): 1218–21.
- Quintel M., Tonetti T., Gattinoni L. Will all ARDS patients be receiving mechanical ventilation in 2035? We are not sure. *Intensive Care Medicine*, 2017; 43 (4): 573–574.
- Vincent J. L., Sakr Y., Ranieri V. M. Epidemiology and outcome of acute respiratory failure in intensive care unit patients. *Crit. Care Med.* 2003; 31 (Suppl 4): 296–299.
- Yang X., Yu Y., Xu J. et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med*; DOI: 10.1016/S2213-2600 (2020): 30079–5.
- Yang X., Yu Y., Xu J. et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med*; DOI: 10.1016/S2213-2600 (2020): 3079–3085.
- Wang D., Hu B., Hu C. et al. Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*; doi: 10.1001/jama.2020.1585–1592.
- West J. B. Pulmonary gas exchange – Ventilation, Blood Flow and Diffusion. NY, London, Toronto 1990; 1: 399 c.
- Wu Z., McGoogan J. M. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA*; doi: 10.1001/jama.2020.26–47.
- Zilene V., Kondrotas A. J., Kevelaitis E. Etiology and pathogenesis of acute respiratory failure. *Medicina* 2004; 3 (40): 286–294.

Для цитирования: Власенко А. В., Евдокимов Е. А., Родионов Е. П. Основные подходы к лечению гипоксии при остром респираторном дистресс-синдроме, бактериальных и вирусных пневмониях (часть I). *Медицинский алфавит*. 2020; (36): 38–54. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-36-38-54>.

For citation: Vlasenko A. V., Evdokimov E. A., Rodionov E. P. Main approaches to treatment of hypoxia in acute respiratory distress syndrome, bacterial and viral pneumonia (part I). *Medical alphabet*. 2020; (36): 38–54. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-36-38-54>.

