

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ РЕСПИРАТОРНОЙ ТЕРАПИИ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

Перепелица С.А.*

ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет

им. Иммануила Канта», Калининград

Федеральный научно-клинический центр реаниматологии
и реабилитологии, Москва

DOI: 10.25881/20728255_2024_19_4_137

Резюме. Обоснование: Хроническая дыхательная недостаточность становится все большей проблемой для пациентов, имеющих неизлечимые заболевания, прогрессирование которых диктует необходимость проведения респираторной терапии. Перед многими специалистами возникает проблема выявления ранних симптомов прогрессирования дыхательной недостаточности, диагностики ее степени, назначения респираторной терапии и организации постоянного мониторинга витальных функций в домашних условиях. В таком лечении нуждаются как грудные дети, так и взрослые различных возрастных групп. Перечень заболеваний, при которых необходимо проводить респираторную терапию длительное время или все жизнь, достаточно большой. У детей раннего возраста это могут быть бронхолегочная дисплазия, последствия перенесенных гипоксически-геморрагических повреждений структур головного мозга, врожденные пороки развития и генетические заболевания. В более старшем возрасте могут манифестировать нейродегенеративные и нервно-мышечные заболевания, а также возникать другие проблемы, связанные с тяжелым течением острых нейроинфекций и гипоксически-травматическим поражением центральной нервной системы, онкологические заболевания, последствия острого нарушения мозгового кровообращения, травм, критических кровопотерь, сердечно-легочной реанимации. Наиболее перспективным методом лечения у таких пациентов является неинвазивная вентиляция легких, позволяющая достичь поставленных лечебных целей и снизить частоту осложнений. Проведение этого вида лечения в домашних условиях требует иного подхода к организации и наблюдению. Врач ежедневно должен оценивать состояние пациента, степень синхронизации с аппаратом, наличие признаков обструкции верхних дыхательных путей и утечки воздуха. Для таких пациентов важен непрерывный телемониторинг функций организма. В статье рассматриваются вопросы организации респираторной терапии, варианты ее применения у пациентов с различными заболеваниями.

Ключевые слова: дыхательная недостаточность, домашняя вентиляция легких, паллиативный пациент, неинвазивная вентиляция легких, телемониторинг, пульсоксиметрия, транскутанная капнография.

Введение

ИВЛ является одним из распространенных методов лечения пациентов с дыхательной недостаточностью различного генеза. Лечение таких пациентов, как известно, проводится в отделениях реанимации и интенсивной терапии, в котором работают врачи анестезиологи-реаниматологи, имеющие соответствующую подготовку и парк необходимого оборудования.

В последние годы, в связи с улучшением качества медицинской помощи при генетических и хромосомных заболеваниях, а также последствиях гипоксии, политравм, которые раньше считались некурабельными, пациенты начали выживать, но оставаться зависимыми от видов интенсивного лечения, в том числе респираторной поддержки. Возникла новая проблема в здравоохранении: рост количества паллиативных пациентов, в том числе

MODERN ASPECTS OF ORGANIZING RESPIRATORY THERAPY AT HOME

Perepelitsa S.A.*

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad

Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine
and Rehabilitation, Moscow

Abstract. Rationale: Chronic respiratory failure is becoming an increasingly serious problem for patients with incurable diseases, the progression of which dictates the need for respiratory therapy. Many specialists face the problem of identifying early symptoms of respiratory failure progression, diagnosing its degree, prescribing respiratory therapy and organizing continuous monitoring of vital functions at home. Both infants and adults of various age groups need such treatment. The list of diseases that require respiratory therapy for a long time or for life is quite large. In young children, this may include bronchopulmonary dysplasia, consequences of hypoxic-hemorrhagic damage to brain structures, congenital malformations and genetic diseases. At an older age, neurodegenerative and neuromuscular diseases may manifest, as well as other problems associated with the severe course of acute neuroinfections and hypoxic-traumatic damage to the central nervous system, oncological diseases, consequences of acute cerebrovascular accident, injuries, critical blood loss, cardiopulmonary resuscitation. The most promising method is non-invasive ventilation of the lungs, which allows achieving the set therapeutic goals and reducing the frequency of complications. The appointment of this type of treatment requires a different approach to these patients. The doctor should daily assess the patient's condition, the degree of synchronization with the device, the presence of signs of obstruction of the upper respiratory tract and air leakage. Continuous telemonitoring of body functions is important for such patients. The article discusses the organization of respiratory therapy, options for its use in patients with various diseases.

Keywords: respiratory failure, home ventilation, palliative patient, noninvasive ventilation, telemonitoring, pulse oximetry, transcutaneous capnography.

детского возраста, нуждающихся в проведении этого вида лечения на протяжении длительного периода времени, а у некоторых – всю жизнь [1–3]. Таким образом, возникает необходимость обсуждения вопросов об организации специализированной медицинской помощи и проведении респираторной терапии (РТ) на дому, постоянной курации пациента, обучения его и родственников методам лечения, контроля и действий при внезапно возникших осложнениях или проблемах с оборудованием.

Поиск и анализ отечественных и зарубежных источников литературы, посвященных изучению организации и проведения РТ у паллиативных пациентов в домашних условиях. Анализ литературы проводился за период с 2005–2024 гг. Источниками информации явились база данных научной литературы PubMed и электронная библиотека eLibrary.ru. Для поиска использовались сле-

* e-mail: sveta_perepeliza@mail.ru

дующие ключевые слова: дыхательная недостаточность; домашняя вентиляция легких, паллиативный пациент, неинвазивная вентиляция легких, телемониторинг, пульсоксиметрия, бронхолегочная дисплазия, миастения, хроническая обструктивная болезнь легких, respiratory failure, home ventilation, palliative patient, noninvasive ventilation, telemonitoring, pulse oximetry. В анализ включены 1 статья – 2005 г., 2 – 2015 г., 2 – 2016 г. и 40 публикаций 2017–2024 гг.

Актуальные вопросы организации респираторной терапии паллиативным пациентам

По мнению ВОЗ, в мире 40 млн. человек нуждается в медицинской паллиативной помощи, из них 78% проживают в странах с низким и средним уровнем дохода. Она наиболее востребована у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями (38,5%), онкологией (34%), прогрессирующими неврологическими заболеваниями (16,3%), хроническими болезнями дыхательной системы (10,3%), сахарном диабете (4,6%) и других [4; 5]. В настоящее время более 600 заболеваний могут быть причислены к паллиативным, т.к. в любое время у пациента может наступить его декомпенсация [6]. Паллиативный статус могут иметь пациенты различного возраста, начиная от детей первых месяцев жизни до взрослых, в том числе и старческого возраста [3; 7].

Особое внимание уделяется вопросам паллиативного лечения пациентам, имеющих расстройства дыхания и нуждающихся в проведении длительной или пожизненной оксигенотерапии, различных видов респираторной поддержки, т.к. их количество растет с каждым годом [8]. Перечень заболеваний, при которых необходима РТ на протяжении длительного времени или все жизнь, очень большой. В раннем детском возрасте в ее проведении нуждаются дети с бронхолегочной дисплазией (БЛД), последствиями перинатальной гипоксии тяжелой степени [2; 9], внутрижелудочковыми кровоизлияниями III–IV степени, корригированными не корригированными врожденными пороками развития, в том числе сердечно-сосудистой системы, врожденными формами миопатий, спинальной мышечной атрофией, миопатией Дюшенна [10–14]. На протяжении жизни могут манифестировать нейродегенеративные и нервно-мышечные заболевания, а также возникать другие проблемы, связанные с тяжелым течением острых нейроинфекций и гипоксически-травматическим поражением ЦНС, онкологические заболевания, последствия острого нарушения мозгового кровообращения, травм, критических кровопотерь, сердечно-легочной реанимации, при которых значительно нарушена или утрачена полноценная функция дыхания [1; 6; 15]. Постоянное нахождение таких пациентов в стационарах невозможно, возникает необходимость создания условий для жизни в дома, обеспечив полноценную медицинскую помощь.

В Германии за 15 лет в период с 2005 по 2019 гг. многократно увеличилось количество пациентов, которые

нуждаются в проведении инвазивной вентиляцией легких в домашних условиях. Если в 2005 г. в таком лечении нуждалась 1000 пациентов, то к 2019 г. их зарегистрировано 20000 [16; 17]. Авторы исследования подчеркивают, что этот рост обусловлен не только наличием у пациентов заболеваний, прогрессирующие которых приводит к развитию хронической дыхательной недостаточности (ХДН), но и тем, что, больные, у которых возникли острые респираторные проблемы, не могут быть отлучены от респиратора в стационаре по различным причинам, и большинство из них выписываются на ИВЛ домой из отделений реанимации и интенсивной терапии [18]. В Германии данный вид медицинской помощи на дому активно развивается, т.е. все лечение осуществляется дома, а госпитализация необходима только в случаях углубленного обследования или при возникновении серьезных проблем с вентиляцией [8]. Пациентами занимается междисциплинарная команда специалистов, включающая врача общей практики, имеющего опыт работы в области внебольничной вентиляции легких, физиотерапевтов, эрготерапевтов, логопедов, медицинских сестер, техников, обслуживающих оборудование. Все специалисты работают в тесном сотрудничестве с Вентиляционным центром, оказывающим методическую помощь [19].

В Нидерландах разработана и интегрирована в практическое здравоохранение система проведения вентиляции легких в домашних условиях. В четырех крупных городах, расположенных в разных частях страны, открыты центры домашней вентиляции легких, которые организуют этот вид лечения, постоянно курируют пациентов, проводят консультации, занимаются вопросами обучения специалистов, решают финансовые вопросы и проводят научные исследования в этой области. В центрах работают врачи-пульмонологи, медицинские сестры, волонтеры, а курацию пациентов осуществляют семейные врачи. Все данные о пациентах, находящихся на домашней вентиляции легких, регистрируются в Национальном реестре ИВЛ [20].

В РФ сформулирована основная доктрина паллиативной медицинской помощи (ПМП) населению, направленная на обеспечение лечения, поддержание или замещение утраченных функций организма, относительную стабилизацию состояния здоровья и улучшение качества жизни пациента [21; 22]. Положительность такого лечения варьирует в широких пределах: от нескольких месяцев до многих лет. С учетом этого, на законодательном уровне регламентированная ПМП должна включать в себя комплекс обязательных медицинских мероприятий, а также психолого-социальное сопровождение пациента и его семьи [21; 22].

Согласно приказу Министерства здравоохранения РФ и Министерства труда и социальной защиты РФ №345н/372н от 31 мая 2019 «Об утверждении Положения об организации оказания паллиативной медицинской помощи, включая порядок взаимодействия медицинских

организаций, организаций социального обслуживания и общественных объединений, иных некоммерческих организаций, осуществляющих свою деятельность в сфере охраны здоровья», в состав отделения выездной патронажной ПМП взрослым включен врач анестезиолог-реаниматолог. В стандарт оснащения входят аппарат ИВЛ многофункциональный с возможностью проведения различных видов РТ, мониторинга, оценки параметров механики дыхания, передачи информации на внешнее устройство, а также увлажнитель дыхательных смесей, инсуфлятор-экссуфлятор, концентратор кислородный портативный. Количество медицинских изделий определяется по числу пациентов, у которых определены медицинские показания к применению указанного медицинского изделия [22].

Таким образом, такая высокотехнологическая узкоспециализированная помощь, как РТ вышла не только за стены отделений реанимации, но и стационара. Ее организация в домашних условиях возможна при наличии парка специального оборудования, обученного врача анестезиолога-реаниматолога, умеющего оказывать помощь в домашних условиях, междисциплинарном подходе, включающем сотрудничество врачей, пациента и его семьи. В настоящее время идет речь об обеспечении качества и пролонгирования жизни пациентов, которые нуждаются в постоянной различной респираторной поддержке.

В зависимости от причины и степени выраженности дыхательной недостаточности, пациенту подбирается определенный режим РТ, с помощью которого будет обеспечена дыхательная функция на приемлемом уровне, что позволит улучшить качество его жизни. Как правило, подбор режима и параметров происходит в стационаре, а затем планируется выписка пациента домой. В этом случае он обеспечивается необходимым оборудованием, с помощью которого будет проводиться полноценная РТ, а также вспомогательными средствами ухода (катетеры для аспирации мокроты, уход за трахеостомой, стимулятор кашля, пульсоксиметр и т.д.). Родственники или лица, которые будут осуществлять уход, должны пройти специальное обучение, познакомиться с врачом паллиативной помощи и анестезиологом-реаниматологом, которые будут осуществлять лечение в домашних условиях.

Виды респираторной терапии в домашних условиях

В домашних условиях возможно проведение как одного вида РТ, так и их сочетание. Это зависит от степени дыхательной недостаточности, наличия соответствующего оборудования. Современные модели вентиляции легких имеют широкий перечень режимов, что позволяет выбрать наиболее подходящий для конкретного пациента. Долгие годы считалось, что оптимальным методом для этих пациентов является ИВЛ, однако настоящее время акцент смещен на проведение неинвазивной вентиляции легких (НИВЛ), что позволяет также эффективно поддерживать газообмен и кислородный статус на приемлемом

уровне, улучшить сон, качество жизни, снизить частоту осложнений и смертность [6].

НИВЛ у пациентов с хронической дыхательной недостаточностью

Перечень заболеваний, при которых у пациентов развивается ХДН, достаточно разнообразен, что обусловлено различными патогенетическими причинами. Выделяют легочные и внелегочные факторы. К легочным относят хронические прогрессирующие заболевания легких, включая ХОБЛ [23], к внелегочным – нервно-мышечные заболевания, рестриктивные торакальные проблемы, ожирение [24–26].

Определение показаний к началу НИВЛ

По данным членов Европейского респираторного общества, НИВЛ проводится 78% пациентам с боковым амиотрофическим склерозом (БАС), 14,5% больных, имеющих различные деформации грудной клетки и 11% – с мышечной дистрофией Дюшенна [27].

Пациенты с нейромышечными заболеваниями

Генетически детерминированные заболевания имеют прогрессивное течение, при котором ухудшается дыхательная функция легких. В связи с чем, они нуждаются в проведении РТ, в частности НИВЛ. Решение о ее начале основывается на появлении/прогрессировании клинических симптомов дыхательной недостаточности и объективных результатов оценки функции легких [24; 25].

Одним из заболеваний, при котором рано возникает потребность в проведении НИВЛ, является БАС. Вопрос о начале ее проведения остается дискуссионным, поэтому у этих пациентов необходимо проведение тщательного и регулярного исследования дыхательной системы, чтобы максимально рано выявить признаки дыхательной недостаточности и принять решение о проведении. Появление признаков ортопноэ или одышки является показанием к началу НИВЛ [28], а Европейская федерация неврологов рекомендует ее начинать в случае выявления одного из симптомов:

- 1) дыхательная недостаточность, обусловленная прогрессирующей слабостью дыхательной мускулатуры;
- 2) снижение форсированной жизненной емкости легких менее 80% и назально-инспираторной силы вдоха менее 40 см вод. ст.;
- 3) появление/нарастание эпизодов ночной десатурации; появление утренней гиперкарбии, диагностированной при повышении парциального давления углекислого газа в артериальной крови (PaCO₂) более 45 мм рт. ст.) [29].

Диагностическими критериями нарастания ХДН при БАС являются снижение форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) на 70% и менее от целевого показателя, а также снижение более чем на 10% в течение трех месяцев. В этом случае необходимо проведение полисомнографии и транскутанное определение СО₂ для диагностики ночной гиповентиляции и эпизодов

сонного апноэ и решении вопроса о начале вентиляции легких [19]. При выборе режима и параметров необходимо оценить степень вовлечения в патологический процесс мышц глотки, наличие бульбарных симптомов, сохранности кашлевого рефлекса. В случае выявления серьезных нарушений преимущество отдается плановой трахеостомии и инвазивной вентиляции легких.

Торакально-рестриктивные заболевания

Основным критерием начала проведения НИВЛ является появление или прогрессирование в течение дня хронической гиперкарбии в сочетании с типичными симптомами дыхательной недостаточности, сопровождающиеся снижением физической активности, утомляемостью, появлением когнитивных нарушений и сна, а также одышки в ночное время.

Диагностические критерии торакально-рестриктивного расстройства:

- 1) повышение в дневное время $\text{PaCO}_2 \geq 45$ мм рт. ст. при дыхании установленной фракцией кислорода;
- 2) появление эпизодов гипоксии, снижение $\text{SpO}_2 \leq 88\%$, продолжающихся более 5 мин. во сне, при дыхании установленной фракцией кислорода;
- 3) снижение максимального инспираторного давления менее 60 см вод. ст.;
- 4) снижение ФЖЕЛ менее 50% от расчетной [25].

Лабораторными критериями для принятия решения о начале НИВЛ являются повышение в дневное время $\text{PaCO}_2 \geq 45$ мм рт. ст., в ночное – ≥ 50 мм рт. ст. или комбинация дневной нормокарбии и повышение в ночное время транскутанного $\text{rCO}_2 \geq 10$ мм рт. ст. [8; 19].

ХОБЛ

Наличие клинических симптомов нарастания ХДН в сочетании с дневной гиперкарбией, $\text{PaCO}_2 \geq 50$ мм рт. ст., являются показанием к проведению респираторной терапии [19]. Патогенетически обоснованным считают так называемую «высокоинтенсивную» НИВЛ, которая проводится в высоком пиковом давлением на вдохе. Рекомендуемый диапазон: 22–30 мбар. Такой режим позволяет быстро нормализовать PaCO_2 [8; 19]. В рандомизированном контролируемом исследовании, проведенном Murphy P.V. et al. было показано, что пациенты на НИВЛ, у которых сохраняется гиперкарбия в течение двух недель и более после выписки из стационара, повышен риск повторной госпитализации или смерти в течение ближайших 12 месяцев. Таким пациентам рекомендовано проведение анализа газов крови через две недели после выписки из стационара. Если гиперкарбия сохраняется в течение суток ($\text{PaCO}_2 \geq 53$ мм рт. ст.), то необходимо изменить параметры НИВЛ [32].

Ожирение

Дыхательная недостаточность или синдром гиповентиляции при ожирении, являются показанием для НИВЛ в домашних условиях. При отсутствии лечения у

пациентов развиваются легочная гипертензия и легочное сердце, прогрессирует дыхательная недостаточность [26; 30; 31]. Проблемами пациентов являются хроническая альвеолярная гиповентиляция в сочетании с дневной гиперкарбией, повышением $\text{PaCO}_2 \geq 45$ мм рт. ст., в ночное время – синдром обструктивного апноэ. Наиболее целесообразна вентиляция легких с постоянным положительным давлением в дыхательных путях (СРАР) или НИВЛ под контролем полисомнографии и исследования газов крови [8].

Возможности мониторинга вентиляции легких в домашних условиях

Во время проведения РТ могут возникать нежелательные эффекты и осложнения, связанные с ее проведением. У пациентов на НИВЛ наиболее часто возникают утечка воздуха, десинхронизация с аппаратом и обструкция верхних дыхательных путей. В связи с чем, проведение респираторной терапии требует постоянной оценки эффективности проводимого лечения. Существует необходимость регулярной оценки клинического состояния пациента, проведения мониторинга на протяжении всего периода лечения [6; 32; 33].

Существует стандартный подход к оценке эффективности НИВЛ, когда врач ежедневно оценивает состояние пациента, степень синхронизации с аппаратом, наличие ночной гиповентиляции, признаков обструкции верхних дыхательных путей и утечки воздуха [15; 34].

Наиболее часто ночная гиповентиляция возникает в фазу быстрого сна, что отрицательно влияет на газообмен, так как в этот период нарастают гипоксия и гиперкарбия [35], в связи с чем оптимальным является проведение непрерывной ночной пульсоксиметрии, измеряющей насыщение артериальной крови кислородом (SaO_2) [7]. Чувствительность датчика, короткое время отклика позволяет фиксировать эпизоды быстрых и коротких эпизодов десатурации, которая наиболее часто происходит при обструкции верхних дыхательных путей. Ошибочные измерения возможны в случаях наличия у пациентов дисгемоглобинемий, а также при низкой перфузии, анемии. Ночную пульсоксиметрию можно объективно интерпретировать, если есть точная информация о времени сна и возникших непреднамеренных утечках воздушной смеси, а продолжительность сна составляет не менее 4,5 часов и количество возникающих артефактов не достигает 20%. Регистрируемые показатели автоматически представляются пульсметром. Снижение SaO_2 является диагностическим признаком развития обструкции верхних дыхательных путей, ночной гиповентиляции, дисбаланса между проводимой вентиляцией легких и перфузией [36]. Исследование можно проводить в автономном режиме или с помощью устройств, подключенных к аппарату НИВЛ, что позволяет повысить уровень диагностики, т.к. одновременно регистрируется и SaO_2 и возникающие утечки газовой смеси, волны давления в дыхательных путях и поток.

Другим методом контроля эффективности лечения, а также мониторинга периодов гиповентиляции у пациентов на НИВЛ, является ночная транскутанная капнография, определение углекислого газа в выдыхаемом воздухе ($P_{tc}CO_2$) [7; 37], которую можно объективно интерпретировать при продолжительности сна не менее 4,5 часов, а количество артефактов не достигает 20%. Важной является информация о времени и продолжительности непреднамеренных утечек газовой смеси, т.к. в этот период происходит временное увеличение $P_{tc}CO_2$, которое не связано с ночной гиповентиляцией. Время непреднамеренных утечек исключается из интерпретации данных. Величина $P_{tc}CO_2$ должна находиться в диапазоне от 30 до 70 мм рт. ст. с индивидуальными колебаниями менее 20 мм рт. ст. в течение одной ночи. Ночная гиповентиляция диагностируется в автоматическом режиме на основе интерпретации полученных результатов $P_{tc}CO_2$ [37; 38]. Диагностический уровень ночной гиповентиляции зависит от конкретного используемого устройства, метода применения, клинического состояния пациента и базового $P_{tc}CO_2$, а также типа дыхания (самостоятельное или НИВЛ) [37; 39].

Большинство моделей аппаратов ИВЛ, предназначенных для работы в домашних условиях, обладают функцией сохранения данных пациента в карте памяти и могут быть импортированы на USB-накопитель или другое съемное устройство. Регулярно с помощью специального программного обеспечения проводится статистический анализ полученных результатов. Чтобы правильно интерпретировать представленные данные статистики, врач должен знать настройки и диапазоны каждого из измеряемых параметров [15].

Для объективной оценки эффективности проводимой респираторной терапии врачу необходимо оценивать такие показатели, как давление в дыхательных путях, поток и утечку вдыхаемой кислородно-воздушной или воздушной смеси, дыхательный объем, частоту дыхания, соотношение вдоха к выдоху, регулярность дыхательных циклов.

Пневмотахограф, встроенный в дыхательный контур, измеряет давление в дыхательных путях. На эту величину влияют диаметр самого контура (он должен быть подобран точно по антропометрическим показателям пациента) и его калибровка. В большинстве моделей аппаратов точность измерения давления в дыхательных путях составляет $\pm 0,5$ см вод. ст., что считается «золотым» стандартом при проведении респираторной терапии.

Второй характеристикой является поток вдыхаемой кислородно-воздушной или воздушной смеси, который рассчитывается с учетом величины общего потока, измеренного на выдохе и среднего количества утечек смеси. Клиническая точность потока составляет около 10%, что дает представление об общей величине потока во время РТ.

Дыхательный объем обеспечивает поступление того объема газовой смеси, который необходим для эффек-

тивной оксигенации пациента. Клиническая точность измерения дыхательного объема составляет $\pm 20\%$. На этот показатель влияют заводские характеристики пневмотахографа, а также количеством непреднамеренных утечек. В связи с увеличением погрешности измерения дыхательного объема, к его данным нужно подходить индивидуально, проводя поиск вероятных причин его уменьшения.

Утечка кислородно-воздушной или воздушной смеси, возникающая при проведении НИВЛ, является одним из сложных для расчета параметров, т.к. существуют общие и непреднамеренные утечки. Наиболее точно аппараты измеряют общие утечки [40].

Из других параметров вентиляции оцениваются частота дыхания, соотношение вдоха к выдоху и регулярность дыхательных циклов. При проведении управляемой ИВЛ и синхронизации пациента с аппаратом, частота дыхания совпадает с частотой аппаратных вдохов, при вспомогательной вентиляции этот параметр складывается из собственных вдохов пациента и аппарата ИВЛ, при проведении НИВЛ и сохраненном самостоятельном дыхании, учитываются эти вдохи [15].

При проведении ИВЛ или НИВЛ в домашних условиях рекомендован следующий алгоритм интерпретации полученных данных:

1. частота использования РТ (постоянно, периодически). В случае периодического применения необходимо знать время суток, в которое наиболее часто проводится, общая продолжительность сеансов [34]. Периодическое частое использование или потребность в нескольких сеансах обычно являются признаками наличия таких частных проблем, как утечка, обструкция верхних дыхательных путей или десинхронизация с аппаратом ИВЛ;
2. наличие утечек вдыхаемой кислородно-воздушной или воздушной смеси, возникающие при проведении НИВЛ, время их возникновения и продолжительность. Регистрация утечек является сложной задачей, т.к. разные модели аппаратов представляют данные о разных показателях утечек. Хотя общие утечки наиболее точны [40], но их интерпретация затруднена, поскольку преднамеренную утечку сложно определить. Непреднамеренные утечки менее точны, но их легче интерпретировать, т.к. они рассчитываются при сохраненном дыхании, их точность повышается, когда они возникают в обе фазы дыхания, ее оценка затруднена, если возникает на вдохе при определенном давлении в дыхательных путях. Рекомендуется предотвращать непреднамеренные утечки более 40–50 л/мин., поскольку в этом случае аппараты ИВЛ не могут поддерживать инспираторное давление в дыхательных путях, что ухудшает вентиляцию легких. Врач, оценивая утечки, их распределение в течение промежутка времени, в том числе и ночью, может выявить причину их возникновения. Разработано несколько типичных профилей перераспределения утечек в течение ночи;

3. обструкция верхних дыхательных путей, время их возникновения и продолжительность при проведении НИВЛ в ночное время. Для диагностики рекомендован алгоритм расчета, учитывающий снижение пикового потока газовой смеси на вдохе за определенный промежуток времени. На основании полученных данных, аппарат автоматически определяет обструкцию верхних дыхательных путей и проводит расчет индекса апноэ-гипопноэ, который имеет точность только у стабильных пациентов с синдромом ожирения-гиповентиляции при отсутствии непреднамеренных утечек [41]. С помощью индекса нельзя определить обструкцию верхних дыхательных путей, если есть непреднамеренные утечки и обструкция на уровне гортани. Графический мониторинг волны потока дают представление о механизмах обструкции верхних дыхательных путей, но для полной диагностической картины необходимо проведение полисомнографии;
4. синхронизация пациента с аппаратом ИВЛ оценивается по форме волны давления и потока в дыхательных путях. Интерпретируются общая синхронизация, а также количество самостоятельных и аппаратных вдохов. Но, эти показатели зависят от исходных настроек вентилятора, чувствительности триггера и частоты дыхания. Если проведены настройки автотриггера, то возможна переоценка синхронизации. Если дыхательные усилия пациента не велики и есть непреднамеренные утечки газовой смеси, то возникает недооценка степени синхронности. Количество спонтанно инициированных вдохов зависит от настроек цикла дыхания, диапазона времени вдоха, а также наличия непреднамеренных утечек при проведении НИВЛ. Синхронность с респиратором проводится путем интерпретации формы волны давления и потока [42]. Как правило, выявляются такие фазовые асинхронии, как неэффективные респираторные усилия, преждевременный или задержанный дыхательный цикл, а также асинхронии потока кислородно-воздушной или воздушной смеси;
5. Дыхательный объем и минутный объем учитываются при проведении ИВЛ, при НИВЛ их точность минимальная, но в этом случае, если диагностированы низкие показатели и отсутствует непреднамеренная утечка, необходимо принимать клиническое решение об изменении как режима, так и параметров вентиляции легких. Частота аппаратных вдохов и суммарная частота дыхания зависят от исходных настроек, наличия утечки и степени синхронизации пациента с аппаратом ИВЛ. Время вдоха можно также можно контролировать, чтобы убедиться в правильности настроек диапазона.

Регистрируемые аппаратом ИВЛ показатели можно интерпретировать с помощью программного обеспечения производителя или в созданном отчете, содержание которого зависит от производителя. При планировании ежедневного отчета можно указать те параметры вен-

тиляции легких, которые точно необходимо регулярно оценивать, с учетом клинической ситуации пациента.

Получение этих данных возможно, как непосредственно из респиратора, так и удаленно с помощью телемониторинга [43–45]. Последние разработки в этой области позволяют дистанционно в непрерывном режиме контролировать и удаленно регулировать настройки аппарата у пациентов на НИВЛ. В связи с увеличением общего количества пациентов, нуждающихся в проведении такого вида РТ, такой мониторинг соответствует растущим потребностям здравоохранения и имеет хорошие перспективы развития, т.к. улучшает результаты лечения этой категории пациентов [7]. Однако, для его организации необходимо решение нескольких проблем: конфиденциальность и безопасность данных пациента, наличие устойчивой связи и постоянное получение надежных передаваемых показателей от вентиляторов и транскутанных мониторов [20].

В настоящее время для интеграции телемониторинга в клиническую практику необходимо соблюдение ряда условий:

1. Получение информированного согласия пациента;
2. Пациент ежедневно использует НИВЛ;
3. Ежедневная регистрация минимального количества параметров: частота дыхания и утечки;
4. Ежедневная разработка плана ведения пациента;
5. Обязательное обучение пациента для эффективного телемониторинга;
6. Медицинские работники и провайдеры телемониторинга получают заработную плату [7].

Дистанционный мониторинг может положительно влиять на качество лечения в домашних условиях, сокращая количество госпитализаций. Интеграция удаленного мониторинга непрерывного положительного давления в дыхательных путях при лечении синдрома обструктивного апноэ сна позволило улучшить качество жизни пациентов [43; 44]. В целом, для достижения стабильности дыхательной функции пациента необходима интеграция телемониторинга в программу комплексного подхода, включающего уход за пациентом, оказание социальной поддержки и доступность к медицинской помощи в стационаре. Экономическая эффективность и польза телемониторинга будут ключевыми показателями разрабатываемой стратегии лечения пациентов с ХДН [7].

Заключение

Проведение РТ в домашних условиях становится реальной необходимостью, направленной на поддержание и обеспечение качества жизни паллиативных пациентов. Наиболее часто она востребована при нейромышечных заболеваниях, ХОБЛ, ожирении. Показания и выбор режима, параметров вентиляции должны определяться врачом, курирующим пациента дома. В Европе это является обязанностью семейного врача, прошедшего специальную подготовку. В нашей стране в состав врачебной бригады включен врач анестезиолог-реаниматолог.

Для оказания высококвалифицированной медицинской помощи пациентам, находящихся различных видах вентиляции легких дома, необходима разработка стратегии ведения пациента междисциплинарной командой специалистов, а также сотрудничество пациента и его семьи.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов (The author declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Amin R, Sayal P, Syed F, et al. Pediatric long-term home mechanical ventilation: twenty years of follow-up from one Canadian center. *Pediatr Pulmonol.* 2014; 49 (8): 816-824. doi: 10.1002/ppul.22868.
- Sobotka SA, Gaur DS, Goodman DM, et al. Pediatric patients with home mechanical ventilation: the health services landscape. *Pediatr Pulmonol.* 2018; 54 (1): 40-46. doi: 10.1002/ppul.24196.
- Foster CC, Kwon S, Shah AV, et al. At-home end-tidal carbon dioxide measurement in children with invasive home mechanical ventilation. *Pediatr Pulmonol.* 2022; 57(11): 2735-2744. doi: 10.1002/ppul.26092.
- <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/palliative-care>.
- Maquilón C, Antolini M, Valdés N, et al. Results of the home mechanical ventilation national program among adults in Chile between 2008 and 2017. *BMC Pulm Med.* 2021; 21(1): 394. doi: 10.1186/s12890-021-01764-4.
- Janssens J-P, Michel F, Schwarz EI, et al. Long-Term Mechanical Ventilation: Recommendations of the Swiss Society of Pulmonology. *Respiration.* 2020; 99: 867-902. doi:10.1159/000510086.
- Borel J-C, Palot A, Patout M. Technological advances in home non-invasive ventilation monitoring: Reliability of data and effect on patient outcomes. *Respirology.* 2019; 24(12): 1143-1151. doi: 10.1111/resp.13497.
- Schäfer H. Home mechanical ventilation *MMW Fortschr Med.* 2020; 162 (7): 41-50. doi: 10.1007/s15006-020-0012-z.
- Hayes D Jr., Wilson KC, Krivchenia K, et al. Home oxygen therapy for children. An official American Thoracic Society clinical practice guideline. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019; 199: e5-e23. doi: 10.1164/rccm.201812-2276ST.
- Каркашадзе Г.А., Аникин А.В., Зимина Е.П., и др. Современные данные о патогенезе и лечении гипоксически-ишемических поражений головного мозга у новорожденных // Педиатрическая фармакология. – 2016. – Т.13. – №5. – С.452-467. [Karkashadze GA, Anikin AV, Zimina EP, et al. Recent Information on the Pathogenesis and Treatment of Hypoxic-Ischemic Brain Lesions in Newborns. *Pediatric pharmacology.* 2016; 13 (5): 452-467. (In Russ.)] doi: 10.15690/pf.v13i5.1641.
- Schulzke SM, Stoecklin B. Update on ventilatory management of extremely preterm infants—A Neonatal Intensive Care Unit perspective. *Paediatr Anaesth.* 2022; 32(2): 363-371. doi: 10.1111/pan.14369.
- Ковнер Е.В., Ишутин А.А., Золотарева Л.С. Опыт работы стационара паллиативной помощи на базе ГАУЗ МО «Московский областной хоспис (для детей) // Паллиат. медицина и реабилитация. – 2022. – №2. – С.49-53. [Kovner EV, Ishutin AA, Zolotareva LS. Experience of the palliative care hospital based on the State Autonomous Healthcare Institution of the Moscow Region “Moscow Regional Hospice (for Children)”. *Palliative Medicine and Rehabilitation.* 2022; 2: 49-53. (In Russ.)]
- Минаева Н.В., Исламова Р.И., Баженова М.И. Выездная патронажная паллиативная медицинская помощь детям: двухлетний опыт работы некоммерческой благотворительной организации // Вопросы современной педиатрии. 2020. – Т.19. – №1. – С.46-56. [Minaeva NV, Islamova RI, Bazhenova MI. Outpatient Palliative Care for Children: Two Years' Experience of Non-profit Charitable Organization. *Current Pediatrics.* 2020; 19(1): 46-56. (In Russ.)] doi: 10.15690/vsp.v19i1.2085.
- Liu Y, Li T, Shi L. Long-term home mechanical ventilation using a noninvasive ventilator via tracheotomy in patients with myasthenia gravis: a case report and literature review. *Ther Adv Respir Dis.* 2023; 17: 17534666231165914. doi: 10.1177/17534666231165914.
- Arnal J-M, Oranger M, Gonzalez-Bermejo J. Monitoring Systems in Home Ventilation. *J Clin Med.* 2023; 12(6): 2163. doi: 10.3390/jcm12062163.
- Lloyd-Owen SJ, Donaldson GC, Ambrosino N, et al. Patterns of home mechanical ventilation use in Europe: results from the Eurovent survey. *Eur Respir J.* 2005; 25(6): 1025-31. doi: 10.1183/09031936.05.00066704.
- Köhler D. Explosive increase in home nursing care for ventilated and tracheotomized patients. *Dtsch Med Wochenschr.* 2019; 144(4): 1-4. doi: 10.1055/a-0677-3294.
- Rousseau S. Position paper on the complex outpatient care of tracheotomized patients with and without ventilation after long-term intensive care. *Pneumologie.* 2017; 71(4): 204-6. doi: 10.1055/s-0043-104028.
- Windisch W, Dreher M, Geiseler J, et al. Guidelines for Non-Invasive and Invasive Home Mechanical Ventilation for Treatment of Chronic Respiratory Failure – Update 2017. *Pneumologie.* 2017; 71(11):722-795. doi: 10.1055/s-0043-118040.
- van den Biggelaar RJM, Hazenberg A, Cobben NAM, et al. Home mechanical ventilation: the Dutch approach. *Pulmonology.* 2022; 28(2): 99-104. doi: 10.1016/j.pulmoe.2021.11.001.
- Федеральный закон Российской Федерации №323 от 21 ноября 2011 г. «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (ред. от 29.05.2019). [Federal Law of Russian Federation №323 «Ob osnovakh okhrany zdorov'ya grazhdan v Rossiyskoy Federatsii», dated 2011 November 21, red. ot 29.05.2019. (In Russ.)]
- Приказ Министерства здравоохранения РФ и Министерства труда и социальной защиты РФ № 345н/372н от 31 мая 2019 г. «Об утверждении Положения об организации оказания паллиативной медицинской помощи, включая порядок взаимодействия медицинских организаций, организаций социального обслуживания и общественных объединений, иных некоммерческих организаций, осуществляющих свою деятельность в сфере охраны здоровья». [Order of the Ministry of health of the Russian Federation and the Ministry of labor and social protection № 345n/372n «Ob utverzhdenii Polozheniya ob organizatsii okazaniya palliativnoy meditsinskoy pomoshchi, vkluchaya porядok vzaimodeystviya meditsinskikh organizatsiy, organizatsiy sotsial'nogo obsluzhivaniya i obshchestvennykh ob"yedineniy, inykh nekommercheskikh organizatsiy, osushchestvlyayushchikh svoyu deyatelnost' v sfere okhrany zdorov'ya», dated 2019 May 31. (In Russ.)]
- Mador MJ. Identifying an Important Ingredient for Safe Discharge to Home Oxygen Therapy: The Respiratory Therapist and the RiSOTTO Study. *Respir Care.* 2021; 66(2): 347-348. doi: 10.4187/respcare.08832.
- Kim HI, Cho JH, Park SY, et al. Home mechanical ventilation use in South Korea based on National Health Insurance Service Data. *Respir Care.* 2019; 64(5): 528-535. doi: 10.4187/respcare.06310.
- Carmona H, Graustein AD, Benditt JO. Chronic Neuromuscular Respiratory Failure and Home Assisted Ventilation. *Annu Rev Med.* 2023; 74: 443-455. doi: 10.1146/annurev-med-043021-013620.
- Howard ME, Piper AJ, Stevens B, et al. A randomised controlled trial of CPAP versus non-invasive ventilation for initial treatment of obesity hypoventilation syndrome. *Thorax.* 2017; 72: 437-44. doi:10.1136/thoraxjnl-2016-208559
- Pierucci P, Crimi C, Carlucci A, et al. REINVENT: ERS International survey on Restrictive thoracic diseases IN long term home noninvasive VENTilation. *ERJ Open Res.* 2021; 7(2): 00911-2020. doi: 10.1183/23120541.00911-2020.
- Heiman-Patterson TD, Cudkowicz ME, De Carvalho M, et al. Understanding the use of NIV in ALS: results of an international ALS specialist survey. *Amyotroph. Lateral Scler. Frontotemporal Degener.* 2018. 19(5-6): 331-341. doi: 10.1080/21678421.2018.1457058.
- Dorst J, Ludolph AC. Non-invasive ventilation in amyotrophic lateral sclerosis. *Ther. Adv. Neurol. Disord.* 2019; 12: 1756286419857040. doi: 10.1177/1756286419857040.
- Howard ME, Ridgers A. Implementing non-invasive ventilation at home: the frontier for chronic respiratory failure? *Thorax.* 2023; 78(1): 7-8. doi: 10.1136/thorax-2022-219480.
- Murphy PB, Patout M, Arbane G, et al. Cost-effectiveness of outpatient versus inpatient non-invasive ventilation setup in obesity hypoventilation syndrome: the OPIP trial. *Thorax* 2023; 78: 16-23. doi: 10.1136/thorax-2021-218497.
- Murphy PB, Rehal S, Arbane G, et al. Effect of home noninvasive ventilation with oxygen therapy vs. oxygen therapy alone on hospital readmission or death after an acute COPD exacerbation. A randomized clinical trial. *JAMA.* 2017; 317(21): 2177-2186. doi: 10.1001/jama.2017.4451.
- Sørensen JS, Frost HM, Storgaard LH, et al. Home-based respiratory support. *Ugeskr Laeger.* 2024; 186(14): V09230613. doi: 10.61409/V09230613.

34. Struik FM, Lacasse Y, Goldstein RS, et al. Nocturnal noninvasive positive pressure ventilation in stable COPD: A systematic review and individual patient data meta-analysis. *Respir. Med.* 2014; 108(2): 329-337. doi: 10.1016/j.rmed.2013.10.007.
35. Georges M, Nguyen-Baranoff D, Griffon L, et al. Usefulness of transcutaneous PCO₂ to assess nocturnal hypoventilation in restrictive lung disorders. *Respirology.* 2016; 21(7): 1300-1306. doi: 10.1111/resp.12812.
36. Yoshizaki A, Nagano T, Izumi S, et al. Characteristics of the nocturnal desaturation waveform pattern of SpO₂ in COPD patients: An observational study. *Respir. Res.* 2021; 22(1): 276. doi: 10.1186/s12931-021-01868-9.
37. Georges M, Rabec C, Monin E, et al. Monitoring of noninvasive ventilation: Comparative analysis of different strategies. *Respir. Res.* 2020; 21(1): 324. doi: 10.1186/s12931-020-01586-8.
38. Boentert M, Glatz C, Helmle C, et al. Prevalence of sleep apnoea and capnographic detection of nocturnal hypoventilation in amyotrophic lateral sclerosis. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2018; 89(4): 418-424. doi: 10.1136/jnnp-2017-316515.
39. Janssens J-P, Cantero C, Pasquina P, et al. Monitoring Long Term Noninvasive Ventilation: Benefits, Caveats and Perspectives. *Front. Med.* 2022; 9: 874523. doi: 10.3389/fmed.2022.874523.
40. Luján M, Lalmolda C, Ergan B. Basic Concepts for Tidal Volume and Leakage Estimation in Non-Invasive Ventilation. *Turk. Thorac. J.* 2019; 20 (20): 140-146. doi: 10.5152/TurkThoracJ.2018.177.
41. Alvarez RF, Rabec C, Cuadrado GR, et al. Monitoring Noninvasive Ventilation in Patients with Obesity Hypoventilation Syndrome: Comparison between Ventilator Built-in Software and Respiratory Polygraphy. *Respiration.* 2017; 93(3): 162-169. doi: 10.1159/000454954.
42. Mojoli F, Pozzi M, Orlando A, et al. Timing of inspiratory muscle activity detected from airway pressure and flow during pressure support ventilation: The waveform method. *Crit. Care.* 2022; 26(1): 32. doi: 10.1186/s13054-022-03895-4.
43. Hwang D, Chang JW, Benjafield AV, et al. Effect of Telemedicine Education and Telemonitoring on Continuous Positive Airway Pressure Adherence. *The Tele-OSA Randomized Trial. Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2018; 197(1): 117-126. doi: 10.1164/rccm.201703-0582OC.
44. Pépin J-L, Jullian-Desayes I, Sapène M, et al. Multimodal Remote Monitoring of High Cardiovascular Risk Patients with OSA Initiating CPAP. *Chest.* 2019; 155(4): 730-739. doi: 10.1016/j.chest.2018.11.007.
45. Hoet F, Libert W, Sanida C, et al. Telemonitoring in continuous positive airway pressure-treated patients improves delay to first intervention and early compliance: A randomized trial. *Sleep Med.* 2017; 39: 77-83. doi: 10.1016/j.sleep.2017.08.016.