Федеральное государственное бюджетное образовательноеучреждение высшего профессионального образования«Красноярский государственный медицинский университетимени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого»Кафедра анестезиологии и реаниматологии ИПО

Зав .кафедрой:ДМН, профессор Грицан А. И.

 **Неинвазивная вентиляция легких. Общие сведения, режимы НИВЛ. Показания и противопоказания. НИВЛ при ХОБЛ**

Выполнил: ординатор кафедры АиР с ИПО Яковлев.Р.В

Руководитель: Доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии ИПО,

КМН Бичурин Рамазан Амирович

* **[Общие сведения](https://kingmed.info/articles/Obshchaya_vrachebnaya_praktika/Pulmonologiya/article_220/Neinvazivnaya_ventilyatsiya_legkih_Obshchie_svedeniya_rejimi_NIVL_Pokazaniya_i_protivopokazaniya_NIVL_pri_HOBL_i__COVID-19%22%20%5Cl%20%22q1)**
* **[Патофизиология](https://kingmed.info/articles/Obshchaya_vrachebnaya_praktika/Pulmonologiya/article_220/Neinvazivnaya_ventilyatsiya_legkih_Obshchie_svedeniya_rejimi_NIVL_Pokazaniya_i_protivopokazaniya_NIVL_pri_HOBL_i__COVID-19%22%20%5Cl%20%22q2)**
* **[Режимы неинвазивной вентиляции легких](https://kingmed.info/articles/Obshchaya_vrachebnaya_praktika/Pulmonologiya/article_220/Neinvazivnaya_ventilyatsiya_legkih_Obshchie_svedeniya_rejimi_NIVL_Pokazaniya_i_protivopokazaniya_NIVL_pri_HOBL_i__COVID-19%22%20%5Cl%20%22q3)**
* **[Схемы вентиляции, используемые при ХОБЛ](https://kingmed.info/articles/Obshchaya_vrachebnaya_praktika/Pulmonologiya/article_220/Neinvazivnaya_ventilyatsiya_legkih_Obshchie_svedeniya_rejimi_NIVL_Pokazaniya_i_protivopokazaniya_NIVL_pri_HOBL_i__COVID-19%22%20%5Cl%20%22q4)**
* **[Применение неинвазивной вентиляции легких у больных хронической обструктивной болезнью легких с хронической гипоксемической дыхательной недостаточностью в домашних условиях](https://kingmed.info/articles/Obshchaya_vrachebnaya_praktika/Pulmonologiya/article_220/Neinvazivnaya_ventilyatsiya_legkih_Obshchie_svedeniya_rejimi_NIVL_Pokazaniya_i_protivopokazaniya_NIVL_pri_HOBL_i__COVID-19%22%20%5Cl%20%22q5)**
* **[Противопоказания к неинвазивной вентиляции легких](https://kingmed.info/articles/Obshchaya_vrachebnaya_praktika/Pulmonologiya/article_220/Neinvazivnaya_ventilyatsiya_legkih_Obshchie_svedeniya_rejimi_NIVL_Pokazaniya_i_protivopokazaniya_NIVL_pri_HOBL_i__COVID-19%22%20%5Cl%20%22q6)**
* **[Инициация неинвазивной вентиляции легких](https://kingmed.info/articles/Obshchaya_vrachebnaya_praktika/Pulmonologiya/article_220/Neinvazivnaya_ventilyatsiya_legkih_Obshchie_svedeniya_rejimi_NIVL_Pokazaniya_i_protivopokazaniya_NIVL_pri_HOBL_i__COVID-19%22%20%5Cl%20%22q7)**
* **[Осложнения неинвазивной вентиляции легких](https://kingmed.info/articles/Obshchaya_vrachebnaya_praktika/Pulmonologiya/article_220/Neinvazivnaya_ventilyatsiya_legkih_Obshchie_svedeniya_rejimi_NIVL_Pokazaniya_i_protivopokazaniya_NIVL_pri_HOBL_i__COVID-19%22%20%5Cl%20%22q8)**

Неинвазивная вентиляция легких (НВЛ, НИВЛ) является вариантом респираторной поддержки без инвазивного доступа (через носовые или лицевые маски, шлемы), с использованием всех известных вспомогательных режимов вентиляции.
В течение последних 20 лет наблюдается постоянно растущий интерес к использованию НВЛ для лечения хронической гипоксемической дыхательной недостаточности у больных ХОБЛ, который способствовал появлению большого количества контролируемых рандомизированных исследований, различных клинических случаев и публикаций.
В конце 1930-х гг. американские специалисты E.P. Poulton, D.M. Oxon и A.L. Barach впервые предложили НВЛ с использованием лицевых масок для лечения кардиогенного отека легких при помощи метода спонтанного дыхания с постоянным положительным давлением в дыхательных путях (Coninuous Positive Airway Pressure, CPAP). Неудобство использования первых масок ограничило дальнейшее распространение методики. В 1981 г. K. Sullivan предложил носовую маску для СРАР-терапии пациентам с синдромом обструктивного апноэ сна. С 1983 г. Rideau стал использовать носовые маски для длительной НВЛ.

Проведенные в середине 1980-х гг. исследования показали, что НВЛ существенно улучшает клиническую картину и корректирует параметры газообмена у больных с хронической дыхательной недостаточностью (ХДН) на фоне нейромышечных заболеваний, кифосколиоза, идиопатической центральной гиповентиляции. Однако эффективность неинвазивной вентиляции легких при хронической дыхательной недостаточности у пациентов с ХОБЛ длительное время не была однозначно продемонстрирована: исследования были небольшими или неконтролируемыми. Исследования, для которых характерно большее количество пациентов и рандомизированный дизайн, также не показали каких-либо (или только очень ограниченных) преимуществ в газообмене, функции легких, симптомах или HRQoL (health-related quality of life). Так, Casanova et al. не обнаружили значительного снижения летальности среди пациентов, получавших НВЛ в дополнение к стандартной помощи (включая ДКТ). Хотя после 3 мес лечения в группе, где использовалась НВЛ, процент пациентов, нуждающихся в госпитализации, был меньше (5% против 15%; р <0,05), но через 6 мес эта разница не была заметной. В исследовании Clini et al. представлено наблюдение 122 пациентов в течение 24 мес, в стабильном периоде ХОБЛ также не было обнаружено значительного эффекта добавления НВЛ на риск смерти. Однако они наблюдали положительное влияние неинвазивной вентиляции легких на paCO2, одышку и качество жизни.
Снижение риска смерти на фоне использования неинвазивной вентиляции легких у больных ХОБЛ было продемонстрировано McEvoy et al. 144 пациента с ХОБЛ были разделены на две группы: группа 1 - ДКТ, группа 2 - ДКТ и НВЛ. В группе НВЛ и ДКТ риск смерти был ниже [HR 0,63; 95% доверительный интервал (ДИ): 0,40-0,99], но разница между группами находилась на границе статистической значимости. Использование НВЛ не оказало влияния на объем форсированного выдоха за 1 с (ОФВ1) или параметры газообмена.

Противоречивые результаты применения НВЛ у пациентов с ХОБЛ, полученные в ранних исследованиях, во многом объясняются отсутствием стандартизации выборки пациентов и методов лечения, использованием различных настроек аппаратов НВЛ.
В 2011 г. были опубликованы выводы исследования Recover, в котором было изучено, насколько успешным является включение НВЛ в мультидисциплинарную программу легочной реабилитации при стабильной тяжелой ХОБЛ. Было показано, что добавление НВЛ снижало ЧСС и одышку, а также, что особенно важно, стабилизировало или даже улучшило ОФВ1 в течение всего периода исследования в течение 2 лет.
Köhnlein et al. показали в большом РКИ, что лечение пациентов с ХОБЛ, страдающих тяжелой формой хронической гипоксемической дыхательной недостаточности (ХГДН), с помощью НВЛ значительно улучшает выживаемость. 195 пациентов в стабильном состоянии были распределены либо в группу НВЛ и стандартной терапии (у всех пациентов это включало ДКТ, но не легочную реабилитацию), либо в группу, получавшую только стандартную терапию. Добавление НВЛ к стандартной терапии привело к повышению выживаемости от 77% в группе со стандартной терапией до 88% в группе, получавшей НВЛ и стандартную терапию. Кроме уменьшения выраженности гиперкапнии, в среднем на 20% улучшались ОФВ1, толерантность к физической нагрузке и HRQoL.

Windisch et al. в нескольких исследованиях показали, что при использовании HI-НИВЛ - с высоким давлением на вдохе и большей частотой дыхания - может быть достигнуто значительное снижение, а во многих случаях - нормализация paCO2 и значительное улучшение paO2. Пилотные исследования HI-НВЛ привели к многоцентровому проспективному рандомизированному исследованию с участием 195 пациентов с ХОБЛ в стабильном периоде заболевания, с ХГДН и средним paCO2 = 51,9 мм рт.ст. Параметры вентиляции в группе HI-НВЛ были установлены для достижения paCO2 ниже на ≥20% от исходного уровня, или <48,1 мм рт.ст. Контрольную группу составили пациенты с ХОБЛ, которых лечили традиционно: применялись фармакотерапия и ДКТ (при показаниях). Главной конечной точкой была смерть в течение года после включения в исследования. Среднее значение «инспираторное дыхание (IPAP)/экспираторное дыхание (EPAP)» составило 21,6±4,7/4,8±1,6 см H2O, количество вдохов - 16,1±3,6/мин (у 69% пациентов частота вспомогательных вдохов превышала 14/мин), а среднее время вентиляции в течение дня составило 5,9±3,1 ч. Через год после начала лечения в контрольной группе 31 из 93 пациентов (33%) умер, в группе HI-НВЛ - 12 из 102 пациентов (12%; HR=0,24; 95% ДИ = 0,11-0,49). В группе HI-НВЛ также наблюдалось значительное улучшение paCO2, pH и ОФВ1. Это было первое многоцентровое исследование, которое показало, что НИВЛ, применяемая при ХДН у пациентов с ХОБЛ, может снизить риск смерти. В вышеупомянутом исследовании Köhnlein et al. стремились максимально снизить нагрузку на дыхательные мышцы и paCO2, что не было основной целью НВЛ, использовавшейся во многих предыдущих исследованиях.

В течение длительного времени не было конкретных рекомендаций, когда следует инициировать НВЛ у пациентов с ХОБЛ и ХДН. Однако ситуация изменилась после проведения двух крупных исследований РКП (Rescue и HOT-HMV). Struik et al. в исследовании Rescue оценивали эффективность НВЛ в группе пациентов (n=201), госпитализированных по причине развития острой дыхательной недостаточности в ходе обострения ХОБЛ, у которых гиперкапния (авторы приняли точку отсчета: paCO2=52,5 мм рт.ст.) сохранялась >48 ч после окончания НВЛ, использованной во время периода обострения. В группе НВЛ вспомогательная вентиляция использовалась с IPAP/EpAP 19,2±3,4/4,8±1,0 см H2O и частотой дыхания 15±3 в минуту. Основной конечной точкой была смерть в течение года после начала исследования. Авторы не показали статистически значимых различий касательно выживаемости, частоты обострений или частоты повторных госпитализаций. Как и в других исследованиях, более выраженное снижение paCO2 было обнаружено в группе НВЛ по сравнению с пациентами, получавшими стандартное лечение.

Несколько иной подход к применению НИВЛ у пациентов после обострения ХОБЛ с дыхательной недостаточностью был представлен Murphy et al. (HOT-HMV). В это рандомизированное многоцентровое исследование были включены пациенты (n=116), у которых через 2-4 нед после обострения сохранялась ДН с paCO2 >53 мм рт.ст. После рандомизации 59 пациентов сформировали группу с фармакотерапией и ДКТ, а 57 - группу, в которой НВЛ также использовалась в домашних условиях. Медиана и межквартильный интервал (IQR) EPAP/IPAP составляли 24 (22-26)/4 (4-5) см H2O, а частота дыхания - 14 (14-16) в минуту. Основной конечной точкой этого исследования была повторная госпитализация или смерть. Медиана времени и IQR до повторной госпитализации или смерти в контрольной группе составили 1,4 (0,5-3,9) мeс, а в группе НВЛ - 4,3 (1,3-13,8) мес (HR = 0,49; 95% ДИ = 0,31-0,77; p=0,002). В группе НВЛ также наблюдалось значительное снижение числа обострений (3,8 против 5,1 обострений/год). Однако следует отметить, что процент смертей в группе НВЛ (28%) существенно не отличался от зарегистрированного в контрольной группе (32%).

В настоящее время в литературе продолжается дискуссия относительно длительного применения НВЛ в домашних условиях у больных ХОБЛ с ХГДН. Несмотря на то что клиническая эффективность использования НИВЛ у этой когорты пациентов была продемонстрирована в многочисленных исследованиях, длительное время не было рекомендаций о сроках назначения и показаниях для НВЛ. Кроме того, технологии, позволяющие использовать НВЛ на дому, постоянно эволюционируют: появляются новые режимы вентиляции, изменяются интерфейсы, позволяющие улучшить комфорт и приверженность пациентов. Быстро развивающиеся методы телемедицины способствуют тому, что инициирование НВЛ все чаще происходит в домашних условиях.

****Патофизиология****

Целями любой респираторной терапии являются улучшение газообмена (нормализация газового состава крови), разрешение респираторного дистресса (снижение кислородной цены дыхания и предотвращение развития утомления дыхательной мускулатуры).
В настоящее время точный механизм воздействия НИВЛ на функцию легких является недостаточно изученным. Предполагается, что влияние НВЛ на газообмен обеспечивается снижением нагрузки на респираторные мышцы, уменьшением гиперинфляции легких и улучшением вентиляционно-перфузионных отношений.
Прогрессирование ХОБЛ приводит к дисбалансу между силой инспираторных мышц и нагрузкой на дыхательную систему. Причинами снижения инспираторной мышечной активности являются гиперинфляция, приводящая к уплощению диафрагмы, изменения непосредственно в мышечных волокнах диафрагмы, такие как снижение содержания миозина, повышенный оксидативный стресс, повреждение саркомер, что приводит к снижению ее силы и выносливости. Нагрузка на инспираторные мышцы увеличивается из-за укорочения вдоха, обструкции дыхательных путей и внутреннего положительного давления в конце выдоха, возникающего вследствие неполного опорожнения легких в конце выдоха. НВЛ приводит к уменьшению нагрузки на дыхательные мышцы, что подтверждено исследованием Duiverman M.L. et al., показавшими, что использование высоких уровней IPAP способствует снижению активности дыхательных мышц при электромиографии.
Влияние НВЛ на гиперинфляцию впервые было продемонстрировано Diaz et al., которые показали значительное снижение остаточного объема и внутреннего положительного давления в конце выдоха на фоне НВЛ. У пациентов НВЛ использовалась 3 ч в день, 5 дней в неделю, в течение 3 нед подряд. Было обнаружено почти 50% снижение нагрузки на диафрагму и значительное снижение paCO2 (на 8,4 мм рт.ст.; 95% ДИ = 5,5-11,4 мм рт.ст.), а также увеличение paO2 (на 8,5 мм рт.ст.; 95% ДИ = 5,2-11,2 мм рт.ст.). Также наблюдалось значительное снижение функциональной остаточной емкости, что указывает на уменьшение гиперинфляции и увеличение ОФВ1 и форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ).
Hajian B. еt al. в исследовании пациентов с ХОБЛ GOLD III-IV и хронической гипоксемической дыхательной недостаточностью, получавших терапию неинвазивной вентиляцией легких на протяжении 6 мес, наглядно продемонстрировали улучшение вентиляционно-перфузионных отношений с помощью функциональной респираторной визуализации.
В ряде исследований было продемонстрировано влияние неинвазивной вентиляции легких на стабилизацию ОФВ1. Предполагается, что, способствуя расширению дыхательных путей по крайней мере на несколько часов в течение дня, НВЛ облегчает бронхоконстрикторное воздействие на дыхательные пути. Кроме того, пациенты с хронической гиперкапнией склонны к задержке жидкости, происходит активация ренин-ангиотензин-альдостероновой системы. Эта избыточная жидкость задерживается в стенке дыхательных путей, и при разрешении гиперкапнии отек уменьшается и может произойти расширение дыхательных путей. Основные эффекты неинвазивной вентиляции легких на патофизиологические нарушения, типичные для ХОБЛ, приведены в **табл. 1.1**.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид нарушений | Механизмы | Положительный эффект НВЛ |
| Бронхиальная обструкция | Увеличение количества воспалительных клеток, вырабатывающих секрет, чрезмерный рост и гиперплазия клеток гладких мышц | Положительное давление помогает поддерживать проходимость бронхов |
| Эмфизема и гиперинфляция легких | Разрушение альвеол, утрата эластичности легких | EPAP уменьшает внутреннее положительное давление в конце выдоха и облегчает работу дыхательных мышц |
| Дисфункция диафрагмы | Атрофия вследствие гиперинфляции, ограниченная сократительная активность, повышенная нагрузка на дыхательные мышцы из-за обструкции бронхов | Уменьшение работы диафрагмы, положительно влияет на механику дыхания |

**Таблица 1.1.** Патофизиологические нарушения, типичные для хронической обструктивной болезни легких, на которые неинвазивная вентиляция легких может оказывать положительное влияние

Повышение внутригрудного давления, вызванное НВЛ, может привести к нежелательным последствиям у пациентов с сопутствующими заболеваниями сердца. Однако влияние НВЛ на работу дыхания, газообмен, сопротивление легочных сосудов и постнагрузку левого желудочка может уравновесить эти негативные влияния. Некоторые авторы показывают, что у пациентов с сердечной недостаточностью НВЛ приводит к повышению сердечного выброса, увеличению фракции выброса, снижению митральной регургитации, снижению давления заклинивания в легочной артерии, уменьшению конечно-диастолического размера левого желудочка. Было показано, что неинвазивная вентиляция легких приводит к уменьшению амплитуды отрицательного инспираторного давления в грудной клетке и таким образом к снижению трансмурального давления в левом желудочке. При нормальной функции левого желудочка сердечный выброс в основном зависит от преднагрузки, поэтому респираторная поддержка с созданием положительного давления в дыхательных путях обычно приводит к снижению сердечного выброса. У больных с тяжелой систолической недостаточностью левого желудочка сердечный выброс очень мало зависит от преднагрузки, но является очень чувствительным к изменениям со стороны постнагрузки, основной детерминантой которой является трансмуральное давление в левом желудочке (разница между систолическим давлением в левом желудочке и внутригрудным давлением). Duiverman M.L. et al., используя Hi-НИВЛ у пациентов с ХОБЛ на протяжении 6 нед, показали, что НВЛ не оказала общего неблагоприятного влияния на работу сердца. Тем не менее у пациентов с уже существующей сердечной недостаточностью применение очень высокого давления на вдохе может снизить сердечный выброс.

****Режимы неинвазивной вентиляции легких****

Наиболее удобными и комфортными на сегодняшний день являются 4 основных режима НИВЛ, которые и применяются в подавляющем большинстве случаев.

Спонтанное дыхание с положительным давлением в дыхательных путях (continuous positive airways pressure, CPAP). CPAP основано на подаче фиксированного заданного давления в дыхательные пути в течение всего дыхательного цикла. При этом работу дыхания полностью выполняет пациент. СРАР применяется в качестве основного режима для лечения больных с обструктивным сонным апноэ, обструктивной острой дыхательной недостаточностью любого генеза. CPAP способствует увеличению площади поперечного сечения верхних дыхательных путей и сохраняет их открытыми, повышая внутрипросветное давление выше критического, предупреждая коллабирование дыхательных путей. В нижних дыхательных путях CPAP может предотвратить коллапс альвеол, способствуя их рекрутированию, и увеличивает функциональную остаточную емкость. Посредством этих механизмов CPAP способствует расправлению ателектазированных участков легких, улучшает оксигенацию и разгружает инспираторные мышцы, уменьшая работу дыхания. Более того, CPAP может снизить постнагрузку и увеличить сердечный выброс за счет снижения трансмурального давления в левом желудочке.

Автоматическое титрование CPAP - это режим, когда поддержание положительного давления в дыхательных путях автоматически регулируется между диапазоном значений, установленным врачом, в соответствии с выполненным анализом кривой потока или сопротивлением дыхательных путей (метод принудительных колебаний) и программным обеспечением устройства. При использовании устройств с автоматическим титрованием СРАР давление может варьировать в зависимости от потребностей пациента в разное время ночи (например, более высокое давление во время быстрого сна). Это может позволить пациенту получать в среднем более низкое давление в течение ночи и уменьшить дискомфорт, связанный с использованием высокого давления.

Режим с двумя уровнями положительного давления (BiPAP). При BiPAP обеспечивается два уровня давления в дыхательных путях - уровень экспираторного давления (EPAP), которое соответствует положительному давлению в конце выдоха, и уровень инспираторного давления (IPAP). И то, и другое может быть синхронизировано с дыхательными усилиями пациента, так что при заданных временных параметрах аппаратного вдоха и выдоха вдох и выдох пациента и аппарата никогда не случаются в противофазе. Сегодня BiPAP используется наиболее часто и фактически стал синонимом НВЛ. При проведении вентиляции в BiPAP улучшается эффективность и уменьшается работа дыхания. Быстро улучшается газообмен, в первую очередь благодаря увеличению альвеолярной вентиляции, увеличению функциональной остаточной емкости, открытию коллабированных альвеол, редукции шунта, улучшению вентиляционно-перфузионного отношения. Снижается ЧД, CO2 на выдохе, снижается активность вспомогательных дыхательных мышц.

Поддержка давлением на вдохе (pressure support ventilation, PSV). PSV - вспомогательный режим вентиляции, при котором в ответ на инспираторное усилие пациента респиратор создает в дыхательных путях заданный уровень давления, вдох прекращается при снижении инспираторного потока до определенного значения (например, 25% от пикового потока). Важным преимуществом PSV является хорошая синхронизация дыхания пациента с работой респиратора, что обеспечивает дополнительный дыхательный комфорт.

Пропорциональная вспомогательная вентиляция (proportional assist ventilation, PAV). PAV была разработана как режим повышения чувствительности аппарата НВЛ к инспираторному усилию пациента. Как и PSV, PAV использует инспираторный триггер. В отличие от PSV, в котором используется заданное врачом давление на вдохе, PAV обеспечивает поток и давление на вдохе, пропорциональные спонтанному дыхательному усилию пациента, что определяется мгновенной обратной связью от встроенного пневмотахометра. Кроме того, цикличность от вдоха к выдоху не зависит от заранее определенного снижения инспираторного потока, как в случае с PSV. При правильной настройке PAV прекращает оказание инспираторной поддержки с прекращением инспираторного усилия. Таким образом, PAV может улучшить синхронизацию между пациентом и аппаратом ИВЛ и комфорт по сравнению с PSV. В исследовании M. Wysocki et al. показали, что у пациентов с ХОБЛ с острой дыхательной недостаточностью режимы PSV и PAV одинаково эффективны для уменьшения работы дыхания, однако PAV более комфортна. При использовании PAV пациенты реже отказывались от НВЛ.

****Схемы вентиляции, используемые при ХОБЛ****

Низкоинтенсивная НВЛ (LI-NIV) - традиционная форма НВЛ; давление на вдохе обычно не превышает 18-20 см H2O, целью является достижение дыхательного объема (ДО) около 6-8 мл/кг идеальной масы тела, частота дыхания обычно не превышает 12-16 в минуту. При использовании этого режима НВЛ, как правило, не происходит снижения повышенных значений paCO2.

Высокоинтенсивная НВЛ (HI-NIV) используется с целью достижения нормокапнии или как можно более низких значений paCO2 при постепенном увеличении IPAP вплоть до 30 см H2O и достижении ДО около 10 мл/кг идеальной массы тела, в то же время частота дыхания увеличивается, немного ниже или даже выше частоты дыхания пациента в покое, часто >20 в минуту.
Dreher M. et al. показали, что HI-НВЛ лучше переносится пациентами с ХОБЛ и тяжелой ХГДН, превосходит традиционную и широко используемую форму LI-НВЛ в контроле ночной гиповентиляции. Рандомизированное контролируемое перекрестное исследование, сравнивающее 6 нед использования HI-НВЛ (с использованием контролируемой вентиляции со средним давлением вдоха 28,6±1,9 см H2O) с LI-НВЛ (с использованием вспомогательной вентиляции со средним давлением вдоха 14,6±0,8 см H2O), было проведено у 17 пациентов с тяжелой стабильной гиперкапнической ХОБЛ. HI-НВЛ приводила к увеличению ОФВ1 на 96 мл (95% ДИ от 23 до 169; р=0,015) и снижению paСО2 на 9,2 мм рт.ст. (95% ДИ от -13,7 до -4,6; р=0,001). Кроме того, по сравнению с исходным уровнем только HI-НВЛ приводило к значительному снижению одышки, связанной с физической нагрузкой, ОФВ1, ЖЕЛ и суммарного балла HRQoL.
В настоящее время HI-НИВЛ является предпочтительным режимом вентиляции при ХОБЛ, показавшим свои преимущества в ряде исследований. Четыре крупных хорошо разработанных РКИ были проведены с использованием HI-НВЛ у пациентов с тяжелой ХОБЛ. У стабильных пациентов с ХГДН два исследования показали вполне убедительные преимущества, хотя относительно выживаемости оно было показано только в одном исследовании. У пациентов, у которых НВЛ была начата или у которых она была продолжена после обострения с острой ДН, результаты были неоднозначны.
При использовании HI-НВЛ необходимо учитывать, что в среднем процесс адаптации пациента к НВЛ занимает больше времени, чем при использовании LI-НВЛ. Кроме того, при HI-НВЛ больше риск утечки воздуха вследствие использования более высокого давления.
Обращает на себя внимание то, что в клинической практике значительная доля пациентов с ХОБЛ, находящихся на HI-НВЛ, испытывает девентиляционную одышку, то есть ощущение сильной одышки после отключения от НВЛ. Это явление недостаточно исследовано, и неизвестно, является ли оно следствием вынужденного изменения паттернов дыхания после отключения от вентилятора дыхательных мышц, перенявших ситуацию почти контролируемой вентиляции, или гиперинфляцией, вызванной слишком ограниченным временем выдоха для вдыхаемого объема.

Схемы вентиляции при использовании НВЛ включают в себя модели с управлением по объему и модели с управлением по давлению.
В моделях с управлением по объему аппарат НВЛ подает фиксированный объем в течение заданного времени и создает любое давление, необходимое для достижения этого независимо от вклада пациента в вентиляцию. Давление в дыхательных путях не является постоянным и становится результатом взаимодействия между настройками аппарата НВЛ, податливостью и сопротивлением дыхательной системы и спонтанным дыханием. Преимущество режимов с управлением по объему заключается в постоянстве подаваемого дыхательного объема. Основным недостатком является именно то, что не позволяет учитывать меняющиеся потребности пациентов. Еще одно неудобство состоит в том, что в случае утечки не будет увеличиваться скорость потока для ее компенсации, а создаваемое давление будет ниже, так что эффективно подаваемый объем будет пропорционально уменьшен.
В моделях с управлением по давлению вентилятор настроен на подачу воздушного потока путем создания заранее определенного положительного давления в дыхательных путях в течение заданного времени. Таким образом, для данного пациента доставляемый объем не является фиксированным и будет зависеть от взаимодействия между заданным давлением, инспираторным усилием пациента, параметрами дыхательной системы и временем вдоха. Важным преимуществом этой модели является способность компенсировать утечки воздуха от слабых до умеренных в системе «пациент - аппарат» (в случае НВЛ чаще всего это утечки вокруг маски). В качестве стандарта НВЛ для пациентов с ХОБЛ в домашних условиях рассматриваются модели с управлением по давлению.
Обычно используются режимы вентиляции с заданным объемом или давлением, но современные технические разработки обеспечили новые гибридные режимы, которые сочетают в себе обе функции вентиляции и фокусируются на целевом объеме.

Поддержка давлением с гарантированным средним объемом вентиляции (average volume assured pressure support, AVAPS) - это форма вентиляции с целевым (адаптивным) объемом и регулируемым давлением, уровень поддержки давлением адаптируется для обеспечения среднего дыхательного объема. Целью является дыхательный объем выдоха, а дыхательный объем, производимый пациентом, усредняется за 1 мин. Затем алгоритм изменяет давление на вдохе в соответствии со скоростью, установленной специалистом (от ±1 до 5 см вод.ст. в минуту) для последующих вдохов, пока не будет достигнут целевой дыхательный объем.
Некоторые устройства обладают алгоритмом авто-EPAP (AVAPS-AE). В устройствах поддержки давлением с гарантированным объемом используется метод вынужденных колебаний для измерения сопротивления дыхательных путей. При наличии обструкции дыхательных путей колебания потока синусоидального сигнала принудительных колебаний будут меньше, чем базовый уровень, и EPAP увеличится в заданных пределах после анализа нескольких вдохов. В исследовании, сравнивающем AVAPS-AE с обычными НВЛ, сообщалось о значительном уменьшении продолжительности настройки НВЛ с 4 дней с обычным НВЛ до 3 дней с AVAPS-AE. Эта технология также может полностью устранить необходимость в стационарной установке НВЛ.

Интеллектуальная поддержка давлением с гарантированным объемом (интеллектуальный режим двухуровневой вентиляции - intelligent volume assured pressured support, iVAPS) предназначена для поддержания заданной целевой альвеолярной минутной вентиляции. Эта цель достигается за счет мониторинга вентиляции, регулировки давления на вдохе и автоматического включения интеллектуальной резервной частоты дыхания. Значение альвеолярной вентиляции получается путем вычитания предполагаемого мертвого пространства из минутного целевого значения вентиляции. Мертвое пространство или минутную вентиляцию можно оценить, указав рост пациента и частоту дыхания или выбрав предустановленные значения для конкретного заболевания (для нормальной, обструктивной, ограничительной механики легких и гиповентиляции при ожирении), доступных в панели управления устройства. Врач может вручную увеличить или уменьшить запрограммированную целевую альвеолярную вентиляцию. Ее также можно определить путем измерения уровня углекислого газа во время бодрствования или сна или оценки комфорта пациента в определенных условиях. В условиях реальной клинической практики у пациентов с гиперкапнической дыхательной недостаточности iVAPS и PSV, по-видимому, одинаково эффективны для улучшения газообмена, и пациенты демонстрируют отличную приверженность лечению. Общие принципы работы этих режимов очень похожи, хотя и отличаются по алгоритмам вентиляции и деталям анализа дыхательных усилий пациента. В РКИ, сравнивающих классические схемы вентиляции с автоматическими режимами, не было продемонстрировано существенного преимущества гибридных режимов вентиляции над классическими. Также не было значительных различий, когда оценивали переносимость лечения, соблюдение пациентом режима и удобство использования вентиляции.

****Применение неинвазивной вентиляции легких у больных хронической обструктивной болезнью легких с хронической гипоксемической дыхательной недостаточностью в домашних условиях****

В 2019 г. European Respiratory Society (ERS) опубликовали рекомендации по длительному применению НИВЛ у пациентов с ХОБЛ на дому.

1. Предлагается использовать НВЛ в стабильном периоде заболевания у пациентов с ХОБЛ и сопутствующей гиперкапнией.
Несмотря на то что гиперкапния является основным показанием для назначения НВЛ, влияние вспомогательной вентиляции на paCO2 относительно невелико (снижение на 3,7 мм рт.ст.; 95% ДИ = 0,99-5,75). Анализ 5 исследований, направленных на максимальное снижение paCO2, показывает снижение на 4,9 мм рт.ст. (95% ДИ = 2,9-6,9). Также было показано улучшение физической работоспособности, оцененное с использованием Т6МХ, - среднее увеличение пройденного расстояния оценивалось в 32 м (95% ДИ = 10,79-53,26). Не выявлено влияния НВЛ на ОФВ1 или ФЖЕЛ. Вспомогательная вентиляция в домашних условиях может уменьшить тяжесть одышки и улучшить качество жизни. Результаты проведенных исследований показывают, что НВЛ может отрицательно влиять на качество сна, но из-за различных методов ее оценки, используемых в первичных исследованиях, клиническая значимость этого наблюдения не была точно определена. После рассмотрения затрат на лечение обострений и затрат на госпитализацию рабочая группа ERS считает, что использование НВЛ также экономически оправдано.

2. Предлагается использовать НВЛ у пациентов после тяжелого обострения ХОБЛ, которым необходима НВЛ, если гиперкапния сохраняется после обострения.
Рекомендация в первую очередь относится к пациентам с тяжелой ХОБЛ с признаками хронической дыхательной недостаточности, которым требуется частая госпитализация по поводу обострений ХОБЛ, протекающих с прогрессированием хронической дыхательной недостаточности. В этой группе пациентов не было обнаружено существенного влияния использования НВЛ на риск смерти, однако она может повлиять на частоту обострений (стандартизированная средняя разница - 0,19; 95% ДИ = 0,400,01) и частоту госпитализации (RR 0 61; 95 % ДИ = 0,30-1,24). НВЛ в этой группе пациентов также улучшает paCO2 (в среднем на 3,41 мм рт.ст., 95 % ДИ = 2,73-4,09 мм рт.ст.), уменьшает выраженность одышки и улучшает качество жизни. В связи с наблюдаемым разрешением гиперкапнии в течение нескольких недель после обострения ХДН показано проведение контрольного исследования газового состава артериальной крови через 2-4 нед после обострения. Это делается для определения группы пациентов, которым НВЛ может принести наибольшую пользу.

3. Предлагается использовать такие настройки неинвазивной вентиляции легких, чтобы достичь нормализации или значительного снижения paCO2.
Рабочая группа ERS решила сформулировать условную рекомендацию о стремлении максимально снизить paCO2 несмотря на недостаточное количество данных, оправдывающих такую тактику. Однако настройка параметров НВЛ для достижения заданного снижения paCO2 может потребовать продления госпитализации, что влечет за собой увеличение затрат и снижение доступности НВЛ.

4. Предлагается использовать устройства, дающие возможность использовать только принудительные схемы вентиляции с управлением по давлению, а не модели, позволяющие использовать адаптивную вентиляцию.
В рекомендациях ERS также обсуждаются дополнительные факторы, влияющие на эффективность НИВЛ, - возраст и сопутствующие заболевания. Влияние возраста на НВЛ систематически не изучалось. Пациенты в возрасте >75-80 лет не включались в большинство клинических исследований. Возраст пациента не является противопоказанием к использованию НВЛ, однако может значительно повлиять на соблюдение пациентом рекомендаций и эффективность НВЛ в домашних условиях. Пациенты с ХОБЛ с сопутствующей сердечной недостаточностью требуют особого внимания, поскольку НВЛ, особенно с высоким IPAP, может способствовать снижению сердечного выброса.
15 августа 2020 г. American Thoracic Society (ATS) опубликовало руководство по длительной НВЛ при стабильной ХОБЛ с ХГДН (paCO2 в покое >45 мм рт.ст.), в котором были пересмотрены рекомендации по назначению НВЛ.
Рекомендуется:
• использование НВЛ в ночное время как дополнение к стандартному лечению;
• проведение скрининга на обструктивное апноэ сна перед инициированием длительной НВЛ;
• целевое снижение pаСО2 до нормальных цифр на длительной НВЛ.
Не рекомендуется:
• инициирование длительной НВЛ во время госпитализации по поводу обострения хронической гипоксемической дыхательной недостаточности, вместо этого предлагается повторная оценка пациента на предмет возможности применения НВЛ через 2-4 нед после разрешения;
• выполнение лабораторной ночной полисомнографии для титрования НВЛ у пациентов с ХОБЛ и ХГДН на этапе инициирования.

****Противопоказания к неинвазивной вентиляции легких****

Абсолютные противопоказания:
• остановка дыхания и кровообращения;
• острая обструкция верхних дыхательных путей;
• тяжелая ДН: paO2 <60 мм рт.ст. при FiO2 = 100%;
• нестабильная гемодинамика (гипотония, острый инфаркт миокарда, острые неконтролируемые нарушения сердечного ритма);
• невозможность обеспечить защиту дыхательных путей (нарушение кашля и глотания) и высокий риск аспирации (бульбарный синдром, недавно перенесенные операции на полости рта, пищеводе, частая рвота);
• избыточная бронхиальная секреция;
• признаки нарушения сознания (возбуждение, сопор, кома);
• неспособность пациента к сотрудничеству с медицинским персоналом;
• неспособность пациента самостоятельно убрать маску с лица (при рвоте возможна аспирация).

Относительные противопоказания: буллезная эмфизема, травмы, повреждение кожных покровов, деформации лица, аномалии носоглоточной области, препятствующие наложению маски, рецидивирующий синусит или отит, рецидивирующие глазные инфекции, частые носовые кровотечения.

****Инициация неинвазивной вентиляции легких****

В настоящее время инициация НВЛ осуществляется преимущественно во время госпитализации пациента. Однако быстро развивающиеся методы телемедицины, способствующие передаче большего объема медицинских данных дистанционно, позволяют провести инициацию НВЛ на дому. У многих вентиляционных устройств есть датчики и встроенное программное обеспечение, которые предоставляют информацию о настройках, оценочных значениях объема, утечек, частоты дыхания, минутной вентиляции, процента вдохов, инициированных пациентом, и индекса «апноэ - гипопноэ» в течение длительного периода.

Было показано, что инициация НВЛ на дому так же эффективна, как и госпитальная инициация у пациентов с нервно-мышечными заболеваниями или рестриктивными расстройствами грудной клетки. Так, Hazenberg A. et al. продемонстрировали сопоставимое или даже улучшенное значение чрескожной капнографии (PtcCO2) и HRQoL у пациентов, у которых была начата на НВЛ в домашних условиях, по сравнению с пациентами, которым то же самое проведено в больнице. Кроме того, было достигнуто снижение затрат на 3000 евро на пациента. Однако у пациентов с нервно-мышечными заболеваниями используется НВЛ с более низкими давлениями, что позволяет им легче адаптироваться к процедуре. В большинстве стран НВЛ инициируется в больнице, особенно у пациентов с ХОБЛ, которым требуется НВЛ высокой интенсивности. Недавнее исследование показало, что ночное титрование НВЛ под руководством медсестры с использованием чрескожной оксикапнометрии было даже более эффективным, чем обширный полисомнографический мониторинг и ретроспективная модификация НВЛ. Duiverman L.M. et al. провели исследование, позволяющее сравнить эффективность инициирования НВЛ в больнице или дома с использованием телемедицины у 67 пациентов со стабильной гиперкапнической ХОБЛ. Инициация НВЛ в домашних условиях не уступала инициации в стационаре (скорректированная средняя разница в изменении paCO2 дома и в больнице: 0,04 кПа (95% ДИ = -0,31-0,38 кПа), причем в обеих группах наблюдалось снижение paCO2 через 6 мес по сравнению с исходным уровнем [дома: с 7,3±0,9 до 6,4±0,8 кПа (р <0,001) и в стационаре: с 7,4±1,0 до 6,4±0,6 кПа (р <0,001)]. В обеих группах результаты HRQoL улучшились без различий в изменениях между группами [общая скорректированная по шкале клинического опросника ХОБЛ средняя разница 0,0 (95% ДИ от -0,4 до 0,5)]. Кроме того, инициация НВЛ на дому была значительно дешевле (дома: медиана 3768 евро (IQR -3546-4163 евро) по сравнению с госпитализацией: медиана - 8537 евро (IQR -7540-9175 евро);р <0,001).
Таким образом, современные технологии позволяют использовать дистанционный мониторинг для почти неограниченного числа параметров (таких как чрескожные измерения газообмена, данные НВЛ и асинхрония «пациент - вентилятор»), сохранять данные на онлайн-платформах или просматривать их в режиме реального времени, а также использовать эти данные для помощи медицинскому персоналу при принятии решений и удаленной настройке параметров НВЛ.

****Осложнения неинвазивной вентиляции легких****

В большинстве случаев НВЛ хорошо переносится пациентами, однако ее использование может сопровождаться возникновением ряда осложнений. Правильный выбор устройства, адекватное управление НИВЛ, квалифицированный персонал, а также точный клинический и инструментальный мониторинг имеют решающее значение для минимизации риска осложнений во время НВЛ.
При НИВЛ у 5-20% пациентов возникает клаустрофобия, что делает невозможным дальнейшее проведение процедуры и требует тщательного подбора маски, а в некоторых случаях - легкой седации. Назальные маски меньше вызывают клаустрофобию, чем лицевые маски.
Наиболее частыми осложнениями НВЛ являются локальные раздражения кожных покровов, возникающие в области контакта маски и лица, в основном в месте наибольшего давления маски на кожу (мостик носа), и проявляются в виде эрозий и некрозов кожи, реже - в виде трофических язв. По данным различных исследований, раздражения встречаются в 6-18% случаев и обычно быстро заживают (через 2-7 дней). В ином случае рекомендуется более тщательный подбор маски или использование полнолицевой маски. При недостаточной герметичности маски в области переносицы поток воздуха может вызвать сухость и раздражение конъюнктивы.
При высоких уровнях лечебного давления у пациента может возникнуть дыхательный дискомфорт, что требует изменения режима вентиляции.
Механические проблемы при проведении НВЛ могут возникнуть при случайном разъединении элементов дыхательного контура с разгерметизацией, остановке вентилятора в результате сбоев в электроснабжении.
При вентиляции маской шум составляет приблизительно 70 дБ, соответствует фоновому шуму в отделении интенсивной терапии, в 50-100% случаев может усилить дискомфорт пациента, вызвать нарушение сна и повлиять на функцию уха. Для снижения уровня шума применяются ушные тампоны (беруши) и звуковые ловушки.
Во время неинвазивной вентиляции легких запуск и выключение вспомогательной вентиляции легких в идеале должны быть синхронизированы с инспираторными усилиями пациента. Однако десинхронизация вентилятора и пациента возникает в 13-100% случаев: если начало вдоха пациента не сопровождается аппаратной поддержкой давления при автотриггировании, пролонгированном вдохе (аппаратный вдох длится более 1,5 с). При сравнении различных типов девайсов десинхронизация чаще встречается при использовании шлема, чем маски, назальных канюль, носовых и носоротовых моделей. При пропорциональной вентиляции вероятность десинхронизации вентилятора и дыхания пациента сводится к минимуму.
Утечки воздуха практически не избежать во время НВЛ. Степень утечки при НВЛ зависит от типа используемой маски и может составлять от 18% (лицевая маска) до 68% (носовая маска). На утечку влияют высокое пиковое давление и среднее давление в дыхательных путях. Значительная утечка может вызвать гиповентиляцию и гиперкапнию. Тщательный подбор маски, более плотная установка интерфейса, а также снижение давления на вдохе или дыхательного объема позволяют минимизировать степень утечки воздуха.
Во время НВЛ сухость носа/полости рта встречается у 10-20% пациентов, а заложенность носа возникает у 20-50% пациентов, особенно при использовании назальной маски. Сухость в носу или полости рта обычно указывает на утечку воздуха через рот. При высоком потоке и наличии утечки через рот также повреждается эпителий трахеи и бронхов, нарушается отхождение мокроты, развиваются ателектазы. Чтобы избежать этих нежелательных явлений, необходимо применять увлажнитель с подогревом.
Примерно у 50% развиваются аэрофагия и расширение желудка, чему способствуют десинхронизация, использование высоких давлений. Растянутый желудок приводит к подъему диафрагмы и ограничению объема легких, вынуждая увеличивать давление поддержки, что ведет к дальнейшему растяжению желудка, вследствие чего возрастает риск регургитации желудочного содержимого и аспирации. Для профилактики аэрофагии следует избегать давления в дыхательных путях выше, чем 20 водяного столба Н2О, НВЛ должна проводиться в положении сидя в течение 30 мин после еды.