

Дж. Н. Пашаев, Р. Ш. Полухов, Э. М. Насибова, М. М. Абасов, Р. Б. Елчиев,
Э. Р. Гулиев, Ф. М. Мустафаев, Дж. Набиев, А. М. Гурбанова, А. Ф. Елчизаде,
И. Т. Алиев, Ф. М. Газиева
**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НЕИНВАЗИВНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ (НВЛ)
У БОЛЬНЫХ С COVID-19**

Хирургическая клиника Азербайджанского медицинского университета, г. Баку, Азербайджан

**ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ НЕИНВАЗИВНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЛЕГЕНЬ
(НВЛ) У ХВОРИХ НА COVID-19**

Дж. М. Пашаев, Р. Ш. Полухов, Е. М. Насибова, М. М. Абасов,
Р. Б. Елчиев, Е. Р. Гулиев, Ф. М. Мустафаев, Дж. Набиев,
А. М. Гурбанова, А. Ф. Елчизаде, І. Т. Алиев, Ф. М. Газиева

Резюме

Неінвазивна вентиляція легень (НВЛ) є методом респіраторної підтримки на основі застосування різних допоміжних режимів вентиляції з використанням в якості основного інтерфейсу маски, яка може бути легко накладена і так же легко від'єднана від дихальних шляхів пацієнта. Ключовим фактором досягнення успіху при НВЛ є правильна селекція пацієнтів. Важливо підкреслити, що для НВЛ необхідний строгий відбір хворих, головними критеріями є збереження свідомості і згода хворого, а також стабільна гемодинаміка.

При використанні НВЛ значно менше ускладнень, ніж при традиційній штучній вентиляції легень (ШВЛ). Масочна вентиляція дозволяє знизити до мінімуму число інфекційних і «механічних» ускладнень. Нозокоміальна пневмонія відноситься до частих ускладнень ШВЛ і є найважливішим чинником, що визначає результат лікування хворого. При НВЛ не відбувається прямого контакту з трахеєю (інтубаційна трубка, аспіраційний катетер), пацієнт може сам звільнити дихальні шляхи від мокротиння після зняття маски. На відміну від ШВЛ, при НВЛ голосові зв'язки зберігають свою природну рухливість, що знижує ризик розвитку аспірації — провідного фактора ризику розвитку вентиляційної пневмонії.

У статті представлений досвід авторів щодо використання НВЛ у відділенні реанімації хірургічної клініки Азербайджанського медичного університету, який свідчить про високу ефективність та безпечність цього методу респіраторної підтримки у хворих на тяжкі пневмонії, асоційованими з COVID-19. В якості ілюстрації наведено опис клінічного випадку.

Ключові слова: COVID-19, неінвазивна вентиляція, ефективність, безпека.

Укр. пульмонолог. журнал. 2020, № 2. С. 31–35.

Насибова Эсмירה Мирза кызы
Азербайджанский Медицинский Университет
Доцент
Тел.: +994503366077, doc.nasibova.esmira@gmail.com

**OUR EXPERIENCE WITH NON-INVASIVE VENTILATION (NIV)
IN PATIENTS WITH COVID-19**

C. N. Pashaev, R. Sh. Polukhov, E. M. Nasibova, M. M. Abasov,
R. B. Yelchiev, E. R. Guliev, F. M. Mustafayev, J. Nabiev,
A. M. Gurbanova, A. F. Elchizade, I. T. Aliev, F. M. Gazieva

Abstract

Non-invasive ventilation (NIV) is a method of respiratory support, using different regimens of assisted ventilation administered through the mask as a major interface, which can easily be applied on or detached from patient's respiratory tract. Proper selection of patients is a key factor of NIV clinical success. It is worth noting that a preserved consciousness, patient's consent, and stable hemodynamics are the obligate criteria to be considered in NIV candidates.

NIV is associated with much less complications than invasive ventilation (IV). Mask ventilation allows to minimize the rate of infectious and mechanical complications. Nosocomial pneumonia is one of the most frequent IV complications, being a leading factor, determining the patient's prognosis. In NIV there is no direct contact with trachea (tracheal tube, aspiration catheter). The patient can clean his airways from the sputum by himself upon removal of mask. Unlike of IV in NIV the vocal cords keep their natural mobility, preventing the risk of aspiration, which is a leading cause of ventilator-associated pneumonia.

The authors present the experience of NIV use at intensive care department of Azerbaijan medical university hospital, proving high effectiveness and safety of this method of respiratory support in severe pneumonia patients, associated with COVID-19. A clinical case presented illustrates the use of NIV in pneumonia patients.

Key words: COVID-19, non-invasive ventilation, effectiveness, safety.

Ukr. Pulmonol. J. 2020;2: 31–35.

Nasibova Esmira Mirsa kysy
Azerbaijan medical university
Associate professor
Тел.: +994503366077, doc.nasibova.esmira@gmail.com

Неінвазивна вентиляція легких (НВЛ) являється методом респіраторної підтримки з використанням в якості основного інтерфейсу маски, котра може бути легко наложена і так же легко отсоединена от дыхательных путей пациента.

Впервые НВЛ при помощи лицевых масок была предложена в 30-х годах XX века американскими врачами Poulton, Охон и Varach для лечения гемодинамического отека легких при помощи метода спонтанного дыхания с постоянным положительным давлением в дыхательных путях (Coninuous Positive Airway Pressure). Однако метод

не получил широкого распространения, и маски для обеспечения респіраторної підтримки использовались крайне редко, хотя уже в 60-х годах некоторые авторы рекомендовали применение вентиляции через маску при острой дыхательной недостаточности (ОДН) у больных хроническим бронхитом и эмфиземой. Дальнейшее развитие метод НВЛ получил после внедрения в практику удобных герметичных либо частично герметичных масок. В 1981 г. доктор Sullivan (Австралия) предложил носовую маску для лечения пациентов с синдромом сонного апноэ, а в 1983 г. французский врач Rideau внедрил в клиническую практику носовые маски для проведения длительной респіраторної терапії больных с нейромышечными заболеваниями [1, 2, 4]. Эти маски в дальнейшем и послужили прототипом масок, используемых при современной НВЛ.

© Пашаев Дж. Н., Полухов Р. Ш., Насибова Э. М., Абасов М. М., Елчиев Р. Б., Гулиев Э. Р., Мустафаев Ф. М., Набиев Дж., Гурбанова А. М., Елчизаде А. Ф., Алиев И. Т., Газиева Ф. М., 2020

www.search.crossref.org

DOI: 10.31215/2306-4927-2020-108-2-31-35

Побочные эффекты лечения острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС) с помощью инвазивной вентиляции привели к более глубокому изучению неинвазивных методов вентиляции. Ключевым фактором достижения успеха при НВЛ является правильная селекция пациентов. Важно подчеркнуть, что для НВЛ необходим строгий отбор больных, главными критериями являются сохранение сознания и согласие больного, а также стабильная гемодинамика. На основе опыта использования НВЛ у 147 больных с ОРДС, Antonelli и соавт. рекомендуют избегать проведения НВЛ у больных с состоянием по шкале SAPS более 34 баллов. Кроме того, если после пробного сеанса НВЛ в течение 1 часа показатель PaO₂/FiO₂ не превышает 175 мм рт. ст., то больные считаются неподходящими кандидатами для НВЛ. По данным Rana и соавт., предикторами плохого ответа на НВЛ больных с ОРДС являются метаболический ацидоз и выраженная гипоксемия.

Возможность использования НВЛ у хорошо отобранных больных с ОРДС была показана в нескольких исследованиях [4, 7, 8]. Авторы всех проведенных исследований, посвященных НВЛ, единодушны в том, что осложнений значительно меньше при использовании НВЛ, чем при традиционной ИВЛ. Масочная вентиляция позволяет снизить до минимума число инфекционных и «механических» осложнений. Нозокомиальная пневмония относится к частым осложнениям ИВЛ и является важнейшим фактором, определяющим исход больного. При НВЛ не происходит прямого контакта с трахеей (интубационная трубка, аспирационный катетер), пациент может сам освободить дыхательные пути от мокроты после снятия маски. Кроме того, в отличие от ИВЛ, при НВЛ голосовые связки сохраняют свою естественную подвижность, что снижает риск развития аспирации — ведущего фактора риска развития вентиляционной пневмонии.

В крупном аналитическом обзоре Abou-Shala N. и Meduri U. [6] было показано, что у больных, которые получали НВЛ, нозокомиальная пневмония была выявлена в единичных случаях [7, 10, 12]. При использовании НВЛ полностью отсутствуют осложнения, связанные с наличием в дыхательных путях интубационных и трахеостомических трубок, — ранние и поздние повреждения глотки, гортани и трахеи. Также практически не наблюдается развития другого частого осложнения назотрахеальной интубации — синуситов, которые часто являются причинами необъяснимой лихорадки и бактериемии у пациентов, получающих респираторную поддержку. По данным ретроспективного анализа, проведенного Abou-Shala N. и Meduri [6], ни в одном из 633 случаев НВЛ не было зарегистрировано развития нозокомиального синусита [11, 14, 17]. Основная роль в снижении риска нозокомиальных инфекций принадлежит, безусловно, замене интубационной трубки на маску, хотя возможно, что и меньшая потребность в других инвазивных процедурах (катетеризация вен, мочевого пузыря, зондирование желудка) у неинтубированного больного и меньшая длительность нахождения пациента в отделениях интенсивной терапии и реанимации также вносят свой вклад в уменьше-

ние числа инфекционных осложнений респираторной поддержки.

Многочисленные исследования показывают, что осложнения при НВЛ, как правило, не требуют прекращения респираторной поддержки [13, 15, 18, 20]. Наиболее частыми из них являются некрозы кожи лица, конъюнктивиты, раздражение носа, транзиторная гипоксемия, общий дискомфорт, аэрофагия, утечка. Эрозии и некрозы кожи образуются чаще всего в месте наибольшего давления маски на кожу лица (обычно мостик носа). По данным различных исследований, они встречаются в 6–18 % случаев. Эрозии и некрозы кожи не являются серьезным осложнением, так как обычно очень быстро заживают (через 2–7 дней). Транзиторная гипоксемия обычно появляется лишь во время перерыва между сеансами НВЛ, когда пациент снимает маску. Данная проблема особенно актуальна для больных с гипоксемической ОДН. Постоянный мониторинг при помощи пульсоксиметрии позволяет вовремя возобновить НВЛ и быстро устранить гипоксемию. Недостатком НВЛ является необходимость в мотивации пациента. Из-за переносимости больным наличия маски процедура НВЛ прекращается не более чем в 5 % случаев использования НВЛ при ОДН [5, 15, 20]. Метод НВЛ практически не применяется у больных с выраженными нарушениями сознания (число баллов по шкале Глазго менее 9), так как эти пациенты нуждаются в защите дыхательных путей и требуют частых санаций трахеобронхиального дерева, что трудно выполнимо при использовании НВЛ.

К сожалению, в нашей клинической практике НВЛ используется недостаточно широко, тогда как по опыту многих стран продемонстрированы преимущества более широкого внедрения НВЛ. Например, в США использование НВЛ за одно десятилетие увеличилось на 462 %, что привело к снижению случаев инвазивной вентиляции легких на 42 % и в целом ассоциировалось со снижением госпитальной летальности [5]. Для более широкого внедрения НВЛ важен достаточный уровень обеспечения высококачественным оборудованием [7]. Использование высококачественных респираторов более комфортно для больных, а для врача важны легкость и простота установки параметров респираторной поддержки. Также важен и широкий диапазон типов и размеров масок. В последние годы производители респираторного оборудования представляют широкий выбор различных масок (и шлемов), комфортных для пациентов, что уменьшает риск механических осложнений. Имеет значение системный подход больниц к реализации программ НВЛ (наличие протоколов, их доступность и четкость) [7, 20].

Наш опыт применения НВЛ в отделении реанимации хирургической клиники АМУ в период 1 апреля по 1 мая 2020 года показал, что большинство пациентов с COVID-19, которым проводилась 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 15–35 %.

Обычно для прогнозирования ответа на НВЛ достаточно использование сеанса респираторной поддержки в течение 2–3 часов. 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 PaCO₂. 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 потребуется срочная интубация трахеи и подключение к аппарату ИВЛ. Опыт показывает, что более длительные попытки использования НВЛ без достижения заметного улучшения лишь отодвигают по времени момент применения ИВЛ, что значительно повышает риск утяжеления дыхательной недостаточности, неблагоприятного исхода, вплоть до летального. Применяя НВЛ, мы пришли к такому заключению, что 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 24–48–72 часа после первоначального улучшения. Отсутствие улучшения в сфере сознания и положительной динамики показателей респираторного ацидоза через 24 ч от начала НВЛ является еще одним предиктором неудачи.

Показаниями к проведению НВЛ являются следующие:

1. Симптомы и признаки ОДН: а) выраженная одышка в покое; б) ЧД > 25/мин, участие в дыхании вспомогательной дыхательной мускулатуры, парадоксальное дыхание.

2. Признаки нарушения газообмена:

а) PaCO₂ > 45 мм рт. ст., рН < 7,35;

б) PaO₂ /FiO₂ < 200 мм рт. ст.

Критерии исключения НВЛ при ОДН следующие:

1. Остановка дыхания.

2. Нестабильная гемодинамика (гипотония, неконтролируемые аритмии или ишемия миокарда).

3. Невозможность обеспечить защиту дыхательных путей (нарушения кашля и глотания).

4. Избыточная бронхиальная секреция.

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

6. Лицевая травма, ожоги, анатомические нарушения, препятствующие наложению маски.

Критериям прекращения НВЛ и перехода к традиционной ИВЛ относятся следующие:

1. Неспособность больного переносить маску вследствие дискомфорта или боли.

2. Неспособность НВЛ улучшить газообмен в течение 2 ч: нарастание или сохранение гипоксемии, несмотря на высокие значения PEEP и FiO₂.

3. Неспособность масочной вентиляции облегчить диспноэ.

4. Необходимость эндотрахеальной интубации для удаления секрета или защиты дыхательных путей.

5. Нестабильность гемодинамики и ЭКГ, нестабильность с явлениями ишемии или клинически значимые желудочковые аритмии.

6. Нарастание энцефалопатии.

Физиологические эффектами НВЛ являются следующие:

– сохранение спонтанного дыхания и самостоятельных движений диафрагмы;

– сокращение негативного влияния на гемодинамику;

– уменьшение работы по обеспечению дыхания.

НВЛ имеет также следующую экономическую значимость:

– снижение средней длительности пребывания в блоке интенсивной терапии по сравнению с ИВЛ;

– уменьшение длительности госпитализации;

– уменьшение потребности в ИВЛ на 50 %;

– уменьшение расходов на лечение;

– уменьшение летальности при профессиональном применении НВЛ.

В ходе исследования были определены следующие преимущества неинвазивной вентиляции легких:

– предотвращение «механических» и инфекционных осложнений, связанных с интубацией, снижение риска развития инфекционных осложнений и механических повреждений (травмы гортани и трахеи, стенозы и кровотечения из верхних дыхательных путей);

– сохранение естественных защитных рефлексов верхних дыхательных путей;

– сохранение физиологического кашля, способности больного разговаривать, глотать, принимать пищу, откашливать мокроту;

– повышение комфорта больного;

– снижение потребности в миорелаксантах, опиоидах и транквилизаторах;

– возможность дискретного применения и отлучения от аппарата.

Основными режимами НВЛ у больных с ОРДС являются CPAP и PSV, чаще всего используются лицевые маски. При НВЛ теоретически могут быть использованы те же режимы, что и при инвазивной ИВЛ, однако наиболее часто применяются следующие: 1) спонтанное дыхание с положительным давлением в дыхательных путях (Continuous Positive Airway Pressure — CPAP); 2) поддержка давлением на вдохе (Pressure Support Ventilation — PSV); 3) режим с двумя уровнями положительного давления (Bi-level Positive Airway Pressure — BiPAP); 4) пропорциональная вспомогательная вентиляция (Proportional Assist Ventilation — PAV). PSV имеет большее предпочтение, чем CPAP, т. к. обеспечивает большую разгрузку дыхательной мускулатуры, эффективнее снижает работу дыхания и уменьшает диспноэ. В течение первых суток обычно НВЛ проводится постоянно с короткими перерывами длительностью 10–20 мин. При режиме CPAP пациент дышит самостоятельно. В его дыхательных путях на протяжении всего дыхательного цикла поддерживается какое-то определенное положительное, по отношению к атмосферному, давление.

В нашей клинике НВЛ проводили с помощью респираторов Salvia Elisa ventilator в режиме CPAP + PSV через лицевую маску. Использовали стандартные маски фирмы

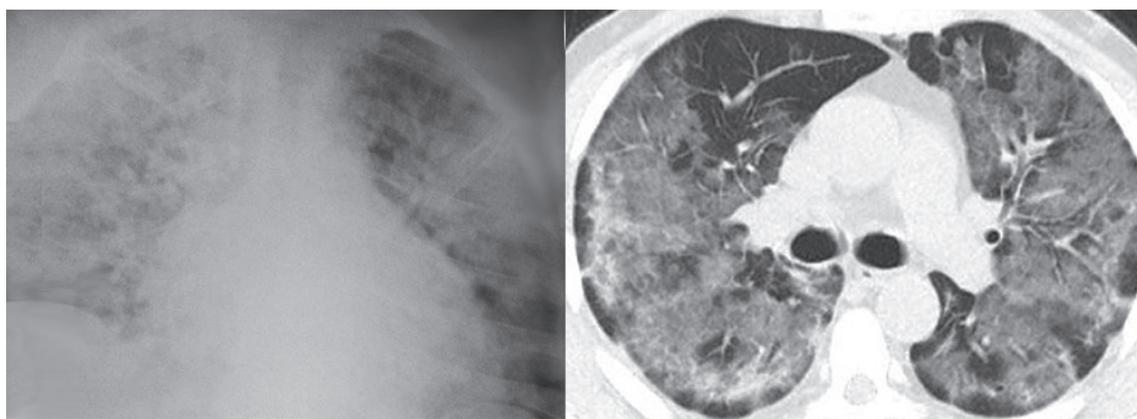


Рис. 1. Рентгенографія (слева) и аксиальный срез КТ (справа) органов грудной полости до лечения

Dräger (Германия) или Respirationics (США). Для определения показателей газового и кислотнощелочного состава крови использовали газоанализатор ABL500 с оксиметром OSM3 (Radiometer, Дания). Показатели функции внешнего дыхания регистрировали с дисплея респиратора. Все данные регистрировали непосредственно перед началом вентиляции. Уровень РЕЕР и поддержки давлением устанавливали индивидуально, исходя из конкретной клинической ситуации. Параметры вентиляции, потребовавшиеся пациентам, были следующими: РЕЕР – от 5 до 12 см вод. ст., PSV – от 0 до 14 см вод. ст., FiO₂ – от 0,3 до 0,6. На начальном этапе вспомогательная вентиляция легких проводилась в постоянном режиме. Далее осуществлялось постепенное снижение респираторной поддержки в соответствии со степенью клинического улучшения, после чего переходили на НВЛ сеансами по несколько часов в день вплоть до полной ее отмены. Критерием успешного проведения НВЛ являлось улучшение газового состава артериальной крови.

Клинический случай

Пациент — мужчина в возрасте 60 лет. Диагноз: двусторонняя негоспитальная пневмония, ассоциированная с COVID-19, острая дыхательная недостаточность. Диагноз COVID-19 подтвержден результатами ПЦР-теста. При поступлении — сухой кашель, повышение температуры тела до 38,6 °С, озноб, головная боль, одышка. При аускультации легких отмечалась крепитация, влажные хрипы в нижних долях легких; насыщение

крови кислородом — 90 %, частота дыхания 26–28 в минуту. Результаты лабораторных исследований при: WBC — $14,47 \times 10^9/L$, LYM — $0,81 \times 10^9/L$, albumin — 3,19 g/dL, PI — 51,7 %, PT — 13,8 sec., INR — 1,37, Fibrinogen — 138 mg/L, GRP 17,4 mg/L, D-Dimer > 7500 ng/mL, Ferritin – 1092 ng/mL, P/F > 150. Рентгенография и КТ органов грудной полости (рис. 1): обширные зоны интенсивного снижения прозрачности паренхимы легких по типу матового стекла с поражением всех долей обоих легких, в субплевральных отделах больше справа — участки формирования консолидаций.

Наряду с патогенетической и симптоматической терапией проводилась неинвазивная вентиляция легких, которая осуществлялась oral-nasal маской аппаратом ИВЛ ELISA. Установка и регулировка параметров осуществлялось по общему состоянию и по данным газового состава крови: ЧД < 35, рН > 7,30, неврологическая дисфункция — по шкале Келли: > 3–5, модифицированная шкала для определения участия вспомогательных дыхательных мышц: < 3 баллов. При гиперкапнии устанавливали следующие параметры: Ps — 12, РЕЕР — 5 см. вод. ст., FiO₂ — 30–40 %, а при гипоксемии — Ps — 14, РЕЕР — 5 см. вод. ст., FiO₂ — 50–60 %. Средний период лечения с НВЛ составил 6 дней. Среднесуточное время лечения с НВЛ в первый день составил 17,3 часов, во второй день – 18,2 часа и в третий день 16,7 часов.

Больной был выписан на 12-й день с улучшением.

На рис. 2 представлены данные рентгенографии и КТ, свидетельствующие о существенном улучшении

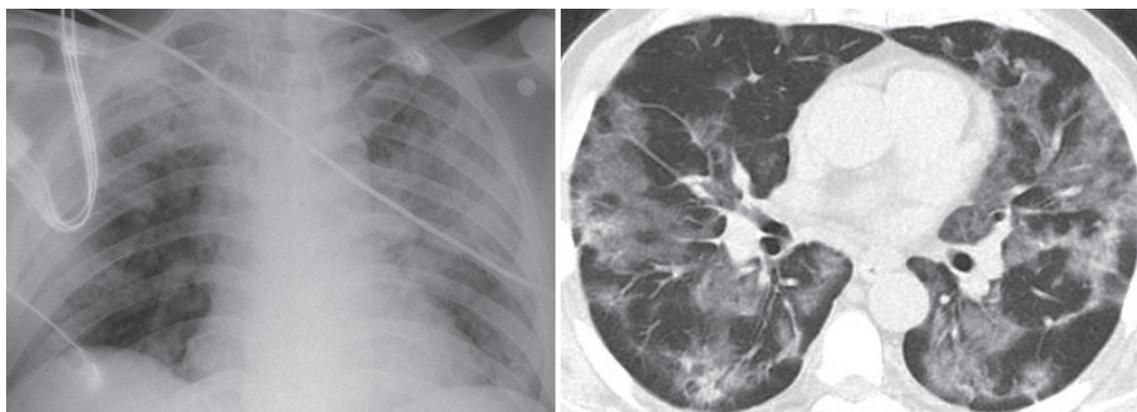


Рис. 2. Рентгенографія (слева) и аксиальный срез КТ (справа) органов грудной полости после достижения клинического улучшения

пневматизації паренхіми легких після проведення інтенсивної терапії.

Выводы

НВЛ обладает значимыми достоинствами перед традиционной искусственной вентиляцией легких. Но необходимо помнить, что даже в опытных руках НВЛ далеко не всегда успешна, что зависит от множества факторов,

таких как тяжесть ОДН, подготовка и опыт медицинского персонала, место проведения респираторной поддержки. Применение НВЛ при тяжелой форме ОРДС часто является неоправданным. Высокая минутная вентиляция легких (> 11 L/min) на фоне проведения НВЛ является одним из критериев отказа от дальнейшего ее применения.

ЛИТЕРАТУРА

- Alexiou S, Panitch HB. Physiology of non-invasive respiratory support. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2016;21(3):174–180.
- Alraddadi BM, Qushmaq I, Al-Hameed FM, et al. Saudi Critical Care Trials Group. Noninvasive ventilation in critically ill patients with the middle east respiratory syndrome. *Influenza & Other Respiratory Viruses.* 2019;13(4):382–390.
- Arabi YM, Fowler R, Hayden FG. Critical care management of adults with community-acquired severe respiratory viral infection. *Intensive Care Medicine.* 2020;46(2):315–328.
- Arabi Y, Al-Omari A, Mandourah Y, et al. Critically ill patients with the middle east respiratory syndrome (MERS): a multicenter retrospective cohort study. *Crit Care Med.* 2017;45(10):1683–1695.
- Bellani G, Laffey JG, Pham T, et al. Noninvasive ventilation of patients with acute respiratory distress syndrome. Insights from the LUNG SAFE study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195(1):67–77.
- Abou-Shala N, Meduri U. Noninvasive Mechanical Ventilation in Patients With Acute Respiratory Failure. *Crit Care Med.* 1996;24(4):705–715.
- Brewster D, Chrimes N, Do T, Fraser K, et al. Consensus statement: Safe Airway Society principles of airway management and tracheal intubation specific to the COVID-19 adult patient group. *Medical Journal of Australia.* 2020. doi: 10.5694/mja2.50598
- Carteaux G, Millan-Guilarte T, De Prost N, et al. Failure of noninvasive ventilation for de novo acute hypoxemic respiratory failure: role of tidal volume. *Crit Care Med.* 2016;44(2):282–290.
- Du K. Noninvasive ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care.* 2019;23:358. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2666-4>
- Guan L, Zhou L, Zhang J, et al. More awareness is needed for severe acute respiratory syndrome coronavirus 2019 transmission through exhaled air during noninvasive respiratory support: experience from China. *Eur Respir J.* 2020;55:2000352.
- He H, Sun B, Liang L, et al. A multicenter RCT of noninvasive ventilation in pneumonia-induced early mild acute respiratory distress syndrome. *Crit Care.* 2019;23(1):300.
- Hui DS, Chow BK, Lo T, et al. Exhaled air dispersion during noninvasive ventilation via helmets and a total facemask. *Chest.* 2015;147(5):1336–1343.
- Liu Q, Gao Y, Chen R, et al. Noninvasive ventilation with helmet versus control strategy in patients with acute respiratory failure: A systematic review and meta-analysis of controlled studies. *Critical Care.* 2016;20(1):265.
- Luo J, Wang MY, Zhu H, et al. Can non-invasive positive pressure ventilation prevent endotracheal intubation in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome? A meta-analysis. *Respirology.* 2014;19:1149–1157.
- Patel BK, Wolfe KS, Pohlman AS, et al. Effect of noninvasive ventilation delivered by helmet vs face mask on the rate of endotracheal intubation in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2016;315(22):2435–2441.
- Shen Y, Cai G, Gong S, et al. Interaction between low tidal volume ventilation strategy and severity of acute respiratory distress syndrome: a retrospective cohort study. *Crit Care.* 2019;23(1):254.
- Yang X, Yu Y, Xu J, et al. Team NCPERE. Vital surveillances: the epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) – China. *China CDC Weekly.* 2020;2(8):113–122.
- Vital FM, Ladeira MT, Atallah AN. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;5:CD005351.
- Xia J, Zhao J, Cheng Z, et al. Non-invasive respiratory support for patients with novel coronavirus pneumonia: Clinical efficacy and reduction in risk of infection transmission. *Chinese Medical Journal.* 2020. doi:10.1097/CM9.0000000000000761
- Xu X, Yuan B, Liang Q, et al. Noninvasive ventilation for acute lung injury a meta-analysis of randomized controlled trials. *Heart Lung.* 2016;45(3):249–257.
- Zhou F, Yu T, Du R, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective study. *Lancet.* 2020. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30566-3.

REFERENCES

- Alexiou S, Panitch HB. Physiology of non-invasive respiratory support. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2016;21(3):174–180.
- Alraddadi BM, Qushmaq I, Al-Hameed FM, et al. Saudi Critical Care Trials Group. Noninvasive ventilation in critically ill patients with the middle east respiratory syndrome. *Influenza & Other Respiratory Viruses.* 2019;13(4):382–390.
- Arabi YM, Fowler R, Hayden FG. Critical care management of adults with community-acquired severe respiratory viral infection. *Intensive Care Medicine.* 2020;46(2):315–328.
- Arabi Y, Al-Omari A, Mandourah Y, et al. Critically ill patients with the middle east respiratory syndrome (MERS): a multicenter retrospective cohort study. *Crit Care Med.* 2017;45(10):1683–1695.
- Bellani G, Laffey JG, Pham T, et al. Noninvasive ventilation of patients with acute respiratory distress syndrome. Insights from the LUNG SAFE study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195(1):67–77.
- Abou-Shala N, Meduri U. Noninvasive Mechanical Ventilation in Patients With Acute Respiratory Failure. *Crit Care Med.* 1996;24(4):705–715.
- Brewster D, Chrimes N, Do T, Fraser K, et al. Consensus statement: Safe Airway Society principles of airway management and tracheal intubation specific to the COVID-19 adult patient group. *Medical Journal of Australia.* 2020. doi: 10.5694/mja2.50598
- Carteaux G, Millan-Guilarte T, De Prost N, et al. Failure of noninvasive ventilation for de novo acute hypoxemic respiratory failure: role of tidal volume. *Crit Care Med.* 2016;44(2):282–290.
- Du K. Noninvasive ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care.* 2019;23:358. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2666-4>
- Guan L, Zhou L, Zhang J, et al. More awareness is needed for severe acute respiratory syndrome coronavirus 2019 transmission through exhaled air during noninvasive respiratory support: experience from China. *Eur Respir J.* 2020;55:2000352.
- He H, Sun B, Liang L, et al. A multicenter RCT of noninvasive ventilation in pneumonia-induced early mild acute respiratory distress syndrome. *Crit Care.* 2019;23(1):300.
- Hui DS, Chow BK, Lo T, et al. Exhaled air dispersion during noninvasive ventilation via helmets and a total facemask. *Chest.* 2015;147(5):1336–1343.
- Liu Q, Gao Y, Chen R, et al. Noninvasive ventilation with helmet versus control strategy in patients with acute respiratory failure: A systematic review and meta-analysis of controlled studies. *Critical Care.* 2016;20(1):265.
- Luo J, Wang MY, Zhu H, et al. Can non-invasive positive pressure ventilation prevent endotracheal intubation in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome? A meta-analysis. *Respirology.* 2014;19:1149–1157.
- Patel BK, Wolfe KS, Pohlman AS, et al. Effect of noninvasive ventilation delivered by helmet vs face mask on the rate of endotracheal intubation in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2016;315(22):2435–2441.
- Shen Y, Cai G, Gong S, et al. Interaction between low tidal volume ventilation strategy and severity of acute respiratory distress syndrome: a retrospective cohort study. *Crit Care.* 2019;23(1):254.
- Yang X, Yu Y, Xu J, et al. Team NCPERE. Vital surveillances: the epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) – China. *China CDC Weekly.* 2020;2(8):113–122.
- Vital FM, Ladeira MT, Atallah AN. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;5:CD005351.
- Xia J, Zhao J, Cheng Z, et al. Non-invasive respiratory support for patients with novel coronavirus pneumonia: Clinical efficacy and reduction in risk of infection transmission. *Chinese Medical Journal.* 2020. doi:10.1097/CM9.0000000000000761
- Xu X, Yuan B, Liang Q, et al. Noninvasive ventilation for acute lung injury a meta-analysis of randomized controlled trials. *Heart Lung.* 2016;45(3):249–257.
- Zhou F, Yu T, Du R, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective study. *Lancet.* 2020. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30566-3.