

УДК 616.23/.24-002.2-082.4:615.816.2

DOI 10.20538/1682-0363-2017-2-6-19

Для цитирования: Авдеев С.Н. Неинвазивная вентиляция легких у больных ХОБЛ, госпитализированных в стационар. *Бюллетень сибирской медицины*. 2017; 16 (2): 6–19

Неинвазивная вентиляция легких у больных ХОБЛ, госпитализированных в стационар

Авдеев С.Н.

Научно-исследовательский институт (НИИ) пульмонологии
Россия, 105077, г. Москва, ул. 11-я Парковая, 32

РЕЗЮМЕ

Неинвазивная вентиляция легких в течение двух последних десятилетий привела к существенному улучшению ведения пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) как в период обострений, так и в стабильный период. В настоящее время неинвазивная вентиляция легких рассматривается как терапия первой линии у пациентов с обострением ХОБЛ и развитием гиперкапнической острой дыхательной недостаточности. Данный метод респираторной поддержки также оказался эффективным у больных после экстубации как для облегчения процесса отлучения от респиратора, так и для профилактики и лечения постэкстубационной дыхательной недостаточности. К другим областям успешного применения неинвазивной вентиляции легких относятся сочетание хронической обструктивной болезни легких с синдромом апноэ во время сна, хронической обструктивной болезни легких и пневмонии, а также ранний постоперационный период после операций на грудной клетке.

Эффективность неинвазивной вентиляции легких, исходно доказанная в условиях отделений реанимации и интенсивной терапии, также стимулировала интерес к использованию масочной вентиляции в условиях стационара и в амбулаторной практике (для длительной терапии в домашних условиях). В данной статье представлен обзор применения неинвазивной вентиляции легких у больных хронической обструктивной болезнью легких как во время обострений, так и в стабильный период.

Ключевые слова: ХОБЛ, неинвазивная вентиляция легких, острая дыхательная недостаточность.

ВВЕДЕНИЕ

С момента появления первых сообщений об успешном использовании масочной неинвазивной вентиляции легких (НВЛ) при обострении хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) прошло более 25 лет [1, 2]. Попытки применения неинвазивной вентиляции легких с положительным давлением при ХОБЛ предпринимались и раньше (1970–1980 гг.). Но в целом такой опыт оказался не очень удачным, так как в то время обычно использовали устройства для «интермиттирующего дыхания с положительным давлением» (intermittent positive-pressure breathing), ко-

торые плохо переносились пациентами, и обычно были предназначены для аэрозольной терапии [3]. Появление удобных масок для проведения ночной терапии с постоянным положительным давлением (continuous positive airway pressure, CPAP) и новых режимов респираторной поддержки, особенно режима поддержки давлением (pressure support), дали толчок к широкому внедрению НВЛ в клиническую практику у больных с обострением ХОБЛ [4–6]. В 1990–2000 гг. накопление опыта применения НВЛ и обнадеживающие положительные результаты данного метода в нескольких исследованиях позволили закрепить за НВЛ место терапии первой линии при острой дыхательной недостаточности (ОДН) у больных с обострением ХОБЛ (рис. 1) [7–9].

✉ Авдеев Сергей Николаевич, e-mail: serg_avdeev@list.ru.



Рис. 1. Неинвазивная вентиляция легких при обострении ХОБЛ в ОРИТ

Эффективность НВЛ, исходно доказанная в условиях отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), также стимулировала интерес к использованию масочной вентиляции в условиях стационара и в амбулаторной практике (для длительной терапии в домашних условиях). В данной статье представлен обзор применения НВЛ у больных ХОБЛ как во время обострений, так и в стабильный период.

ПАТОФИЗИОЛОГИЯ ХОБЛ

С точки зрения понимания эффектов респираторной поддержки, очень важной проблемой при ХОБЛ является легочная гиперинфляция, или увеличение легочных объемов, что приводит к уплощению основной дыхательной мышцы – диафрагмы, то есть перемещению ее в менее эффективную позицию на кривой «длина – напряжение», следствием чего является снижение силы и выносливости диафрагмы [10]. Кроме того, у пациентов ХОБЛ легочная гиперинфляция ведет к созданию «внутреннего» положительного давления в конце выдоха (intrinsic positive end-expiratory pressure, iPEEP), что повышает нагрузку на аппарат дыхания и приводит к повышению респираторного усилия. У пациентов с тяжелой ХОБЛ компенсаторные резервы серьезно ограничены, и любые факторы, которые вызывают повышение нагрузки на респираторную мускулатуру во время обострения (бронхоспазм,

задержка бронхиального секрета, усиление гиперинфляции легких), влияют на дальнейшее снижение силы и выносливости дыхательных мышц, приводя к развитию их утомления, снижению альвеолярной вентиляции и нарастанию гиперкапнии (то есть задержке CO_2). НВЛ, используя положительное давление, способно «разгрузить» респираторную мускулатуру и увеличить альвеолярную вентиляцию, таким образом приводя к уменьшению респираторного усилия и работы дыхания, снижению одышки, тахипноэ и уровня PaCO_2 [11–15].

При сочетании НВЛ и других методов консервативной терапии (кислорода, бронходилататоров, глюкокортикостероидов, антибиотиков) происходит более быстрое разрешение ОДН, в том числе и тяжелых случаев, и уменьшается продолжительность пребывания пациентов ХОБЛ в ОРИТ и стационаре [11, 14, 16, 17].

Наиболее важным преимуществом НВЛ при обострении ХОБЛ является уменьшение летальности больных, что может быть связано со снижением риска развития нозокомиальных пневмоний и других госпитальных инфекций (рис. 2) [18]. Кроме того, по сравнению с инвазивной респираторной поддержкой, проведение НВЛ сопряжено с меньшим риском повреждения и последующего ремоделирования ткани легких, то есть лучшим функциональным резервом больных после респираторной поддержки [19–21].

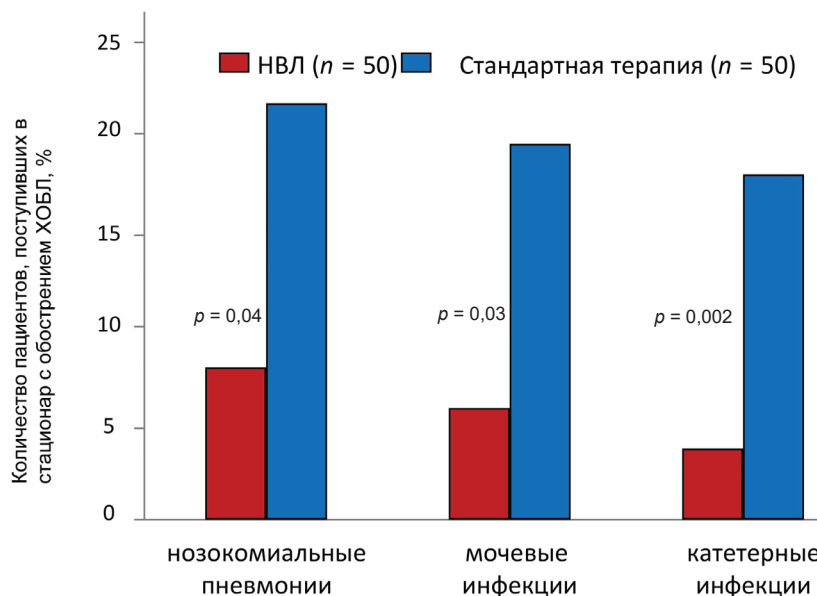


Рис. 2. НВЛ и нозокомиальные инфекции: исследование «случай – контроль» [Girou et al., JAMA 2000]

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАНИЙ ДЛЯ НВЛ

Перед использованием НВЛ необходимо обратить внимание на некоторые важные аспекты метода. Эффективность НВЛ зависит от правильной оценки ее возможностей и ограничений, что, в свою очередь, требует выбора подходящего пациента, участия подготовленного персонала и своевременного выявления неуспеха ее применения для того, чтобы избежать задержки использования других методов респираторной поддержки (обычно интубации трахеи (ИТ) и искусственной вентиляции легких (ИВЛ)) [5, 19–21].

НВЛ является методом респираторной поддержки, при котором основной интерфейс (маска) может быть легко наложен и так же легко отсоединен от дыхательных путей пациента. Однако такая особенность НВЛ не должна рассматриваться как метод, который может быть использован в любых ситуациях. У больных ХОБЛ с жизненно угрожающими ситуациями (остановка дыхания, остановка кровообращения, шок) применяется традиционная респираторная поддержка – ИТ и ИВЛ. Кроме того, ИВЛ лучше подходит и для таких ситуаций, как развитие желудочно-кишечного кровотечения, обструкция верхних дыхательных путей (например, опухоль, ангионевротический отек) и невозможность обеспечить защиту дыхательных путей (например, при тяжелых нейромышечных заболеваниях, передозировке наркотиков).

Показания к НВЛ при ОДН у больных ХОБЛ

- А. Симптомы и признаки ОДН:
 - а. Выраженная одышка в покое;

- б. ЧД > 25 мин⁻¹, участие в дыхании вспомогательной дыхательной мускулатуры, абдоминальный парадокс.

- В. Признаки нарушения газообмена:

- а. PaCO₂ > 45 мм рт. ст., pH < 7,35;

- б. PaO₂/FiO₂ < 200 мм рт. ст.

Противопоказания к НВЛ при ОДН у больных ХОБЛ

- А. Остановка дыхания.

- В. Нестабильная гемодинамика (гипотония, неконтролируемые аритмии или ишемия миокарда);

- С. Невозможность обеспечить защиту дыхательных путей (нарушения кашля и глотания);

- Д. Избыточная бронхиальная секреция;

- Е. Признаки нарушения сознания (ажитация или угнетение), неспособность пациента к сотрудничеству с медицинским персоналом;

- Ф. Лицевая травма, ожоги, анатомические нарушения, препятствующие наложению маски.

Правильная селекция пациентов является ключевым фактором для достижения успеха НВЛ. При обострении ХОБЛ наиболее подходящими являются больные с гиперкапнией и умеренно выраженным респираторным ацидозом, хотя сочетание респираторного и метаболического ацидоза так же хорошо поддается терапии НВЛ [22]. Тяжелый респираторный ацидоз значительно повышает шансы больного быть интубированным, особенно, если pH ниже 7,20 [23–26], но в рутинной практике, как показывает опыт, у некоторых пациентов НВЛ может быть успешна при таких низких цифрах pH, как 7,10 [27]. Состояние комы также является противопоказанием к

НВЛ, хотя здесь тоже есть свои исключения: например, больных с гиперкапнической комой (или CO_2 -наркозом) в некоторых экспертных центрах успешно ведут с помощью НВЛ [28–29]. Эти и другие условия селекции пациентов представлены выше.

Как правило, ни один из данных факторов не является абсолютным противопоказанием к НВЛ, но они должны учитываться при принятии решения об инициации НВЛ, а также при констатации неэффективности метода и необходимости проведения интубации трахеи. К числу известных предикторов успеха или неуспеха НВЛ относятся неврологический статус пациента (шкала Glasgow), общая тяжесть заболевания (шкала APACHE II) и высокое тахипноэ [23, 31].

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НВЛ

Профессиональная подготовка и опыт медицинского персонала являются важными факторами при подготовке к проведению НВЛ. Как и при многих видах терапии, операций и технологий, по мере накопления опыта использования НВЛ можно ожидать улучшения результатов данного метода [6]. Исходно НВЛ преимущественно применяли в условиях ОРИТ, так как в случае неудачи терапии НВЛ именно там в первую очередь обеспечивался доступ к проведению ИТ и ИВЛ. Однако по мере накопления опыта и тренировки использование НВЛ может быть без всякого риска перемещено и на «ступень ниже», то есть в отделения, располагающие меньшими возможностями мониторинга, и меньшим соотношением числа медсестер к числу пациентов – в так называемые отделения промежуточной помощи (intermediate care), или специализированные палаты [14, 24, 30, 32]. Кроме того, сегодня использование НВЛ в острых ситуациях не ограничивается только госпитальными условиями, но с успехом применяется и на более ранних этапах, например в отделениях неотложной терапии (приемных отделениях) [33].

Даже, несмотря на то что НВЛ может быть эффективным методом респираторной поддержки у больных с гиперкапнической комой, идеальный пациент должен быть достаточно кооперативным для обеспечения условий наложения и подгонки маски и для синхронизации с респиратором. Ажитированные и некомплаентные больные обычно плохо переносят процедуру НВЛ. Чаще всего в клинической практике используются назальные или лицевые (ороназальные) маски. Тяжесть со-

стояния пациентов может являться фактором, определяющим подходящий тип маски. Так, пациенты с меньшей выраженностью дыхательной недостаточности лучше адаптируются к назальным маскам, при использовании которых утечка выражена больше, в то время как при более тяжелых ситуациях лучше применять ороназальные маски [34]. Современный выбор различных моделей масок позволяет учитывать индивидуальные особенности и предпочтения больных. К другим, менее часто используемым, интерфейсам при обострении ХОБЛ относятся полнолицевые маски, загубники и шлемы [35]. Плотная подгонка маски к лицу больного позволяет минимизировать утечку и улучшить синхронизацию пациента с респиратором. В то же время при чрезмерно плотном контакте маски с кожей больного возможно развитие изъязвлений и некрозов кожи. У пациентов с ажитацией, тревогой, высоким тахипноэ для улучшения синхронизации возможно назначение седативных препаратов, однако следует помнить о риске чрезмерной седации и ухудшении альвеолярной вентиляции [19, 36, 37].

Важным аспектом при проведении НВЛ является выбор респираторов. В первых исследованиях обычно использовали обычные «реанимационные» респираторы, предназначенные для проведения ИВЛ с помощью интубационной трубки [11, 27, 38, 39], однако они плохо компенсировали утечку, и с связи с этим возникали сложности переключения с фазы вдоха на фазу выдоха [40].

Другой тип респираторов – портативные респираторы, специально созданные для НВЛ, которые используют одиночный контур, и эвакуация выдыхаемого дыхательного объема осуществляется через специальные отверстия в маске или контуре (порт утечки). Одна из наиболее популярных моделей такого респиратора ViPAP, обеспечивающая два уровня давления в дыхательных путях (bi-level), стала синонимом НВЛ [41]. Такой респиратор создает инспираторное положительное давление (IPAP) и экспираторное положительное давление (EPAP), а различие между ними соответствует уровню поддержки давлением (pressure support). Общими чертами портативных респираторов являются их относительно невысокая стоимость и возможность эффективно компенсировать даже высокую утечку, однако данные аппараты, как правило, не обладают теми возможностями мониторинга и тревог, что есть у «реанимационных» респираторов. Современные

«реанимационные» респираторы, благодаря усовершенствованию технологий, также способны уверенно компенсировать выраженную утечку, и используются в условиях ОРИТ для проведения НВЛ у наиболее тяжелых пациентов.

ИНИЦИАЦИЯ НВЛ

Большинство пациентов, которым проводится НВЛ, относительно неплохо переносят данную процедуру уже на начальном этапе. Однако у ряда больных в течение первых минут или часов НВЛ не приводит к улучшению состояния (клинических показателей и газообмена), или процедура плохо переносится, доля таких больных обычно составляет около 15–20% [9, 11, 42, 43]. Обычно для предсказания успеха НВЛ или ответа на НВЛ достаточно использование сеанса респираторной поддержки в течение 1–2 ч. В обычной практике эффективность терапии НВЛ очевидна и при простом осмотре – наблюдается уменьшение частоты дыхания и работы вспомогательных дыхательных мышц. Объективными маркерами эффективности масочной вентиляции являются изменения показателей газов артериальной крови: повышение рН и снижение $PaCO_2$. Короткий сеанс НВЛ позволяет не только выявить пациентов, которые в дальнейшем могут эффективно вестись с помощью НВЛ, но также и больных с плохим ответом, которые впоследствии потребуют проведения ИТ и ИВЛ [15, 44, 45]. Более длительные попытки использования НВЛ без достижения заметного улучшения лишь отодвигают по времени момент применения ИТ и ИВЛ, что значительно повышает риск утяжеления дыхательной недостаточности и неблагоприятного исхода пациентов.

Неудачи терапии НВЛ в большинстве случаев выявляют довольно рано – в первые часы от инициации респираторной поддержки, однако у некоторых пациентов безуспешность терапии НВЛ проявляется позже, через 24–48 ч, и даже в более поздние сроки после первоначального улучшения [11, 46, 47]. Отсутствие улучшения сферы сознания или респираторного ацидоза через 24 ч от начала НВЛ является еще одним предиктором неуспеха НВЛ. Все приведенные рекомендации могут быть использованы у большинства больных ХОБЛ, у которых планируется проведение НВЛ.

ОБОСТРЕНИЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ

Как уже подчеркивалось, больные с обострением ХОБЛ и развитием ОДН являются подходящими кандидатами для проведения НВЛ. На сегодня это наиболее частое показание для НВЛ

в госпитальных условиях, и именно при данном состоянии в мире накоплен наибольший опыт использования НВЛ [6].

Несмотря на то что общее число пациентов, включенных в рандомизированные клинические исследования (РКИ), посвященные эффективности НВЛ при обострении ХОБЛ, относительно невелико ($< 1\ 000$), эффективность метода подтверждена в масштабных когортных исследованиях, крупных мета-анализах и поддерживается многими профессиональными обществами и организациями [8, 47, 48]. В настоящее время общепризнано, что НВЛ при обострении ХОБЛ снижает потребность в интубации трахеи, число осложнений, связанных с ИТ и ИВЛ, уменьшает длительность пребывания больных в стационаре и снижает летальность. По результатам одного из мета-анализов, основанном на 14 РКИ, использование НВЛ ассоциировано со снижением числа ИТ (относительный риск (ОР) 0,39; 95%-й доверительный интервал (ДИ) 0,28–0,54) и госпитальной летальности (ОР 0,52; 95%-й ДИ 0,36–0,70) [9]. По данным другого мета-анализа, особенно высокая эффективность НВЛ продемонстрирована у пациентов с обострением ХОБЛ и респираторным ацидозом с рН $< 7,30$: снижение риска ИТ на 34% (95%-й ДИ 22–46%), снижение летальности на 12% (95%-й ДИ 6–18%) и абсолютное снижение продолжительности госпитализации на 5,6 сут (95%-й ДИ 3,7–7,5 сут) [43]. Другими словами, при использовании НВЛ число больных, которых необходимо пролечить (number needed to treat (NNT)) для того, что избежать неудачи терапии и предотвратить ИТ, составляет всего пять, а для предотвращения летального исхода – всего восемь пациентов [49]. Однако польза от применения НВЛ не была показана у пациентов с относительно легкими обострениями ХОБЛ, без развития респираторного ацидоза с исходным рН $> 7,35$ [49]. Кроме того, госпитальная летальность довольно высока у пациентов с обострением ХОБЛ, у которых НВЛ оказалась неуспешной, – 27%, в то время как при использовании только НВЛ летальность составляет 9%, а при использовании только ИВЛ – 23% [50].

Также в некоторых проспективных исследованиях показано, что использование НВЛ в период ОДН позволяет в дальнейшем уменьшить число последующих госпитализаций больных и улучшить долговременный прогноз больных ХОБЛ [51]. Использование НВЛ при обострении ХОБЛ с респираторным ацидозом постоянно увеличивается с течением времени, и этот тренд хорошо документирован в крупных обсервационных

исследованиях (рис. 3) [6, 7, 50, 52–54]. Однако имеются большие отличия по практике использования НВЛ в разных странах.

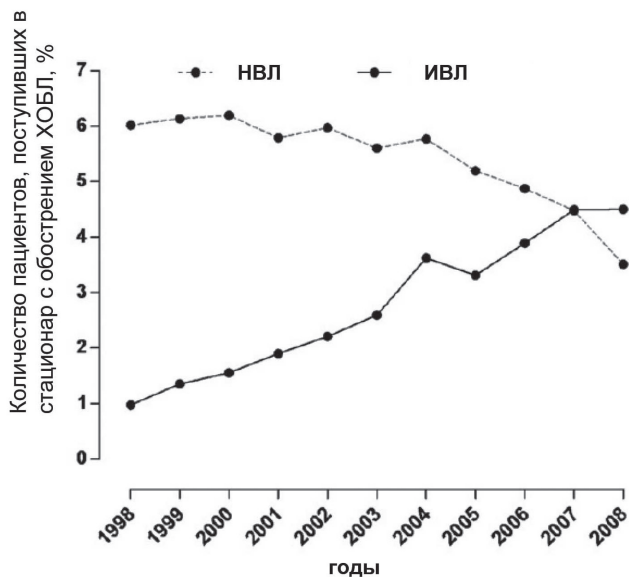


Рис. 3. Анализ 7 511 267 госпитализаций больных с обострением ХОБЛ (1998–2008 гг., США): объемы использования НВЛ и ИВЛ [Chandra et al., 2012]

Так, в странах Европы сегодня НВЛ занимает приблизительно около 50% случаев всей респираторной поддержки у больных ХОБЛ, в то же время в США этот показатель составляет около 15% [6]. Большая вариабельность по применению НВЛ существует также в пределах одной страны, например Франции, или даже региона, как продемонстрировано в американском штате Массачусетс [54, 55]. Тренировки, приобретение опыта и образование являются важными факторами, объясняющими различия по использованию и результатам НВЛ. Тем не менее, можно уверенно констатировать, что опыт использования НВЛ при обострении ХОБЛ в реальной жизни подтверждает результаты клинических исследований об уменьшении числа ИТ, длительности госпитализации и летальности больных.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НВЛ У ПАЦИЕНТОВ ХОБЛ ПОСЛЕ ЭКСТУБАЦИИ

НВЛ может рассматриваться не только как метод респираторной поддержки, позволяющий избежать ИТ, но и быть использован для более раннего отлучения от респиратора тех больных ХОБЛ, которым уже проводится инвазивная респираторная поддержка. Постэкстубационная ОДН возникает у более чем 20% больных ХОБЛ, и повторные ИТ являются хорошо документированным фактором риска неблагоприятного

прогноза [56]. Повышение нагрузки на респираторную мускулатуру, застойная сердечная недостаточность и отек верхних дыхательных путей являются наиболее частыми причинами развития постэкстубационной ОДН, и бороться с ними можно с помощью НВЛ [57].

Можно определить три различные ситуации, при которых возможно использование НВЛ у больных ХОБЛ в постэкстубационный период. Первая ситуация – несколько попыток отлучения от респиратора оказались неудачными. В данном случае возможно экстубировать пациента и сразу перевести на НВЛ, которая продолжает обеспечивать респираторную поддержку. В то же время пациент приобретает способность разговаривать, принимать пищу, восстановить ротоглоточную функцию, и, что особенно важно, может избежать осложнений, связанных с длительной ИВЛ, например вентилятор-ассоциированной пневмонии (ВАП). Данный подход явился предметом изучения нескольких РКИ и признан успешным именно у пациентов ХОБЛ (но не при другой патологии) [58, 59]. Мета-анализ, основанный на данных 16 исследований, включавших почти 1 000 больных (в основном пациентов ХОБЛ), подтвердил эффективность использования НВЛ как инструмента для раннего отлучения от респиратора [60]. В данном мета-анализе продемонстрировано значительное снижение летальности (ОР 0,53; 95%-й ДИ 0,38–0,80), уменьшение неудачных попыток отлучения (ОР 0,63; 95%-й ДИ 0,42–0,96), снижение длительности пребывания в ОИТ на 5,6 сут (95%-й ДИ 3,3–7,9 сут), длительности пребывания в стационаре на 6,0 сут (95%-й ДИ 2,9–9,2 сут), длительности ИВЛ на 5,6 сут (95%-й ДИ 1,8–9,5 сут). Кроме того, отмечено снижение частоты развития ВАП (ОР 0,25; 95%-й ДИ 0,15–0,43), выполнения трахеотомий (ОР 0,19; 95%-й ДИ 0,08–0,47) и повторных интубаций (ОР 0,65; 95%-й ДИ 0,44–0,97) [60].

НВЛ используется у пациентов после экстубации при развитии потэкстубационной ОДН и повторной ИТ. Это ситуация полностью отличается от первой, так как здесь больной уже успешно экстубирован, а затем при ухудшении его состояния начинают применять НВЛ. Эффективность НВЛ у больных ХОБЛ с постэкстубационной ОДН изучена G. Hilbert и соавт. в исследовании «случай – контроль» [61]. В исследование включали больных ХОБЛ, если в течение 72 ч после экстубации у них возникли признаки ОДН (ЧДД > 25 в мин, повышение РаСО₂, как минимум, на 20% по сравнению с постэкстубационными значениями и рН < 7,35). В группе НВЛ реже

требовалась повторная ИТ (20% против 67%, $p < 0,001$), были меньше общая продолжительность респираторной поддержки ((6 ± 4) против (11 ± 8) сут, $p < 0,01$) и время нахождения больных в ОРИТ ((8 ± 4) против (14 ± 8) сут, $p < 0,01$).

И, наконец, третья ситуация – НВЛ используется для профилактики развития постэкстубационной ОДН [62–64], факторами риска которой могут быть: хроническая сердечная недостаточность, PaCO_2 после экстубации > 45 мм рт. ст., слабые кашлевые толчки и стрidor после экстубации [64]. При использовании НВЛ у таких больных с высоким риском отмечено снижение числа повторных ИТ (ОР 0,42; 95%-й ДИ 0,25–0,70) и летальности в ОРИТ (ОР 0,35; 95%-й ДИ 0,16–0,78) [64].

ПНЕВМОНИЯ И ХОБЛ

Внебольничная пневмония (ВП) является одной из наиболее частых инфекционных причин смерти у пациентов в ОРИТ, и использование НВЛ при ВП в ряде исследований сопровождалось снижением числа ИТ и длительности пребывания пациентов в стационаре [65]. Однако субгрупповой анализ продемонстрировал, что положительные результаты НВЛ при тяжелой пневмонии в основном присутствовали у пациентов с фоновым заболеванием ХОБЛ и развитием гиперкапнической дыхательной недостаточности (рН $\sim 7,28$ и $\text{PaCO}_2 \sim 73$ мм рт. ст.) [65]. В целом эти данные отражают опыт многих исследований, в которых НВЛ не всегда была эффективной при тяжелой пневмонии. В одном из наиболее крупных исследований результаты использования НВЛ при ВП, осложнившейся ОДН, были намного хуже, чем у пациентов с тяжелой ВП и сопутствующими сердечно-сосудистыми или респираторными заболеваниями [66]. В данном исследовании при развитии ОДН *de novo* неудачи терапии НВЛ составили 46%, а при развитии ОДН у больных ХОБЛ – 26% ($p < 0,01$), летальность была очень высокой у пациентов с неудачей терапии НВЛ ($> 80\%$) [66]. Поэтому в настоящее время к использованию НВЛ при тяжелой пневмонии без сопутствующей ХОБЛ относятся достаточно сдержанно.

РЕЗЕКЦИЯ ЛЕГКИХ У ПАЦИЕНТОВ ХОБЛ

Благоприятные эффекты НВЛ продемонстрированы у пациентов ХОБЛ после операций на грудной клетке, в основном резекций легких, когда существует довольно высокий риск развития ателектазов, увеличения работы дыхания и развития ОДН [67]. Однако и здесь получены не-

однозначные результаты. НВЛ как профилактическая процедура, назначаемая в течение недели до и после хирургической операции, приводила к уменьшению числа постоперационных ателектазов и длительности госпитализации [68]. НВЛ оказалась также эффективной при использовании у пациентов ХОБЛ только в постоперационный период. В недавно проведенном исследовании раннее постоперационное использование НВЛ не привело к изменению прогноза больных ХОБЛ по сравнению с обычной практикой, однако число случаев ОДН было достоверно меньше в группе НВЛ (19 vs 25%) [69]. Субгрупповой анализ выявил, что у более тяжелых больных ХОБЛ риск развития респираторных событий был значительно выше (ОР 1,50; 95%-й ДИ 1,03–2,20).

СИНДРОМ ОБСТРУКТИВНОГО АПНОЭ ВО ВРЕМЯ СНА И ХОБЛ

Синдром обструктивного апноэ во время сна (СОАС) и ХОБЛ являются очень распространенными заболеваниями, поэтому нет ничего удивительного, что больные с сочетанием этих двух состояний могут быть госпитализированы по поводу развития гиперкапнической ОДН. Данное сочетание обычно называют «перекрестным» синдромом (overlap syndrome) [70–72]. В острых ситуациях нередко бывает очень сложно выявить первичную причину, ответственную за развитие декомпенсации респираторного состояния, особенно у больных с гиперкапнией и снижением уровня сознания. Часто у таких пациентов также обнаруживают признаки легочной гипертензии и правожелудочковой недостаточности. К счастью, и при ХОБЛ, и при СОАС наиболее эффективной стратегией терапии является НВЛ [73]. В крупном исследовании, включавшем более 700 пациентов с перекрестным синдромом с гиперкапнической ОДН (рН $- 7,22$ и $\text{PaCO}_2 - 86$ мм рт. ст.), успех НВЛ составлял 88%, ИТ потребовалась у 4% больных. Результаты терапии НВЛ были достоверно лучше в подгруппе пациентов с ожирением (выживаемость в стационаре 96% vs 11%, $p < 0,001$), однако у них также чаще требовалось применение НВЛ в домашних условиях (20 vs 9%) [73].

НВЛ ВО ВРЕМЯ ЭНДОСКОПИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР

Использование НВЛ может существенно облегчить проведение эндоскопических процедур, особенно у пациентов, которые не рассматриваются как кандидаты для ИТ. Данный неинвазивный подход позволяет избежать рисков анестезии и глубокой седации больных. НВЛ с успехом

может применяться как для проведения и диагностических (взятие эндобронхиального материала для анализов), так и для терапевтических процедур (удаление бронхиального секрета) [74]. Чаще всего в качестве пособия эндоскопических процедур НВЛ выполняется через ороназальную маску, хотя описаны случаи использования шлемов и назальных масок [75]. Кроме бронхоскопии НВЛ может быть также использована при выполнении транспищеводной эхо-кардиографии и постановки перкутанной гастростомии [76, 77]. Но использование НВЛ не рекомендовано при проведении эзофагогастроскопии, так как эта процедура часто используется во время желудочно-кишечных кровотечений, которые сами по себе являются противопоказанием к НВЛ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Неинвазивная вентиляция легких в течение двух последних десятилетий привела к существенному улучшению ведения пациентов ХОБЛ как в период обострений, так и в стабильный период. В настоящее время НВЛ рассматривается как терапия первой линии у пациентов с обострением ХОБЛ и развитием гиперкапнической ОДН. Данный метод респираторной поддержки также оказался эффективным у больных после экстубации как для облегчения процесса отлучения от респиратора, так и для профилактики и лечения постэкстубационной дыхательной недостаточности. К другим областям успешного применения НВЛ относят сочетание ХОБЛ с синдромом апноэ во время сна, ХОБЛ и пневмонии, а также ранний постоперационный период после операций на грудной клетке.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования фармацевтическими компаниями и другими спонсорами при проведении исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brochard L., Isabey D., Piquet J. et al. Reversal of acute exacerbations of chronic obstructive lung disease by inspiratory assistance with a face mask // *N. Engl. J. Med.* 1990; 323: 1523–1530.
2. Meduri G.U., Conoscenti C.C., Menashe P., Nair S. Non-invasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure // *Chest.* 1989; 95: 865–870.
3. Intermittent positive pressure breathing therapy of chronic obstructive pulmonary disease. A clinical trial // *Ann. Intern. Med.* 1983; 99: 612–620.
4. Авдеев С.Н., Третьяков А.В. Использование неинвазивной вентиляции легких с двумя уровнями положительного давления у больных с острой дыхательной недостаточностью // *Пульмонология.* 1996; 4: 33–37.
5. Авдеев С.Н., Чучалин А.Г. Неинвазивная вентиляция легких при острой дыхательной недостаточности у больных хронической обструктивной болезнью легких // *Тер. архив.* 2000; 3: 59–65.
6. Soo Hoo G.W. Semin. Respir. Crit. // *Care Med.* 2015; 36: 616–629.
7. Walkey A.J., Wiener R.S. Use of noninvasive ventilation in patients with acute respiratory failure, 2000–2009: a population-based study // *Ann. Am. Thorac. Soc.* 2013; 10: 10–17.
8. Demoule A., Girou E., Richard J.C., Taillй S., Brochard L. Increased use of noninvasive ventilation in French intensive care units // *Intensive Care Med.* 2006; 32: 1747–1755.
9. Keenan S.P., Sinuff T., Burns K.E. et al. Canadian Critical Care Trials Group/Canadian Critical Care Society Noninvasive Ventilation Guidelines Group. Clinical practice guidelines for the use of noninvasive positive-pressure ventilation and noninvasive continuous positive airway pressure in the acute care setting // *CMAJ.* 2011; 183: E195–E214.
10. Tobin M.J. Respiratory muscles in disease // *Clin. Chest. Med.* 1988; 9: 263–286.
11. Brochard L., Mancebo J., Wysocki M. et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease // *N. Engl. J. Med.* 1995; 333: 817–822.
12. Carrey Z., Gottfried S.B., Levy R.D. Ventilatory muscle support in respiratory failure with nasal positive pressure ventilation // *Chest.* 1990; 97: 150–158.
13. Belman M.J., Soo Hoo G.W., Kuei J.H., Shadmehr R. Efficacy of positive vs negative pressure ventilation in unloading the respiratory muscles // *Chest.* 1990; 98 (4): 850–856.
14. Bott J., Carroll M.P., Conway J.H. et al. Randomised controlled trial of nasal ventilation in acute ventilatory failure due to chronic obstructive airways disease // *Lancet.* 1993; 341 (8860): 1555–1557.
15. Авдеев С.Н. Сравнительное контролируемое исследование применения неинвазивной вентиляции легких при острой дыхательной недостаточности на фоне обострения хронического обструктивного заболевания легких // *Пульмонология.* 1997; 4: 30–31.
16. Kramer N., Meyer T.J., Meharg J., Cece R.D., Hill N.S. Randomized, prospective trial of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1995; 151 (6): 1799–1806.
17. Авдеев С.Н., Третьяков А.В., Григорьянц Р.А., Куценко М.А., Чучалин А.Г. Исследование применения неинвазивной вентиляции легких при острой дыхательной

- недостаточности на фоне обострения хронического обструктивного заболевания легких // *Анест. реаниматол.* 1998; 3: 45–51.
18. Girou E., Schortgen F., Delclaux C. et al. Association of noninvasive ventilation with nosocomial infections and survival in critically ill patients // *JAMA*. 2000; 284: 2361–2367.
19. Nava S., Hill N. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure // *Lancet*. 2009; 374: 250–259.
20. Авдеев С.Н. Неинвазивная вентиляция легких при острой дыхательной недостаточности // *Пульмонология*. 2005; 6: 37–54.
21. Авдеев С.Н. Неинвазивная вентиляция легких при острой дыхательной недостаточности у больных с хронической обструктивной болезнью легких // *Пульмонология*. 2008; 6: 5–14.
22. Terzano C., Di Stefano F., Conti V. et al. Mixed acid-base disorders, hydroelectrolyte imbalance and lactate production in hypercapnic respiratory failure: the role of noninvasive ventilation // *PLoS ONE*. 2012; 7 (4): e35245.
23. Confalonieri M., Garuti G., Cattaruzza M.S. et al. Italian noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) study group. A chart of failure risk for noninvasive ventilation in patients with COPD exacerbation // *Eur. Respir. J.* 2005; 25: 348–355.
24. Plant P.K., Owen J.L., Elliott M.W. Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: a multicentre randomised controlled trial // *Lancet*. 2000; 355: 1931–1935.
25. Soo Hoo G.W., Hakimian N., Santiago S.M. Hypercapnic respiratory failure in COPD patients: response to therapy // *Chest*. 2000; 117: 169–177.
26. Scala R., Naldi M., Archinucci I., Coniglio G., Nava S. Noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute exacerbations of COPD and varying levels of consciousness // *Chest*. 2005; 128: 1657–1666.
27. Soo Hoo G.W., Santiago S., Williams A.J. Nasal mechanical ventilation for hypercapnic respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease: determinants of success and failure // *Crit. Care Med*. 1994; 22 (8): 1253–1261.
28. Дназ G.G., Alcaraz A.C., Talavera J.C. et al. Noninvasive positive pressure ventilation to treat hypercapnic coma secondary to respiratory failure // *Chest*. 2005; 127 (3): 952–960.
29. Попова К.А., Авдеев С.Н. Возможность использования неинвазивной вентиляции легких при гиперкапнической коме у больных ХОБЛ с острой дыхательной недостаточностью // *Пульмонология*. 2013; 1: 108–111.
30. McLaughlin K.M., Murray I.M., Thain G., Currie G.P. Ward-based noninvasive ventilation for hypercapnic exacerbations of COPD: a ‘real-life’ perspective // *QJM*. 2010; 103 (7): 505–510.
31. Avdeev S., Chuchalin A., Grigorians R., Tretyakov A., Kutsenko M. Factors predicting outcome of noninvasive positive pressure ventilation // *Eur. Respir. J.* 1997; 10: 185s.
32. Paus-Jenssen E.S., Reid J.K., Cockcroft D.W., Laframboise K., Ward H.A. The use of noninvasive ventilation in acute respiratory failure at a tertiary care center // *Chest*. 2004; 126 (1): 165–172.
33. Hess D.R., Pang J.M., Camargo C.A.Jr. A survey of the use of noninvasive ventilation in academic emergency departments in the United States // *Respir. Care*. 2009; 54 (10): 1306–1312.
34. Kwok H., McCormack J., Cece R., Houtchens J., Hill N.S. Controlled trial of oronasal versus nasal mask ventilation in the treatment of acute respiratory failure // *Crit. Care Med*. 2003; 31 (2): 468–473.
35. Pisani L., Carlucci A., Nava S. Interfaces for noninvasive mechanical ventilation: technical aspects and efficiency // *Minerva Anesthesiol*. 2012; 78 (10): 1154–1161.
36. Devlin J.W., Nava S., Fong J.J., Bahhady I., Hill N.S. Survey of sedation practices during noninvasive positive-pressure ventilation to treat acute respiratory failure // *Crit. Care Med*. 2007; 35 (10): 2298–2302.
37. Devlin J.W., Al-Qadheeb N.S., Chi A. et al. Efficacy and safety of early dexmedetomidine during noninvasive ventilation for patients with acute respiratory failure: a randomized, double-blind, placebo-controlled pilot study // *Chest*. 2014; 145 (6): 1204–1212.
38. Marino W. Intermittent volume cycled mechanical ventilation via nasalmask in patients with respiratory failure due to COPD // *Chest*. 1991; 99 (3): 681–684.
39. Meduri G.U., Abou-Shala N., Fox R.C., Jones C.B., Leeper K.V., Wunderink R.G. Noninvasive face mask mechanical ventilation in patients with acute hypercapnic respiratory failure // *Chest*. 1991; 100 (2): 445–454.
40. Schonhofer B., Sortor-Leger S. Equipment needs for noninvasive mechanical ventilation // *Eur. Respir. J.* 2002; 20: 1029–1036.
41. Strumpf D.A., Carlisle C.C., Millman R.P., Smith K.W., Hill N.S. An evaluation of the respironics BiPAP Bi-Level CPAP device for delivery of assisted ventilation // *Respir. Care*. 1990; 35(5): 415–422.
42. Confalonieri M., Calderini E., Terraciano S. et al. Noninvasive ventilation for treating acute respiratory failure in AIDS patients with *Pneumocystis carinii* pneumonia // *Intensive Care Med*. 2002; 28 (9): 1233–1238.
43. Keenan S.P., Sinuff T, Cook D.J., Hill N.S. Which patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease benefit from noninvasive positive-pressure ventilation? A systematic review of the literature // *Ann. Intern. Med*. 2003; 138 (11): 861–870.
44. Ambrosino N., Foglio K., Rubini F., Clini E., Nava S., Vitacca M. Noninvasive mechanical ventilation in acute respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease: correlates for success // *Thorax*. 1995; 50 (7): 755–757.
45. Antyn A., Güell R., Gymez J. et al. Predicting the result of noninvasive ventilation in severe acute exacerbation

- tions of patients with chronic airflow limitation // *Chest*. 2000; 117 (3): 828–833.
46. Moretti M., Cilione C., Tampieri A., Fracchia C., Marchioni A., Nava S. Incidence and causes of non-invasive mechanical ventilation failure after initial success // *Thorax*. 2000; 55: 819–825.
 47. Organized jointly by the American Thoracic Society, the European Respiratory Society, the European Society of Intensive Care Medicine, and the Société de Réanimation de Langue Française, and approved by ATS Board of Directors, December 2000. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure Am // *J. Respir. Crit Care Med*. 2001; 163: 283–291.
 48. British Thoracic Society Standards of Care Committee. Noninvasive ventilation in acute respiratory failure // *Thorax*. 2002; 57 (3): 192–211.
 49. Lightowler J.V., Wedzicha J.A., Elliott M.W., Ram F.S. Non-invasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Cochrane systematic review and meta-analysis // *BMJ*. 2003; 326 (7382): 185.
 50. Chandra D., Stamm J.A., Taylor B. et al. Outcomes of noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in the United States, 1998–2008 // *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 2012; 185 (2): 152–159.
 51. Avdeev S., Kutsenko M., Tretyakov A., Grigoryants R., Chuchalin A. Posthospital survival in COPD patients after noninvasive positive pressure ventilation (NIPPV) // *Eur. Respir. J*. 1998; 11: 312s.
 52. Dres M., Tran T.C., Aegerter P. et al. CUB-REA Group. Influence of ICU case-volume on the management and hospital outcomes of acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease // *Crit. Care Med*. 2013; 41 (8): 1884–1892.
 53. Tsai C.L., Lee W.Y., Delclos G.L., Hanania N.A., Camargo C.A.Jr. Comparative effectiveness of noninvasive ventilation vs invasive mechanical ventilation in chronic obstructive pulmonary disease patients with acute respiratory failure // *J. Hosp. Med*. 2013; 8 (4): 165–172.
 54. Carpe-Carpe B., Hernando-Arizaleta L., Ibáñez-Pérez M.C., Palomar-Rodríguez J.A., Esquinas-Rodríguez A.M. Evolution of the use of noninvasive mechanical ventilation in chronic obstructive pulmonary disease in a Spanish region, 1997–2010 // *Arch. Bronconeumol*. 2013; 49 (8): 330–336.
 55. Ozsancak Ugurlu A., Sidhom S.S., Khodabandeh A. et al. Use and outcomes of noninvasive positive pressure ventilation in acute care hospitals in Massachusetts // *Chest*. 2014; 145 (5): 964–971.
 56. Epstein S.K. Etiology of extubation failure and the predictive value of the rapid shallow breathing index // *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 1995; 152 (2): 545–549.
 57. Esteban A. Frutos-Vivar F., Ferguson N.D. et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation // *N. Engl. J. Med*. 2004; 350 (24): 2452–2460.
 58. Ferrer M., Esquinas A., Leon M., Gonzalez G., Alarcon A., Torres A. Noninvasive ventilation in severe hypoxemic respiratory failure: a randomized clinical trial // *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 2003; 168 (12): 1438–1444.
 59. Nava S., Ambrosino N., Clini E. et al. Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. A randomized, controlled trial // *Ann. Intern. Med*. 1998; 128 (9): 721–728.
 60. Burns K.E., Meade M.O., Premji A., Adhikari N.K. Noninvasive ventilation as a weaning strategy for mechanical ventilation in adults with respiratory failure: a Cochrane systematic review // *CMAJ*. 2014; 186 (3): E112–E122.
 61. Hilbert G., Gruson D., Portel L. et al. Noninvasive pressure support ventilation in COPD patients with postextubation hypercapnic respiratory insufficiency // *Eur. Respir. J*. 1998; 11: 1349–1353.
 62. Ferrer M., Valencia M., Nicolas J.M., Bernadich O., Badia J.R., Torres A. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial // *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 2006; 173 (2): 164–170.
 63. Ferrer M., Sellarés J., Valencia M. et al. Non-invasive ventilation after extubation in hypercapnic patients with chronic respiratory disorders: randomised controlled trial // *Lancet*. 2009; 374 (9695): 1082–1088.
 64. Nava S., Gregoretti C., Fanfulla F. et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients // *Crit. Care Med*. 2005; 33 (11): 2465–2470.
 65. Confalonieri M., Potena A., Carbone G., Porta R.D., Tolley E.A., Umberto Meduri G. Acute respiratory failure in patients with severe community-acquired pneumonia. A prospective randomized evaluation of noninvasive ventilation // *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 1999; 160 (5, pt. 1): 1585–1591.
 66. Carrillo A., Gonzalez-Diaz G., Ferrer M. et al. Noninvasive ventilation in community-acquired pneumonia and severe acute respiratory failure // *Intensive Care Med*. 2012; 38 (3): 458–466.
 67. Auriant I., Jallot A., Hervé P. et al. Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following lung resection // *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 2001; 164 (7): 1231–1235.
 68. Perrin C., Jullien V., Vignon N. et al. Prophylactic use of noninvasive ventilation in patients undergoing lung resectional surgery // *Respir. Med*. 2007; 101 (7): 1572–1578.
 69. Lorut C., Lefebvre A., Planquette B. et al. Early postoperative prophylactic noninvasive ventilation after major lung resection in COPD patients: a randomized controlled trial. *Intensive Care Med*. 2014; 40 (2): 220–227.
 70. Ioachimescu O.C., Teodorescu M. Integrating the overlap of obstructive lung disease and obstructive sleep ap-

- noea: OLDOSA syndrome // *Respirology*. 2013; 18 (3): 421–431.
71. Owens R.L., Malhotra A. Sleep-disordered breathing and COPD: the overlap syndrome // *Respir. Care*. 2010; 55 (10): 1333–1344.
 72. Flenley D.C. Sleep in chronic obstructive lung disease // *Clin. Chest. Med.* 1985; 6 (4): 651–661.
 73. Carrillo A., Ferrer M., Gonzalez-Diaz G. et al. Noninvasive ventilation in acute hypercapnic respiratory failure caused by obesity hypoventilation syndrome and chronic obstructive pulmonary disease // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2012; 186 (12): 1279–1285.
 74. Scala R., Naldi M., Maccari U. Early fiberoptic bronchoscopy during non-invasive ventilation in patients with decompensated chronic obstructive pulmonary disease due to community-acquired pneumonia // *Crit. Care*. 2010; 14 (2): R80.
 75. Esquinas A., Zuil M., Scala R., Chiner E. Bronchoscopy during noninvasive mechanical ventilation: a review of techniques and procedures // *Arch. Bronconeumol.* 2013; 49 (3): 105–112.
 76. Ambrosino N., Guarracino F. Unusual applications of non-invasive ventilation // *Eur. Respir. J.* 2011; 38 (2): 440–449.
 77. Benditt J.O. Novel uses of noninvasive ventilation // *Respir. Care*. 2009; 54: 212–219.

Поступила в редакцию 31.03.2017

Утверждена к печати 10.05.2017

Авдеев Сергей Николаевич, д-р мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, руководитель клинического отдела НИИ пульмонологии, г. Москва.

(✉) Авдеев Сергей Николаевич, e-mail: serg_avdeev@list.ru.

УДК 616.23/.24-002.2-082.4:615.816.2

DOI 10.20538/1682-0363-2017-2-6-19

For citation: Avdeev S.N. Noninvasive ventilation in hospitalized patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2017; 16 (2): 6–19

Noninvasive ventilation in hospitalized patients with chronic obstructive pulmonary disease

Avdeev S.N.

*Pulmonology Research Institute
32, Str. 11th Parcovay, 105077, Moscow, Russian Federation*

ABSTRACT

The use of noninvasive ventilation (NIV) of lungs during the last two decades significantly improved the results of management of severe COPD patients with acute or chronic respiratory failure during both periods of exacerbation and stability. At present, NIV is considered to be the first-line therapy for acute exacerbation of COPD with hypercapnia and respiratory acidosis. This method of airway support turned out to be effective in patients after extubation both for the relief of excommunication from a respirator and for prophylaxis and treatment of postextubation respiratory failure. NIV was proven to be successful in patients with a combination of COPD and obstructive sleep apnea (overlap syndrome), in COPD with pneumonia and in postoperative COPD patients who have undergone lung resectional surgery. The efficacy of NIV under intensive care and intensive therapy unit conditions has stimulated the interest to the use of mask ventilation in hospitals and out-patient departments (for a prolonged domestic therapy). This article presents a review of NIV use in patients with COPD during both periods of exacerbation and stability.

Key words: COPD, noninvasive ventilation, acute respiratory failure.

REFERENCES

1. Brochard L., Isabey D., Piquet J. et al. Reversal of acute exacerbations of chronic obstructive lung disease by inspiratory assistance with a face mask // *N. Engl. J. Med.* 1990; 323: 1523–1530.
2. Meduri G.U., Conoscenti C.C., Menashe P., Nair S. Non-invasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure // *Chest*. 1989; 95: 865–870.
3. Intermittent positive pressure breathing therapy of chronic obstructive pulmonary disease. A clinical trial // *Ann. Intern. Med.* 1983; 99: 612–620.

4. Avdeev S.N. Ispolzovaniye neinvazivnoy ventilyatsii legkikh s dvumya urovnyami polozhitelnogo davleniya u bolnykh s ostroy dykhatelnoy nedostatochnostyu [The use of non-invasive ventilation with two levels of positive pressure in patients with acute respiratory failure] // *Pulmonologiya – Pulmonology*. 1996; 4: 33–37 (in Russian).
5. Avdeev S.N., Chuchalin A.G. Neinvazivnaya ventilyatsiya legkikh pri ostroy dykhatelnoy nedostatochnosti u bolnykh khronicheskoy obstruktivnoy boleznyu legkikh [Non-invasive ventilation in acute respiratory failure patients with chronic obstructive pulmonary disease] // *Terapevticheskiy arkhiv – Therapeutic archive*. 2000; 3: 59–65 (in Russian).
6. Soo Hoo G.W. Semin. Respir. Crit. // *Care Med*. 2015; 36: 616–629.
7. Walkey A.J., Wiener R.S. Use of noninvasive ventilation in patients with acute respiratory failure, 2000-2009: a population-based study // *Ann. Am. Thorac. Soc*. 2013; 10: 10–17.
8. Demoule A., Girou E., Richard J.C., Taill  S., Brochard L. Increased use of noninvasive ventilation in French intensive care units // *Intensive Care Med*. 2006; 32: 1747–1755.
9. Keenan S.P., Sinuff T., Burns K.E. et al. Canadian Critical Care Trials Group/Canadian Critical Care Society Noninvasive Ventilation Guidelines Group. Clinical practice guidelines for the use of noninvasive positive-pressure ventilation and noninvasive continuous positive airway pressure in the acute care setting // *CMAJ*. 2011; 183: E195–E214.
10. Tobin M.J. Respiratory muscles in disease // *Clin. Chest. Med*. 1988; 9: 263–286.
11. Brochard L., Mancebo J., Wysocki M. et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease // *N. Engl. J. Med*. 1995; 333: 817–822.
12. Carrey Z., Gottfried S.B., Levy R.D. Ventilatory muscle support in respiratory failure with nasal positive pressure ventilation // *Chest*. 1990; 97: 150–158.
13. Belman M.J., Soo Hoo G.W., Kuei J.H., Shadmehr R. Efficacy of positive vs negative pressure ventilation in unloading the respiratory muscles // *Chest*. 1990; 98 (4): 850–856.
14. Bott J., Carroll M.P., Conway J.H. et al. Randomised controlled trial of nasal ventilation in acute ventilatory failure due to chronic obstructive airways disease // *Lancet*. 1993; 341 (8860): 1555–1557.
15. Avdeev S.N. Sravnitelnoye kontroliruyemoye issledovaniye primeneniya neinvazivnoy ventilyatsii legkikh pri ostroy dykhatelnoy nedostatochnosti na fone obostreniya khronicheskogo obstruktivnogo zabolevaniya legkikh [Comparative controlled study of the use of non-invasive ventilation in acute respiratory failure in exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease] // *Pulmonologiya – Pulmonology*. 1997; 4: 30–31 (in Russian).
16. Kramer N., Meyer T.J., Meharg J., Cece R.D., Hill N.S. Randomized, prospective trial of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure // *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 1995; 151 (6): 1799–1806.
17. Avdeyev S.N., Tretyakov A.V., Grigoryants R.A., Kutsenko M.A., Chuchalin A.G. Issledovaniye primeneniya neinvazivnoy ventilyatsii legkikh pri ostroy dykhatelnoy nedostatochnosti na fone obostreniya khronicheskogo obstruktivnogo zabolevaniya legkikh [A study of the use of non-invasive ventilation in acute respiratory failure in exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease] // *Anesteziologiya i reanimatologiya – Anesthesiology and intensive care*. 1998; 3: 45–51 (in Russian).
18. Girou E., Schortgen F., Delclaux C. et al. Association of noninvasive ventilation with nosocomial infections and survival in critically ill patients // *JAMA*. 2000; 284: 2361–2367.
19. Nava S., Hill N. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure // *Lancet*. 2009; 374: 250–259.
20. Avdeev S.N. Neinvazivnaya ventilyatsiya legkikh pri ostroy dykhatelnoy nedostatochnosti [Non-invasive ventilation in acute respiratory failure] // *Pulmonologiya – Pulmonology*. 2005; 6: 37–54 (in Russian).
21. Avdeev S.N. Neinvazivnaya ventilyatsiya legkikh pri ostroy dykhatelnoy nedostatochnosti u bolnykh s khronicheskoy obstruktivnoy boleznyu legkikh [Non-invasive ventilation in acute respiratory failure patients with chronic obstructive pulmonary disease] // *Pulmonologiya – Pulmonology*. 2008; 6: 5–14 (in Russian).
22. Terzano C., Di Stefano F., Conti V. et al. Mixed acid-base disorders, hydroelectrolyte imbalance and lactate production in hypercapnic respiratory failure: the role of noninvasive ventilation // *PLoS ONE*. 2012; 7 (4): e35245.
23. Confalonieri M., Garuti G., Cattaruzza M.S. et al. Italian noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) study group. A chart of failure risk for noninvasive ventilation in patients with COPD exacerbation // *Eur. Respir. J*. 2005; 25: 348–355.
24. Plant P.K., Owen J.L., Elliott M.W. Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: a multicentre randomised controlled trial // *Lancet*. 2000; 355: 1931–1935.
25. Soo Hoo G.W., Hakimian N., Santiago S.M. Hypercapnic respiratory failure in COPD patients: response to therapy // *Chest*. 2000; 117: 169–177.
26. Scala R., Naldi M., Archinucci I., Coniglio G., Nava S. Noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute exacerbations of COPD and varying levels of consciousness // *Chest*. 2005; 128: 1657–1666.
27. Soo Hoo G.W., Santiago S., Williams A.J. Nasal mechanical ventilation for hypercapnic respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease: determinants of success and failure // *Crit. Care Med*. 1994; 22 (8): 1253–1261.
28. Дназ G.G., Alcaraz A.C., Talavera J.C. et al. Noninvasive positive pressure ventilation to treat hypercapnic coma secondary to respiratory failure // *Chest*. 2005; 127 (3): 952–960.

29. Popova K.A., Avdeyev S.N. Vozmozhnost ispolzovaniya neinvazivnoy ventilyatsii legkikh pri giperkapnicheskoy kome u bolnykh KhOBL s ostroy dykhatelnoy nedostatochnostyu [The possibility of using non-invasive ventilation in hypercapnic coma in patients with COPD with acute respiratory failure] // *Pulmonologiya – Pulmonology*. 2013; 1: 108–111 (in Russian).
30. McLaughlin K.M., Murray I.M., Thain G., Currie G.P. Ward-based noninvasive ventilation for hypercapnic exacerbations of COPD: a ‘real-life’ perspective // *QJM*. 2010; 103 (7): 505–510.
31. Avdeev S., Chuchalin A., Grigoriants R., Tretyakov A., Kutsenko M. Factors predicting outcome of noninvasive positive pressure ventilation // *Eur. Respir. J.* 1997; 10: 185s.
32. Paus-Jenssen E.S., Reid J.K., Cockcroft D.W., Laframboise K., Ward H.A. The use of noninvasive ventilation in acute respiratory failure at a tertiary care center // *Chest*. 2004; 126 (1): 165–172.
33. Hess D.R., Pang J.M., Camargo C.A.Jr. A survey of the use of noninvasive ventilation in academic emergency departments in the United States // *Respir. Care*. 2009; 54 (10): 1306–1312.
34. Kwok H., McCormack J., Cece R., Houtchens J., Hill N.S. Controlled trial of oronasal versus nasal mask ventilation in the treatment of acute respiratory failure // *Crit. Care Med.* 2003; 31 (2): 468–473.
35. Pisani L., Carlucci A., Nava S. Interfaces for noninvasive mechanical ventilation: technical aspects and efficiency // *Minerva Anesthesiol.* 2012; 78 (10): 1154–1161.
36. Devlin J.W., Nava S., Fong J.J., Bahady I., Hill N.S. Survey of sedation practices during noninvasive positive-pressure ventilation to treat acute respiratory failure // *Crit. Care Med.* 2007; 35 (10): 2298–2302.
37. Devlin J.W., Al-Qadheeb N.S., Chi A. et al. Efficacy and safety of early dexmedetomidine during noninvasive ventilation for patients with acute respiratory failure: a randomized, double-blind, placebo-controlled pilot study // *Chest*. 2014; 145 (6): 1204–1212.
38. Marino W. Intermittent volume cycled mechanical ventilation via nasalmask in patients with respiratory failure due to COPD // *Chest*. 1991; 99 (3): 681–684.
39. Meduri G.U., Abou-Shala N., Fox R.C., Jones C.B., Leeper K.V., Wunderink R.G. Noninvasive face mask mechanical ventilation in patients with acute hypercapnic respiratory failure // *Chest*. 1991; 100 (2): 445–454.
40. Schonhofer B., Sortor-Leger S. Equipment needs for noninvasive mechanical ventilation // *Eur. Respir. J.* 2002; 20: 1029–1036.
41. Strumpf D.A., Carlisle C.C., Millman R.P., Smith K.W., Hill N.S. An evaluation of the respironics BiPAP Bi-Level CPAP device for delivery of assisted ventilation // *Respir. Care*. 1990; 35 (5): 415–422.
42. Confalonieri M., Calderini E., Terraciano S. et al. Non-invasive ventilation for treating acute respiratory failure in AIDS patients with *Pneumocystis carinii* pneumonia // *Intensive Care Med.* 2002; 28 (9): 1233–1238.
43. Keenan S.P., Sinuff T., Cook D.J., Hill N.S. Which patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease benefit from noninvasive positive-pressure ventilation? A systematic review of the literature // *Ann. Intern. Med.* 2003; 138 (11): 861–870.
44. Ambrosino N., Foglio K., Rubini F., Clini E., Nava S., Vitacca M. Noninvasive mechanical ventilation in acute respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease: correlates for success // *Thorax*. 1995; 50 (7): 755–757.
45. Antyn A., Güell R., Gymez J. et al. Predicting the result of noninvasive ventilation in severe acute exacerbations of patients with chronic airflow limitation // *Chest*. 2000; 117 (3): 828–833.
46. Moretti M., Cillione C., Tampieri A., Fracchia C., Marchioni A., Nava S. Incidence and causes of non-invasive mechanical ventilation failure after initial success // *Thorax*. 2000; 55: 819–825.
47. Organized jointly by the American Thoracic Society, the European Respiratory Society, the European Society of Intensive Care Medicine, and the Société de Réanimation de Langue Française, and approved by ATS Board of Directors, December 2000. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure // *J. Respir. Crit. Care Med.* 2001; 163: 283–291.
48. British Thoracic Society Standards of Care Committee. Noninvasive ventilation in acute respiratory failure // *Thorax*. 2002; 57 (3): 192–211.
49. Lightowler J.V., Wedzicha J.A., Elliott M.W., Ram F.S. Non-invasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Cochrane systematic review and meta-analysis // *BMJ*. 2003; 326 (7382): 185.
50. Chandra D., Stamm J.A., Taylor B. et al. Outcomes of noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in the United States, 1998–2008 // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2012; 185 (2): 152–159.
51. Avdeev S., Kutsenko M., Tretyakov A., Grigoryants R., Chuchalin A. Posthospital survival in COPD patients after noninvasive positive pressure ventilation (NIPPV) // *Eur. Respir. J.* 1998; 11: 312s.
52. Dres M., Tran T.C., Aegerter P. et al. CUB-REA Group. Influence of ICU case-volume on the management and hospital outcomes of acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease // *Crit. Care Med.* 2013; 41 (8): 1884–1892.
53. Tsai C.L., Lee W.Y., Delclos G.L., Hanania N.A., Camargo C.A.Jr. Comparative effectiveness of noninvasive ventilation vs invasive mechanical ventilation in chronic obstructive pulmonary disease patients with acute respiratory failure // *J. Hosp. Med.* 2013; 8 (4): 165–172.

54. Carpe-Carpe B., Hernando-Arizaleta L., Иббсез-Рйрез M.C., Palomar-Rodríguez J.A., Esquinas-Rodríguez A.M. Evolution of the use of noninvasive mechanical ventilation in chronic obstructive pulmonary disease in a Spanish region, 1997–2010 // *Arch. Bronconeumol.* 2013; 49 (8): 330–336.
55. Ozsancak Ugurlu A., Sidhom S.S., Khodabandeh A. et al. Use and outcomes of noninvasive positive pressure ventilation in acute care hospitals in Massachusetts // *Chest.* 2014; 145 (5): 964–971.
56. Epstein S.K. Etiology of extubation failure and the predictive value of the rapid shallow breathing index // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1995; 152 (2): 545–549.
57. Esteban A. Frutos-Vivar F., Ferguson N.D. et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation // *N. Engl. J. Med.* 2004; 350 (24): 2452–2460.
58. Ferrer M., Esquinas A., Leon M., Gonzalez G., Alarcon A., Torres A. Noninvasive ventilation in severe hypoxemic respiratory failure: a randomized clinical trial // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2003; 168 (12): 1438–1444.
59. Nava S., Ambrosino N., Clini E. et al. Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. A randomized, controlled trial // *Ann. Intern. Med.* 1998; 128 (9): 721–728.
60. Burns K.E., Meade M.O., Premji A., Adhikari N.K. Noninvasive ventilation as a weaning strategy for mechanical ventilation in adults with respiratory failure: a Cochrane systematic review // *CMAJ.* 2014; 186 (3): E112–E122.
61. Hilbert G., Gruson D., Portel L. et al. Noninvasive pressure support ventilation in COPD patients with postextubation hypercapnic respiratory insufficiency // *Eur. Respir. J.* 1998; 11: 1349–1353.
62. Ferrer M., Valencia M., Nicolas J.M., Bernadich O., Badia J.R., Torres A. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2006; 173 (2): 164–170.
63. Ferrer M., Sellarüs J., Valencia M. et al. Non-invasive ventilation after extubation in hypercapnic patients with chronic respiratory disorders: randomised controlled trial // *Lancet.* 2009; 374 (9695): 1082–1088.
64. Nava S., Gregoretti C., Fanfulla F. et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients // *Crit. Care Med.* 2005; 33 (11): 2465–2470.
65. Confalonieri M., Potena A., Carbone G., Porta R.D., Tolley E.A., Umberto Meduri G. Acute respiratory failure in patients with severe community-acquired pneumonia. A prospective randomized evaluation of noninvasive ventilation // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1999; 160 (5, pt. 1): 1585–1591.
66. Carrillo A., Gonzalez-Diaz G., Ferrer M. et al. Non-invasive ventilation in community-acquired pneumonia and severe acute respiratory failure // *Intensive Care Med.* 2012; 38 (3): 458–466.
67. Auriant I., Jallot A., Hervé P. et al. Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following lung resection // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2001; 164 (7): 1231–1235.
68. Perrin C., Jullien V., Vénissac N. et al. Prophylactic use of noninvasive ventilation in patients undergoing lung resectional surgery // *Respir. Med.* 2007; 101 (7): 1572–1578.
69. Lorut C., Lefebvre A., Planquette B. et al. Early postoperative prophylactic noninvasive ventilation after major lung resection in COPD patients: a randomized controlled trial. *Intensive Care Med.* 2014; 40 (2): 220–227.
70. Ioachimescu O.C., Teodorescu M. Integrating the overlap of obstructive lung disease and obstructive sleep apnoea: OLDOSA syndrome // *Respirology.* 2013; 18 (3): 421–431.
71. Owens R.L., Malhotra A. Sleep-disordered breathing and COPD: the overlap syndrome // *Respir. Care.* 2010; 55 (10): 1333–1344.
72. Flenley D.C. Sleep in chronic obstructive lung disease // *Clin. Chest. Med.* 1985; 6 (4): 651–661.
73. Carrillo A., Ferrer M., Gonzalez-Diaz G. et al. Noninvasive ventilation in acute hypercapnic respiratory failure caused by obesity hypoventilation syndrome and chronic obstructive pulmonary disease // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2012; 186 (12): 1279–1285.
74. Scala R., Naldi M., Maccari U. Early fiberoptic bronchoscopy during non-invasive ventilation in patients with decompensated chronic obstructive pulmonary disease due to community-acquired pneumonia // *Crit. Care.* 2010; 14 (2): R80.
75. Esquinas A., Zuñil M., Scala R., Chiner E. Bronchoscopy during noninvasive mechanical ventilation: a review of techniques and procedures // *Arch. Bronconeumol.* 2013; 49 (3): 105–112.
76. Ambrosino N., Guarracino F. Unusual applications of noninvasive ventilation // *Eur. Respir. J.* 2011; 38 (2): 440–449.
77. Benditt J.O. Novel uses of noninvasive ventilation // *Respir. Care.* 2009; 54: 212–219.

Received March 31.2017

Accepted May 10.2017

Avdeev Sergey N., DM, Professor, Corresponding Member of RAS, Pulmonology Research Institute, Moscow, Russian Federation.

(✉) Avdeev Sergey N., e-mail: serg_avdeev@list.ru.