

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ПРОФЕССОРА В.Ф. ВОЙНО-ЯСЕНЕЦКОГО»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра анестезиологии и реаниматологии ИПО

Заведующий кафедрой:

ДМН, профессор Грицан Алексей Иванович

Реферат:

Применение неизвзивной вентиляции легких

Выполнила:

Ординатор 2-го года обучения

Хрущева Дарья Алексеевна

Красноярск, 2022

## Содержание

Введение

Эпидемиология

Основные преимущества и недостатки неинвазивной респираторной поддержки

Основные показания и противопоказания для проведения неинвазивной респираторной поддержки

Критерии неэффективности НИВЛ

Противопоказания для НИВЛ

Методика проведения неинвазивной респираторной поддержки

Неинвазивная высокопоточная оксигенотерапия

Механизмы клинической эффективности высокопоточной оксигенотерапии

Алгоритм применения высокопоточной оксигенотерапии

Реабилитация и диспансерное наблюдение

Список литературы

## Введение

Неинвазивная вентиляция легких (НИВЛ) является вариантом респираторной поддержки без инвазивного доступа (через носовые или лицевые маски, шлемы), с использованием всех известных вспомогательных режимов вентиляции. В ряде клинических ситуаций НИВЛ имеет неоспоримые преимущества перед традиционной искусственной вентиляцией легких (ИВЛ), так как приводит к снижению частоты нозокомиальных инфекций, осложнений и летальности.

## Эпидемиология

В современной реаниматологии и интенсивной терапии одной из наиболее актуальных проблем является тяжелая ОДН, требующая протезирования функции внешнего дыхания. По разным оценкам, в США регистрируется до 137 случаев тяжелой ОДН на 100000 населения, из которых 31-дневная летальность составляет 31,4%. В странах Европы распространенность тяжелой ОДН составляет от 77,6 до 88,6 случаев на 100000 населения в год, для ОРДС эти цифры колеблются в пределах 12-28 случаев на 100000 населения в год. В России, по разным данным, в год в среднем регистрируется 15000 случаев ОРДС, с более частым развитием тяжелой ОДН в ОР в зависимости от характера заболеваний, повреждений и травм в среднем (от 18% до 56% от всех больных в ОР). Частота применения НИВЛ в России составляет не более 1%. В настоящее время ИВЛ остается основным видом помощи в отделениях анестезиологии-реанимации и до сих пор представляет определенные трудности. Имеются данные, что 33% пациентов, поступившим в палату интенсивной терапии, требуется ИВЛ, по крайней мере, на 12 ч.

Показания к ИВЛ: гипоксемическая острая дыхательная недостаточность (69% случаев), кома (16%), дыхательная недостаточность при хронических заболеваниях легких (13%), нейромышечные заболевания (2%).

Продолжительность ИВЛ в среднем составляет 5 дней, однако у 1% пациентов ИВЛ применяется более 28 дней. Тем не менее, сводные данные о частоте применения НИВЛ отсутствуют.

## Основные преимущества и недостатки неинвазивной респираторной поддержки

К неинвазивной респираторной поддержке относят собственно неинвазивную искусственную вентиляцию легких (через маски или шлемы), а также высокопоточную оксигенацию, осуществляемую через специальные назальные канюли. Неинвазивная вентиляция легких (в сравнении с «инвазивной» ИВЛ, осуществляемой через эндотрахеальную трубку, и стандартной оксигенотерапией) имеет ряд преимуществ и недостатков.

Преимуществами НИВЛ перед инвазивной ИВЛ являются:

- 1) отсутствие осложнений от интубации трахеи и длительного нахождения эндотрахеальной трубки;
- 2) уменьшение частоты нозокомиальных инфекций;
- 3) уменьшение потребности в медикаментозной седации;
- 4) неинвазивный характер процедуры и ее простота;
- 5) возможность более ранней мобилизации пациента;
- 6) экономическая эффективность.

Преимуществами НИВЛ перед стандартной оксигенотерапией через лицевую маску или носовые канюли являются:

- 1) обеспечение положительного конечно-эксираторного давления (РЕЕР) или постоянного положительного давления в дыхательных путях (СРАР);
- 2) обеспечении инспираторного давления ( $P_{insp}$  или инспираторное положительное давление в дыхательных путях – IPAP) с регулировкой триггера вдоха и выдоха;
- 3) адекватное увлажнение и обогрев дыхательной смеси.

Недостатками НИВЛ являются:

- 1) необходимость активного сотрудничества пациента с медицинским персоналом;
- 2) невозможность применять высокое инспираторное и эксираторное давления;
- 3) отсутствие прямого доступа к дыхательным путям для санации;
- 4) высокий риск аэрофагии;
- 5) высокий риск аспирации содержимого полости рта и желудка;
- 6) мацерация и некрозы кожи в местах прилегания маски;
- 7) гипоксемия при смещении маски;
- 8) конъюнктивиты;

- 9) высыхание рото- и носоглотки;
- 10) носовые кровотечения.

У пациента с острой дыхательной недостаточностью, исходя из патофизиологии дыхательной недостаточности, технологии неинвазивной ИВЛ и данных исследований доказательной медицины, рекомендовано ее использование при следующих патологиях:

**1. Экспираторное закрытие мелких дыхательных путей** (хроническая обструктивная болезнь легких – ХОБЛ) – пациенту рекомендуется кислородотерапия в сочетании с умеренным РЕЕР/СРАР для облегчения экспираторного потока и умеренным инспираторным давлением для разгрузки дыхательных мышц.

**2. Гипоксемическая (паренхиматозная) ОДН** с невысоким потенциалом рекрутабельности альвеол (пневмония, ушиб легких, тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) с развитием инфарктной пневмонии, состояние после резекции легкого) – пациенту рекомендуется кислородотерапия в сочетании с низким РЕЕР/СРАР и низким инспираторным давлением ( $P_{insp}$ , IPAP, PS) для разгрузки дыхательных мышц.

**3. Гипоксемическая ОДН** с невысоким потенциалом рекрутабельности альвеол **в сочетании с иммуносупрессией** (пнеumoцистная пневмония, ОДН в онкогематологии, ОДН после трансплантации солидных органов) – пациенту рекомендуется кислородотерапия в сочетании с умеренным РЕЕР/СРАР и умеренным инспираторным давлением для разгрузки дыхательных мышц.

**4. Острая левожелудочковая недостаточность и кардиогенный отек легких** – пациенту рекомендуется кислородотерапия в сочетании с умеренным РЕЕР/СРАР для уменьшения ударной работы левого желудочка и умеренным инспираторным давлением для разгрузки дыхательных мышц.

**5. Профилактика послеоперационных ателектазов у пациентов групп высокого риска** (ожирение, иммуносупрессия, ХОБЛ с гиперкапнией, торакальная хирургия) - пациенту рекомендуется умеренное РЕЕР/СРАР для профилактики ателектазов.

Неинвазивная ИВЛ не нарушает естественных механизмов противоинфекционной защиты, что обуславливает ее преимущества перед инвазивной ИВЛ у пациентов с развитием ОДН при иммуносупрессии, в том числе и при обострении ХОБЛ на фоне приема глюкокортикостероидов, и при острой левожелудочковой недостаточности, которая часто развивается у пожилых пациентов с ослабленным иммунитетом. Неинвазивная ИВЛ обеспечивает адекватный заданный уровень кислорода в сочетании с умеренным уровнем РЕЕР/СРАР и инспираторным давлением, что обуславливает преимущества перед стандартной оксигенотерапией через лицевую маску или носовые канюли у пациентов с ограничением

экспираторного потока вследствие экспираторного закрытия мелких дыхательных путей (ХОБЛ), так как облегчает экспираторный поток, уменьшая работу дыхания и снижая собственный (ауто)РЕЕР, а также разгружая дыхательные мышцы. Неинвазивная ИВЛ обеспечивает адекватный заданный уровень кислорода в сочетании с умеренным уровнем РЕЕР/СРАР и инспираторным давлением, что обуславливает преимущества перед стандартной оксигенотерапией через лицевую маску или носовые канюли у пациентов с гипоксемической (паренхиматозной) ОДН при невысокой рекрутабельности альвеол (пневмония, ателектазы), когда нужен умеренный уровень РЕЕР и инспираторного давления для предотвращения коллапса альвеол и ателектазирования. Неинвазивная ИВЛ обеспечивает умеренный уровень РЕЕР/СРАР, который снижает пред- и постнагрузку левого желудочка, уменьшая ударную работу левого желудочка, что имеет преимущества перед стандартной оксигенотерапией через лицевую маску или носовые канюли у пациентов с острой левожелудочковой недостаточностью и/или отеком легких.

У пациентов с острой дыхательной недостаточностью, которым показана НИВЛ, рекомендовано ее применение только при следующих условиях: *сохранность сознания, возможности сотрудничать с персоналом, отсутствие клаустрофобии (при применении шлемов) и функционирование всего механизма откашливания мокроты.* При нарушении сознания на фоне НИВЛ высока вероятность аспирации желудочного содержимого и раздувания желудка. При нарушении откашливания мокроты (например, при парезе голосовых связок) и бронхорее необходима частая санация трахеи, что невозможно при применении неинвазивной ИВЛ. Для реализации преимуществ неинвазивной ИВЛ и улучшения исходов необходимо длительное постоянное ношение маски (шлема), что в условиях нарушения сознания (например, при делирии) и отказе сотрудничать с персоналом невозможно. Перед началом НИВЛ в предварительной беседе пациенту следует разъяснить принцип действия аппарата ИВЛ, особенности масочной вентиляции, необходимость сотрудничества пациента с персоналом, важность понимания им смысла и целей проводимой процедуры. Кроме того, на эффективность неинвазивной вентиляции лёгких влияют структурные и функциональные особенности верхних дыхательных путей.

У пациентов с компенсированной ОДН рекомендована НИВЛ как эффективная альтернатива интубации трахеи в следующих группах риска: *обострение ХОБЛ, внебольничная пневмония, пневмония при иммуносупрессии, застойная сердечная недостаточность, кардиогенный отек легких.* Основная часть исследований по применению НИВЛ посвящена

предотвращению интубации у пациентов высокого риска: обострение ХОБЛ (при компенсированной ОДН), кардиогенный отек, внебольничная пневмония у пациентов с ХОБЛ, синдром гиповентиляции при ожирении). Получены доказательства о снижении летальности и количества осложнений при раннем использовании НИВЛ у этих пациентов. Проведение НИВЛ возможно не только в условиях отделения интенсивной терапии, но и в палатах общего профиля, и на дому.



## Основные показания и противопоказания для проведения неинвазивной респираторной поддержки

### Показания для НИВЛ

У пациентов с ОДН рекомендовано применение НИВЛ вместо кислородотерапии (через лицевую маску или канюли) для улучшения газообмена, уменьшения работы дыхания и улучшения прогноза при следующих состояниях:

- обострение ХОБЛ (при развитии умеренного респираторного ацидоза ( $7,35 > \text{pH} > 7,25$ ) и компенсированной ОДН)
- внебольничная пневмония у пациентов с ХОБЛ;
- гипоксемическая ОДН у иммунокомпрометированных пациентов
- предотвращение постэкстубационной ОДН у пациентов с гиперкапнией на фоне ХОБЛ или ожирения;
- синдром гиповентиляции при ожирении

У пациентов с обострением ХОБЛ рекомендовано использовать в качестве показаний к НИВЛ наличие респираторного ацидоза, а не уровень гиперкапнии: при отсутствии респираторного ацидоза НИВЛ не имеет преимуществ перед стандартной оксигенотерапией, при  $\text{pH } 7,25-7,35$  НИВЛ рекомендовано использовать для предотвращения интубации трахеи, а при  $\text{pH}$  менее  $7,20$  - как альтернативу ИВЛ. Рандомизированные контролируемые исследования (РКИ) не показали снижения летальности и частоты интубации трахеи при использовании НИВЛ по сравнению со стандартной оксигенотерапией при обострении ХОБЛ в отсутствие респираторного ацидоза, однако в этих исследованиях отмечено снижение степени диспноэ. Наиболее значимые результаты получены у пациентов с обострением ХОБЛ и  $\text{pH } 7,25-7,35$ - увеличение  $\text{pH}$  и/или снижение частоты дыхания, уменьшение степени диспноэ, которое возникает у респондеров через 1-4 часа после начала НИВЛ, а также уменьшение инфекционных и неинфекционных осложнений. В рандомизированных исследованиях по сравнительной оценке НИВЛ с инвазивной ИВЛ у пациентов с обострением ХОБЛ и средним  $\text{pH } 7,20$  отмечено, что, несмотря на более быстрое увеличение  $\text{pH}$  и снижение  $\text{PaCO}_2$  в группе инвазивной ИВЛ, у респондеров снижалась длительность ИВЛ и продолжительность лечения в ОРИТ, частота инфекционных осложнений, а

также частота повторных госпитализаций в течение последующего года, без снижения летальности.

У пациентов с тяжелым обострением бронхиальной астмы НИВЛ не рекомендована, показана медикаментозная терапия в сочетании с оксигенотерапией, а при прогрессировании ОДН (жизнеугрожающая астма) - рекомендована только инвазивная ИВЛ, НИВЛ противопоказана. При жизнеугрожающем обострении бронхиальной астмы («nearfatal asthma»), для которого характерны возникновение зон «немого» лёгкого при аускультации, пиковый поток на выдохе менее 33% от максимума, бронхообструкция настолько сильна, что приводит к запредельной нагрузке на дыхательные мышцы; такой уровень нагрузки делает невозможным не только использование неинвазивной ИВЛ, но и инвазивной ИВЛ в полностью вспомогательных режимах. Ввиду невысокой частоты развития тяжелой степени обострения бронхиальной астмы, которые требуют госпитализации в ОРИТ, контролируемых исследований не проводили. При легкой и средней степени бронхообструкции (пиковый поток на выдохе более 50% от максимального для пациента) более выражен клинический эффект от применения бронходилататоров. Мета-анализ неконтролируемых исследований не показал улучшения у них пациентов от применения НИВЛ по сравнению со стандартной терапией. Тем не менее, в ретроспективном исследовании выявлена 14 группа пациентов, у которой отмечен положительный клинико-физиологический эффект от применения НИВЛ. В этом исследовании описаны три типа обострения бронхиальной астмы: при тяжелом обострении астмы все пациенты были интубированы, при легком обострении (большинство) пациентам была необходима только медикаментозная терапия, и только небольшая часть пациентов с компенсированной дыхательной недостаточностью, которые плохо отвечали на медикаментозную терапию, отметили клиническое улучшение при применении НИВЛ.

У пациентов с кардиогенным отеком легких рекомендована неинвазивная ИВЛ, так как это приводит к ускорению разрешения отёка лёгких, улучшению газообмена, уменьшению работы дыхания и, возможно, снижению летальности; не установлено преимуществ использования какого-либо режима НИВЛ перед СРАР. НИВЛ при кардиогенном отеке легких уменьшает постнагрузку и преднагрузку левого желудочка, уменьшая индекс ударной работы левого желудочка, уменьшает работу дыхания пациента и улучшает газообмен. С 80-х годов 20-го века опубликовано более 30 исследований об использовании НИВЛ при кардиогенном отеке легких, большая часть которых были одноцентровыми с малой выборкой пациентов, которые продемонстрировали улучшение оксигенации, снижение степени гиперкапнии и более быстрое разрешение отека легких при применении неинвазивной ИВЛ

по сравнению с оксигенотерапией. В нескольких исследованиях было отмечено снижение частоты интубации трахеи при применении НИВЛ по сравнению с оксигенотерапией при кардиогенном отеке легких. Несколько мультицентровых рандомизированных исследований подтвердили эти данные. Самое крупное мультицентровое рандомизированное контролируемое исследование (n=1069), проведенное в 26 отделениях экстренной помощи, продемонстрировало улучшение клинико-физиологических параметров в группах СРАР и СРАР+Pressure support по сравнению с оксигенотерапией, но отсутствие снижения частоты интубации трахеи. В рандомизированном исследовании по сравнению стандартной оксигенотерапии, СРАР и СРАР+Pressure Support отмечено улучшение клинико-физиологических параметров, снижение частоты интубации трахеи и снижение 15-суточной летальности при применении НИВЛ в любом режиме по сравнению с оксигенотерапией. В мультицентровом рандомизированном исследовании показано ускорение купирования отека легких при применении СРАР+Pressure support по сравнению с СРАР, но без различий по исходам.

Мета-анализы и систематические обзоры всех 15 проведенных исследований пришли к следующим выводам:

1. НИВЛ снижает частоту интубации трахеи.
2. НИВЛ уменьшает работу дыхания и ускоряет купирование отека легких.
3. НИВЛ и СРАР обладают сходными физиологическими эффектами, однако НИВЛ с заданным уровнем инспираторного давления имеет преимущества у пациентов с гиперкапнией.
4. НИВЛ не увеличивает частоту развития инфаркта миокарда.

У пациентов с гипоксемической (паренхиматозной) ОДН неинвазивная ИВЛ рекомендована при сочетании низкой рекрутабельности альвеол с незначительно сниженной или нормальной податливостью легких и грудной стенки (первичная патология паренхимы лёгких) как терапия первой линии, особенно у пациентов с иммуносупрессией; Возможно, высокопоточная оксигенотерапия имеет преимущество у этой категории пациентов. К таким состояниям относят:

- внебольничную пневмонию при исходном индексе  $PaO_2/FiO_2$  более 150 мм рт.ст.;
- ушиб лёгких без нарушения каркасности грудной клетки;
- синдром гиповентиляции при ожирении, ОДН после резекции лёгкого.

В когортных исследованиях и мета-анализе исследований продемонстрирован положительный эффект от применения НИВЛ как

терапии первой линии при гипоксемии у пациентов с внебольничной пневмонией и индексом  $PaO_2/FiO_2$  более 150 мм рт.ст., однако неудача такой терапии с задержкой интубации трахеи и начала ИВЛ приводила к увеличению летальности, положительный эффект был особенно выражен при иммуносупрессии и у пациентов с хронической сердечной недостаточностью. В мультицентровом рандомизированном исследовании, включившем пациентов с первичной патологией легких (внебольничная пневмония более 60% пациентов), продемонстрировано снижение частоты интубации трахеи и летальности при применении высокопоточной оксигенотерапии по сравнению со стандартной оксигенотерапией и неинвазивной ИВЛ. В 3-х рандомизированных исследованиях получены данные о снижении частоты интубации трахеи, уменьшении частоты нозокомиальной пневмонии при применении 16 неинвазивной ИВЛ по сравнению со стандартной оксигенотерапией при ушибе лёгких. В рандомизированном контролируемом исследовании по сравнению неинвазивной ИВЛ и стандартной оксигенотерапии у пациентов с гипоксемией после резекции легкого получено снижение частоты интубации трахеи и летальности в группе неинвазивной ИВЛ. В обзоре серии клинических наблюдений продемонстрирован эффект улучшения дренажа мокроты при применении НИВЛ при муковисцидозе. В РКИ ночное использование НИВЛ у пациентов с первичной патологией грудной клетки (кифосколиозом) и нейро-мышечными заболеваниями и ночной гиповентиляцией приводило к улучшению показателей газообмена.

У пациентов с *острым респираторным дистресс-синдромом легкой и средней степени тяжести рекомендована НИВЛ как терапия первой линии с оценкой ее эффективности через 1 час*, так как задержка интубации трахеи при неэффективности НИВЛ при ОРДС приводит к увеличению летальности. Метод позволяет избежать интубации трахеи у части пациентов с лёгким и умеренным ОРДС, успешное применение НИВЛ при ОРДС приводит к резкому снижению частоты нозокомиальной пневмонии и летальности.

### Критерии неэффективности НИВЛ

Оценку клинической неэффективности НИВЛ при ОРДС осуществляют через 1 час:

- при снижении отношения  $PaO_2/FiO_2$  менее 175 мм рт.ст.;
- десинхронизации с респиратором;
- нарастании ЧД выше 25-30 в мин;
- увеличении  $PaCO_2$ ;
- возникновении ацидоза показана интубация трахеи, инвазивная ИВЛ.

У пациентов с гипоксемической (паренхиматозной) ОДН при иммуносупрессии (онкогематология, пневмоцистная пневмония, после трансплантации органов) рекомендована НИВЛ или ВПО, так как их применение снижает частоту интубации трахеи, нозокомиальной пневмонии и летальность. По данным 5-летнего мультицентрового обсервационного исследования применения НИВЛ в онкогематологии, получено снижение летальности в случае применения НИВЛ как терапии первой линии по сравнению с ингаляцией кислорода. При развитии гипоксемической ОДН у пациентов онкогематологии применение НИВЛ через шлем в режиме СРАР в профильном отделении привело к снижению госпитализаций в ОРИТ, снижению частоты интубации трахеи и летальности. В мультицентровом рандомизированном исследовании по сравнению оксигенотерапии с НИВЛ у пациентов онкогематологии не получено значимых различий по частоте интубации трахеи и летальности, однако в этом исследовании у 40% вместо стандартной оксигенотерапии была использована высокопоточная оксигенотерапия. Post hoc анализ мультицентрового рандомизированного исследования по сравнению НИВЛ, стандартной и высокопоточной оксигенотерапии при гипоксемической ОДН продемонстрировал преимущества высокопоточной оксигенотерапии перед стандартной оксигенотерапией и НИВЛ по снижению частоты интубации трахеи и летальности. В исследовании типа «случай-контроль» у пациентов с пневмоцистной пневмонией вследствие синдрома приобретенного иммунодефицита (ВИЧ-инфекции) применение НИВЛ по сравнению с инвазивной ИВЛ привело к снижению частоты интубации трахеи и летальности. Применение НИВЛ по сравнению с оксигенотерапией у пациентов после пересадки солидных органов (печени, почки, легких) привело к снижению частоты интубации трахеи, сепсиса и летальности в ОРИТ.

У пациентов групп риска (ХОБЛ с гиперкапнией, ожирение с гиперкапнией, застойная сердечная недостаточность) после оперативных вмешательств рекомендована НИВЛ для профилактики развития постэкстубационной ОДН, так как это приводит к уменьшению частоты интубаций трахеи и снижению летальности; применение неинвазивной ИВЛ у этих групп пациентов при уже развившейся постэкстубационной ОДН неэффективно и может приводить к задержке интубации трахеи и ухудшению прогноза. Мультицентровое рандомизированное исследование по сравнительной оценке эффективности НИВЛ и стандартной оксигенотерапии при развившейся гипоксемической послеоперационной ОДН через 48 часов и более после плановой экстубации трахеи продемонстрировало отсрочку интубации трахеи и увеличение летальности в группе НИВЛ. В другом рандомизированном исследовании по сравнительной оценке эффективности

НИВЛ и стандартной оксигенотерапии при развившейся гипоксемической послеоперационной ОДН у пациентов с сопутствующей хронической сердечной недостаточностью и ХОБЛ не получено различий по частоте реинтубации и летальности. В нескольких рандомизированных исследованиях продемонстрировано снижение частоты реинтубации трахеи, летальности в ОРИТ и 90-дневной летальности при профилактике развития постэкстубационной ОДН у пациентов высокого риска (ХОБЛ с гиперкапнией, застойная сердечная недостаточность, ожирение с гиперкапнией).

### Противопоказания для НИВЛ

Неинвазивная респираторная поддержка не рекомендуется в следующих случаях:

- 1) отсутствие самостоятельного дыхания (апноэ);
- 2) нестабильная гемодинамика (гипотензия, ишемия или инфаркт миокарда, жизнеугрожающая аритмия, неконтролируемая артериальная гипертензия);
- 3) невозможность обеспечить защиту дыхательных путей (нарушение кашля и глотания) и высокий риск аспирации;
- 4) избыточная бронхиальная секреция;
- 5) признаки нарушения сознания (возбуждение или угнетение сознания), неспособность пациента к сотрудничеству с медицинским персоналом;
- 6) лицевая травма, ожоги, анатомические нарушения, препятствующие установке маски;
- 7) выраженное ожирение;
- 8) неспособность пациента убрать маску с лица в случае рвоты;
- 9) активное кровотечение из желудочно-кишечного тракта;
- 10) обструкция верхних дыхательных путей;
- 11) дискомфорт от маски;
- 12) операции на верхних дыхательных путях.

### Методика проведения неинвазивной респираторной поддержки

У пациентов при проведении НИВЛ рекомендовано использовать специализированные аппараты для НИВЛ или аппараты ИВЛ в режиме НИВЛ, в которых компенсируются утечки, и специализированные лицевые/носовые маски или шлемы, так как это повышает эффективность и безопасность НИВЛ. Для проведения НИВЛ предпочтительнее использовать специализированные аппараты ИВЛ, имеющие возможность компенсации утечек из-под маски, но

НИВЛ можно успешно проводить любым из существующих современных вентиляторов, которые могут работать в режиме НИВЛ. Наилучшим образом себя показали системы (вентиляторы), использующие для доставки воздушной смеси нереверсивный контур, так как это значительно уменьшает мертвое пространство и облегчает выдох пациента, который осуществляется в окружающую среду, а не обратно в дыхательный контур. Для работы с нереверсивным контуром требования к аппарату ИВЛ еще более ужесточаются и здесь на первый план выходят аппараты, оснащенные турбокомпрессором с высокой производительностью (порядка 200 л/мин и более) для компенсации очень больших утечек (до 80 л/мин). Очень важен правильный подбор режима НИВЛ у каждого пациента, а также вида маски (лицевая или носовая) и ее размера, так как пациенты с высоким назальным сопротивлением (в том числе при инфекциях верхних дыхательных путей) могут быть менее чувствительны к назальной вентиляции. Для неинвазивной респираторной поддержки могут использоваться назальные маски, оральные («загубники») или лицевые (ороназальные) маски, а также шлемы. Выбор типа маски очень важен. При некоторых видах дыхательной недостаточности тип маски влияет на результаты применения НИВЛ даже больше, чем режим вентиляции. По сравнению с носовой маской, лицевая маска легче подбирается по размеру и ее использование связано с меньшими утечками воздуха. Однако клаустрофобия, кашель или рвота могут усложнять использование лицевой маски. Носовая маска, в отличие от лицевой, не нарушает речь и глотание, лучше переносится, имеет меньшее «мертвое пространство» (100 мл) по сравнению с лицевой маской (около 200 мл). Кроме того, при ее использовании снижается риск раздувания желудка, так как при назальной вентиляции губы исполняют роль предохранительного клапана во время повышения давления в дыхательном контуре. Так как больные с тяжелым диспноэ, как правило, дышат через рот, на начальном этапе рекомендуется использовать лицевую маску. Назальная же вентиляция может быть методом резерва для тех пациентов, у которых острая дыхательная недостаточность менее выражена. Возможно использование комбинации лицевой и носовой масок в следующем сочетании: носовая - в дневное время суток, лицевая – ночью. Маска должна прилегать комфортно и без чрезмерных утечек. Очень важен правильный подбор размера маски. Иногда для фиксации подбородка дополнительно используются специальные ремни. В контур может включаться увлажнитель, но нагреватель следует выключить, так как функция верхних дыхательных путей при неинвазивной вентиляции сохраняется. Маска, как правило, позволяет поддерживать довольно большие давления СРАР – до 15 см водн. ст., но более высокие уровни давления (>18 см водн. ст.) при неинвазивной технике СРАР генерировать трудно из-за утечек из-под маски. Важную роль играют также тип и свойства триггера,

используемого для обеспечения вспомогательной вентиляции, а именно – время задержки аппаратного вдоха. Чем меньше время задержки, тем быстрее обеспечивается поддержка усилия дыхательных мышц на вдохе и тем лучше синхронизация больного и респиратора. Желательно, чтобы «отклик» респиратора на инспираторную попытку больного начинался не позже, чем через 0,05-0,1 сек., иначе пациенту придется совершать дополнительную работу во время вдоха по преодолению сопротивления контура аппарата. Имеются данные о лучшей переносимости пациентами, большей эффективности НИВЛ и меньшем количестве осложнений при использовании специальных шлемов для НИВЛ по сравнению с масочной вентиляцией лёгких.

У пациентов при проведении НИВЛ рекомендуется начинать со стандартной методики, которая повышает ее эффективность. Для неинвазивной респираторной поддержки традиционно использовали режим РЕЕР (CPAP, EPAP) с уровнем давления от 5 до 10-12 см вод. ст., либо его сочетание с PSV (IPAP). В настоящее время режимы НИВЛ практически ничем не отличаются от режимов «инвазивной» ИВЛ (CPAP, CPAP+PS, вентиляция с управляемым давлением и гарантированным ДО (Pressure-controlled ventilation volume guaranteed - PCV-VG), пропорциональная вспомогательная вентиляция (Proportional Assist Ventilation - PAV+и Proportional Pressure Support Ventilation - PPS), адаптивная поддерживающая вентиляция (Adaptive Support Ventilation- ASV)), в настройках аппарата существует настройка резервного режима вентиляции, а также возможна настройка как инспираторного, так и экспираторного триггеров. Рандомизированные исследования не показали преимуществ какого-либо режима при НИВЛ. У пациентов с сонным апноэ используют НИВЛ в режиме CPAP.

Стандартная методика проведения НИВЛ:

- Установить величину РЕЕР 5 см вод. ст.

- Подобрать уровень поддержки инспираторного давления (PS, IPAP) индивидуально путем ступенчатого увеличения с 5-8 см вод. ст. до достижения дыхательного объема, равного 6-8 мл/кг должной массы тела (ДМТ) [расчет ДМТ (кг) осуществляется по следующим формулам:

мужчины =  $50 + 0,91 \times (\text{рост, см} - 152,4)$ ,

женщины =  $45,5 + 0,91 \times (\text{рост, см} - 152,4)$ ].

Как правило, это достигается при величине PS 10-16 см вод. ст.



- Установить минимальную чувствительность триггера, при которой нет ауотриггирования (-1,5-2,0 см вод.ст. для триггера давления, 2-3 л/мин для триггера потока).

- Установить инспираторную фракцию кислорода во вдыхаемой газовой смеси ( $FiO_2$ ) на минимальном уровне, который обеспечивает  $SpO_2$  88-95%,

- Настроить чувствительность экспираторного триггера для улучшения синхронизации с респиратором (стандартная настройка 25% обычно не подходит для пациентов с активными попытками вдоха и при ХОБЛ, таким пациентам следует установить чувствительность на 40-50%),

- Увеличить РЕЕР до 8-10 см вод. ст. у пациентов с  $SpO_2$  менее 88% на фоне  $FiO_2$  0,3 при переносимости повышения РЕЕР.

Высокие уровни РЕЕР/CPAP (>12 см вод. ст.) и/или PS (>20 см вод. ст.), несмотря на временное улучшение оксигенации, приводят к дискомфорту больного и снижению эффективности НИВЛ. Уменьшение диспноэ, как правило, достигается вскоре после настройки адекватного режима вентиляции, в то время как коррекция гиперкапнии и/или гипоксемии может требовать нескольких часов. В первые часы вспомогательная неинвазивная вентиляция легких должна проводиться в постоянном режиме. Далее, после постепенного снижения респираторной поддержки, возможен переход на НИВЛ сеансами по 3-6 часов в день вплоть до полной ее отмены.

У пациентов в процессе проведения НИВЛ рекомендовано осуществлять мониторинг и оценку эффективности неинвазивной вентиляции легких; при наличии хотя бы одного из критериев неэффективности НИВЛ рекомендовано незамедлительно интубировать трахею и начать инвазивную ИВЛ, так как задержка интубации трахеи при НИВЛ приводит к увеличению летальности и ухудшению исходов.

В процессе НИВЛ необходимо проводить следующий мониторинг:

- комфорт пациента
- степень утечки из контура
- синхронизация с вентилятором
- дыхательный объем
- частота дыхания
- артериальное давление и частота сердечных сокращений
- участие в дыхании вспомогательных дыхательных мышц
- пульсоксиметрия
- $PaCO_2$
- соотношение  $PaO_2/FiO_2$ .

Через час от начала НИВЛ следует оценить ЧД, ДО (в литрах), соотношение  $PaO_2/FiO_2$ ,  $PaCO_2$ . При нарастании ЧД, увеличении соотношения ЧД/ДО выше 100, снижении  $PaO_2/FiO_2$  ниже 175 мм рт.ст., нарастании уровня  $PaCO_2$  неинвазивную ИВЛ следует признать неэффективной. В большинстве случаев, первые сутки являются решающим периодом в определении успешности неинвазивной вентиляции. В этот период пациент должен находиться под особо тщательным контролем. При улучшении физиологических показателей в течение суток высока вероятность эффективности НИВЛ. При наличии критериев неэффективности НИВЛ следует прекратить проведение НИВЛ, интубировать трахею и продолжить ИВЛ через эндотрахеальную трубку. Задержка времени интубации трахеи в этом случае приводит к ухудшению прогноза пациента.

Критерии неэффективности НИВЛ:

- 1) Неспособность больного переносить маску вследствие дискомфорта или боли,
- 2) Неспособность масочной вентиляции улучшить газообмен или уменьшить диспноэ,
- 3) Необходимость эндотрахеальной интубации для санации секрета трахеобронхиального дерева или защиты дыхательных путей,
- 4) Нестабильность гемодинамики,
- 5) Ишемия миокарда или жизнеугрожающие аритмии,
- 6) Угнетение сознания или делирий,
- 7) Увеличение ЧД >35 в мин.,
- 8) Увеличение соотношения ЧД/ДО выше 100,
- 9)  $PaO_2/FiO_2$  ниже 175 через час от начала НИВЛ
- 10) Нарастание  $PaCO_2$  по сравнению с исходным.

## Неинвазивная высокопоточная оксигенотерапия

Высокопоточная (высокоскоростная) оксигенотерапия является разновидностью кислородотерапии, однако в большинстве исследований ее сравнивают с неинвазивной ИВЛ ввиду некоторой схожести физиологического и клинического эффектов. В отличие от НИВЛ, при использовании ВПО невозможно создать управляемое конечноэксираторное давление, контролировать объем вдоха и минутную вентиляцию легких. В тоже время, ВПО имеет несомненные преимущества перед традиционной оксигенотерапией, более комфортна, лишена многих недостатков НИВЛ.

### Оборудование

Высокопоточная оксигенотерапия реализуется посредством генератора высокоскоростного потока газа (*до 60 литров в минуту и более*). ВПО включает различные системы для эффективного увлажнения и согревания газовой смеси. Принципиальным является возможностью пошаговой регуляции скорости потока и температуры, точной установки фракции кислорода. Современные системы ВПО располагают специальными дыхательными контурами из полупроницаемого материала, не допускающего образования конденсата, а также оригинальными носовыми или трахеостомическими канюлями.

## Механизмы клинической эффективности высокопоточной оксигенотерапии

В основе клинической эффективности ВПО лежит возможность создания высокой скорости потока газа (до 60 л/мин), что обеспечивает:

- высокая скорость потока газа, равная или превышающая скорость потока при вдохе больного, минимизирует «примешивание» комнатного воздуха и позволяет поддерживать заданную высокую фракцию кислорода;
- высокая скорость потока газа соответствует высокой скорости газа при вдохе больных с ОДН, в результате чего уменьшается частота дыханий, увеличивается дыхательный объем, что приводит к уменьшению гиперкапнии, снижению работы дыхания, увеличению оксигенации и снижению степени дыхательной недостаточности;
- высокая скорость потока газа улучшает элиминацию CO<sub>2</sub> и альвеолярную вентиляцию, уменьшая объем анатомического мертвого пространства, что приводит к уменьшению гиперкапнии, снижению работы дыхания, увеличению оксигенации и снижению степени дыхательной недостаточности;
- высокая скорость потока газа обеспечивает улучшение газообмена за счет генерирования невысокого (1-4 мбар) положительного давления в гортаноглотке и ВДП (СРАР-подобный эффект);
- высокая скорость потока газа снижает работу дыхания пациента;
- положительные респираторные эффекты высокой скорости потока газа не сопровождаются снижением венозного возврата и сердечного индекса.

### Показания для применения высокопоточной оксигенотерапии

У пациентов с острой дыхательной недостаточностью ВПО рекомендована тем же пациентам, что и НИВЛ; преимущества ВПО перед НИВЛ в виде *уменьшения частоты интубаций трахеи и улучшения исходов, продемонстрированы у пациентов с внебольничной пневмонией, гипоксемической ОДН при иммуносупрессии, при кардиогенном отеке лёгких и в профилактике реинтубации трахеи после плановой операции у пациентов с низким риском постэкстубационной ОДН.* В мультицентровом рандомизированном исследовании, включившем пациентов с первичной патологией легких (внебольничная пневмония - более 60% пациентов, госпитальная пневмония) а также иммуносупрессией, продемонстрировано снижение частоты интубации трахеи и летальности при применении высокопоточной оксигенотерапии по сравнению со стандартной оксигенотерапией и неинвазивной ИВЛ. В мультицентровом

рандомизированном исследовании продемонстрировано снижение частоты интубации трахеи и летальности при применении ВПО не только по сравнению со стандартной оксигенотерапией, но и по сравнению с НИВЛ. У пациентов с кардиогенным отеком легких легкой и средней степени в рандомизированном исследовании продемонстрировано снижение частоты дыхания при применении ВПО по сравнению со стандартной оксигенотерапией. У пациентов с ХОБЛ, получающих на дому оксигенотерапию, продемонстрировано уменьшение частоты обострений ХОБЛ при 6-ти часовом использовании ВПО каждый день. В рандомизированном исследовании у пациентов плановой хирургии с низкой степенью риска развития послеоперационной дыхательной недостаточности в послеоперационный период продемонстрировано снижение частоты интубации трахеи при применении ВПО по сравнению со стандартной оксигенотерапией. У пациентов в плановой кардиохирургии с развившейся после оперативного вмешательства гипоксемией продемонстрирована эквивалентность ВПО и неинвазивной ИВЛ в частоте интубации трахеи и летальности.

У пациентов с ожидаемой трудной интубацией трахеи рекомендовано использовать высокопоточную оксигенацию, так как это уменьшает частоту десатурации при интубации трахеи. В клинических исследованиях продемонстрировано обеспечение адекватной артериальной оксигенации у пациентов с прогнозируемой трудной интубацией трахеи (Mallampati 2-4 степень) в течение 5-6 минут.

У пациентов, которым проводят паллиативную помощь, рекомендована ВПО, так как это позволяет избежать ИВЛ. У пациентов паллиативной помощи ВПО позволяет уменьшить степень диспноэ и избежать применения НИВЛ.

#### Алгоритм применения высокопоточной оксигенотерапии

Пациентам при применении ВПО рекомендовано использовать следующий алгоритм настройки для повышения ее эффективности. В настоящее время нет однозначного мнения относительно наиболее оптимального алгоритма выбора первичных настроек ВПО и последующей их коррекции у больных с ДН различного генеза.

Основными критериями к использованию ВПО являются:

– Развитие ДН различного генеза при отсутствии показаний для немедленной интубации и начала ИВЛ.

– Начинать ВПО следует только после достижения температуры газовой смеси не менее 37°C и постоянно контролировать этот показатель.

– При манифестации гипоксемической ОДН целесообразно начинать ВПО с фракцией кислорода 0,3-0,4.

– При манифестации гипоксемической ОДН целесообразно начинать ВПО с невысокой скоростью потока газа – 20-30 л/мин, при необходимости с последующим увеличением скорости потока.

– При отсутствии эффекта целесообразно постепенно увеличивать скорость потока газа, ориентируясь на показатели газообмена и состояние больного.

– При отсутствии эффекта возможно увеличивать фракцию кислорода.

– При развитии гиперкапнической ОДН возможно начинать ВПО с высокой скоростью потока газа – 50-60 л/мин.

– На этапе прекращения ИВЛ в раннем постэкстубационном периоде возможно начинать ВПО с высокой скоростью потока газа – 50-60 л/мин.

В настоящее время отсутствуют четкие рекомендации по прекращению ВПО. Общие алгоритмы отлучения от ВПО аналогичны основным принципам снижения РП:

– Постепенное снижение скорости потока газа – на 5 л/мин каждые 6-8 часов.

– Переход на традиционную оксигенотерапию или спонтанное дыхание при скорости потока газа  $\leq 20$  л/мин и  $FiO_2$ .

– По показаниям, периодическое возобновление ВПО (сеансы) на этапе прекращения РП.

### Противопоказания для применения ВПО

У пациентов с ОДН ВПО противопоказана в тех же случаях, что и НИВЛ. В настоящее время не описано каких-либо существенных неблагоприятных эффектов и осложнений во время проведения ВПО. Простота использования метода и «дружелюбный» интерфейс приборов минимизируют потенциальную возможность ошибок в результате «человеческого фактора». Эффективное увлажнение и согревание газовой смеси обеспечивает защиту ВДП и легких. У пациентов с ХОБЛ при использовании ВПО с высокой фракцией кислорода возможно развитие респираторного ацидоза вследствие снижения частоты дыханий и гиповентиляции.

### Реабилитация и диспансерное наблюдение

У пациентов после проведения НИВЛ рекомендовано проводить реабилитацию. Основные реабилитационные мероприятия направлены на регресс проявлений дыхательной недостаточности и базируются на общих

принципах ведения пациентов с острой или обострением хронической дыхательной недостаточности.

## Список литературы

1. Lewandowski K. Contributions to the epidemiology of acute respiratory failure. // *Critical care (London, England)*. – 2003. – V. 7, № 4 – P. 288–290.
2. Проценко Д.Н., Ярошецкий А.И., Суворов С.Г. и др. Применение ИВЛ в отделениях реанимации и интенсивной терапии России: национальное эпидемиологическое исследование "РУВЕНТ" // *Анестезиология и реаниматология*. – 2012. – № 2 – С. 64–72.
3. Tobin M.J. Principles and practice of mechanical ventilation, 3 rd ed. / M.J. Tobin, McGrawHill Medical – 2013. – 1562 с.
4. Грицан А.И., Заболотских И.Б., Киров М.Ю., и др. Периоперационное ведение больных с сопутствующей дыхательной недостаточностью. Рекомендации ФАР России. // *Вестник интенсивной терапии*. – 2012 – № 4 – P. 67–78.
5. Plant P.K., Owen J.L., Elliott M.W. Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: a multicentre randomised controlled trial. // *Lancet (London, England)*. – 2000. – V. 355, № 9219 – P. 1931–1935.
6. Girou E., Brun-Buisson C., Taillé S., et al. Secular Trends in Nosocomial Infections and Mortality Associated With Noninvasive Ventilation in Patients With Exacerbation of COPD and Pulmonary Edema // *JAMA*. – 2003. – V. 290, № 22 – P. 2985–2991.
7. Girou E., Schortgen F., Delclaux C., et al. Association of noninvasive ventilation with nosocomial infections and survival in critically ill patients. // *JAMA*. – 2000. – V. 284, № 18 – P. 2361–2367.
8. Gristina G.R., Antonelli M., Conti G., et al. Noninvasive versus invasive ventilation for acute respiratory failure in patients with hematologic malignancies: A 5-year multicenter observational survey\* // *Critical Care Medicine*. – 2011. – V. 39, № 10 – P. 2232–2239.
9. Squadrone V., Massaia M., Bruno B., et al. Early CPAP prevents evolution of acute lung injury in patients with hematologic malignancy // *Intensive Care Medicine*. – 2010. – V. 36, № 10 – P. 1666–1674.
10. Collaborative Research Group of Noninvasive Mechanical Ventilation for Chronic Obstructive Pulmonary Disease Early use of non-invasive positive pressure ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a multicentre randomized controlled trial. // *Chinese medical journal*. – 2005. – V. 118, № 24 – P. 2034–2040.
11. Nicolini A., Cilloniz C., Piroddi I.G., et al. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure due to community-acquired pneumonia: A concise review and update // *Community Acquired Infection*. – 2015. – V. 2, № 2 – P. 46. 30 12. Gray A., Goodacre S., Newby D.E., et al. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. (Supplement) // *The New England journal of*



medicine. – 2008. – V. 359, № 2 – P. 142–51. 13. Park M., Sangean M.C., Volpe M.D.S., et al. Randomized, prospective trial of oxygen, continuous positive airway pressure, and bilevel positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema // *Critical Care Medicine*. – 2004. – V. 32, № 12 – P. 2407–2415. 14. Ho K.M., Wong K. A comparison of continuous and bi-level positive airway pressure noninvasive ventilation in patients with acute cardiogenic pulmonary oedema: A meta-analysis // *Critical Care*. – 2006. – V. 10, № 2 – P. R49.

15. Peter J.V., Moran J.L., Phillips-Hughes J., et al. Effect of non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) on mortality in patients with acute cardiogenic pulmonary oedema: a metaanalysis // *Lancet*. – 2006. – V. 367, № 9517 – P. 1155–1163.

16. Potts J.M. Noninvasive positive pressure ventilation - Effect on mortality in acute cardiogenic pulmonary edema: A pragmatic meta-analysis // *Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej*. – 2009. – V. 119, № 6 – P. 349–353.

17. Николаенко Э.М. Управление функцией легких в ранний период после протезирования клапанов сердца : автореферат дис. ... доктора медицинских наук : 14.00.41; 14.00.37 / НИИ трансплантологии и искусств. органов. М. – 1989. – 42 с.

18. Nourira S., Boukef R., Bouida W., et al. Non-invasive pressure support ventilation and CPAP in cardiogenic pulmonary edema: A multicenter randomized study in the emergency department // *Intensive Care Medicine*. – 2011. – V. 37, № 2 – P. 249–256.

19. Weng C.L., Zhao Y.T., Liu Q.H., et al. Meta-analysis: Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema // *Annals of Internal Medicine*. – 2010. – V. 152, № 9 – P. 590–600.

20. Mariani J., Macchia A., Belziti C., et al. Noninvasive Ventilation in Acute Cardiogenic Pulmonary Edema: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials // *Journal of Cardiac Failure*. – 2011. – V. 17, № 10 – P. 850–859.

21. Vital F.M.R., Ladeira M.T., Atallah Á.N. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2013. – V. 2013, № 5 – CD005351.

22. Winck J.C., Azevedo L.F., Costa-Pereira A., et al. Efficacy and safety of non-invasive ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema - A systematic review and meta-analysis // *Critical Care*. – 2006. – V. 10, № 2 – P. R69.

23. Казеннов В.В., Амеров Д.Б., Шишкин М.Н., и др. Опыт применения неинвазивной вентиляции легких у хирургических больных // *Вестник Анестезиологии и 31 Реаниматологии*. – 2014. – Т. 11, № 4 – С. 31–37.