

ОПТИМИЗАЦИЯ ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛЕГКИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ НЕИНВАЗИВНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

А.А. Абаева, О.М. Масленникова^{1*}, С.В. Стеблецов^{1,2}

¹ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, Москва

² ФГБУ «Клиническая больница № 1» Управления делами Президента РФ, Москва

OPTIMIZATION OF TREATMENT OF PULMONARY DISEASES WITH ASSISTED NON-INVASIVE VENTILATION

A.A. Abaeva, O.M. Maslennikova^{1*}, S.V. Stebletsov^{1,2}

¹ Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

² Clinical Hospital № 1 of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

* E-mail: o.m.maslennikova@gmail.com

Аннотация

С конца 80-х гг. XX века отмечается устойчивая тенденция к увеличению заболеваемости и смертности от болезней органов дыхания во всех странах мира. Существует необходимость эффективного и действенного оказания медицинской помощи, которая может улучшить показатели выживаемости и максимально сократить количество осложнений у больных с заболеваниями легких, а также время пребывания пациентов в стационаре. В статье представлен обзор современной литературы (клинических испытаний, обзорных статей и клинических случаев) по использованию вспомогательной неинвазивной вентиляции для лечения заболеваний легких. Авторами обозначена важность проблемы, отражены основные показания для проведения неинвазивной вентиляции легких, представлены основные ее виды и перспективы применения.

Ключевые слова: неинвазивная вентиляция легких, гиперкапническая дыхательная недостаточность, гипоксемическая дыхательная недостаточность.

Abstract

Since the late 1980s, there has been a steady upward trend in the morbidity and mortality from respiratory diseases in all countries of the world. There is a need for effective and efficient health care that can improve survival rates and minimize complications, as well as can shorten hospital stays in patients with lung diseases. In their review, the authors analyze modern literature database: clinical trials, review articles and clinical cases when the assisted non-invasive ventilation was used for treating lung diseases. The authors also underline the importance of the problem. They describe main indications for the non-invasive ventilation of lungs and its basic types as well as prospects for future application.

Key words: non-invasive ventilation, hypercapnic respiratory failure, hypoxemic respiratory failure.

Ссылка для цитирования: Абаева А.А., Масленникова О.М., Стеблецов С.В. Оптимизация лечения заболеваний легких с использованием вспомогательной неинвазивной вентиляции. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2022; 2: 91–101

Проблема лечения пациентов с заболеваниями легких находится в центре внимания специалистов различного профиля достаточно давно, но по-прежнему не теряет своей актуальности. Болезни органов дыхания до настоящего времени представляют собой важную медико-социальную проблему во всем мире, поскольку по удельному весу в общей смертности населения занимают одно из ведущих мест, а экономический ущерб, наносимый обществу вследствие высокой заболеваемости и инвалидизации больных, огромен. В течение последних 25 лет общая заболеваемость болезнями органов дыхания неуклонно возрастает. Наиболее распространенными формами болезней органов дыхания являются острые заболевания: острые респираторно-вирусные инфекции, острый бронхит и пневмония, составляющие соответственно 94.2; 4.0; 1.8% среди взрослого населения. В настоящее время более миллиарда людей разных возрастных категорий во всех странах мира страдают от хронических респираторных заболеваний, которые оказывают большое отрицательное влияние на качество жизни и трудоспособность людей, а также становятся причиной ранней смерти [1].

За последние два десятилетия заметно возросло использование неинвазивной искусственной вентиляции легких (НИВЛ). Метод стал общепризнанным и широко распространенным инструментом терапии острой (ОДН) и хронической дыхательной недостаточности (ХДН) как в лечебном учреждении, так и в домашних условиях. Неинвазивная респираторная поддержка является перспективной методикой, позволяющей предупредить развитие тяжелой дыхательной недостаточности (ДН), предотвратить осложнения, связанные с традиционной искусственной вентиляцией легких (ИВЛ), сократить продолжительность пребывания в стационаре [2, 3].

Методика проведения НИВЛ является более простой и комфортной для пациента по сравнению с ИВЛ. Сеанс респираторной поддержки легко начать и так же просто завершить. Пациент сохраняет способность говорить, глотать, самостоятельно принимать пищу, кашлять. Процедура не вызывает осложнений, возможных при эндотрахеальной интубации и трахеостомии, в числе которых механическое

повреждение трубкой внутренних органов, кровотечение, отек голосовой щели, инфицирование дыхательных путей и т.д. Воздух проходит через дыхательные пути, за счет чего увлажняется, очищается и согревается естественным образом [4, 5].

НИВЛ легких можно проводить на ранней стадии заболевания, то есть до того, как состояние пациента станет критическим. Это сокращает продолжительность лечения, уменьшает количество осложнений, а также снижает риск повторной госпитализации. В настоящее время в ведущих лечебных учреждениях страны вопрос о необходимости применения НИВЛ снят с повестки дня. Однако широкое внедрение этой методики сталкивается с серьезными трудностями, частота применения НИВЛ в России составляет не более 1% [6].

На сегодняшний день отсутствуют нормативная база и внутренние протоколы применения НИВЛ в конкретных лечебных учреждениях. Определенная часть трудностей связана с недостаточным обучением медицинского персонала и отсутствием ясных критериев выбора адекватной аппаратуры и интерфейсов пациента для проведения НИВЛ.

Виды НИВЛ

НИВЛ относится к искусственной респираторной поддержке без инвазивного доступа с использованием вспомогательных режимов вентиляции.

СИПАП-терапия (CPAP) – от английского Continuous Positive Airway Pressure (постоянное положительное давление воздуха в дыхательных путях), синонимы: Positive End-Expiratory Pressure (PEEP), Expiratory Positive Airway Pressure (EPAP) и др. При данном режиме не применяется активная поддержка дыхания, как при других режимах НИВЛ, однако CPAP часто классифицируется в качестве разновидности НИВЛ [7].

БИПАП-терапия (BIPAP) – от английского Biphasic Positive Airway Pressure (двухфазное положительное давление в дыхательных путях). Вентилятор обеспечивает два уровня давления: низкий соответствует CPAP, или EPAP, высокий – IPAP (Inspiratory Positive Airway Pressure – положительное давление в дыхательных путях на вдохе) [8].

Режим пропорциональной вспомогательной вентиляции (Proportional Assist Ventilation, PAV) отличается фундаментально иной концепцией, которая заключается в том, что вентилятор генерирует давление и поток в соответствии с запросами пациента. При этом давление не устанавливается врачом перед процедурой, оно генерируется самим респиратором пропорционально дыхательному усилию пациента, адаптируется и меняет вентиляцию соответственно паттерну дыхания пациента [9].

Высокопоточная назальная оксигенотерапия (high-flow nasal (oxygen) therapy, HFNOT, HFNT) – метод неинвазивной респираторной поддержки, при котором увлажненная и нагретая газовая смесь доставляется в дыхательные пути через носовые канюли со скоростью потока до 60 л/мин и возможностью варьирования доли вдыхаемого кислорода (FiO_2) от 0.21 до 1 [7].

Также появляются новые режимы НИВЛ, такие как поддержка давлением с гарантированным средним объемом (AVAPS), интеллектуальная вентиляция с поддержкой давлением с гарантированным объемом (iVAPS), адаптивная серво-вентиляция (ASV) и использование вспомогательной вентиляции с регулировкой по нейронному каналу (NAVA), разработанные для решения специфических задач [10].

Особый интерес представляет неинвазивная вентиляция в режимах СРАР и ВРАР. Опцию СРАР и ВРАР имеют многие современные аппараты ИВЛ, используемые в отделениях интенсивной терапии. Портативные респираторы отличаются невысокой стоимостью (относительно реанимационных стационарных аппаратов ИВЛ), при этом они эффективно компенсируют даже высокую утечку воздуха [7].

При рассмотрении терапевтических механизмов, регулируемого давления в дыхательных путях, потребления кислорода и толерантности пациента СРАР, по-видимому, имеет преимущества и должна рассматриваться в качестве первого выбора, также СРАР является более простой в применении технологией, чем ВРАР, для медицинского персонала [9]. Высокопоточная назальная оксигенация должна генерировать низкий уровень положительного давления конца выдоха (в среднем 3 см вод. ст.). Однако этот уровень давления нестабилен, не-

контролируем и зависит от многих факторов. Напротив, СРАР может обеспечить стабильное и регулируемое давление в дыхательных путях [11].

Параметры подачи кислорода также являются важным фактором в условиях возможного ограничения ресурсов. Если учесть постоянную высокую долю вдыхаемого кислорода (FiO_2) и потребление кислорода, преимущество высокопоточной оксигенации заключается в обеспечении стабильного вдыхаемого кислорода. Однако высокопоточная назальная оксигенация потребляет большое количество кислорода. Когда вдыхаемый кислород установлен на 50%, а поток – на 50 л в минуту, будет потреблено 18.4 л/мин 100%-ного кислорода. При СРАР среднее значение 50% вдыхаемого кислорода может быть достигнуто при 5–6 л/мин 100%-ного кислорода, подаваемого непосредственно в маску [7].

Интерфейс

В настоящее время при НИВЛ в качестве интерфейса для связи «пациент – респиратор» используются носовые и лицевые маски, которые имеют свои преимущества и недостатки. Носовые маски менее обременительны, они реже вызывают клаустрофобию, позволяют принимать пищу, разговаривать и откашливать мокроту без снятия интерфейса. Носовые маски по сравнению с лицевыми имеют меньшее мертвое пространство, следовательно, требуются меньшее инспираторное давление и меньший дыхательный объем для обеспечения одинаковой альвеолярной вентиляции. Преимущество лицевых масок при ОДН заключается в том, что многие больные с выраженной одышкой (диспноэ) дышат ртом и такая маска позволяет избежать большой утечки через рот. Некоторые авторы также отмечают, что нормализация параметров газообмена происходит несколько быстрее при НИВЛ с помощью лицевой маски (около 30 минут) по сравнению с носовой (около 1 часа). Лицевые маски рекомендуется использовать у более тяжелых больных, пациентов с более выраженными степенями нарушения сознания и меньшей кооперацией, а также у тех, у кого носовая маска вызывает чрезмерно большую утечку [12].

Относительно новым типом интерфейса является шлем (helmet). Он состоит из прозрачного пластикового цилиндра, который полностью покрывает голову больного и плотно фиксируется вокруг шеи при помощи подмышечных креплений. Преимуществами шлема являются возможность обеспечения герметичного крепления неинвазивного интерфейса больным с практически любым контуром лица, отсутствие повреждений кожи и большой комфорт для пациента. Системный обзор и мета-анализ 11 рандомизированных исследований и исследований «случай – контроль» ($n = 621$) показали более низкую частоту интубации, более низкую госпитальную летальность и меньшее количество осложнений при использовании шлема по сравнению с лицевой маской, однако перед его использованием необходима дополнительная подготовка медицинского персонала [13].

Цели НИВЛ

При ОДН целями НИВЛ являются уменьшение степени ДН, нормализация альвеолярной вентиляции и газообмена, максимальный комфорт пациента благодаря адекватной синхронизации пациента и респиратора, а также возможность избежать интубации трахеи и уменьшить продолжительность пребывания пациента в стационаре. При ХДН – уменьшение степени ДН, повышение качества и увеличение длительности жизни, повышение мобильности пациентов [9, 14].

Общие показания и противопоказания к использованию НИВЛ

Ключ к успешному использованию НИВЛ – признание ее возможностей и ограничений, а также тщательный отбор пациентов (уточнение диагноза и оценка состояния больного). Показаниями для НИВЛ являются следующие критерии: одышка в состоянии покоя; частота дыхания > 25 , участие в респираторном процессе вспомогательной дыхательной мускулатуры и снижение дыхательного объема (до 4–6 мл/кг); гиперкапния (уровень $\text{PaCO}_2 > 45$ и его стремительное нарастание); уровень $\text{Ph} < 7.35$ и его стремительное падение; симптоматическое отсутствие положительного эффекта от кислородо-

терапии, гипоксемия и расстройства газообмена; повышение сопротивления дыхательных путей в 1.5–2 раза от нормы.

Абсолютные противопоказания: остановка дыхания и кровообращения; острая обструкция верхних дыхательных путей; тяжелая ДН. Неинвазивная респираторная поддержка также не должна применяться в следующих случаях: нестабильная гемодинамика (гипотензия, ишемия или инфаркт миокарда, жизнеугрожающая аритмия, неконтролируемая артериальная гипертензия); невозможность обеспечить защиту дыхательных путей (нарушение кашля и глотания) и высокий риск аспирации; избыточная бронхиальная секреция; признаки нарушения сознания (возбуждение или угнетение сознания), неспособность пациента к сотрудничеству с медицинским персоналом; лицевая травма, ожоги, анатомические нарушения, препятствующие установке маски; выраженное ожирение; неспособность пациента убрать маску с лица в случае рвоты; активное кровотечение из желудочно-кишечного тракта; дискомфорт от маски; недавние операции на верхних дыхательных путях [6, 14].

Для проведения НИВЛ должна быть ясная перспектива стабилизации пациента в течение нескольких часов или суток после начала респираторной поддержки, необходим адекватный мониторинг состояния пациента, чтобы при неэффективности масочной вентиляции незамедлительно интубировать трахею и начать инвазивную ИВЛ [6].

Уровень мониторинга состояния пациента должен зависеть от тяжести ДН и общего состояния. Из-за отсутствия убедительных научных данных об оптимальных методах мониторинга это обычно остается на усмотрение клинициста. Следовательно, опыт медицинских работников является ключевым фактором успеха. Основой наблюдения за пациентами, получающими НИВЛ, является регулярная оценка клинического статуса пациента (в основном частота дыхания, сатурация и периодический анализ газов крови). Принимая во внимание быстрое техническое развитие и доступность чрескожных методов измерения газов крови, можно ожидать, что они вскоре станут золотым стандартом мониторинга состояния пациента, получающего НИВЛ [7, 10].

Основные методы мониторинга пациентов, получающих НИВЛ

К основным методам мониторинга относят следующие:

- пульсооксиметрия;
- уровень CO_2 в конце выдоха (при проведении НИВЛ на аппаратах ИВЛ);
- анализ газов крови;
- мониторинг параметров вентилятора;
- оценка взаимодействия пациента с аппаратом;
- исследование сна пациента;
- мониторинг сердечной функции при НИВЛ: ЭКГ, измерение артериального давления, эхокардиография (положительное давление очень эффективно снижает парциальное давление углекислого газа в артериальной крови, но одновременно может значительно снизить сердечный выброс и доставку кислорода к тканям);
- радиологические исследования: рентгенография и компьютерная томография органов грудной клетки;
- УЗИ легких: оценка функции диафрагмы (выявление диафрагмальной дисфункции, оценка атрофии и мониторинга респираторной нагрузки у пациентов), оценка паренхимы легких и плевральной полости (для определения аэрации, застоя и уплотнения). Ультрасонография паренхимы легких при отслеживании динамических изменений в легочной ткани отличается более высокой чувствительностью и специфичностью, чем клиническое обследование и рентгенография грудной клетки, и хорошо коррелирует с инвазивным мониторингом;
- фиброоптическая бронхоскопия (ФОБ). Наиболее частыми показаниями к ФОБ во время НИВЛ являются удаление слизистых пробок с трахеобронхиального дерева и микробиологическая оценка легочных инфекций, особенно у пациентов с ослабленным иммунитетом [12].

Побочные эффекты НИВЛ

Осложнения, связанные с давлением в дыхательных путях и потоком кислорода, могут стать причиной снижения эффективности НИВЛ.

Степень утечки кислорода при использовании НИВЛ составляет от 18% (full face mask) до 68% (носовые канюли). При применении шлема утечка сопоставима с таковой при использовании носоротовой маски. На утечку влияют высокое пиковое давление, среднее давление в дыхательных путях. Мониторинг размеров утечки важен, так как это влияет на работу триггера, значительная утечка может вызвать гиповентиляцию и гиперкапнию. Тщательный подбор маски позволяет снизить уровень конечного экспираторного давления (РЕЕР) и уровень давления поддержки [9].

Сухость слизистой оболочки носо- и ротоглотки, заложенность носа возникают при высоком потоке кислорода и сочетаются с его большой потерей через рот. При недостаточном увлажнении высыхает слизистая оболочка, повреждается эпителий трахеи и бронхов, нарушается отхождение мокроты, развиваются ателектазы. Использование теплообменника малоэффективно. Следует применять увлажнитель с подогревом.

Аэрофагия и вызванное ей расширение желудка наблюдаются примерно у 50% пациентов. Вероятность аэрофагии увеличивается при десинхронизации, использовании высокого давления, при большем комплаенсе брюшной полости, чем грудной клетки. В тяжелых случаях растянутый желудок поджимает легкие, вынуждая увеличивать давление поддержки, что ведет к дальнейшему растяжению желудка, вследствие чего возрастает риск регургитации желудочного содержимого и аспирации. Для профилактики аэрофагии следует избегать давления в дыхательных путях выше 20 см вод. ст., НИВЛ должна проводиться в положении сидя в течение полчаса после еды.

Аспирационная пневмония встречается у 5% пациентов. Следует исключить факторы аспирации. Если пациенту необходим назогастральный зонд, следует учитывать, что такой пациент не является идеальным кандидатом для НИВЛ, зонд мешает правильному положению маски, может быть причиной утечки, увеличивает степень дискомфорта.

Баротравма — хорошо известное осложнение при вентиляции легких с положительным давлением. Чаше встречается при инвазивной ИВЛ. Профилактика осложнений — использо-

вание минимально достаточных РЕЕР, давления поддержки, максимальная синхронизация пациента и вентилятора.

Раздражение глаз, конъюнктивит возникают при недостаточной герметичности маски в области переносицы, поток воздуха вызывает сухость и раздражение конъюнктивы.

Гемодинамические побочные эффекты при НИВЛ почти не встречаются из-за сравнительно невысоких уровней РЕЕР и давления поддержки по сравнению с инвазивной вентиляцией легких. Уменьшаются частота сердечных сокращений, систолическое и диастолическое артериальное давление, системное сосудистое сопротивление [9, 12].

Применение НИВЛ при разных нозологиях

ДН, часто развивающейся при болезнях органов дыхания, придается большое значение в цепи событий, определяющих исход лечения таких пациентов.

Гипоксемическая ДН представляет собой недостаточность оксигенации, то есть неспособность дыхательной системы обеспечить доставку достаточного количества кислорода в кровь (гипоксемия) и, как следствие, к органам (гипоксия). Диагноз гипоксемической ДН подтверждается результатами анализа газов артериальной крови в виде снижения парциального давления O_2 в артериальной крови (PaO_2) ниже 60 мм рт. ст. при дыхании атмосферным воздухом. Этот тип ДН также называют гипоксемией без гиперкапнии.

Гиперкапническая ДН является следствием неэффективной вентиляции (альвеолярной гиповентиляции). Этот тип ДН диагностируют, когда парциальное давление CO_2 в артериальной крови ($PaCO_2$) превышает 45 мм рт. ст.

ДН, вызванная нарушениями со стороны дыхательных путей (например, при обострении хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ), приступе бронхиальной астмы), характеризуется уменьшением экспираторного потока, ограниченным перемещением воздуха с увеличением мертвого пространства, прогрессирующим утомлением дыхательной мускулатуры и снижением минутной вентиляции. Следствием этого становятся альвеолярная гиповентиляция, задержка CO_2 в организ-

ме и артериальная гиперкапния в сочетании с уменьшением парциального давления кислорода (PaO_2). Острая недостаточность функции альвеолярного компонента дыхательной системы обычно развивается вследствие диффузного затопления альвеол (например, трансудатом, кровью или экссудатом) или ателектаза. В результате уменьшается альвеолярная вентиляция и нарушается доступ кислорода к аэрогематическому барьеру, что влечет за собой значительное снижение уровня PaO_2 . Частыми причинами являются пневмония, кардиогенный отек легких, острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС), долевой ателектаз. Возникающая гипоксемия, как правило, резистентна к оксигенотерапии в связи с усилением шунтирования крови справа налево (внутрилегочный шунт: кровь, поступающая от правых отделов сердца, не имеет эффективного обмена с оксигенированным воздухом до поступления в левое предсердие). У пациентов с внутрилегочным шунтом может наблюдаться патологически низкий уровень $PaCO_2$, что связано с компенсаторной гипервентиляцией. Однако позже развивается гиперкапническое состояние как следствие прогрессирующего утомления дыхательной мускулатуры [16].

На сегодняшний день наиболее обоснованным методом терапии гиперкапнической ДН является применение кислорода с объемной долей не менее 90%. Цель кислородной терапии заключается в поддержании $SpO_2 > 90\%$, что соответствует $PaO_2 > 60$ мм рт. ст. При этом у пациентов с хронической гиперкапнией кислород следует применять длительно. Именно длительная кислородотерапия представляется единственным эффективным методом лечения ХДН и увеличивает выживаемость больных ХОБЛ, продлевая им жизнь на шесть-семь лет [8, 17, 18].

Обструктивная структура ХОБЛ обычно связана с нарушениями газообмена в легких, неравенством соотношения вентиляция/перфузия (V/Q), динамической гиперинфляцией, повышенным периферическим сопротивлением и утомляемостью дыхательных мышц. Во время обострения эти патологические механизмы часто способствуют развитию ОДН с гиперкапнией ($PaCO_2 > 45$ мм рт. ст.) и респираторным ацидозом ($pH < 7.35$). Обосно-

вание применения НИВЛ у этой группы пациентов заключается в улучшении легочного газообмена за счет поддержки альвеолярной вентиляции, уменьшения несоответствия V/Q и разрядки дыхательных мышц [19].

Согласно научно обоснованным данным, НИВЛ при обострениях ХОБЛ настоятельно рекомендуется в случаях легкой и умеренной ОДН при $pH\ 7.25-7.35$ и $PaCO_2 > 45$ мм рт. ст., несмотря на стандартную медикаментозную терапию. Добавление НИВЛ к стандартной медикаментозной терапии при обострении ХОБЛ снижает смертность, потребность в интубации трахеи и продолжительность пребывания в больнице [20].

Применение НИВЛ также оказалось эффективным у больных после экстубации как для облегчения процесса отлучения от респиратора, так и для профилактики и лечения постэкстубационной ДН. К другим областям успешного применения НИВЛ относят сочетание ХОБЛ с синдромом апноэ во время сна, ХОБЛ и пневмонии [21, 22].

Вспомогательная НИВЛ во время приступа астмы применяется вместе с фармакологической терапией, чтобы уменьшить работу дыхательных мышц, тем самым улучшая вентиляцию и позволяя избежать интубации. Хотя механизмы, которые приводят к гиперкапнии, схожи с механизмами, возникающими при обострениях ХОБЛ, у пациентов с острой астмой присутствуют и другие механизмы развития ОДН, от неоднородной обструкции дыхательных путей до динамической гиперинфляции, которая меньше реагирует на внешнее положительное давление в конце выдоха, чем у пациентов с обострением ХОБЛ. Таким образом, необходимо избегать увеличения динамической гиперинфляции, связанной с неправильной настройкой дыхательного объема, частоты дыхания и времени выдоха. Более того, когда приступ астмы прогрессирует до тяжелого нарушения газообмена и глубокого респираторного ацидоза и опасных для жизни осложнений (гипотония, аритмия и снижение уровня сознания), интубация требуется незамедлительно. Другими словами, окно для безопасного применения НИВЛ меньше при острых приступах астмы, чем при обострениях ХОБЛ [23, 24].

В последних исследованиях было показано, что НИВЛ является действенной опорой для разгрузки дыхательных мышц и улучшения альвеолярной вентиляции у пациентов с муковисцидозом как в стабильной фазе, так и во время обострений. Хотя потенциальные эффекты НИВЛ хорошо продемонстрированы во время отдыха, физических упражнений и сна, общепринятых критериев для начала НИВЛ при муковисцидозе не существует. Как и пациентам с нервно-мышечными заболеваниями, кажется разумным рекомендовать НИВЛ при возникновении гиперкапнии, а не только во время эпизода обострения. Кроме того, НИВЛ используется в качестве вспомогательного средства во время физиотерапии грудной клетки, а также в качестве моста к трансплантации легких у пациентов с муковисцидозом и хронической гиперкапнией. Наконец, НИВЛ можно рассматривать как паллиативное средство от одышки в терминальной фазе заболевания [25, 26].

Следует отметить, что данные о применении вспомогательной НИВЛ для лечения пациентов с ДН, развившейся вследствие заболеваний легких, неоднородны. Превалирующая часть исследований показала безусловную эффективность НИВЛ у пациентов с гиперкапнической ДН, причем как острой, так и хронической. Однако мнения специалистов по поводу применения НИВЛ при гипоксемической ДН существенно разнятся, что, по-видимому, связано с нечастым ее использованием для лечения заболеваний органов дыхания, вызывающих данный тип ДН, и отсутствием крупных рандомизированных исследований [27].

В отечественных клинических рекомендациях Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов» описаны основные показания для проведения НИВЛ. Исходя из патофизиологии ДН и технологии НИВЛ, ее преимущества реализуются при следующих ситуациях:

- экспираторное закрытие мелких дыхательных путей, ХОБЛ – пациенту необходима кислородотерапия в сочетании с умеренным уровнем РЕЕР/СРАР для облегчения экспираторного потока и умеренным уровнем инспираторного давления для разгрузки дыхательных мышц (уровень

достоверности доказательств – 1, уровень убедительности рекомендаций – А);

- гипоксемическая (паренхиматозная) ОДН с невысоким потенциалом рекрутабельности альвеол (пневмония, ушиб легких, тромбоэмболия легочной артерии с развитием инфарктной пневмонии, состояние после резекции легкого) – пациенту необходима кислородотерапия в сочетании с низким уровнем РЕЕР/СРАР и низким уровнем инспираторного давления (IPAP, PS) для разгрузки дыхательных мышц (уровень достоверности доказательств – 2, уровень убедительности рекомендаций – В);
- гипоксемическая ОДН с невысоким потенциалом рекрутабельности альвеол в сочетании с иммуносупрессией (пневмоцистная пневмония, ОДН в онкогематологии, ОДН после трансплантации солидных органов) – пациенту необходима кислородотерапия в сочетании с умеренным уровнем РЕЕР/СРАР и умеренным уровнем инспираторного давления для разгрузки дыхательных мышц (уровень достоверности доказательств – 2, уровень убедительности рекомендаций – В) [6].

Официальные клинические рекомендации European Respiratory Society / American Thoracic Society по неинвазивной вентиляции при ОДН, напротив, не могут предложить рекомендации по использованию НИВЛ при гипоксемической ОДН [28].

Ограничения НИВЛ по сравнению с ИВЛ у пациентов с ОДН *de novo* включают в себя ее недостаточную эффективность в снижении работы дыхания, в отличие от гиперкапнической ДН, где ее способность снижать работу дыхания была четко продемонстрирована. У пациентов с ОРДС было показано, что использование неинвазивной поддержки инспираторным давлением может уменьшить инспираторное усилие по сравнению с отсутствием инспираторной поддержки, только если добавлена достаточная поддержка давлением. Вызывает беспокойство то, что дыхательный объем также может быть значительно выше во время НИВЛ, особенно при значительном инспираторном давлении, что еще больше усугубляется высокой потребностью вдоха,

наблюдаемой у пациентов с острой гипоксической ДН. Следовательно, общее давление, подаваемое для наполнения легких, может быть чрезмерным во время НИВЛ. Такое большое транспульмональное давление и, как следствие, большие дыхательные объемы могут усугубить повреждение легких, если оно будет продолжительным. Возможно, хотя и не доказано, что НИВЛ особенно полезна для пациентов, у которых дыхательный объем существенно не увеличивается, но в этой области требуется дальнейшая работа [29–31].

Возможные варианты использования НИВЛ при острой легочной недостаточности *de novo* включают в себя превентивную стратегию, позволяющую избежать интубации. НИВЛ также изучалась как альтернатива интубации, иногда сообщалось о ее пользе. В положительные исследования гипоксемической, негиперкапнической ДН, в основном вызванной внебольничной или внутрибольничной пневмонией, были включены тщательно отобранные пациенты без ассоциированной дисфункции основных органов и систем, ишемии сердца или аритмий и без ограничений по удалению секрета из дыхательных путей, что может объяснить успех НИВЛ [32].

Основной риск использования НИВЛ при ДН *de novo* заключается в отсрочке необходимой интубации. Ранние предикторы неэффективности НИВЛ включают более высокую степень тяжести, пожилой возраст, ОРДС или пневмонию как этиологию ДН или отсутствие улучшения после одного часа лечения. Хотя причины более неблагоприятного исхода полностью не понятны, пациенты, у которых НИВЛ неэффективна, имеют более высокие дыхательные объемы до интубации и развивают больше осложнений после интубации. Исследования показали, что неэффективность НИВЛ является независимым фактором риска смертности именно в этой популяции, хотя тщательный отбор пациентов, по-видимому, снижает этот риск. С учетом неопределенности доказательств специалисты European Respiratory Society / American Thoracic Society не могут предложить рекомендации по использованию НИВЛ для лечения ДН *de novo* [28].

В то же время рекомендации Indian Society of Critical Care Medicine по использованию неин-

вазивной вентиляции при ОДН в отделениях интенсивной терапии для взрослых дают более детальные рекомендации касательно использования НИВЛ при гипоксемической ОДН [10].

Первоначальные исследования не продемонстрировали каких-либо дополнительных преимуществ НИВЛ при ОРДС, несмотря на физиологическое обоснование его использования [33]. Однако в 2010 г. метаанализ 13 исследований с участием 540 пациентов показал, что использование НИВЛ при ОРДС было успешным у 50% пациентов [34]. Дальнейшие исследования подтвердили эту точку зрения. Частота интубации составляет 35% при гипоксемической ДН без ОРДС и при легкой форме ОРДС. Однако среди пациентов с тяжелой гипоксемией (индекс оксигенации < 150) 84% пациентов нуждались в интубации [35]. Эти результаты были подтверждены другим наблюдательным исследованием, в котором был сделан вывод о том, что НИВЛ безопасна при легкой форме ОРДС. Однако при умеренном и тяжелом ОРДС его следует применять с осторожностью [36].

В метаанализе 2017 г., включающем 11 рандомизированных исследований с участием 1480 пациентов с острой гипоксемической негиперкапнической недостаточностью различной этиологии, было показано, что использование НИВЛ значительно снижает частоту интубации и госпитальную смертность [37].

Обнаружено, что использование НИВЛ при умеренном и тяжелом ОРДС может быть связано с худшим исходом, чем инвазивная механическая вентиляция. В то время как уровень смертности был низким у пациентов, которым была успешно проведена НИВЛ, у пациентов, которым не удалось провести НИВЛ, отмечалась высокая смертность [38]. Недавнее пилотное многоцентровое рандомизированное клиническое исследование с участием 200 пациентов с пневмонией, вызванной ранним легким ОРДС, показало, что удалось сократить количество интубаций, несмотря на улучшение соотношения индекса оксигенации ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) после двух часов использования НИВЛ [39].

Таким образом, НИВЛ может использоваться вместо обычной кислородной терапии при легкой острой гипоксемической ДН (соотно-

шение $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ более 200, но менее 300 мм рт. ст.) под тщательным наблюдением (уровень достоверности доказательств – 2, уровень убедительности рекомендаций – В). Настоятельно не рекомендуется использовать НИВЛ у пациентов с острой гипоксемической недостаточностью с соотношением $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ (уровень достоверности доказательств – 2, уровень убедительности рекомендаций – А) [10].

Заключение

Вспомогательная НИВЛ является эффективным высокотехнологичным видом респираторной поддержки, которая может применяться для лечения заболеваний легких при ОДН и при обострении ХДН. Эффективность применения НИВЛ зависит от опыта медицинских работников, характера патологии и тщательного отбора пациентов. НИВЛ может являться альтернативой традиционной ИВЛ в различных клинических ситуациях как в стационаре, так и при долговременной вентиляции в амбулаторных условиях. Дальнейшее накопление опыта по применению НИВЛ позволит сделать ее рутинным методом лечения у пациентов с различными заболеваниями легких.

Литература

1. Алексеев С.Н., Дробот Е.В. Профилактика заболеваний. – М.: Российская академия естествознания. – 2015. – С. 315. [Alekseenko S.N., Drobot E.V. Disease prevention. Moscow: Russian Academy of Natural Sciences. – 2015. – P. 315. In Russian].
2. Давидовская Е.И. и др. Дыхательная недостаточность: техническое обеспечение диагностики и респираторной поддержки // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. – 2020. – Т. 18. – № 8. – С. 29–35. [Davidovskaya E.I. et al. Respiratory failure: technical support of diagnostics and respiratory support // Reports of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics. – 2020. – V. 18. – № 8. – P. 29–35. In Russian].
3. Прибылов С.А. и др. Основные методы коррекции дыхательной недостаточности в реальной клинической практике // Астма и аллергия. – 2016. – № 4. – С. 13–16. [Pribylov S.A. et al. Basic methods of correction of respiratory

- insufficiency in real clinical practice // Asthma and allergy. – 2016. – № 4. – P. 13–16. In Russian].*
4. Бородулина Е.А. и др. Новый подход к выбору метода респираторной поддержки в пульмонологии // *Современные технологии в медицине. – 2018. – Т. 10. – № 2. – С. 140–146. [Borodulina E.A. et al. A new approach to the choice of respiratory support method in pulmonology // Modern technologies in medicine. – 2018. – V. 10. – № 2. – P. 140–146. In Russian].*
 5. Демидов А.А. и др. Опыт применения метода неинвазивной вентиляции легких при дыхательной недостаточности // *Астраханский медицинский журнал. – 2018. – Т. 13. – № 3. – С. 60–65. [Demidov A.A. et al. Experience of using the method of noninvasive ventilation in respiratory failure // Astrakhan medical journal. – 2018. – V. 13. – № 3. – P. 60–65. In Russian].*
 6. Ярошецкий А.И. и др. Применение неинвазивной вентиляции легких (второй пересмотр). Клинические рекомендации Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов» // *Анестезиология и реаниматология. – 2019. – № 3. – С. 5–19. [Yaroshetsky A.I. et al. Application of noninvasive lung ventilation (second revision). Clinical recommendations of the All-Russian Public Organization «Federation of Anesthesiologists and Resuscitators» // Anesthesiology and resuscitation. – 2019. – № 3. – P. 5–19. In Russian].*
 7. Guan L. et al. Non-invasive ventilation in the treatment of early hypoxemic respiratory failure caused by COVID-19: considering nasal CPAP as the first choice // *Crit Care. – 2020. – V. 24. – № 1. – P. 1–2.*
 8. Авдеев С.Н. и др. Лечение обострений хронической обструктивной болезни легких // *Терапевтический архив. – 2018. – Т. 90. – № 12. – С. 68–75. [Avdeev S.N. et al. Treatment of exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease // Therapeutic archive. – 2018. – V. 90. – № 12. – P. 68–75. In Russian].*
 9. Самолюк Б.Б. и др. Неинвазивная вентиляция легких сегодня – эффективность, безопасность и комфорт // *Медицинские новости. – 2016. – Т. 8. – № 263. – С. 14–17. [Samolyuk B.B. et al. Noninvasive lung ventilation today – efficiency, safety and comfort // Medical news. – 2016. – V. 8. – № 263. – P. 14–17. In Russian].*
 10. Chawla R. et al. ISCCM guidelines for the use of non-invasive ventilation in acute respiratory failure in adult ICUs // *Indian J Crit Care Med. – 2020. – V. 24. – № 1. – P. 61–81.*
 11. Xu X.P. et al. Noninvasive ventilation in acute hypoxemic nonhypercapnic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis // *Crit Care Med. – 2017. – V. 45. – № 7. – P. 727–733.*
 12. Ergan B. et al. How should we monitor patients with acute respiratory failure treated with noninvasive ventilation? // *Eur Resp Rev. – 2018. – V. 27. – № 148. – P. 1–17.*
 13. Liu Q. et al. Noninvasive ventilation with helmet versus control strategy in patients with acute respiratory failure: a systematic review and meta-analysis of controlled studies // *Crit Care. – 2016. – V. 20. – № 1. – P. 1–14.*
 14. Thille A.W. et al. Noninvasive ventilation as acute therapy // *Curr Opin Crit Care. – 2018. – V. 24. – № 6. – P. 519–524.*
 15. Grieco D.L. et al. Patient self-inflicted lung injury: implications for acute hypoxemic respiratory failure and ARDS patients on non-invasive support // *Minerva Anestesiol. – 2019. – V. 85. – № 9. – P. 1014–1023.*
 16. Биркун А.А. и др. Острая дыхательная недостаточность // *МНС. – 2016. – Т. 78. – № 7. – С. 102–108. [Birkun A.A. et al. Acute respiratory failure // MNS. – 2016. – V. 78. – № 7. – P. 102–108. In Russian].*
 17. Капралова П. и др. Применение непрерывной вспомогательной вентиляции легких при гиперкапнической дыхательной недостаточности // *Общая реаниматология. – 2019. – Т. 15. – № 5. – С. 23–36. [Kaprlova P. et al. The use of continuous auxiliary ventilation in hypercapnic respiratory failure // General resuscitation. – 2019. – V. 15. – № 5. – P. 23–36. In Russian].*
 18. Macrea M. et al. Long-term noninvasive ventilation in chronic stable hypercapnic chronic obstructive pulmonary disease. An official American Thoracic Society clinical practice guideline // *Am J Respir Crit Care Med. – 2020. – V. 202. – № 4. – P. 74–87.*
 19. Comellini V. et al. Benefits of non invasive ventilation in acute hypercapnic respiratory failure // *Respirology. – 2019. – V. 24. – № 4. – P. 308–317.*

20. Scala R. et al. Noninvasive ventilation in acute respiratory failure: which recipe for success? // *Eur Respir Rev.* – 2018. – V. 27. – № 149. – P. 1–15.
21. Авдеев С.Н. Неинвазивная вентиляция легких у больных ХОБЛ, госпитализированных в стационар // *Бюллетень сибирской медицины.* – 2017. – Т. 16. – № 2. – С. 6–19. [Avdeev S.N. Noninvasive ventilation of the lungs in COPD patients hospitalized in a hospital // *Bulletin of Siberian medicine.* – 2017. – V. 16. – № 2. – P. 6–19. In Russian].
22. Murphy P.B. et al. Effect of home noninvasive ventilation with oxygen therapy vs oxygen therapy alone on hospital readmission or death after an acute COPD exacerbation: a randomized clinical trial // *JAMA.* – 2017. – V. 317. – № 21. – P. 2177–2186.
23. Макарова Е.В. и др. Влияние неинвазивной вентиляции легких на функциональные и иммунные показатели у больных с тяжелым обострением хронической обструктивной болезни легких // *Клиническая медицина.* – 2017. – Т. 95. – № 4. – С. 344–350. [Makarova E.V. et al. The effect of noninvasive ventilation on functional and immune parameters in patients with severe exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease // *Clinical medicine.* – 2017. – V. 95. – № 4. – P. 344–350. In Russian].
24. Seyfi S. et al. New modalities for non-invasive positive pressure ventilation: a review article // *Caspian J Intern Med.* – 2019. – V. 10. – № 1. – P. 1–6.
25. MacIntyre N.R. Physiologic effects of noninvasive ventilation // *Respir Care.* – 2019. – V. 64. – № 6. – P. 617–628.
26. Van der Leest S. et al. High intensity non invasive ventilation in stable hypercapnic COPD: evidence of efficacy and practical advice // *Respirology.* – 2019. – V. 24. – № 4. – P. 318–328.
27. Piraino T. Noninvasive respiratory support in acute hypoxemic respiratory failure // *Respir Care.* – 2019. – V. 64. – № 6. – P. 638–646.
28. Rochweg B. et al. Официальные клинические рекомендации ERS/ATS: неинвазивная вентиляция при острой дыхательной недостаточности // *Eur Resp J.* – 2017. – V. 50. – № 2. – P. 1–20.
29. Ferreyro B.L. et al. Association of noninvasive oxygenation strategies with all-cause mortality in adults with acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis // *JAMA.* – 2020. – V. 324. – № 1. – P. 57–67.
30. David-João P.G. et al. Noninvasive ventilation in acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis // *J Crit Care.* – 2019. – V. 49. – P. 84–91.
31. He H. et al. A multicenter RCT of noninvasive ventilation in pneumonia-induced early mild acute respiratory distress syndrome // *Crit Care.* – 2019. – V. 23. – № 1. – P. 1–13.
32. Тюрин В.П. и др. Проведение неинвазивной вентиляции легких пациенту с двухсторонней пневмонией тяжелого течения // *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова.* – 2016. – Т. 11. – № 1. – С. 139–140. [Tyurin V.P. et al. Conducting noninvasive lung ventilation in a patient with severe bilateral pneumonia // *Pirogov Bulletin of the National Medical and Surgical Center.* – 2016. – V. 11. – № 1. – P. 139–140. In Russian].
33. Agarwal R. et al. Is there a role for noninvasive ventilation in acute respiratory distress syndrome? A meta-analysis // *Respir Med.* – 2006. – V. 100. – № 12. – P. 2235–2238.
34. Agarwal R. et al. Role of noninvasive ventilation in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome: a proportion meta-analysis // *Respir Care.* – 2010. – V. 55. – № 12. – P. 1653–1660.
35. Thille A.W. et al. Non-invasive ventilation for acute hypoxemic respiratory failure: intubation rate and risk factors // *Crit Care.* – 2013. – V. 17. – № 6. – P. 1–8.
36. Chawla R. et al. Acute respiratory distress syndrome: predictors of noninvasive ventilation failure and intensive care unit mortality in clinical practice // *J Crit Care.* – 2016. – V. 31. – № 1. – P. 26–30.
37. Xu X.P. et al. Noninvasive ventilation in acute hypoxemic nonhypercapnic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis // *Crit Care Med.* – 2017. – V. 45. – № 7. – P. 727–733.
38. Bellani G. et al. Noninvasive ventilation of patients with acute respiratory distress syndrome. Insights from the LUNG SAFE study // *Am J Respir Crit Care Med.* – 2017. – V. 195. – № 1. – P. 67–77.
39. He H. et al. A multicenter RCT of noninvasive ventilation in pneumonia-induced early mild acute respiratory distress syndrome // *Crit Care.* – 2019. – V. 23. – № 1. – P. 1–13.