

# Неинвазивная вентиляция легких у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких в стационаре и домашних условиях

С.Н.Авдеев

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт пульмонологии Федерального медико-биологического агентства России»: 105077, Россия, Москва, ул. 11-я Парковая, 32, корп. 4

## Информация об авторе

**Авдеев Сергей Николаевич** — д. м. н., член-корр. Российской академии наук, профессор, руководитель клинического отдела Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт пульмонологии Федерального медико-биологического агентства России»; тел.: (495) 465-52-64; e-mail: serg\_avdeev@list.ru

## Резюме

Существенное улучшение ведения пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) как при обострении, так и в стабильный период обусловлено широким применением в течение 2 последних десятилетий неинвазивной вентиляции легких (НВЛ). В настоящее время НВЛ рассматривается как терапия первой линии у пациентов с обострением ХОБЛ при развитии гиперкапнической острой дыхательной недостаточности. Данный метод респираторной поддержки также оказался эффективным у больных после экстубации: при его использовании не только облегчается процесс отлучения от респиратора, но и установлено положительное влияние при профилактике и лечении постэкстубационной дыхательной недостаточности. НВЛ также успешно применяется при сочетаниях ХОБЛ и синдрома апноэ сна, ХОБЛ и пневмонии, а также в раннем послеоперационном периоде после вмешательств в области грудной клетки. НВЛ также может использоваться у пациентов с ХОБЛ при хронической дыхательной недостаточности. Наиболее обоснованными показаниями для назначения длительной НВЛ в домашних условиях при ХОБЛ является гиперкапния в дневное время. По-видимому, наиболее эффективной стратегией респираторной поддержки при ХОБЛ является снижение парциального давления углекислого газа в артериальной крови — т. н. высокоинтенсивная НВЛ. Применение недавно разработанных переносных портативных аппаратов НВЛ позволяет значительно повысить физическую активность пациентов с ХОБЛ тяжелого течения.

**Ключевые слова:** неинвазивная вентиляция легких, хроническая обструктивная болезнь легких, острая дыхательная недостаточность, хроническая дыхательная недостаточность.

Для цитирования: Авдеев С.Н. Неинвазивная вентиляция легких у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких в стационаре и домашних условиях. *Пульмонология*. 2017; 27 (2): 232–249. DOI: 10.18093/0869-0189-2017-27-2-232-249

# Non-invasive ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease in a hospital and at home

Sergey N. Avdeev

Federal Pulmonology Research Institute, Federal Medical and Biological Agency of Russia: Odinnadtsataya Parkovaya ul. 32, build. 4, Moscow, 105077, Russia

## Author information

**Sergey N. Avdeev**, Doctor of Medicine, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Head of Clinical Division, Federal Pulmonology Research Institute, Federal Medical and Biological Agency of Russia; tel.: (495) 465-52-64; e-mail: serg\_avdeev@list.ru

## Abstract

Last two decades, active use of non-invasive ventilation (NIV) has provided a significant improvement in the management of chronic obstructive pulmonary disease (COPD), both in patients with acute exacerbation and in stable patients. Currently, NIV is the first-line treatment for patients with acute exacerbation of COPD and acute hypercapnic respiratory failure. This method of respiratory support is also effective after extubation, as it could facilitate weaning from the ventilator and affects positively prevention and treatment of postextubation respiratory failure. Also, NIV has been successfully used in co-morbidity of COPD and sleep apnea syndrome, COPD and pneumonia, and in early postoperative period after thoracic surgery. NIV can be used in COPD patients with chronic respiratory failure. Long-term NIV at home is more reasonable in patients with daytime hypercapnia. The most effective strategy of respiratory support in COPD is thought to be decrease in the partial pressure of carbon dioxide in the arterial blood, i.e. high-intensity NIV. Currently available portable non-invasive ventilators could improve significantly physical activity of patients with severe COPD.

**Key words:** non-invasive ventilation, chronic obstructive pulmonary disease, acute respiratory failure, chronic respiratory failure.

For citation: Avdeev S.N. Non-invasive ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease in a hospital and at home. *Russian Pulmonology*. 2017; 27 (2): 232–249 (in Russian). DOI: 10.18093/0869-0189-2017-27-2-232-249

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 НВЛ с поло-

жительным давлением при ХОБЛ предпринимались и ранее — в 1970–80-х гг., но в целом такой опыт оказался не очень удачным, т. к. в то время обычно использовались устройства для **интермиттирующего дыхания с положительным давлением** (*intermittent posi-*



Рис. 1. Неинвазивная вентиляция легких при обострении хронической обструктивной болезни легких в отделении реанимации и интенсивной терапии  
Figure 1. Non-invasive ventilation in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in an intensive care unit

ive-pressure breathing), которые плохо переносились пациентами и обычно предназначались для аэрозольной терапии [3]. Появление удобных масок для проведения ночной терапии с постоянным положительным давлением (*continuous positive airway pressure* – СРАР) и новых режимов респираторной поддержки (особенно режима поддержки давлением – *pressure support*) дало 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].

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 хронической обструктивной болезни легких

С точки зрения понимания эффектов респираторной поддержки важно подчеркнуть, что основной проблемой при ХОБЛ является легочная гиперинфляция, т. е. увеличение легочных объемов, что приводит к уплотнению основной дыхательной мышцы – диафрагмы, т. е. перемещению ее в менее эффективную позицию на кривой «длина-напряжение», следствием чего является снижение силы и выносливости диафрагмы [10]. Кроме того, у пациентов с ХОБЛ легочная гиперинфляция ведет к созданию внутреннего положительного давления в конце выдоха (*intrinsic positive end-expiratory pressure* – ИРЕЕР), что в свою очередь повышает нагрузку на аппарат дыхания и приводит к повышению респираторного уси-

лия. У пациентов с тяжелой ХОБЛ компенсаторные резервы серьезно ограничены, и любые факторы, которые приводят к повышению нагрузки на дыхательную мускулатуру (ДМ) во время обострения (бронхоспазм, задержка бронхиального секрета, усиление гиперинфляции легких), вызывают дальнейшее снижение силы и выносливости дыхательных мышц, приводя к развитию их утомления, снижению альвеолярной вентиляции и нарастанию гиперкапнии (задержка  $\text{CO}_2$ ). При НВЛ используется положительное давление, способное разгрузить ДМ и увеличить альвеолярную вентиляцию, при этом снижаются респираторное усилие, работа дыхания, одышка, тахипноэ и уровень парциального давления углекислого газа в артериальной крови ( $\text{PaCO}_2$ ) [11–15].

При сочетании НВЛ и других методов консервативной терапии (кислорода, бронходилататоров, глюкокортикостероидов, антибактериальных препаратов) происходит более быстрое разрешение ОДН, в т. ч. в тяжелых случаях, уменьшается продолжительность пребывания пациентов с ХОБЛ в ОРИТ и стационаре [11, 14, 16, 17].

Наиболее важным преимуществом НВЛ при обострении ХОБЛ является снижение уровня летальности, 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, т. е. лучшим функциональным резервом больных после респираторной поддержки [19–21].

### Селекция пациентов для неинвазивной вентиляции легких

Перед использованием НВЛ необходимо обратить внимание на некоторые важные аспекты метода. Эффективность НВЛ зависит от правильной оценки

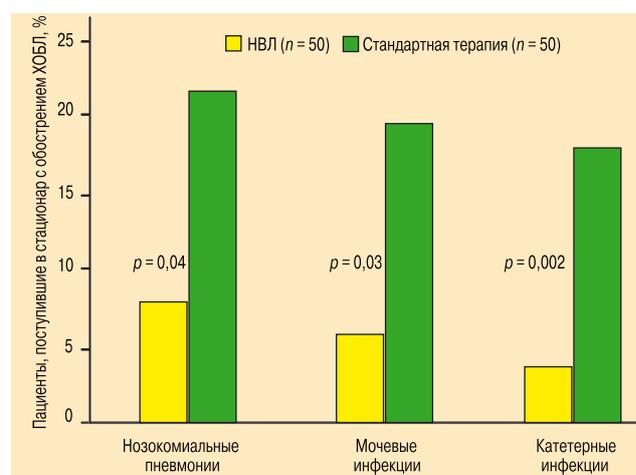


Рис. 2. Неинвазивная вентиляция легких и нозокомиальные инфекции: исследование «случай–контроль» [18]  
Примечание: ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; НВЛ – неинвазивная вентиляция легких.  
Figure 2. Non-invasive ventilation and nosocomial infections: a case-control study [18]

ее возможностей и ограничений, при этом во избежание задержки использования других методов респираторной поддержки (обычно – интубация трахеи (ИТ) и искусственная вентиляция легких (ИВЛ)), в свою очередь, требуются выбор подходящего пациента, участие подготовленного персонала и своевременное выявление неудачи НВЛ [5, 19–21].

НВЛ является методом респираторной поддержки, при котором основной интерфейс (маска) может быть легко наложен и также легко отсоединен от дыхательных путей пациента. Однако такая особенность НВЛ не должна рассматриваться как метод, который может быть использован в любых ситуациях. В жизнеугрожающих ситуациях (остановка дыхания, кровообращения, шок) у больных ХОБЛ 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 обеспечения защиты дыхательных путей (например, при тяжелых нейромышечных заболеваниях, передозировке наркотиков) (табл. 1).

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 также хорошо поддается терапии НВЛ [22]. Тяжелый респираторный ацидоз значительно повышает шансы интубации больного, особенно при  $pH < 7,20$  [23–26], но в рутинной практике, как показывает опыт, у некоторых пациентов НВЛ может быть успешно проведена также и при низких цифрах  $pH = 7,10$  [27]. Состо-

яние 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 факторы селекции пациентов представлены в табл. 1.

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 ИТ. К числу известных предикторов успеха / неудачи НВЛ относятся неврологический статус пациента (по шкале Глазго), общая тяжесть заболевания (по шкале APACHE II) и высокое тахипноэ [23, 30].

### Технические аспекты неинвазивной вентиляции легких

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 использовалась в условиях ОРИТ, т. к. 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 на ступень ниже, т. е. в отделения, располагающие меньшими возможностями мониторинга и меньшим соотношением числа медсестер и пациентов – в т. н. отделения промежуточной помощи (*intermediate care*) или в спе-

**Таблица 1**  
**Показания и противопоказания к неинвазивной вентиляции легких при острой дыхательной недостаточности у больных хронической обструктивной болезнью легких**  
**Table 1**  
**Indications and contraindications for non-invasive ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure**

Показания	
<b>A</b>	Симптомы и признаки ОДН
<b>a</b>	Выраженная одышка в покое
<b>b</b>	ЧДД > 25 в минуту, участие в дыхании вспомогательной ДМ, абдоминальный парадокс
<b>B</b>	Признаки нарушения газообмена
<b>a</b>	$PaCO_2 > 45$ мм рт. ст., $pH < 7,35$
<b>b</b>	$PaO_2 / FiO_2 < 200$ мм рт. ст.
Противопоказания	
<b>A</b>	Остановка дыхания
<b>B</b>	Нестабильная гемодинамика (гипотония, неконтролируемые аритмии или ишемия миокарда)
<b>C</b>	Невозможность обеспечить защиту дыхательных путей (нарушения кашля и глотания)
<b>D</b>	Избыточная бронхиальная секреция
<b>E</b>	Признаки нарушения сознания (ажитация или угнетение), неспособность пациента к сотрудничеству с медицинским персоналом
<b>F</b>	Лицевая травма, ожоги, анатомические нарушения, препятствующие наложению маски

Примечание: ОДН – острая дыхательная недостаточность; ЧДД – частота дыхательных движений; ДМ – дыхательная мускулатура;  $PaCO_2$  – парциальное давление углекислого газа в артериальной крови;  $FiO_2$  – фракция кислорода во вдыхаемой смеси.

специализированные палаты [14, 24, 31, 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 синхронизации с респиратором. Ажитированные и некомплаентные больные обычно плохо переносят процедуру НВЛ. Чаще всего в клинической практике используются назальные или лицевые (ороназальные) маски. Тяжесть состояния пациентов может являться фактором, определяющим подходящий тип маски: так, пациенты с меньшей выраженностью дыхательной недостаточности (ДН) лучше адаптируются к назальным маскам, при использовании которых утечка выражена больше, в то время как при более тяжелых ситуациях лучше подходят ороназальные маски [34]. С другой стороны, при современном выборе различных моделей масок учитываются 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. 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].

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

Другой тип — портативные респираторы, специально созданные для НВЛ, в которых используется одиночный контур, а эвакуация выдыхаемого дыхательного объема осуществляется через специальные отверстия в маске или контуре (порт утечки). Одна из наиболее популярных моделей такого респиратора — ViPAP, в которой обеспечиваются 2 уровня давления в дыхательных путях (*bi-level*), стала синонимом НВЛ [41]. В таком респираторе создается инспираторное (IPAP) и экспираторное (EPAP) положительное давление, а различие между ними соответствует уровню поддержки давлением (*pressure support*). Общими чертами портативных респираторов является их относительно невысокая стоимость и возможность эффективно компенсировать даже

высокую утечку, однако данные аппараты, как правило, не обладают возможностями мониторинга и тревог, имеющимися у реанимационных респираторов. Благодаря усовершенствованию технологий современные реанимационные респираторы также способны уверенно компенсировать выраженную утечку, они используются в условиях ОРИТ для проведения НВЛ у наиболее тяжелых пациентов.

### Инициация неинвазивной вентиляции легких

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 улучшения состояния (клинических показателей и газообмена) не наблюдается 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 дыхательных движений (ЧДД) и работы вспомогательных дыхательных мышц. Объективными маркерами эффективности масочной вентиляции являются изменения показателей газов артериальной крови: повышение рН и снижение PaCO<sub>2</sub>. Короткий сеанс НВЛ позволяет выявить не только пациентов, которых в дальнейшем можно эффективно вести с помощью НВЛ, но и больных с плохим ответом, у которых впоследствии потребуются проведение 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 ДН и неблагоприятного исхода.

Неудачи терапии НВЛ в большинстве случаев выявляются довольно рано — в первые часы от инициации респираторной поддержки, однако у некоторых пациентов неудача терапии НВЛ проявляется позже — через 24–48 ч и даже в более поздние сроки после первоначального улучшения [11, 46, 47]. Отсутствие улучшения в сфере сознания или респираторного ацидоза через 24 ч от начала НВЛ является еще одним предиктором неудачи НВЛ. Данные рекомендации могут быть использованы у большинства больных ХОБЛ при планировании НВЛ.

### Неинвазивная вентиляция легких у госпитализированных больных

#### Обострение хронической обструктивной болезни легких

Как уже подчеркивалось, подходящими кандидатами для проведения НВЛ являются больные с обострением ХОБЛ и развитием ОДН. На сегодня это наиболее частое показание для НВЛ в госпитальных условиях, и именно при данном состоянии накоплен наибольший опыт использования НВЛ в мире [6].

Несмотря на то, что общее число пациентов, включенных в рандомизированные клинические исследования (РКИ), посвященные эффективности НВЛ при обострении ХОБЛ, относительно невелико ( $n < 1\ 000$ ), эффективность метода подтверждена в масштабных когортных исследованиях, крупных метаанализах и поддерживается многими профессиональными обществами и организациями [8, 47, 48]. В настоящее время общепризнанно, что при НВЛ в случае обострения ХОБЛ снижаются потребность в ИТ, число осложнений, связанных с ИТ и ИВЛ, длительность пребывания больных в стационаре и летальность. По результатам одного из метаанализов 14 РКИ, использование НВЛ ассоциируется со снижением числа ИТ (относительный риск (ОР) – 0,39; 95%-ный доверительный интервал (ДИ) – 0,28–0,54) и госпитальной летальности (ОР – 0,52; 95%-ный ДИ – 0,36–0,70) [9]. По данным другого метаанализа, особенно высокая эффективность НВЛ продемонстрирована у пациентов с обострением ХОБЛ и респираторным ацидозом с  $pH < 7,30$ : снижение риска ИТ на 34 % (95%-ный ДИ – 22–46), летальности – на 12 % (95%-ный ДИ – 6–18), абсолютное снижение продолжительности госпитализации – на 5,6 дней (95%-ный ДИ – 3,7–7,5) [43]. Другими словами, при использовании НВЛ число больных, которых необходимо пролечить (*number needed to treat*) для того чтобы избежать неудачи терапии и предотвратить ИТ, составляет всего 5, а для предотвращения летального исхода – всего 8 пациентов [49]. Однако польза от применения НВЛ у пациентов с относительно легкими обострениями ХОБЛ без развития респираторного ацидоза с исходным  $pH > 7,35$  не показана [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].

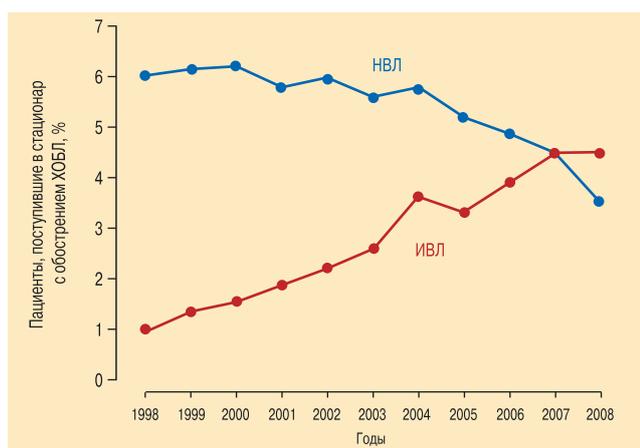


Рис. 3. Анализ госпитализаций больных ( $n = 7\ 511\ 267$ ) с обострением хронической обструктивной болезни легких (США, 1998–2008): объемы использования неинвазивной и инвазивной вентиляции легких [50]

Примечание: ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; НВЛ – неинвазивная вентиляция легких; ИВЛ – искусственная вентиляция легких. Figure 3. An analysis of 7,511,267 hospitalizations of patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (USA, 1998 – 2008): use of non-invasive vs mechanical ventilation [50]

Также в некоторых проспективных исследованиях показано, что использование НВЛ в период ОДН позволяет в дальнейшем уменьшить число последующих госпитализаций больных и улучшить долгосрочный 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 различия по практике использования НВЛ между разными странами. Например, в странах Европы сегодня НВЛ занимает приблизительно 50 % случаев всей респираторной поддержки у больных ХОБЛ, а в США этот показатель составляет около 15 % [6].

Существенная вариабельность по применению НВЛ отмечается также в пределах одной страны, например, во Франции, или даже региона, как продемонстрировано на примере американского штата Массачусетс [54, 55]. Тренировки, приобретение опыта и образование являются важными факторами, которыми объясняются 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 о снижении числа ИТ, длительности госпитализации и летальности больных.

#### Использование неинвазивной вентиляции легких у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких после экстубации

НВЛ может рассматриваться не только как метод респираторной поддержки, позволяющий избежать ИТ, но и использоваться для более раннего отлучения от респиратора больных ХОБЛ, которым уже проводится инвазивная респираторная поддержка. Постэктубационная ОДН возникает приблизительно у > 20 % больных ХОБЛ, а повторные ИТ являются хорошо документированным фактором риска неблагоприятного прогноза [56]. Повышение нагрузки на ДМ, застойная сердечная недостаточность и отек верхних дыхательных путей являются наиболее частыми причинами развития постэктубационной ОДН, и бороться с ними можно с помощью НВЛ [57].

Можно определить 3 различные ситуации, при которых возможно использование НВЛ у больных ХОБЛ в постэктубационный период:

- 1-я ситуация – несколько попыток отлучения от респиратора оказались неудачными. В данном случае возможно экстубировать пациента и сразу перевести его на НВЛ, которая продолжает обеспечивать респираторную поддержку, но в то же время пациент приобретает способность разговаривать, принимать пищу, восстанавливается ротоглоточная функция, и, что особенно важно, можно избежать осложнений, связанных с длительной ИВЛ, например, вентилятор-ассоциированной пневмонии. Данный подход явился предметом изучения нескольких РКИ и признан успешным именно у пациентов с ХОБЛ (но не

при другой патологии) [58, 59]. В метаанализе, основанном на данных 16 исследований ( $n = 1\,000$ ; в основном пациенты с ХОБЛ), подтверждена эффективность использования НВЛ как инструмента для раннего отлучения от респиратора [60] и продемонстрировано значительное снижение летальности (ОР – 0,53; 95%-ный ДИ – 0,38–0,80), уменьшение неудачных попыток отлучения (ОР – 0,63; 95%-ный ДИ – 0,42–0,96) и длительности пребывания в ОРИТ на 5,6 дня (95%-ный ДИ – 3,3–7,9), а в стационаре – на 6,0 дней (95%-ный ДИ – 2,9–9,2), длительности ИВЛ – на 5,6 дня (95%-ный ДИ – 1,8–9,5). Кроме того, отмечено снижение частоты развития вентилятор-ассоциированной пневмонии (ОР – 0,25; 95%-ный ДИ – 0,15–0,43), трахеотомий (ОР – 0,19; 95%-ный ДИ – 0,08–0,47) и повторных ИТ (ОР – 0,65; 95%-ный ДИ – 0,44–0,97) [60];

- 2-я ситуация – НВЛ используется у пациентов после экстубации при развитии потэкстубационной ОДН и повторной ИТ. Это ситуация полностью отличается от первой, т. к. здесь больной уже успешно экстубирован, а затем при ухудшении его состояния применяется НВЛ. Эффективность НВЛ у больных ХОБЛ с постэкстубационной ОДН изучена *G. Hilbert et al.* в исследовании «случай–контроль» [61]. В исследование включены больные ХОБЛ, у которых в течение 72 ч после экстубации возникли признаки ОДН (ЧДД > 25 в минуту, повышение  $\text{PaCO}_2$  как минимум на 20 % по сравнению с постэкстубационными значениями;  $\text{pH} < 7,35$ ). В группе НВЛ реже требовалась повторная ИТ (20 % vs 67 %;  $p < 0,001$ ), отмечены меньшие общая продолжительность респираторной поддержки ( $6 \pm 4$  дня vs  $11 \pm 8$  дней;  $p < 0,01$ ) и время нахождения больных в ОРИТ ( $8 \pm 4$  дня vs  $14 \pm 8$  дней;  $p < 0,01$ );
- 3-я ситуация – НВЛ используется для профилактики развития постэкстубационной ОДН [62–64], факторами риска которой могут быть хроническая сердечная недостаточность,  $\text{PaCO}_2$  после экстубации > 45 мм рт. ст., слабые кашлевые толчки и стридор после экстубации [64]. При использовании НВЛ у таких больных с высоким риском отмечено снижение числа повторных ИТ (ОР – 0,42; 95%-ный ДИ – 0,25–0,70) и летальности в ОРИТ (ОР – 0,35; 95%-ный ДИ – 0,16–0,78) [64].

### Пневмония и хроническая обструктивная болезнь легких

Внебольничная пневмония является одной из наиболее частых инфекционных причин смерти у пациентов в ОРИТ, а использование НВЛ при внебольничной пневмонии в ряде исследований сопровождалось снижением числа ИТ и длительности пребывания пациентов в стационаре [65]. Однако по данным субгруппового анализа продемонстрировано, что положительные результаты НВЛ при тяжелой пневмонии в основном отмечены у пациентов

с фоновым заболеванием ХОБЛ и развитием гиперкапнической ДН ( $\text{pH} \approx 7,28$ ;  $\text{PaCO}_2 \approx 73$  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 [66] результаты использования НВЛ при внебольничной пневмонии, осложнившейся ОДН, были намного хуже, чем у пациентов с тяжелой внебольничной пневмонией и сопутствующими сердечно-сосудистыми или респираторными заболеваниями. В данном исследовании при развитии ОДН *de novo* неудачи терапии НВЛ составили 46 %, а при развитии ОДН у больных ХОБЛ – 26 % ( $p < 0,01$ ); отмечена очень высокая летальность при неудаче терапии НВЛ (> 80 %) [66]. Поэтому в настоящее время к использованию НВЛ при тяжелой пневмонии без сопутствующей ХОБЛ отношение достаточно сдержанное.

### Резекция легких у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких

Благоприятные эффекты НВЛ продемонстрированы у пациентов с 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 неоднозначные результаты. При НВЛ как профилактической процедуре, назначаемой в течение 1 нед. до и после хирургической операции, отмечено уменьшение числа постоперационных ателектазов и длительности госпитализации [68]. НВЛ оказалась также эффективной у пациентов с ХОБЛ только в постоперационный период. В недавно проведенном исследовании раннее послеоперационное использование НВЛ не привело к изменению прогноза у больных ХОБЛ по сравнению с обычной практикой, однако в группе НВЛ установлено достоверно меньшее число случаев ОДН (19 % vs 25 %) [69]. По результатам субгруппового анализа выявлено, что у более тяжелых больных ХОБЛ риск развития респираторных событий был значительно выше (ОР – 1,50; 95%-ный ДИ – 1,03–2,20).

### Синдром обструктивного апноэ во время сна и хроническая обструктивная болезнь легких

Синдром обструктивного апноэ во время сна (СОАС) и ХОБЛ являются очень распространенными заболеваниями, поэтому нет ничего удивительного, что больные, у которых эти состояния сочетаются, могут быть госпитализированы по поводу развития гиперкапнической ОДН. Данное сочетание обычно называется 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 обнаруживаются признаки легочной гипертензии и правожелудочковой недостаточности.

К счастью, и при ХОБЛ, и при СОАС наиболее эффективной стратегией терапии является НВЛ [73]. В крупном исследовании [73] у пациентов ( $n > 700$ ) с перекрестным синдромом и гиперкапнической ОДН ( $pH \approx 7,22$ ;  $PaCO_2 \approx 86$  мм рт. ст.) успех НВЛ составил 88 %, а ИТ потребовалась 4 % больных. Отмечены достоверно лучшие результаты терапии НВЛ в подгруппе лиц 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 %).

### Неинвазивная вентиляция легких 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 для проведения как диагностических (взятие эндобронхиального материала для анализов), так и терапевтических (удаление бронхиального секрета) процедур [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 эхокардиографии и постановки перкутанной гастростомии [76, 77]. Однако использование НВЛ не рекомендовано при проведении эзофагогастроскопии, т. к. эта процедура часто используется во время желудочно-кишечных кровотечений, которые сами по себе являются противопоказанием к НВЛ.

### Неинвазивная вентиляция легких в домашних условиях

#### Длительное использование (ночной) неинвазивной вентиляции легких у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких

При успешном использовании НВЛ у больных ХОБЛ во время ОДН появилась идея применять неинвазивную респираторную поддержку у больных ХОБЛ с хронической ДН (ХДН). На лечение данных больных обычно тратятся значительные средства, кроме того, прогноз у таких лиц после госпитализации крайне неблагоприятный [78–80]. Как правило, НВЛ у тяжелых пациентов с ХОБЛ начинается во время обострения заболевания в стационаре, а затем продолжается на постоянной основе в домашних условиях, длительно. По результатам многочисленных исследований продемонстрировано, что при длительной домашней респираторной поддержке при ХОБЛ улучшается газообмен, в частности снижается  $PaCO_2$ , улучшается качество сна и снижается риск последующих госпитализаций [81–84].

Как и в ситуации с ОДН, правильная селекция пациентов для НВЛ являются ключом успеха данно-

го метода у больных ХОБЛ при ХДН. Наибольшую эффективность терапии НВЛ можно ожидать у наиболее тяжелых пациентов с выраженными нарушениями механики дыхания и газообмена, у которых уже используются другие доступные методы медикаментозной и немедикаментозной терапии.

Во время как исследования в области НВЛ у пациентов с ХОБЛ при ХДН продолжаются более 2 десятилетий, следует признать, что проводить такие работы очень сложно, т. к. набор больных в РКИ обычно проходит с большим трудом. Кроме того, в данных исследованиях использовались довольно разнообразные временные схемы терапии НВЛ, что затрудняет сопоставление результатов поведенных работ между собой. В дополнение к этому следует отметить, что в исследованиях часто включаются достаточно гетерогенные группы пациентов с ХОБЛ, например, различия касаются сочетаний ХОБЛ с ночными нарушениями дыхания во время сна, СОАС, что опять же затрудняет интерпретацию результатов исследований.

При определении показаний к длительной НВЛ у больных ХОБЛ обычно используются рекомендации Согласительной конференции, посвященной использованию НВЛ при ХДН [85]. Кроме тяжести заболевания, показаниями для инициации НВЛ являются выраженные симптомы, связанные с альвеолярной гиповентиляцией, такие как одышка, утренние головные боли, сонливость, утомляемость. К газометрическим показаниям НВЛ относятся гиперкапния с исходным дневным  $PaCO_2 \geq 55$  мм рт. ст. или  $PaCO_2 50–54$  мм рт. ст. в сочетании с ночной десатурацией или  $\geq 2$  госпитализациями в предшествующий год. В табл. 2 представлены основные показания к длительной НВЛ у больных ХОБЛ.

**Таблица 2**  
**Показания и противопоказания к длительной неинвазивной вентиляции легких у больных хронической обструктивной болезнью легких**  
**Table 2**  
**Indications and contraindications for non-invasive ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease**

Показания
Наличие симптомов – слабость, одышка, утренние головные боли и физиологические критерии (один из следующих):
$PaCO_2 > 55$ мм рт. ст.
$PaCO_2 = 50–54$ мм рт. ст. и эпизоды ночных десатураций ( $SaO_2 < 88\%$ в течение $> 5$ мин во время кислородотерапии 2 л в минуту)
$PaCO_2 = 50–54$ мм рт. ст. и частые госпитализации вследствие развития повторных обострений ( $\geq 2$ госпитализаций за 12 мес.)
Противопоказания
Тяжелые расстройства глотания и неспособность контролировать откашливание (для масочной вентиляции)
Плохая мотивация и неадекватный комплаенс больных
Ажитация
Тяжелые когнитивные расстройства
Потребность в постоянной (около 24 ч в сутки) респираторной поддержке
Недостаток финансовых или страховых ресурсов
Отсутствие поддержки больного медицинскими учреждениями

Благоприятные эффекты НВЛ у больных с ХДН могут быть связаны с разными механизмами, включающими:

- улучшение функции дыхательных мышц;
- снижение нагрузки на аппарат дыхания;
- восстановление чувствительности хеморецепции дыхательного центра;
- улучшение качества сна.

Одна из возможностей длительной НВЛ – обеспечение отдыха ДМ, находящейся в состоянии хронического утомления [86, 87]. Однако данное положение основано на исследованиях, при проведении которых повышение функции ДМ после использования НВЛ зарегистрировано с помощью методов, зависящих от кооперации с больными (как правило, измерение максимального инспираторного давления). В ряде исследований отмечено улучшение показателей газообмена у больных ХОБЛ после проведения масочной НВЛ, но при этом показатели силы дыхательных мышц остались неизменными. В исследовании *B.Schönhofer et al.* при использовании одного из наиболее точных методов оценки силы ДМ – магнитной стимуляции диафрагмальных нервов (метод не требует кооперации с больным) показано, что использование НВЛ в течение 2 мес. у больных ХОБЛ с гиперкапнической ХДН не приводило к повышению силы ДМ [88].

Снижение нагрузки на аппарат дыхания может быть связано с благоприятным влиянием НВЛ на легочную гиперинфляцию. В относительно небольшом исследовании *M.W.Elliott et al.* продемонстрировано, что НВЛ у больных ХОБЛ приводит к небольшому улучшению динамического комплаенса грудной клетки и уменьшению воздушной ловушки [81]. Снижение уровня  $\text{PaCO}_2$  хорошо коррелировало с уменьшением объема воздушной ловушки ( $r = 0,85$ ;  $p < 0,05$ ). В РКИ [89] при длительной НВЛ у больных ХОБЛ отмечено улучшение газообмена (повышение  $\text{PaO}_2$ , снижение  $\text{PaCO}_2$ ) и снижение объемов легких – функциональной остаточной емкости – на 25 %, остаточного объема – на 36 %. Достигнутое с помощью НВЛ уменьшение уровня  $\text{PaCO}_2$  у больных ХОБЛ коррелировало с величиной снижения функциональной остаточной емкости ( $r = 0,56$ ,  $p < 0,001$ ).

Предполагается, что при длительной НВЛ снижается активность дыхательного центра, что ведет за собой изменение дыхательного паттерна. Не исключено, что уменьшение легочной гиперинфляции под действием НВЛ может быть связано с улучшением клиренса бронхиального секрета и снижением бронхиального сопротивления, а также со снижением числа и тяжести обострений ХОБЛ, которые способны на длительное время усугубить имеющуюся легочную гиперинфляцию.

Результаты, полученные в ряде исследований, поддерживают гипотезу о восстановлении центральной инспираторной активности у больных ХОБЛ во время НВЛ. *M.W.Elliott et al.* отмечено, что после 6 мес. НВЛ у больных ХОБЛ происходит снижение уровня бикарбонатов и избытка оснований, кроме

того, достигалось восстановление вентиляционного ответа больных на  $\text{CO}_2$  на более низком уровне (т. е. происходит переключение – ресеттинг дыхательного центра) [90]. С другой стороны, *L.Appendini et al.* выявлены высокие значения окклюзионного давления ( $P_{0,1}$ ) (мера центральной инспираторной активности) у больных с терминальными стадиями ХОБЛ, хронически зависящих от респиратора, что предполагает лишь небольшое значение восстановления активности дыхательного центра как механизма, обуславливающего благоприятные эффекты НВЛ [91].

НВЛ больным с ХДН проводится преимущественно в ночное время, исторически это связано с желанием повысить общее время респираторной поддержки в течение суток. Однако с патофизиологической точки зрения ночная респираторная поддержка имеет весомые преимущества перед дневной: НВЛ позволяет корректировать ночную гиповентиляцию и эпизоды десатурации, возникающие у больных ХОБЛ преимущественно в REM-фазу сна [91, 92]. В настоящее время одним из главных критериев эффективности НВЛ является ее способность уменьшить выраженность ночной гиповентиляции и уменьшить  $\text{PaCO}_2$  [91, 92].

Улучшение качества сна во время НВЛ у больных ХОБЛ показано в нескольких исследованиях. Доказательства о важности коррекции сна при помощи длительной НВЛ вытекают из исследований, в которых предпринимались попытки отмены респираторной поддержки на короткий период. *N.S.Hill et al.* отмечено, что при отмене НВЛ на 1 нед. у больных с ХДН возобновляются дневная сонливость и утренние головные боли, усиливается одышка, ухудшается ночная сатурация, но показатели дневной оксигенации и максимальное давление в полости рта практически не меняются [93]. У пациентов с ХОБЛ и СОАС при использовании вентиляции с СРАР увеличиваются показатели выживаемости и снижается риск госпитализации [94].

Однако есть данные, что в случае достаточно длительной респираторной поддержки в дневные часы также улучшаются функциональные показатели и улучшается качество сна у больных ХОБЛ. *B.Schonhofer et al.* проведено сравнение НВЛ у больных с ХДН в дневное и ночное время в течение 1 мес. [95]. Оказалось, что при обоих режимах НВЛ улучшались газовый состав артериальной крови, сила ДМ, снижалось  $P_{0,1}$ , при этом различий между группами не отмечено, а к концу исследования у больных 2 групп также улучшились ночная сатурация, транскутанное напряжение  $\text{CO}_2$  и качество сна. Снижение  $P_{0,1}$  и повышение силы ДМ предполагает, что наиболее важным механизмом действия НВЛ является улучшение функции ДМ, а не восстановление центральной инспираторной активности. Проведение длительной НВЛ в дневное время может быть использовано у больных, не способных спать во время респираторной поддержки.

На основании имеющихся данных можно сделать вывод, что наиболее подходящими кандидатами для

длительной НВЛ являются больные ХОБЛ с высоким уровнем  $\text{PaCO}_2$  и нарушением качества сна.

Практически все указанные исследования [87, 96–101] продолжались недолго (дни-месяцы) и в них были включены относительно небольшое число пациентов ( $\leq 100$ ), т. е. с точки зрения получения доказательств значительной эффективности НВЛ при ХДН у пациентов с ХОБЛ данным исследованиям не хватало статистической мощности. По результатам проведенных метаанализов и систематических обзоров также не были разрешены вопросы об эффективности и оптимальных подходах к НВЛ при ХОБЛ [102, 103]. Данные обстоятельства явились стимулом для планирования и проведения нескольких крупных РКИ, посвященных изучению длительной НВЛ у пациентов с ХОБЛ [104–107].

В исследовании, проведенном в Австралии, в течение 1 года проводилось сравнение сочетания у больных ХОБЛ НВЛ и кислородотерапии с только кислородотерапии ( $n = 144$ ; объем форсированного выдоха за 1-ю секунду ( $\text{ОФВ}_1$ )  $< 50\%$ ;  $\text{PaCO}_2 > 46$  мм рт. ст.) [104]. В среднем НВЛ использовалась в течение 4,5 ч в сутки, а уровень респираторной поддержки был относительно невысок ( $\text{IPAP} / \text{EPAP} = 13 / 5$  см вод. ст.). В данном исследовании при терапии НВЛ по сравнению с кислородотерапией отмечено снижение летальности больных ХОБЛ ( $\text{ОР} = 0,63$ ; 95%-ный ДИ  $= 0,40\text{--}0,99$ ), улучшение качества сна, однако гиперкапния не снижалась. Кроме того, в данном исследовании НВЛ не оказывала положительного влияния на качество жизни (КЖ) пациентов с ХОБЛ. Вполне возможно, что в приведенном исследовании применялись неадекватные инструменты оценки КЖ больных с ХДН, т. к. в других работах при использовании более чувствительных инструментов продемонстрированы прямо противоположные результаты [108].

В другое крупное одногодичное РКИ (Нидерланды) были включены больные ХОБЛ с персистирующей гиперкапнической ХДН ( $n = 201$ ;  $\text{PaCO}_2 > 45$  мм рт. ст.) после перенесенного эпизода ОДН. Установлена одинаковая летальность в группах пациентов, получающих НВЛ или стандартную терапию (22%), но в группе НВЛ наблюдалось достоверное снижение  $\text{PaCO}_2$  (на 3,75 мм рт. ст.; 95%-ный ДИ  $= 0,03\text{--}6,75$  мм рт. ст.) и тенденция к улучшению КЖ ( $p = 0,054$ ) [105]. Однако по другим параметрам, включая обострения, госпитализации, легочную функцию, никаких различий не выявлено. Респираторная поддержка была более интенсивной по сравнению с ранее выполненными исследованиями ( $\text{IPAP} / \text{EPAP} = 20 / 5$  см вод. ст.; продолжительность  $\geq 5$  ч в ночное время). В данном исследовании подтверждается лишь умеренная эффективность НВЛ при тяжелой ХОБЛ, но существуют подходы по оптимизации данного метода респираторной поддержки. Чаще в исследованиях, посвященных длительной НВЛ, основное внимание уделялось изменению качества сна и параметрам респираторной поддержки, удобным для пациента, в то время как снижение  $\text{PaCO}_2$  как задача терапии НВЛ не рассматривалась.

Обращает на себя внимание довольно низкий уровень выбранных параметров инспираторного давления во многих исследованиях ( $\text{IPAP}$  около 10–15 см вод. ст.), что легко объясняет скромные результаты НВЛ. В некоторых работах внимание акцентируется на улучшении выживаемости у пациентов с ХДН, у которых на фоне НВЛ достигнуто снижение  $\text{PaCO}_2$  [109]. Однако при снижении гиперкапнии до почти нормальных значений  $\text{PaCO}_2$  у больных ХОБЛ может потребоваться применение более высоких уровней инспираторного давления по сравнению с привычными или общепринятыми значениями [110].

*W. Windisch et al.* показано, что при использовании высоких уровней  $\text{IPAP}$  (24–36 см вод. ст., в среднем  $= 30 \pm 4$  см вод. ст.)  $\text{PaCO}_2$  нормализуется практически у всех больных ХОБЛ (через 8,8 дня  $\text{PaCO}_2$  снизилось на  $195 \pm 7,0$  мм рт. ст.;  $p < 0,001$ ), при этом в процессе постепенной адаптации респираторная поддержка довольно хорошо переносилась больными [111]. Возможность длительного использования высоких уровней  $\text{IPAP}$  при длительной НВЛ у больных ХОБЛ подтверждена в открытых проспективных исследованиях [112, 113], при этом в одном из них отмечена рекордная на сегодня выживаемость больных ХОБЛ на фоне НВЛ – 86% через 2 года от начала терапии [112].

В недавно завершеном исследовании NoT-NMV UK ( $n = 116$ ) в течение 1 года проводилось сравнение длительной НВЛ и кислородотерапии у больных ХОБЛ с гиперкапнической ОДН [107] (средний  $\text{PaCO}_2 = 59 \pm 7$  мм рт. ст.;  $\text{ОФВ}_1 = 0,6 \pm 0,2$  л). Во время НВЛ также использовались достаточно высокие уровни  $\text{IPAP}$  (в среднем 24 см вод. ст.). У пациентов группы НВЛ показано достоверное увеличение периода, свободного от госпитализаций – 4,3 мес. vs 1,4 мес. ( $\text{ОР} = 0,49$ ; 95%-ный ДИ  $= 0,31\text{--}0,77$ ;  $p = 0,002$ ).

В мультицентровое (36 респираторных центров Германии и Австрии) проспективное РКИ *Th. Köhnelin et al.* [106] были включены больные ХОБЛ и гиперкапнической ХДН ( $n = 195$ ;  $\text{PaCO}_2 \geq 52$  мм рт. ст.;  $\text{pH} > 7,35$ ). После 4-недельного обследования пациенты были госпитализированы и рандомизированы в соотношении 1 : 1 в группы НВЛ и контроля (без НВЛ). НВЛ настраивалась для снижения исходного уровня  $\text{PaCO}_2$  на  $\geq 20\%$  или его уменьшения  $< 48$  мм рт. ст. (параметры вентиляции: режим *pressure support*, среднее  $\text{IPAP} = 21,6$  см вод. ст.; среднее  $\text{EPAP} = 4,8$  см вод. ст.; средняя ЧДД – 16 в минуту; НВЛ использовалась в среднем 5,9 ч в сутки). В течение 1 года после рандомизации в группе контроля скончался 31 (33%) больной из 93, в группе НВЛ – 12 (12%) из 102 ( $p = 0,0004$ ;  $\text{ОР} = 0,24$ , 95%-ный ДИ  $= 0,11\text{--}0,49$ ) (рис. 4). В группе НВЛ по сравнению с группой контроля отмечено достоверное улучшение значений  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{pH}$ ,  $\text{SaO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{ОФВ}_1$ . При оценке КЖ с помощью шкалы *General Health Perception* показано улучшение в группе НВЛ ( $p = 0,0133$ ). Таким образом, при использовании длительной НВЛ в домашних условиях с целью значительного уменьше-

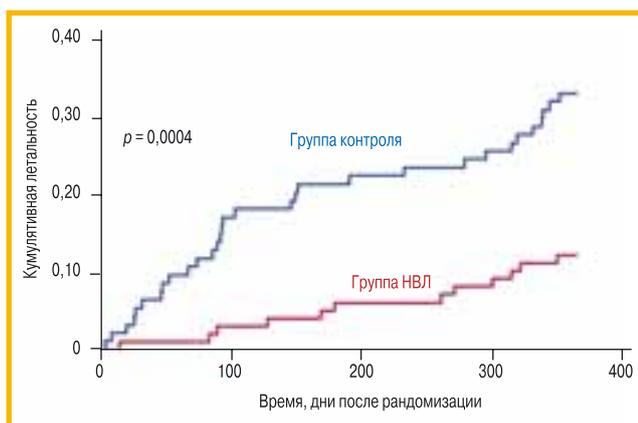


Рис. 4. Кривые Каплана–Мейера общей летальности пациентов с хронической обструктивной болезнью легких в группах неинвазивной вентиляции легких и контроля [106]

Примечание: НВЛ – неинвазивная вентиляция легких.

Figure 4. Kaplan–Meyer curves of all-cause mortality in patients with chronic obstructive pulmonary disease, NIV group vs control group [106]

ния уровня  $\text{PaCO}_2$  в комбинации со стандартным лечением улучшается выживаемость больных ХОБЛ с гиперкапнической ХДН.

Также необходимо указать и на определенные особенности данного высокоинтенсивного подхода к НВЛ у больных ХОБЛ. Для обеспечения такого высокого инспираторного давления во время НВЛ требовалась госпитализация пациентов в стационар, где с ними в экспертных центрах работал обученный медицинский персонал с большим клиническим опытом. В проведенных РКИ не использовался слепой дизайн (этого практически невозможно достичь в клинических условиях), что, конечно, может также модифицировать конечные результаты. Наконец, при высоком уровне давления во время вдоха может

снижаться сердечный выброс [114], что опасно для пациентов с ХОБЛ с сопутствующими заболеваниями сердца. Общий обзор наиболее важных исследований длительной НВЛ у больных ХОБЛ представлен в табл. 3.

### Неинвазивная вентиляция легких для активных пациентов с хронической обструктивной болезнью легких

В набор необходимого оборудования для проведения НВЛ, как правило, включены респиратор и источник кислорода (концентратор), поэтому сама процедура неинвазивной респираторной поддержки обычно проводится в течение ночи и нескольких часов в дневное время в условиях проживания пациентов (квартира, дом). Однако в нескольких исследованиях, посвященных легочной реабилитации, продемонстрированы положительные эффекты НВЛ у пациентов с ХОБЛ во время выполнения физических нагрузок [115, 116].

Переносной аппарат для НВЛ должен быть легким, портативным и способным функционировать вместе с источником кислорода. Последние достижения в области технологий позволили создать аппарат для НВЛ весом всего около 400 г, работающий от энергии сжатого кислорода (рис. 5) [117, 118]. По результатам первых пилотных исследований продемонстрировано, что у пациентов с ХОБЛ физическая активность в повседневной жизни при использовании переносного портативного респиратора повышается на 85 % по сравнению с кислородотерапией, при этом значительно уменьшается одышка и утомляемость, увеличивается  $\text{SpO}_2$ , снижается нагрузка на ДМ [117, 118]. Однако для получения данных о влиянии указанного переносного аппарата для

Таблица 3

*Показатели объема форсированного выдоха за 1-ю секунду и парциального давления углекислого газа в артериальной крови (по данным основных рандомизированных клинических исследований, посвященных изучению эффектов длительной неинвазивной вентиляции легких у больных хронической обструктивной болезнью легких)*

Table 3

*Data of randomized clinical trials of long-term non-invasive ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease (the forced expiratory volume for 1 sec and the partial pressure of carbon dioxide in the arterial blood)*

Исследование	Дизайн	n	Продолжительность НВЛ, мес.	ОФВ <sub>1</sub>	$\text{PaCO}_2$ , мм рт. ст.	IPAP / EPAP, см вод. ст.	Эффекты
[96]	Перекрестное	19	3	0,54 [0,46–0,88] л	49 [35–67]	15 / 2	↑НПФ
[99]	Перекрестное	18	3	0,86 [0,33–1,70] л	56 [52–65]	18 / 2	↑ГАК, ↑КЖ, ↑эффективности сна
[98]	Параллельные группы	13	3	0,68 [0,50–1,10] л	55 [45–89]	10 / 2	Нет эффекта
[97]	Перекрестное	12	2	33 %	51 ± 4	12 / 2	↑ГАК и ночной оксигенации
[87]	Параллельные группы	17	5	0,75 [0,45–1,05] л	–	15–20 / 2	↓Одышки, ↑6-МШТ
[100]	Параллельные группы	52	12	0,85 [0,44–1,28] л	51 [37–66]	12–14 / 4	↓Одышки, ↑НПФ
[101]	Параллельные группы	90	24	0,70 [0,30–1,35] л	55 [50–75]	14 / 2	↓Одышки, ↑КЖ
[104]	Параллельные группы	144	60	0,55 [0,51–0,59] л	54 [53–56]	13 / 5	↑Выживаемости, ↑качества сна, ↓КЖ
[105]	Параллельные группы	201	12	0,67 ± 0,23 л	59 ± 9	20 / 5	↓ $\text{PaCO}_2$
[106]	Параллельные группы	195	12	26 ± 11 %	58 ± 5	22 / 5	↑Выживаемости, ↑ГАК, ↑КЖ
[107]	Параллельные группы	116	12	0,60 ± 0,20 л	59 ± 7	24 / 4	↓Госпитализаций

Примечание: НВЛ – неинвазивная вентиляция легких; ОФВ<sub>1</sub> – объем форсированного выдоха за 1-ю секунду;  $\text{PaCO}_2$  – парциальное давление углекислого газа в артериальной крови; НПФ – нейропсихические функции, ГАК – газовый анализ артериальной крови, КЖ – качество жизни, 6-МШТ – 6-минутный шаговый тест; IPAP – инспираторное давление в дыхательных путях, EPAP – экспираторное давление в дыхательных путях.



Рис. 5. Портативный аппарат для неинвазивной вентиляции легких (*Noninvasive Open Ventilation System*)  
Figure 5. A portable ventilator for non-invasive ventilation (*Noninvasive Open Ventilation System*)

НВЛ на КЖ и прогноз больных ХОБЛ необходимы дальнейшие исследования.

## Заключение

В последние 2 десятилетия при широком использовании НВЛ ведение пациентов с ХОБЛ существенно улучшилось 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 эктубации — как при облегчении процесса отлучения от респиратора, так и для профилактики и лечения постэктубационной ДН. НВЛ также успешно применяется при сочетании ХОБЛ и СОАС, ХОБЛ и пневмонии, а также в ранний послеоперационный период после операций на грудной клетке.

НВЛ также может использоваться при ХДН у пациентов с ХОБЛ. Наиболее обоснованными показаниями для назначения длительной НВЛ в домашних условиях при ХОБЛ является гиперкапния в дневное время.

По-видимому, для наиболее эффективной респираторной поддержки при ХОБЛ нужна стратегия, направленная на снижение  $\text{PaCO}_2$ , — т. н. высокоинтенсивная НВЛ. Недавно разработанные переносные портативные аппараты НВЛ позволяют значительно повысить физическую активность пациентов с ХОБЛ тяжелого течения.

### Конфликт интересов

Конфликт интересов автором не заявлен. Работа выполнена без участия спонсора.

### Conflict of interest

The author declare no conflict of interest. This study was not sponsored.

## 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 (22): 1523–1530. DOI: 10.1056/NEJM199011293232204.
2. Meduri G.U., Conoscenti C.C., Menashe P., Nair S. Noninvasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest.* 1989; 95 (4): 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. *Терапевтический архив.* 2000; 72 (3): 59–65.
6. Soo Hoo G.W. The Role of Noninvasive Ventilation in the Hospital and Outpatient Management of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Semin. Respir. Crit. Care Med.* 2015; 36 (4): 616–629. DOI: 10.1055/s-0035-1556074.
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 (1): 10–17. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201206-034OC.
8. Demoule A., Girou E., Richard J.C. et al. Increased use of noninvasive ventilation in French intensive care units. *Intensive Care Med.* 2006; 32 (11): 1747–1755. DOI: 10.1007/s00134-006-0229-z.
9. Keenan S.P., Sinuff T., Burns K.E. et al. 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 (3): E195–E214. DOI: 10.1503/cmaj.100071.
10. Tobin M.J. Respiratory muscles in disease. *Clin. Chest Med.* 1988; 9 (2): 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 (13): 817–822. DOI: 10.1056/NEJM199509283331301.
12. Carrey Z., Gottfried S.B., Levy R.D. Ventilatory muscle support in respiratory failure with nasal positive pressure ventilation. *Chest.* 1990; 97 (1): 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. et al. 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. и др. Исследование применения неинвазивной вентиляции легких при острой дыхательной недостаточности на фоне обострения хронического обструктивного заболевания легких. *Анестезиология и реаниматология.* 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 (18): 2361–2367.
19. Nava S., Hill N. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Lancet.* 2009; 374 (9685): 250–259. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60496-7.

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. DOI: 10.1371/journal.pone.0035245.
23. Confalonieri M., Garuti G., Cattaruzza M.S. et al. A chart of failure risk for noninvasive ventilation in patients with COPD exacerbation. *Eur. Respir. J.* 2005; 25 (2): 348–355. DOI: 10.1183/09031936.05.00085304.
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 (9219): 1931–1935.
25. Soo Hoo G.W., Hakimian N., Santiago S.M. Hypercapnic respiratory failure in COPD patients: response to therapy. *Chest*. 2000; 117 (1): 169–177.
26. Scala R., Naldi M., Archinucci I. et al. Noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute exacerbations of COPD and varying levels of consciousness. *Chest*. 2005; 128 (3): 1657–1666. DOI: 10.1378/chest.128.3.1657.
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. Díaz 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. DOI: 10.1378/chest.127.3.952.
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. Avdeev S., Chuchalin A., Grigoriants R. et al. Factors predicting outcome of noninvasive positive pressure ventilation. *Eur. Respir. J.* 1997; 10: 185s.
31. 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. DOI: 10.1093/qjmed/hcq063.
32. Paus-Jenssen E.S., Reid J.K., Cockcroft D.W. et al. The use of noninvasive ventilation in acute respiratory failure at a tertiary care center. *Chest*. 2004; 126 (1): 165–172. DOI: 10.1378/chest.126.1.165.
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. et al. Controlled trial of oronasal versus nasal mask ventilation in the treatment of acute respiratory failure. *Crit. Care Med.* 2003; 31 (2): 468–473. DOI: 10.1097/01.CCM.0000045563.64187.20.
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. et al. 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. DOI: 10.1378/chest.13-1448.
38. Marino W. Intermittent volume cycled mechanical ventilation via nasal mask in patients with respiratory failure due to COPD. *Chest*. 1991; 99 (3): 681–684.
39. Meduri G.U., Abou-Shala N., Fox R.C. et al. 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 non-invasive mechanical ventilation. *Eur. Respir. J.* 2002; 20 (4): 1029–1036.
41. Strumpf D.A., Carlisle C.C., Millman R.P. et al. 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. et al. Noninvasive mechanical ventilation in acute respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease: correlates for success. *Thorax*. 1995; 50 (7): 755–757.
45. Antón A., Güell R., Gómez 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., Cilione C., Tampieri A. et al. Incidence and causes of non-invasive mechanical ventilation failure after initial success. *Thorax*. 2000; 55 (10): 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 the 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. DOI: 10.1164/rccm.201106-1094OC.
51. Avdeev S., Kutsenko M., Tretyakov A. et al. 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. 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. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31828a2bd8.
53. Tsai C.L., Lee W.Y., Delclos G.L. et al. 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. DOI: 10.1002/jhm.2014.
54. Carpe-Carpe B., Hernando-Arizaleta L., Ibáñez-Pérez M.C. et al. 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. DOI: 10.1016/j.arbres.2013.04.006.
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. DOI: 10.1378/chest.13-1707.
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. DOI: 10.1056/NEJMoa032736.
58. Ferrer M., Esquinas A., Leon M. et al. 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. DOI: 10.1503/cmaj.130974.
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. DOI: 10.1183/09031936.98.1106.1349.
62. Ferrer M., Valencia M., Nicolas J.M. et al. 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. et al. 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. DOI: 10.1007/s00134-012-2475-6.
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. DOI: 10.1016/j.rmed.2006.12.002.
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. DOI: 10.1111/resp.12062.
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. *Critical Care.* 2010; 14 (2): R80. DOI: 10.1186/cc8993.
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. DOI: 10.1016/j.arbr.2013.01.007.
76. Ambrosino N., Guarracino F. Unusual applications of noninvasive ventilation. *Eur. Respir. J.* 2011; 38 (2): 440–449. DOI: 10.1183/09031936.00192810.
77. Benditt J.O. Novel uses of noninvasive ventilation. *Respir. Care.* 2009; 54 (2): 212–219.
78. Batzloff C.M., Karpman C., Afessa B., Benzo R.P. Predicting 1-year mortality rate for patients admitted with an acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease to an intensive care unit: an opportunity for palliative care. *Mayo Clin. Proc.* 2014; 89 (5): 638–643.
79. Connors A.F. Jr, Dawson N.V., Thomas C. et al. Outcomes following acute exacerbation of severe chronic obstructive lung disease. The SUPPORT investigators (Study to Understand Prognoses and Preferences for Outcomes and Risks of Treatments). *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996; 154 (4, Pt 1): 959–967.
80. Chu C.M., Chan V.L., Lin A.W. et al. Readmission rates and life threatening events in COPD survivors treated with non-invasive ventilation for acute hypercapnic respiratory failure. *Thorax.* 2004; 59 (12): 1020–1025.
81. Elliott M.W., Mulvey D.A., Moxham J. et al. Domiciliary nocturnal nasal intermittent positive pressure ventilation in COPD: mechanisms underlying changes in arterial blood gas tensions. *Eur. Respir. J.* 1991; 4 (9): 1044–1052.
82. Hill N.S., Eveloff S.E., Carlisle C.C., Goff S.G. Efficacy of nocturnal nasal ventilation in patients with restrictive thoracic disease. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1992; 145 (2, Pt 1): 365–371.
83. Leger P., Bedicam J.M., Cornette A. et al. Nasal intermittent positive pressure ventilation. Long-term follow-up in

- patients with severe chronic respiratory insufficiency. *Chest*. 1994; 105 (1): 100–105.
84. Simonds A.K., Elliott M.W. Outcome of domiciliary nasal intermittent positive pressure ventilation in restrictive and obstructive disorders. *Thorax*. 1995; 50 (6): 604–609.
  85. Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation – a consensus conference report. *Chest*. 1999; 116 (2): 521–534.
  86. Braun N., Marino W.D. Effect of daily intermittent rest of respiratory muscle in patients with severe chronic airflow obstruction. *Chest*. 1984; 85 (6, Suppl): 595S.
  87. Renston J.P., DiMarco A.F., Supinski G.S. Respiratory muscle rest using nasal BiPAP ventilation in patients with stable severe COPD. *Chest*. 1994; 105 (4): 1053–1060.
  88. Schönhofer B., Polkey M.I., Suchi S., Köhler D. Effect of home mechanical ventilation on inspiratory muscle strength in COPD. *Chest*. 2006; 130 (6): 1834–1838. DOI: 10.1378/chest.130.6.1834.
  89. Diaz O., Begin P., Torrealba B. et al. Effects of noninvasive ventilation on lung hyperinflation in stable hypercapnic COPD. *Eur. Respir. J.* 2002; 20 (6): 1490–1498.
  90. Elliott M.W., Simonds A.K., Carroll M.P. et al. Domiciliary nocturnal nasal intermittent positive pressure ventilation in hypercapnic respiratory failure due to chronic obstructive lung disease: effects on sleep and quality of life. *Thorax*. 1992; 47 (5): 342–348.
  91. Appendini L., Patessio A., Zanaboni S. et al. Physiologic effects of positive end-expiratory pressure and mask pressure support during exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1994; 149 (5): 1069–1076. DOI: 10.1164/ajrccm.149.5.8173743.
  92. Clini E., Sturani C., Porta R. et al. Outcome of COPD patients performing nocturnal non-invasive mechanical ventilation. *Respir. Med.* 1998; 92 (10): 1215–1222.
  93. Hill N.S., Eveloff S.E., Carlisle C.C., Goff S.G. Efficacy of nocturnal nasal ventilation in patients with restrictive thoracic disease. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1992; 145: 365–371. DOI: 10.1164/ajrccm/145.2\_Pt\_1.365.
  94. Marin J.M., Soriano J.B., Carrizo S.J. et al. Outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease and obstructive sleep apnea: the overlap syndrome. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2010; 182 (3): 325–331. DOI: 10.1164/rccm.200912-1869OC.
  95. Schönhofer B., Geibel M., Sonnerborn M. et al. Daytime mechanical ventilation in chronic respiratory insufficiency. *Eur. Respir. J.* 1997; 10 (12): 2840–2846.
  96. Strumpf D.A., Millman R.P., Carlisle C.C. et al. Nocturnal positive pressure ventilation via nasal mask in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1991; 144 (6): 1234–1239.
  97. Lin C.C. Comparison between nocturnal nasal positive pressure ventilation combined with oxygen therapy and oxygen monotherapy in patients with severe COPD. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996; 154 (2, Pt 1): 353–358.
  98. Gay P.C., Hubmayr R.D., Stroetz R.W. Efficacy of nocturnal nasal ventilation in stable, severe chronic obstructive pulmonary disease during a 3-month controlled trial. *Mayo Clin. Proc.* 1996; 71 (6): 533–542.
  99. Meecham Jones D.J., Paul E.A., Jones P.W., Wedzicha J.A. Nasal pressure support ventilation plus oxygen compared with oxygen therapy alone in hypercapnic COPD. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1995; 152 (2): 538–544.
  100. Casanova C., Celli B.R., Tost L. et al. Long-term controlled trial of nocturnal nasal positive pressure ventilation in patients with severe COPD. *Chest*. 2000; 118 (6): 1582–1590.
  101. Clini E., Sturani C., Rossi A. et al. The Italian multicentre study on noninvasive ventilation in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Eur. Respir. J.* 2002; 20 (3): 529–538.
  102. Kolodziej M.A., Jensen L., Rowe B., Sin D. Systematic review of noninvasive positive pressure ventilation in severe stable COPD. *Eur. Respir. J.* 2007; 30 (2): 293–306. DOI: 10.1183/09031936.00145106.
  103. Wijkstra P.J., Lacasse Y., Guyatt G.H. et al. A meta-analysis of nocturnal noninvasive positive pressure ventilation in patients with stable COPD. *Chest*. 2003; 124 (1): 337–343.
  104. McEvoy R.D., Pierce R.J., Hillman D. et al. Nocturnal non-invasive nasal ventilation in stable hypercapnic COPD: a randomised controlled trial. *Thorax*. 2009; 64 (7): 561–566.
  105. Struik F.M., Sprooten R.T., Kerstjens H.A. et al. Nocturnal non-invasive ventilation in COPD patients with prolonged hypercapnia after ventilatory support for acute respiratory failure: a randomised, controlled, parallel-group study. *Thorax*. 2014; 69 (9): 826–834. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2014-205126.
  106. Köhnlein T., Windisch W., Köhler D. et al. Non-invasive positive pressure ventilation for the treatment of severe stable chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, multicentre, randomised, controlled clinical trial. *Lancet Respir. Med.* 2014; 2 (9): 698–705. DOI: 10.1016/S2213-2600(14)70153-5.
  107. Murphy P., Arbane G., Bourke S. et al. Improving admission free survival with home mechanical ventilation (HMV) and home oxygen therapy (HOT) following life threatening COPD exacerbations: HoT-HMV UK Trial NCT00990132. *Eur. Respir. J.* 2016; 48: OA3527.
  108. Windisch W. Impact of home mechanical ventilation on health-related quality of life. *Eur. Respir. J.* 2008; 32 (5): 1328–1336. DOI: 10.1183/09031936.00066407.
  109. Leger P., Bedicam J.M., Cornette A. et al. Nasal intermittent positive pressure ventilation. Long-term follow-up in patients with severe chronic respiratory insufficiency. *Chest*. 1994; 105: 100–105.
  110. Авдеев С.Н., Баймаканова Г.Е. Подбор режимов неинвазивной вентиляции легких у больных ХОБЛ: Методические рекомендации. М.: ФГУ «НИИ пульмонологии» ФМБА России; 2011.
  111. Windisch W., Vogel M., Sorichter S. et al. Normocapnia during nIPPV in chronic hypercapnic COPD reduces subsequent spontaneous PaCO<sub>2</sub>. *Respir. Med.* 2002; 96 (8): 572–579.
  112. Windisch W., Kostic S., Dreher M. et al. Outcome of patients with stable COPD receiving controlled noninvasive positive pressure ventilation aimed at a maximal reduction of Pa(CO<sub>2</sub>). *Chest*. 2005; 128 (2): 657–662. DOI: 10.1378/chest.128.2.657.
  113. Windisch W., Haenel M., Storre J.H., Dreher M. High-intensity noninvasive positive pressure ventilation for stable hypercapnic COPD. *Int. J. Med. Sci.* 2009; 6 (2): 72–76.
  114. Lukácsovits J., Carlucci A., Hill N. et al. Physiological changes during low- and high-intensity noninvasive ventilation. *Eur. Respir. J.* 2012; 39 (4): 869–875. DOI: 10.1183/09031936.00056111.
  115. Dreher M., Storre J.H., Windisch W. Noninvasive ventilation during walking in patients with severe COPD: a randomised cross-over trial. *Eur. Respir. J.* 2007; 29 (5): 930–936. DOI: 10.1183/09031936.00075806.

116. Dreher M., Doncheva E., Schwoerer A. et al. Preserving oxygenation during walking in severe chronic obstructive pulmonary disease: noninvasive ventilation versus oxygen therapy. *Respiration*. 2009; 78 (2): 154–160. DOI: 10.1159/000187717.
117. Porszasz J., Cao R., Morishige R. et al. Physiologic effects of an ambulatory ventilation system in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2013; 188 (3): 334–342. DOI: 10.1164/rccm.201210-1773OC.
118. Carlin B.M., Wiles K.S., McCoy R.W. et al. Effects of a highly portable noninvasive open ventilation system on activities of daily living in patients with COPD. *J. COPD F.* 2015; 2 (1): 35–47. DOI: 10.15326/jcopdf.2.1.2014. 0116.

Поступила 17.02.17

## 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 (22): 1523–1530. DOI: 10.1056/NEJM199011293232204.
2. Meduri G.U., Conoscenti C.C., Menashe P., Nair S. Noninvasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest*. 1989; 95 (4): 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. and Tret'yakov A.V. Non-invasive ventilation with two levels of positive airway pressure in patients with acute respiratory failure. *Pul'monologiya*. 1996; (4): 33–37. (in Russian).
5. Avdeev S.N. and Chuchalin A.G. Non-invasive ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2000; 72 (3): 59–65 (in Russian).
6. Soo Hoo G.W. The Role of Noninvasive Ventilation in the Hospital and Outpatient Management of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Semin. Respir. Crit. Care Med.* 2015; 36 (4): 616–629. DOI: 10.1055/s-0035-1556074.
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 (1): 10–17. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201206-034OC.
8. Demoule A., Girou E., Richard J.C. et al. Increased use of noninvasive ventilation in French intensive care units. *Intensive Care Med.* 2006; 32 (11): 1747–1755. DOI: 10.1007/s00134-006-0229-z.
9. Keenan S.P., Sinuff T., Burns K.E. et al. 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 (3): E195–E214. DOI: 10.1503/cmaj.100071.
10. Tobin M.J. Respiratory muscles in disease. *Clin. Chest Med.* 1988; 9 (2): 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 (13): 817–822. DOI: 10.1056/NEJM199509283331301.
12. Carrey Z., Gottfried S.B., Levy R.D. Ventilatory muscle support in respiratory failure with nasal positive pressure ventilation. *Chest*. 1990; 97 (1): 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. A comparative controlled trial of non-invasive ventilation in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure. *Pul'monologiya*. 1997; (4): 30–31 (in Russian).
16. Kramer N., Meyer T.J., Meharg J. et al. Randomized, prospective trial of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1995; 151 (6): 1799–1806.
17. Avdeev S.N., Tret'yakov A.V., Grigor'yants R.A. et al. Use of non-invasive ventilation in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure. *Anesteziologiya i reanimatologiya*. 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 (18): 2361–2367.
19. Nava S., Hill N. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Lancet*. 2009; 374 (9685): 250–259. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60496-7.
20. Avdeev S.N. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Pul'monologiya* 2005; (6): 37–54 (in Russian).
21. Avdeev S.N. Non-invasive ventilation in patients with acute respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. *Pul'monologiya*. 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. DOI: 10.1371/journal.pone.0035245.
23. Confalonieri M., Garuti G., Cattaruzza M.S. et al. A chart of failure risk for noninvasive ventilation in patients with COPD exacerbation. *Eur. Respir. J.* 2005; 25 (2): 348–355. DOI: 10.1183/09031936.05.00085304.
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 (9219): 1931–1935.
25. Soo Hoo G.W., Hakimian N., Santiago S.M. Hypercapnic respiratory failure in COPD patients: response to therapy. *Chest*. 2000; 117 (1): 169–177.
26. Scala R., Naldi M., Archinucci I. et al. Noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute exacerbations of COPD and varying levels of consciousness. *Chest*. 2005; 128 (3): 1657–1666. DOI: 10.1378/chest.128.3.1657.
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. Díaz 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. DOI: 10.1378/chest.127.3.952.
29. Popova K.A. and Avdeev S.N. Opportunities of non-invasive ventilation in patients with acute respiratory failure and hypercapnic coma caused by chronic obstructive pulmonary disease. *Pul'monologiya*. 2013; (1): 108–111 (in Russian).

30. Avdeev S., Chuchalin A., Grigoriants R. et al. Factors predicting outcome of noninvasive positive pressure ventilation. *Eur. Respir. J.* 1997; 10: 185s.
31. 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. DOI: 10.1093/qjmed/hcq063.
32. Paus-Jenssen E.S., Reid J.K., Cockcroft D.W. et al. The use of noninvasive ventilation in acute respiratory failure at a tertiary care center. *Chest.* 2004; 126 (1): 165–172. DOI: 10.1378/chest.126.1.165.
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. et al. Controlled trial of oronasal versus nasal mask ventilation in the treatment of acute respiratory failure. *Crit. Care Med.* 2003; 31 (2): 468–473. DOI: 10.1097/01.CCM.0000045563.64187.20.
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. et al. 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. DOI: 10.1378/chest.13-1448.
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. et al. 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 (4): 1029–1036.
41. Strumpf D.A., Carlisle C.C., Millman R.P. et al. 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. et al. Noninvasive mechanical ventilation in acute respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease: correlates for success. *Thorax.* 1995; 50 (7): 755–757.
45. Antón A., Güell R., Gómez 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., Cilione C., Tampieri A. et al. Incidence and causes of non-invasive mechanical ventilation failure after initial success. *Thorax.* 2000; 55 (10): 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 the 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. DOI: 10.1164/rccm.201106-1094OC.
51. Avdeev S., Kutsenko M., Tretyakov A. et al. 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. 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. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31828a2bd8.
53. Tsai C.L., Lee W.Y., Delclos G.L. et al. 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. DOI: 10.1002/jhm.2014.
54. Carpe-Carpe B., Hernando-Arizaleta L., Ibáñez-Pérez M.C. et al. 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. DOI: 10.1016/j.arbres.2013.04.006.
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. DOI: 10.1378/chest.13-1707.
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. DOI: 10.1056/NEJMoa032736.
58. Ferrer M., Esquinas A., Leon M. et al. 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. DOI: 10.1503/cmaj.130974.
61. Hilbert G., Gruson D., Portel L. et al. Noninvasive pressure support ventilation in COPD patients with postextu-

- bation hypercapnic respiratory insufficiency. *Eur. Respir. J.* 1998; 11: 1349–1353. DOI: 10.1183/09031936.98.11061349.
62. Ferrer M., Valencia M., Nicolas J.M. et al. 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. et al. 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. DOI: 10.1007/s00134-012-2475-6.
  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. DOI: 10.1016/j.rmed.2006.12.002.
  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. DOI: 10.1111/resp.12062.
  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. *Critical Care.* 2010; 14 (2): R80. DOI: 10.1186/cc8993.
  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. DOI: 10.1016/j.arbr.2013.01.007.
  76. Ambrosino N., Guarracino F. Unusual applications of noninvasive ventilation. *Eur. Respir. J.* 2011; 38 (2): 440–449. DOI: 10.1183/09031936.00192810.
  77. Benditt J.O. Novel uses of noninvasive ventilation. *Respir. Care.* 2009; 54 (2): 212–219.
  78. Batzloff C.M., Karpman C., Afessa B., Benzo R.P. Predicting 1-year mortality rate for patients admitted with an acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease to an intensive care unit: an opportunity for palliative care. *Mayo Clin. Proc.* 2014; 89 (5): 638–643.
  79. Connors A.F. Jr, Dawson N.V., Thomas C. et al. Outcomes following acute exacerbation of severe chronic obstructive lung disease. The SUPPORT investigators (Study to Understand Prognoses and Preferences for Outcomes and Risks of Treatments). *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996; 154 (4, Pt 1): 959–967.
  80. Chu C.M., Chan V.L., Lin A.W. et al. Readmission rates and life threatening events in COPD survivors treated with non-invasive ventilation for acute hypercapnic respiratory failure. *Thorax.* 2004; 59 (12): 1020–1025.
  81. Elliott M.W., Mulvey D.A., Moxham J. et al. Domiciliary nocturnal nasal intermittent positive pressure ventilation in COPD: mechanisms underlying changes in arterial blood gas tensions. *Eur. Respir. J.* 1991; 4 (9): 1044–1052.
  82. Hill N.S., Eveloff S.E., Carlisle C.C., Goff S.G. Efficacy of nocturnal nasal ventilation in patients with restrictive thoracic disease. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1992; 145 (2, Pt 1): 365–371.
  83. Leger P., Bedicam J.M., Cornette A. et al. Nasal intermittent positive pressure ventilation. Long-term follow-up in patients with severe chronic respiratory insufficiency. *Chest.* 1994; 105 (1): 100–105.
  84. Simonds A.K., Elliott M.W. Outcome of domiciliary nasal intermittent positive pressure ventilation in restrictive and obstructive disorders. *Thorax.* 1995; 50 (6): 604–609.
  85. Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation – a consensus conference report. *Chest.* 1999; 116 (2): 521–534.
  86. Braun N., Marino W.D. Effect of daily intermittent rest of respiratory muscle in patients with severe chronic airflow obstruction. *Chest.* 1984; 85 (6, Suppl.): 595S.
  87. Renston J.P., DiMarco A.F., Supinski G.S. Respiratory muscle rest using nasal BiPAP ventilation in patients with stable severe COPD. *Chest.* 1994; 105 (4): 1053–1060.
  88. Schönhofer B., Polkey M.I., Suchi S., Köhler D. Effect of home mechanical ventilation on inspiratory muscle strength in COPD. *Chest.* 2006; 130 (6): 1834–1838. DOI: 10.1378/chest.130.6.1834.
  89. Diaz O., Begin P., Torrealba B. et al. Effects of noninvasive ventilation on lung hyperinflation in stable hypercapnic COPD. *Eur. Respir. J.* 2002; 20 (6): 1490–1498.
  90. Elliott M.W., Simonds A.K., Carroll M.P. et al. Domiciliary nocturnal nasal intermittent positive pressure ventilation in hypercapnic respiratory failure due to chronic obstructive lung disease: effects on sleep and quality of life. *Thorax.* 1992; 47 (5): 342–348.
  91. Appendini L., Patessio A., Zanaboni S. et al. Physiologic effects of positive end-expiratory pressure and mask pressure support during exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1994; 149 (5): 1069–1076. DOI: 10.1164/ajrccm.149.5.8173743.
  92. Clini E., Sturani C., Porta R. et al. Outcome of COPD patients performing nocturnal non-invasive mechanical ventilation. *Respir. Med.* 1998; 92 (10): 1215–1222.
  93. Hill N.S., Eveloff S.E., Carlisle C.C., Goff S.G. Efficacy of nocturnal nasal ventilation in patients with restrictive thoracic disease. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1992; 145: 365–371. DOI: 10.1164/ajrccm/145.2\_Pt\_1.365.
  94. Marin J.M., Soriano J.B., Carrizo S.J. et al. Outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease and obstructive sleep apnea: the overlap syndrome. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2010; 182 (3): 325–331. DOI: 10.1164/rccm.200912-1869OC.

95. Schonhofer B., Geibel M., Sonnerborn M. et al. Daytime mechanical ventilation in chronic respiratory insufficiency. *Eur. Respir. J.* 1997; 10 (12): 2840–2846.
96. Strumpf D.A., Millman R.P., Carlisle C.C. et al. Nocturnal positive pressure ventilation via nasal mask in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1991; 144 (6): 1234–1239.
97. Lin C.C. Comparison between nocturnal nasal positive pressure ventilation combined with oxygen therapy and oxygen monotherapy in patients with severe COPD. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996; 154 (2, Pt 1): 353–358.
98. Gay P.C., Hubmayr R.D., Stroetz R.W. Efficacy of nocturnal nasal ventilation in stable, severe chronic obstructive pulmonary disease during a 3-month controlled trial. *Mayo Clin. Proc.* 1996; 71 (6): 533–542.
99. Meecham Jones D.J., Paul E.A., Jones P.W., Wedzicha J.A. Nasal pressure support ventilation plus oxygen compared with oxygen therapy alone in hypercapnic COPD. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1995; 152 (2): 538–544.
100. Casanova C., Celli B.R., Tost L. et al. Long-term controlled trial of nocturnal nasal positive pressure ventilation in patients with severe COPD. *Chest.* 2000; 118 (6): 1582–1590.
101. Clini E., Sturani C., Rossi A. et al. The Italian multicentre study on noninvasive ventilation in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Eur. Respir. J.* 2002; 20 (3): 529–538.
102. Kolodziej M.A., Jensen L., Rowe B., Sin D. Systematic review of noninvasive positive pressure ventilation in severe stable COPD. *Eur. Respir. J.* 2007; 30 (2): 293–306. DOI: 10.1183/09031936.00145106.
103. Wijkstra P.J., Lacasse Y., Guyatt G.H. et al. A meta-analysis of nocturnal noninvasive positive pressure ventilation in patients with stable COPD. *Chest.* 2003; 124 (1): 337–343.
104. McEvoy R.D., Pierce R.J., Hillman D. et al. Nocturnal non-invasive nasal ventilation in stable hypercapnic COPD: a randomised controlled trial. *Thorax.* 2009; 64 (7): 561–566.
105. Struik F.M., Sprooten R.T., Kerstjens H.A. et al. Nocturnal non-invasive ventilation in COPD patients with prolonged hypercapnia after ventilatory support for acute respiratory failure: a randomised, controlled, parallel-group study. *Thorax.* 2014; 69 (9): 826–834. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2014-205126.
106. Köhnlein T., Windisch W., Köhler D. et al. Non-invasive positive pressure ventilation for the treatment of severe stable chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, multicentre, randomised, controlled clinical trial. *Lancet Respir. Med.* 2014; 2 (9): 698–705. DOI: 10.1016/S2213-2600(14)70153-5.
107. Murphy P., Arbane G., Bourke S. et al. Improving admission free survival with home mechanical ventilation (HMT) and home oxygen therapy (HOT) following life threatening COPD exacerbations: HoT-HMT UK Trial NCT00990132. *Eur. Respir. J.* 2016; 48: OA3527.
108. Windisch W. Impact of home mechanical ventilation on health-related quality of life. *Eur. Respir. J.* 2008; 32 (5): 1328–1336. DOI: 10.1183/09031936.00066407.
109. Leger P., Bedicam J.M., Cornette A. et al. Nasal intermittent positive pressure ventilation. Long-term follow-up in patients with severe chronic respiratory insufficiency. *Chest.* 1994; 105: 100–105.
110. Avdeev S.N., Baymakanova G.E. Selection of non-invasive ventilation regimens in patients with COPD. Methodological guidelines. Moscow: FGU «NII pulmonologii» FMBA Rossii; 2011 (in Russian).
111. Windisch W., Vogel M., Sorichter S. et al. Normocapnia during nIPPV in chronic hypercapnic COPD reduces subsequent spontaneous PaCO<sub>2</sub>. *Respir. Med.* 2002; 96 (8): 572–579.
112. Windisch W., Kostic S., Dreher M. et al. Outcome of patients with stable COPD receiving controlled noninvasive positive pressure ventilation aimed at a maximal reduction of Pa(CO<sub>2</sub>). *Chest.* 2005; 128 (2): 657–662. DOI: 10.1378/chest.128.2.657.
113. Windisch W., Haenel M., Storre J.H., Dreher M. High-intensity noninvasive positive pressure ventilation for stable hypercapnic COPD. *Int. J. Med. Sci.* 2009; 6 (2): 72–76.
114. Lukácsovits J., Carlucci A., Hill N. et al. Physiological changes during low- and high-intensity noninvasive ventilation. *Eur. Respir. J.* 2012; 39 (4): 869–875. DOI: 10.1183/09031936.00056111.
115. Dreher M., Storre J.H., Windisch W. Noninvasive ventilation during walking in patients with severe COPD: a randomised cross-over trial. *Eur. Respir. J.* 2007; 29 (5): 930–936. DOI: 10.1183/09031936.00075806.
116. Dreher M., Doncheva E., Schwoerer A. et al. Preserving oxygenation during walking in severe chronic obstructive pulmonary disease: noninvasive ventilation versus oxygen therapy. *Respiration.* 2009; 78 (2): 154–160. DOI: 10.1159/000187717.
117. Porszasz J., Cao R., Morishige R. et al. Physiologic effects of an ambulatory ventilation system in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2013; 188 (3): 334–342. DOI: 10.1164/rccm.201210-1773OC.
118. Carlin B.M., Wiles K.S., McCoy R.W. et al. Effects of a highly portable noninvasive open ventilation system on activities of daily living in patients with COPD. *J. COPD F.* 2015; 2 (1): 35–47. DOI: 10.15326/jcopdf.2.1.2014.0116.

Received February 17, 2017