



ESC

European Society  
of Cardiology

European Heart Journal (2018) 39, 17–25  
doi:10.1093/eurheartj/ehx580

REVIEW

*Heart failure/cardiomyopathy*

## Indications and practical approach to non-invasive ventilation in acute heart failure

Josep Masip<sup>1,2\*</sup>, W. Frank Peacock<sup>3</sup>, Susanna Price<sup>4</sup>, Louise Cullen<sup>5</sup>, F. Javier Martin-Sanchez<sup>6</sup>, Petar Seferovic<sup>7</sup>, Alan S. Maisel<sup>8</sup>, Oscar Miro<sup>9</sup>, Gerasimos Filippatos<sup>10</sup>, Christiaan Vrints<sup>11</sup>, Michael Christ<sup>12</sup>, Martin Cowie<sup>13</sup>, Elke Platz<sup>14</sup>, John McMurray<sup>15</sup>, Salvatore DiSomma<sup>16</sup>, Uwe Zeymer<sup>17</sup>, Hector Bueno<sup>18</sup>, Chris P. Gale<sup>19</sup>, Maddalena Lettino<sup>20</sup>, Mucio Tavares<sup>21</sup>, Frank Ruschitzka<sup>22</sup>, Alexandre Mebazaa<sup>23</sup>, Veli-Pekka Harjola<sup>24</sup>, and Christian Mueller<sup>25</sup>, on Behalf of the Acute Heart Failure Study Group of the Acute Cardiovascular Care Association and the Committee on Acute Heart Failure of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology

# Сердечная недостаточность/кардиомиопатия Показания и практический подход к неинвазивной вентиляции легких при острой сердечной недостаточности

*Перевод А.А. Науменко*

*Южно-Сахалинск*

*2022*



При синдромах острой сердечной недостаточности (ОСН) выраженная дыхательная недостаточность в основном наблюдается у больных с острым кардиогенным отеком легких или кардиогенным шоком (КШ). Неинвазивная вентиляция легких (НИВЛ), приложение положительного внутригрудного давления через интерфейс, показала свою эффективность при лечении умеренной и тяжелой дыхательной недостаточности в нескольких сценариях. Существует два основных режима НИВЛ: постоянное положительное давление в дыхательных путях (CPAP) и вентиляция с поддержкой давлением (NIPSV) с положительным давлением в конце выдоха. Для NIPSV требуется соответствующее оборудование и опыт, в то время как CPAP можно проводить без аппарата ИВЛ, не требуя специальной подготовки. Оба метода показали свою эффективность при кардиогенном отеке легких за счет уменьшения дыхательной недостаточности и частоты эндотрахеальной интубации по сравнению с обычной оксигенотерапией, но их влияние на смертность менее убедительно. Неинвазивная вентиляция также показана пациентам с ОСН, связанной с заболеванием легких, и может рассматриваться после гемодинамической стабилизации у некоторых пациентов с кардиогенным шоком. В исследованиях, сравнивающих оба метода, нет различий в результатах, но CPAP является более простым методом, который может быть предпочтительнее в условиях с низким уровнем оснащения, таких как догоспитальный этап, в то время как NIPSV может быть предпочтительнее у пациентов со значительной гиперкапнией. Новый метод «высокопоточная назальная оксигенация» кажется многообещающим в случаях ОСН с менее тяжелой ОДН. Правильный выбор пациентов и интерфейсов, раннее применение метода, достижение хорошей синхронности между пациентами и аппаратом ИВЛ во избежание чрезмерной утечки, тщательный мониторинг, проактивное лечение и, в некоторых случаях, легкая седация могут гарантировать успех метода.

## **Введение**

Острая дыхательная недостаточность (ОДН), определяемая как снижение концентрации кислорода в крови (гипоксемия) с гиперкапнией или без нее, является одной из наиболее важных причин обращения в отделение неотложной помощи у взрослых. Маски Вентури с высоким потоком и резервуарные маски с низким потоком или тонкие назальные канюли являются стандартными формами традиционной кислородной терапии для лечения этих пациентов. Однако ОДН не всегда полностью компенсируется стандартными методами оксигенотерапии и требует более интенсивной респираторной поддержки. Традиционно это обеспечивалось только аппаратом ИВЛ, создающим положительное внутригрудное давление посредством эндотрахеальной интубации. Тем не менее, интубация несет в себе свои риски и обычно требует полной седации и госпитализации в отделение интенсивной терапии. Неинвазивная вентиляция легких (НИВЛ) — это метод, появившийся в 1980-х годах и заключающийся в приложении положительного давления к находящимся в сознании пациентам через различные интерфейсы. Было



показано, что метод полезен при ОДН, снижая потребность в интубации и снижая связанный с ней риск инфекции, в основном вентилятор-ассоциированной пневмонии. [1] С момента своего появления НИВЛ была распространена в различных отделениях больницы, на этапе догоспитальной помощи и даже на дому, в то время как вентиляция посредством интубации оставалась ограниченной в ОРИТ или операционной. Неинвазивная вентиляция показана для лечения ОДН при различных сценариях, включая дисфункцию нервной системы, мышц, грудной клетки, дыхательных путей и паренхимы легких, например острую сердечную недостаточность (ОСН).

## **Острая дыхательная недостаточность при синдромах острой сердечной недостаточности**

Отек легких является вторым по частоте (после пневмонии) острым паренхиматозным изменением, вызывающим ОДН. Некоторая степень легочного (интерстициального/альвеолярного) отека может наблюдаться у большинства пациентов с синдромами ОСН. [2] Следовательно, почти 90% пациентов с ОСН жалуются на одышку, [3] но менее половины имеют дыхательную недостаточность, влияющую на анализ газов крови, в виде гипоксемии, гиперкапнии, ацидоза или их комбинации. [4] Что касается различных синдромов ОСН, выраженная дыхательная недостаточность в первую очередь наблюдается при остром кардиогенном отеке легких, при кардиогенном шоке и в случаях, связанных с другими изменениями легких. [2,5]

**Острый кардиогенный отек легких:** отличительной чертой этого синдрома является быстрое повышение гидростатического давления в легочных капиллярах и трансвакулярная фильтрация жидкости, которые превышают способность лимфатического интерстициального дренажа. Дыхательная недостаточность возникает, когда избыток интерстициальной и альвеолярной жидкости приводит к значительному снижению газообмена и развитию сопутствующего шунтирующего эффекта. Острый кардиогенный отек легких представляет собой стрессовый сценарий с прогрессирующей дыхательной недостаточностью, который может привести к кардиореспираторному коллапсу в течение нескольких часов или минут, если не будут приняты терапевтические меры. Для диагностики острого кардиогенного отека легких требуется несколько клинических критериев (таблица 1). [7,8] Первоначальная оценка у постели больного с использованием клинических критериев позволяет начать неотложную терапию, но впоследствии диагноз должен быть подтвержден дополнительными критериями, более специфичными для ОСН. Ключевыми клиническими признаками являются респираторный дистресс и дыхательная недостаточность. Другие сценарии ОСН с интерстициальным или легким альвеолярным отеком без выраженной дыхательной недостаточности или



респираторного дисстресса не будут считаться острым кардиогенным отеком легких.

**Таблица 1.** Диагностические критерии острого кардиогенного отека легких

***Клинические критерии (все из нижеперечисленных)***

- Острый респираторный дистресс<sup>1</sup>
- Физикальное обследование<sup>2</sup>
- Ортопноэ
- Дыхательная недостаточность<sup>3</sup>

***Диагностическое подтверждение (не менее двух из следующих)***

- Явные признаки застоя в легких на рентгенограмме грудной клетки или компьютерной томографии.
- Множественные В-линии на УЗИ легких<sup>4</sup>
- Повышенное давление в легочных капиллярах при использовании катетера Сван-Ганца
- Увеличение общего количества воды в легких при использовании транспульмональной термодилуции
- Признаки повышенного давления наполнения на эхокардиографии<sup>5</sup>
- Значительное повышение уровня натрийуретических пептидов<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Дыхательная недостаточность: резкое усиление работы дыхания (оценивается при однократном осмотре), выраженное тахипноэ (ЧД >25 вдохов/мин)<sup>a</sup>, может быть с участием вспомогательных мышц или абдоминальным парадоксом;

<sup>2</sup> Крепитация ± хрипы над легкими, третий тон сердца<sup>b</sup>;

<sup>3</sup> SpO<sub>2</sub> <90% (при дыхании воздухом). PaO<sub>2</sub> <60 мм рт. ст., PaCO<sub>2</sub> >45 мм рт. ст. или PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> <300 мм рт. ст.;

<sup>4</sup> ≥ трех В-линий в двух грудных зонах на каждой половине грудной клетки [7,8];


<sup>5</sup> Отношение пиковых скоростей раннего трансмитрального кровотока и раннего диастолического движения митрального кольца (E/E') >15. Можно также учитывать другие параметры повышенного давления в левом предсердии;

<sup>6</sup> Натрийуретические пептиды<sup>c</sup> BNP >400 или N-ProBNP >900 (или ≥1800 у пациентов старше 75 лет).

<sup>a</sup> частота дыхания может быть ниже, а ортопноэ может отсутствовать у пациентов с оглушением;

<sup>b</sup> у пациентов с низким систолическим артериальным давлением (<90 мм рт. ст.) можно предположить наличие кардиогенного шока, а не острый кардиогенный отек легких;

<sup>c</sup> при «внезапном отеке легких» уровень BNP может быть ниже.



В генезе этого синдрома важную роль играют частота и скорость фильтрации альвеолярной жидкости, проницаемость мембран микрососудов, изменение реабсорбции хлорида натрия и воды, а также воспаление и индивидуальная генетическая предрасположенность. Пациенты с острым кардиогенным отеком легких часто имеют артериальную гипертензию при поступлении. При этом чаще наблюдаются сохраненная фракция выброса левого желудочка (ФВЛЖ), гиперкапния, но более низкая частота интубации и лучший прогноз, чем у пациентов с более низким артериальным давлением. У многих из них может быть очень быстрое проявление, обычно называемое «вспышка острого кардиогенного отека легких», без предшествующих клинических признаков скопления жидкости. [10]

**Кардиогенный шок (КШ):** Когда КШ является вторичным по отношению к недостаточности ЛЖ, почти всегда сопровождается ОДН с сопутствующим отеком легких и гипоперфузией тканей. В дополнение к отеку легких снижение перфузии легких приводит к увеличению мертвого пространства легких (некоторые вентилируемые области получают меньше крови), увеличивая несоответствие вентиляции и перфузии. Кроме того, системная недостаточность кровообращения ускоряет метаболический ацидоз (молочнокислую ацидемию), который увеличивает компенсаторную дыхательную нагрузку и снижает сатурацию смешанной венозной крови ( $SvO_2$ ) за счет увеличения артериовенозной разницы (большая экстракция кислорода тканями). Эти аномалии усугубляют дыхательную недостаточность при КШ.

**Другие сценарии.** Пациенты с ОСН часто имеют сопутствующую ХОБЛ, астму, пневмонию, большой плевральный выпот, ателектаз или ТЭЛА, которые могут спровоцировать или усугубить дыхательную недостаточность. Кроме того, при изолированной правожелудочковой недостаточности дыхательная недостаточность в основном наблюдается в случаях острой тромбоэмболии легочной артерии или декомпенсированной хронической легочной гипертензии.

## **Обоснование НИВЛ при острой сердечной недостаточности**

Конечным эффектом положительного давления является увеличение оксигенации и снижение работы дыхания. [11] В случае ИВЛ следует ожидать дополнительного улучшения альвеолярной вентиляции с дальнейшим снижением работы дыхания и уровня углекислого газа. Однако положительное давление изменяет взаимодействие сердца и легких с гемодинамическими и респираторными эффектами (таблица 2), включая тенденцию к снижению сердечного выброса и артериального давления. И наоборот, у пациентов с ОСН с повышенной преднагрузкой и постнагрузкой это может увеличить сердечный выброс за счет снижения как пред-, так и постнагрузки [12,13] и уменьшения внутрилегочного шунтирования. [14] Наконец, при изолированной дисфункции ПЖ положительное давление



может быть вредным, поскольку увеличение постнагрузки правого желудочка может спровоцировать или усугубить правожелудочковую недостаточность.

**Таблица 2.** Основные физиологические эффекты положительного внутригрудного давления

***Сердечно-сосудистые***

↓ венозный возврат → ↓ преднагрузка ПЖ → ↓ преднагрузка ЛЖ;  
↑ сопротивление легочных сосудов → ↑ постнагрузка ПЖ → увеличение ПЖ → ↓ комплаинс ЛЖ;  
↓ постнагрузка ЛЖ (↓ систолическое напряжение стенки);  
↓ системное артериальное давление → ↓ сердечный выброс<sup>а</sup>

***Респираторные***

рекрутмент спавшихся альвеол → ↑ функциональная остаточная емкость;  
поддержание постоянно открытых альвеол → газообмен в течение всего дыхательного цикла;  
внутриальвеолярное давление против отека  
↓ работа дыхания  
↑ Оксигенация

<sup>а</sup> у пациентов с ОСН с повышенной преднагрузкой и постнагрузкой ЛЖ сердечный выброс может увеличиться вследствие приложения положительного внутригрудного давления.

**Методы неинвазивной вентиляции**

В таблице 3 показаны характеристики наиболее часто используемых методов НИВЛ в острых ситуациях. Основными приложениями являются постоянное положительное давление в дыхательных путях (CPAP), неинвазивная вентиляция с поддержкой давлением (NIPSV) и, в последнее время, высокопоточная назальная оксигенация (HFNC). Непрерывное положительное давление в дыхательных путях (CPAP) является простейшей техникой НИВЛ и заключается в применении постоянного положительного давления в легких (рисунок. 1). Его можно применять без помощи аппарата ИВЛ, используя источник воздуха или кислорода для обновления воздуха через герметичную маску, оснащенную клапаном положительного давления в конце выдоха (PEEP), или с помощью системы Boussignac. [15]

**Таблица 3. Основные модальности НИВЛ**

	<b>Основные характеристики</b>	<b>Преимущества</b>	<b>Недостатки</b>	<b>Основные показания</b>
CPAP	Постоянное положительное внутригрудное давление	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Очень простое использование;</li> <li>• Не требует аппарата ИВЛ;</li> <li>• Улучшает оксигенацию</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не оказывает вспомогательной вентиляции при вдохе</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Острый кардиогенный отек легких;</li> <li>• Ателектаз;</li> <li>• Синдром обструктивного сонного апноэ</li> </ul>
HFNC	<p>Высокий поток (до 60–80 л/мин) через назальную канюлю, обеспечивающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Низкий уровень ПДКВ;</li> <li>• Снижение сопротивления верхних дыхательных путей;</li> <li>• Вымывание трахеи воздухом</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Простое использование;</li> <li>• Не требует аппарата ИВЛ;</li> <li>• Улучшает оксигенацию;</li> <li>• Хорошая адаптация</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не оказывает вспомогательной вентиляции при вдохе</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подострый кардиогенный отек легких;</li> <li>• ОЧН, требующая длительной НИВЛ;</li> <li>• Гипоксемическая ОДН;</li> <li>• Отлучение от ИВЛ</li> </ul>
NIPSV	<p><i>Вдох:</i> Замедление потока для поддержания целевого давления (поддержка давлением), вызванная усилением пациента;</p> <p><i>Выдох:</i> ПДКВ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обеспечивает вентиляционную поддержку;</li> <li>• Результаты в виде постоянного положительного давления плюс помощь при вдохе</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нужен опыт и соответствующее устройство;</li> <li>• Может вызвать чрезмерную помощь, когда пациенты увеличивают усилие вдоха</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Острый кардиогенный отек легких;</li> <li>• ОЧН и ХОБЛ;</li> <li>• Гиперкапническая ОДН;</li> <li>• Отлучение от ИВЛ</li> </ul>
PAV	Регулирует помощь вентилятора в соответствии с активностью дыхательных мышц, оцениваемой алгоритмом, пропорционально усилиям пациента	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обеспечивает вентиляционную поддержку;</li> <li>• Лучшая адаптация с аппаратом, чем при NIPSV;</li> <li>• Может предотвратить чрезмерную поддержку</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Несоответствие в сложном дыхательном паттерне</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Потенциально показано пациентам с асинхронией при NIPSV;</li> <li>• Может быть использован при остром кардиогенном отеке легких</li> </ul>

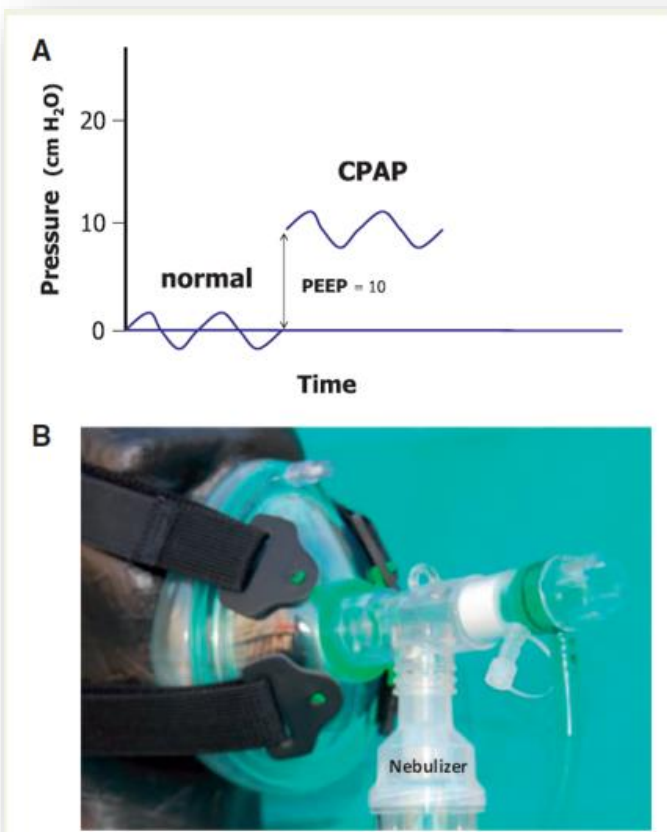


APC- AVAPS	Изменяет инспираторное давление для поддержания постоянного целевого объема	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обеспечивает вентиляционную поддержку;</li> <li>• Обеспечивает минутную вентиляцию</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ограничение дыхательного объема не гарантируется при более высокой частоте вдоха;</li> <li>• Высокое давление в случаях низкой податливости легких</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Энцефалопатия при ХОБЛ;</li> <li>• Гипервентиляционный синдром;</li> <li>• Не показан при ОСН</li> </ul>
NAVA	Поддержка вдоха, вызванная сокращением диафрагмы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самый ранний триггер и максимальная адаптация к инспираторному драйву пациента</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Требуется пищеводный катетер</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Чаще используется у интубированных пациентов;</li> <li>• Не показан при ОСН</li> </ul>
ASV	Изменяет инспираторное давление и ПДКВ в соответствии с дыхательным паттерном пациента	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обеспечивает вентиляционную поддержку;</li> <li>• Обеспечивает минутную вентиляцию и адаптированное ПДКВ, избегая апноэ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Может быть вредна для пациентов с ХСН, нарушениями сна и низкой ФВ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сложные расстройства сна;</li> <li>• Может быть использован при остром кардиогенном отеке легких</li> </ul>

**CPAP**—постоянное положительное давление в дыхательных путях; **NIPSV**—неинвазивная вентиляция с поддержкой давлением; **HFNC**—высокопоточная назальная канюля; **PAV**—пропорциональная вспомогательная вентиляция; **APC-AVAPS**—адаптивный контроль давления (APC) или поддержка давлением с гарантированным дыхательным объемом; **NAVA**—искусственная вентиляция легких с нейронной регулировкой; **ASV**—адаптивная вентиляция.

**Неинвазивная вентиляция с поддержкой давлением (NIPSV):** для этого метода, являющегося ядром НИВЛ, требуется вентилятор. Он запрограммирован на два уровня давления: давление выдоха (EPAP) или РЕЕР и давление вдоха (IPAP), которое достигается при поддержке давлением (см. рисунок 2). Ее также называют неинвазивной вентиляцией с перемежающимся положительным давлением (NIPPV), иногда двухуровневой или ViPAP. Конечный результат эквивалентен режиму CPAP с поддержкой вдоха. Этот метод требует определенного опыта для настройки аппарата ИВЛ в соответствии с изменяющимися потребностями пациента. Важна адекватная синхронность. Частота дыхания не устанавливается заранее и зависит исключительно от пациента.

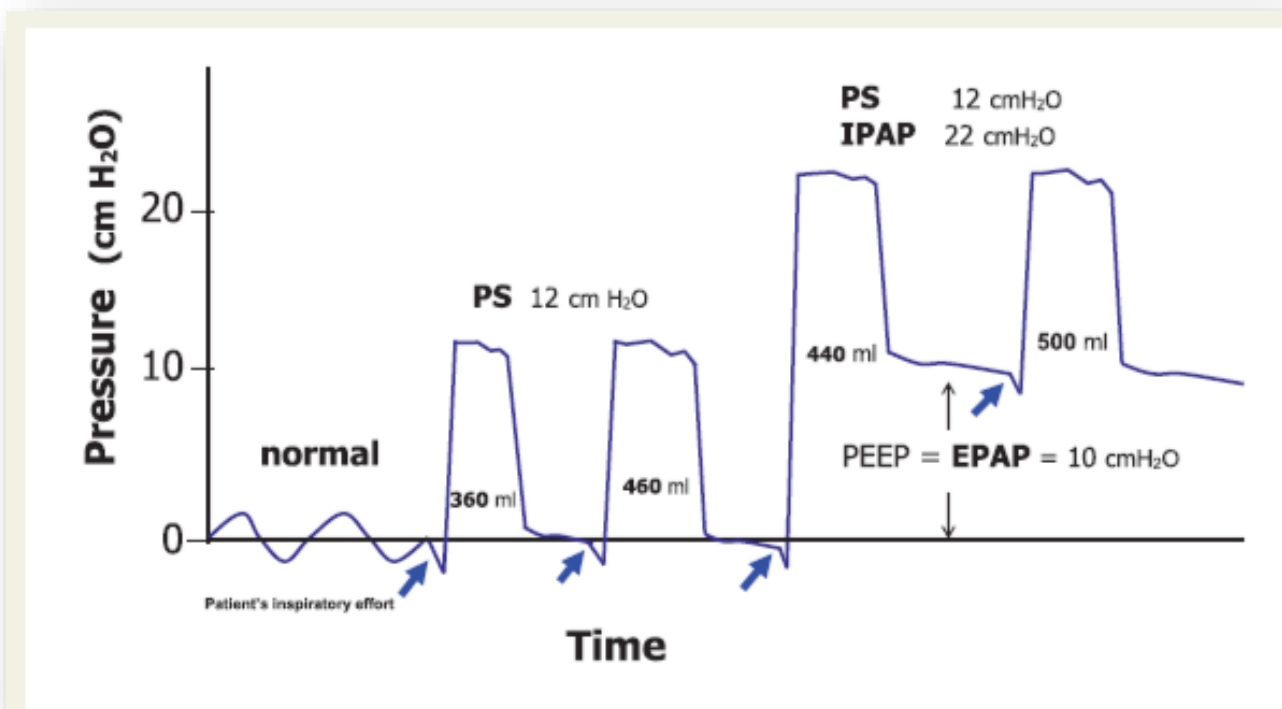




**Рисунок 1.**

(А) Кривые давление/время при постоянном положительном давлении в дыхательных путях (CPAP). Больной дышит комнатным воздухом и после применения CPAP.

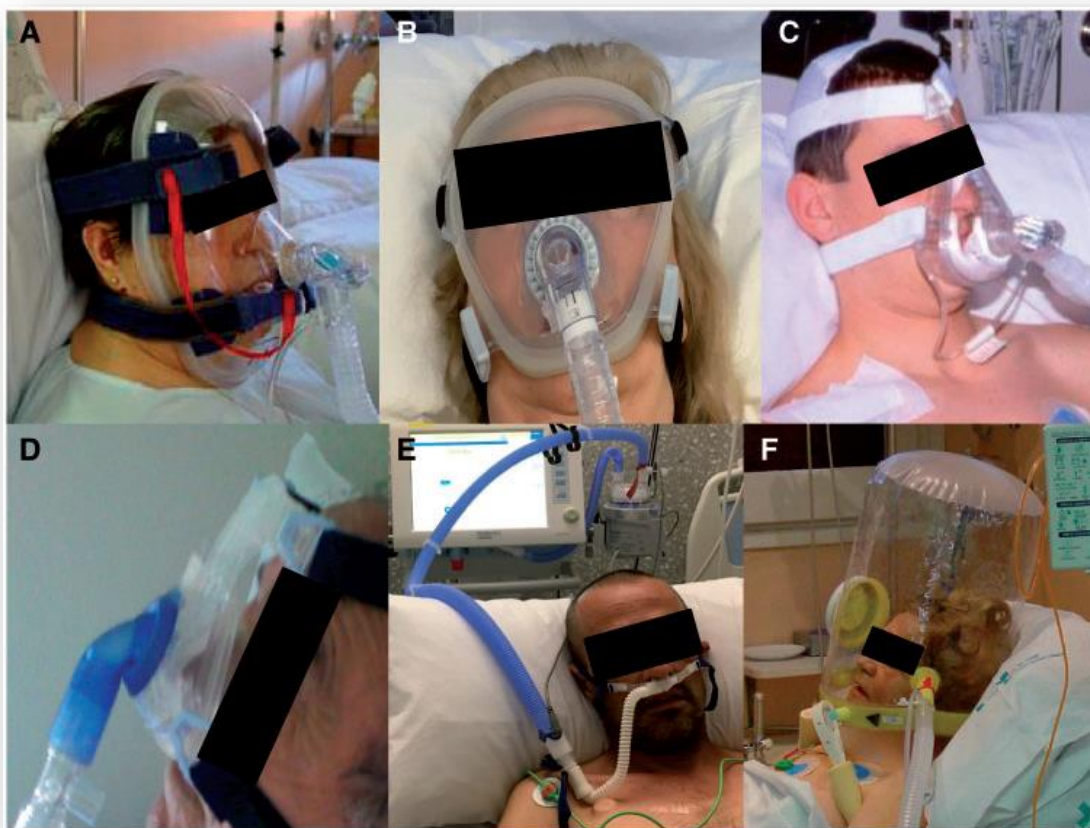
(В) Маска Бусиньяка с постоянным положительным давлением в дыхательных путях. Маска Бусиньяка с небулайзером, вставленным в контур. Эта маска создает положительное давление в конце выдоха за счет сильного поперечного потока.



**Рисунок 2.** Кривые поддержки давлением (PS).

Кривые давления пациента, дышащего комнатным воздухом, после применения PS 12 см H<sub>2</sub>O и после добавления положительного давления в конце выдоха (PEEP) 10 см H<sub>2</sub>O. Синие стрелки указывают на усилие вдоха пациента, которое запускает вентилятор для подачи замедляющегося потока для достижения заданного значения PS. Вдох прерывается, когда пациент заканчивает инспираторное усилие или поток достигает определенного процента от пика (обычно 25%). Положительное давление в дыхательных путях на вдохе (IPAP) представляет собой сумму PS и PEEP, тогда как PEEP эквивалентно положительному давлению в дыхательных путях на выдохе (EPAP). Обратите внимание, что дыхательные объемы меняются в каждом цикле в зависимости от усилия пациента.

**Высокопоточная назальная оксигенация (HFNC):** эта система подает нагретую и увлажненную кислородно-газовую смесь (до 60–80 л/мин), которая превышает спонтанную инспираторную потребность пациента через назальную канюлю, приспособленную к ноздрям (рисунок 3). Положительные действия: низкий уровень ПДКВ (<5 см вод. ст.); эффект вымывания в носоглотке. [16] Следует отметить, что при открытом рте эффект PEEP практически исчезает. [17] Это может быть недостатком у пациентов с острым кардиогенным отеком легких с тяжелой одышкой, которые обычно дышат ртом.



**Рисунок 3.** Основные интерфейсы, используемые при НИВЛ.



- (А–В) Две разные модели полнолицевой маски (вероятно, с лучшей адаптацией к аппарату ИВЛ для пациента);
- (С) Ороназальная маска: наиболее часто используемый интерфейс;
- (D) Назальная маска: не показана пациентам, которые дышат ртом, например, при остром отеке легких;
- (E) Назальная канюля с высоким потоком: (см. Текст);
- (F) Шлем: в основном используется в режиме постоянного положительного давления в дыхательных путях, он обеспечивает большую автономию пациента (разговор и прием пищи), что удобно при ожидании продолжительной НИВЛ. Другие интерфейсы, такие как назальные подушки, мундштуки или ларингеальные маски, обычно не рассматриваются при острой сердечной недостаточности.

*Другие условия:* пояснения в таблице 3.

## **Доказательства и рекомендации по использованию НИВЛ при синдромах острой сердечной недостаточности**

### **Постоянное положительное давление в дыхательных путях и неинвазивная поддерживающая вентиляция давлением при остром кардиогенном отеке легких**

Острый кардиогенный отек легких является вторым наиболее частым показанием для НИВЛ. [18] Первые рандомизированные исследования, проведенные в конце 1980-х годов с использованием СРАР, показали более быстрый регресс дыхательной недостаточности, чем при использовании стандартной оксигенотерапии, [19,20] со снижением частоты интубации трахеи. [20] Первое рандомизированное исследование NIPSV при остром кардиогенном отеке легких, опубликованное в 2000 г., показало аналогичные результаты. [21] Несколько мета-анализов [22–24] показали, что обе методики снижают частоту интубации трахеи и, как правило, снижают смертность по сравнению со стандартной оксигенотерапией, тенденция была статистически значимой для СРАР. Однако в 2008 г. крупное рандомизированное исследование (3-CPO), включавшее 1069 пациентов с ацидотическим ( $pH < 7,35$ ) кардиогенным отеком легких, рандомизированных в группы СРАР, NIPSV или стандартной оксигенотерапии, [25] не показало различий в смертности, хотя оба метода НИВЛ купировали респираторный дистресс быстрее, чем стандартная оксигенотерапия. Есть несколько объяснений несоответствия между этим исследованием и предыдущими мета-анализами. Во-первых, это изучаемая популяция: почти треть исследований, включенных в мета-анализ, проводились в отделениях интенсивной терапии, что позволяет предположить, что это были более тяжелые пациенты, с более высокой частотой интубации трахеи (21,9% против 2,9%) и смертности (15,3% против 9,6%). [26] Кроме того, у пациентов в исследовании 3-CPO не было гипоксемии (среднее значение  $PaO_2$  составляло 100 мм рт. ст. в трех группах на момент начала исследования), что демонстрирует явное преимущество НИВЛ у пациентов с легкой дыхательной недостаточностью и очень низкой частотой интубации трахеи. Во-вторых, в исследовании 3-CPO



отмечалась высокая перекрестная частота (почти 20% пациентов), в основном из-за дискомфорта (непереносимости) в группах НИВЛ или прогрессирования дыхательной недостаточности в группе стандартной оксигенотерапии (которое было значительно выше, чем в группах НИВЛ). Наконец, хотя влияние НИВЛ на смертность после исследования *3-CPO* остается неубедительным, последующий мета-анализ, включавший это исследование, показал, что оба метода снижают частоту интубации трахеи, а СРАР снижает смертность [относительный риск 0,64 (95% ДИ, 0,44– 0,92)], в основном у пациентов группы высокого риска с острыми коронарными синдромами. [27]

Специфических исследований, посвященных пациентам с гипертензивным острым кардиогенным отеком легких, не проводилось, но в этом случае НИВЛ может использоваться для улучшения симптомов. [28]

Несколько исследований показали, что раннее применение СРАР на догоспитальном этапе лечения пациентов с острым кардиогенным отеком легких приводило к более быстрому регрессу дыхательной недостаточности, чем стандартная оксигенотерапия, с тенденцией к снижению частоты интубации трахеи. [29–31] Поскольку СРАР не требует специальной подготовки или дорогостоящего оборудования, его использование можно рекомендовать на догоспитальном этапе.

Недавние исследования показали резкое увеличение использования НИВЛ среди населения в целом за последние десятилетия, особенно при остром кардиогенном отеке легких, [32] но с большим разбросом между центрами. [33] Данные 2430 пациентов, которым требовалась вентиляционная поддержка в регистре *ADHERE*, подтверждают использование НИВЛ, чтобы избежать интубации трахеи. [34]

В последних рекомендациях Европейского общества кардиологов НИВЛ отнесена к **классу IIa** с уровнем доказательности **B** [35,36] у пациентов с респираторным дистресс-синдромом (частота дыхания >25 вдохов/мин, SpO<sub>2</sub> <90%). Руководство NICE (*The National Institute for Health and Care Excellence*) по ОЧН рекомендовало НИВЛ у пациентов с острым кардиогенным отеком легких с тяжелой одышкой и ацидезией. [37] Наконец, самые последние рекомендации ERC/ATS (*European Research Council/American Thoracic Society*) рекомендуют НИВЛ, либо двухуровневую НИВЛ, либо СРАР, для пациентов с ОДН, вызванной острым кардиогенным отеком легких, и предлагают ее использование в догоспитальных условиях. [38]

Мы рекомендуем использовать НИВЛ у пациентов с острым кардиогенным отеком легких, как определено выше, для более быстрого купирования дыхательной недостаточности, предотвращения интубации трахеи и, при меньшем количестве доказательств, для потенциального снижения смертности у пациентов с высоким риском. Постоянное положительное давление в дыхательных путях может быть лучшим вариантом на догоспитальном этапе.



## **Высокопоточная назальная оксигенация (HFNC) при острой сердечной недостаточности**

Недавно было показано, что HFNC у взрослых эффективна при отлучении пациентов от ИВЛ [39,40] и при гипоксемической дыхательной недостаточности различной этиологии. [41]

По ОЧН данных мало, в этом году было опубликовано только одно рандомизированное исследование, включившее 128 пациентов с острым кардиогенным отеком легких, у которых HFNC показала значительное снижение частоты дыхания через 60 минут по сравнению со стандартной оксигенотерапией. [42] Высокопоточная назальная оксигенация также использовались у пациентов со стабильной сердечной недостаточностью III класса [43] и в короткой серии пациентов с ОЧН, нуждающихся в длительной вентиляционной поддержке. [44]

В некоторых сравнительных исследованиях HFNC переносилась лучше, чем NIPSV, [45] что предполагает расширение методики. Ее можно рекомендовать пациентам, нуждающимся в длительной вентиляционной поддержке, во время отлучения от аппарата ИВЛ и при гипоксемической ОЧН, не переносящих CPAP/NIPSV или при неэффективности стандартной оксигенотерапии, хотя необходимы дальнейшие исследования для установления оптимальных показаний. [46]

## **Другие модальности НИВЛ при острой сердечной недостаточности**

В небольшом рандомизированном исследовании, включавшем 36 пациентов, пропорциональная вспомогательная вентиляция продемонстрировала аналогичные результаты по сравнению с CPAP. [47] В группе пациентов с острым кардиогенным отеком легких из Японии адаптированная вентиляция дала несколько лучшие результаты, чем стандартная оксигенотерапия. [48] Однако этот метод показал потенциальное увеличение смертности при использовании для лечения апноэ во сне у пациентов с ХСН и сниженной ФВЛЖ, [49] и поэтому в последних рекомендациях Европейского кардиологического общества класс доказательности III. [35] Другие методы НИВЛ, представленные в таблице 3, не тестировались при ОЧН.

## **Неинвазивная вентиляция легких и инфаркт миокарда**

Острый инфаркт миокарда (ОИМ) является частой причиной острого кардиогенного отека легких. Однако клиническая картина может сбивать с толку, поскольку отек легких часто связан с повышением уровня высокочувствительного тропонина, и зачастую достаточно трудно дифференцировать острый кардиогенный отек легких на фоне ОИМ от повреждения кардиомиоцитов вследствие изолированного кардиогенного отека легких. [52] Два старых исследования предполагают, что что NIPSV может спровоцировать ОИМ. Первое сравнение NIPSV и CPAP было преждевременно



прекращено после набора 27 пациентов из-за более высокой частоты ОИМ в группе NIPSV, [53] но у большинства пациентов уже была боль в груди при поступлении, что свидетельствует о предвзятости набора, а не о влиянии ИВЛ. Второе исследование, начатое в мобильных отделениях интенсивной терапии в Израиле, [54] сравнило NIPSV с нитратами и показало более высокую частоту развития ОИМ (55 против 10%) и интубации трахеи (80% против 20%) в группе НИВЛ. Тем не менее, пациенты, в группе НИВЛ, получали меньше внутривенной медикаментозной терапии, а протокол налагал строгие ограничения на ИВЛ, что приводило к поддержке очень низким давлением (в среднем: 5 см H<sub>2</sub>O), что могло привести к гиповентиляции. Возможно, это способствовало плохим результатам НИВЛ в этом исследовании, поскольку низкие дыхательные объемы могут увеличить альвеолярный отек из-за отрицательного внутригрудного давления, вызванного усилием вдоха пациента. [55] Ни одно другое исследование не воспроизвело эти результаты, включая рандомизированные исследования, специально разработанные для оценки этого вопроса, [56–58] исследования случай-контроль [59] или мета-анализы. Кроме того, в исследовании 3-CPO НИВЛ безопасно применялась у пациентов с ОИМ, которые составляли почти 50% включенной популяции, без различий в частоте ОИМ между группами. [25] Однако следует подчеркнуть, что пациентов с ОКС с подъемом ST обычно не включали в исследования. С другой стороны, недавние данные не показали эффекта оксигенотерапии у пациентов с подозрением на ОИМ без гипоксемии. [60]

Таким образом, нет никакой связи между использованием НИВЛ и риском ОИМ, и НИВЛ может рассматриваться у пациентов с острым кардиогенным отеком легких, осложняющим ОИМ II типа или при ИМ без подъема ST. Необходимы дополнительные данные для оценки роли НИВЛ у пациентов с ИМпST.

### **Неинвазивная вентиляция легких при кардиогенном шоке**

Нет исследований, анализирующих НИВЛ в этой клинической ситуации. Традиционно пациенты с КШ не были кандидатами для проведения НИВЛ. Хотя дыхательная недостаточность всегда присутствует у этих пациентов, часто измененный психический статус не может обеспечить правильного спонтанного дыхания и защиты верхних дыхательных путей, двух условий, необходимых для надлежащего использования НИВЛ. Кроме того, постоянное положительное давление приводит к снижению артериального давления, усугубляя гипоперфузию. Однако в исследовании *Cardshock* [61] НИВЛ использовали почти у 13% пациентов с ранним или нетяжелым КШ после коррекции гипотензии, в большинстве случаев избегая интубации трахеи. [62] Таким образом, хотя использование НИВЛ остается ограниченным у пациентов с гипотензией, ее можно с осторожностью рассматривать у отдельных пациентов с КШ без тяжелой гемодинамической нестабильности. Необходимо оценить потенциальное использование высокопоточной назальной оксигенации в этом контексте.



## **Неинвазивная вентиляция легких при других сценариях острой сердечной недостаточности**

Нет рандомизированных исследований, специально анализирующих эффект НИВЛ у пациентов с изолированной недостаточностью ПЖ. Как правило, у этих пациентов следует избегать искусственной вентиляции легких. [63] Однако в случаях дыхательной недостаточности смешанного генеза (ХОБЛ с отеком легких) НИВЛ может быть особенно полезной, поскольку может принести пользу при обоих основных заболеваниях. [64]

## **Постоянное положительное давление в дыхательных путях или неинвазивная вентиляция с поддержкой давлением**

Хотя теоретически NIPSV должна превосходить CPAP, поскольку обеспечивает помощь при вдохе, никакие исследования или мета-анализы не продемонстрировали явного преимущества одного метода над другим для важных исходов у пациентов с ОЧН, но у пациентов, получавших NIPSV, наблюдалось более быстрое улучшение нескольких физиологических переменных в некоторых исследованиях. [53,65-67] В серии случаев пациентов с острым кардиогенным отеком легких, NIPSV была наиболее явно эффективнее у пациентов с гиперкапнией. [21,68] Следовательно, любой метод может быть использован в качестве терапии первой линии при остром кардиогенном отеке легких, но представляется разумным отдать предпочтение NIPSV у пациентов с тяжелой гиперкапнией, хотя мало данных, подтверждающих эту рекомендацию.

## **Практические аспекты**

### **Оборудование**

#### ***Интерфейсы***

Интерфейс — это компонент, который больше всего определяет НИВЛ, и он имеет решающее значение для успеха лечения. Во избежание утечек необходима плотная герметизация между лицом пациента и устройством, но ее часто трудно достичь. Существуют различные типы интерфейсов (рисунок 3). [69]

#### ***Вентиляторы***

Существует три типа аппаратов ИВЛ: переносные (разработаны специально для неинвазивной вентиляции легких), транспортные и аппараты ИВЛ для интенсивной терапии. Все они имеют определенные настройки для CPAP и NIPSV.

Портативные вентиляторы для неинвазивной вентиляции менее дороги, более мобильны, не нуждаются в источнике потока воздуха и, по-видимому, обеспечивают лучшую синхронность, чем реанимационные и транспортные вентиляторы. [70] В



настоящее время на рынке представлен широкий спектр вентиляторов, от самых простых (изменяется только давление) до высокотехнологичных аппаратов ИВЛ последнего поколения (мониторинг дисплея, настройка сигналов тревоги, компенсация утечек, различные триггеры, управление циклами и рампой потока и т. д.). Важнейшим атрибутом оборудования является компенсация утечек за счет увеличения расхода воздуха (до 120–180 л/мин).

### *Дополнения*

*Рекомендуется защита кожи.* Рекомендуются тепловое увлажнение или обменники тепла и влаги, так как они могут облегчить НИВЛ. [71] *Небулайзеры* можно безопасно использовать, не прерывая НИВЛ.

*Седация.* Мягкая седация снижает частоту дыхания и улучшает адаптацию [72,73] и используется почти у 20% пациентов, получающих НИВЛ. [74] Однако седация может вызывать нежелательные явления (гиповентиляцию, гипотензию, а также при использовании опиоидов рвоту или аспирацию) и ее следует использовать только у пациентов, которые отказываются сотрудничать или демонстрируют плохую синхронность с вентилятором, и только после того, как были опробованы немедикаментозные подходы [75] (например, изменение интерфейса, настройка вентилятора, успокоение пациента и т. д.). Важны опытный персонал и соответствующий мониторинг (например, использование шкалы седативного эффекта или частоты дыхания). [76] Минимальные прерывистые дозы одного препарата могут быть предпочтительнее непрерывных инфузий или комбинаций различных препаратов. [74,75] Морфин (болюсы 2–4 мг) является наиболее часто используемым препаратом в этой ситуации, [72] хотя недавние данные вызывают обеспокоенность по поводу безопасности его использования при ОСН. [77] Другие опиоиды, пропофол, мидазолам и, совсем недавно, дексмететомидин, который является агонистом  $\alpha_2$ -адренорецепторов с меньшим угнетением центрального дыхания, использовались в этом контексте. [75,76]

### *Начало неинвазивной вентиляции*

Перед началом методики следует рассмотреть противопоказания к НИВЛ (таблица 4). Чрезвычайно важно эмпатическое общение между медсестрами/врачами и пациентом с четкими инструкциями о том, чего ожидать, и частой поддержкой после этого. Надев маску вручную в начале, пациенты приобретают уверенность в этой технике, а позже ее можно зафиксировать с помощью полосок аналогичным образом.





**Таблица 4.** Противопоказания для НИВЛ

<b>Абсолютные</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Остановка сердца или дыхания;</li><li>• Анатомическая аномалия (не может соответствовать интерфейсу);</li><li>• Неспособность сохранить проходимость дыхательных путей (неконтролируемое возбуждение, кома<sup>а</sup> или оглушение);</li><li>• Рефрактерная гипотензия</li></ul>
<b>Относительные</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Легкая агитация или плохое сотрудничество;</li><li>• Умеренная гипотензия;</li><li>• Кровотечение из верхних отделов ЖКТ или рвота;</li><li>• Неспособность отхаркивать обильную мокроту;</li><li>• Недавняя хирургическая операция на верхних отделах ЖКТ или дыхательных путей;</li><li>• СПОН;</li><li>• Изолированная правожелудочковая недостаточность</li></ul>

<sup>а</sup> При гиперкапнической энцефалопатии использовались такие методы, как НИВЛ с контролируемым объемом или «поддержка давлением с гарантированным средним объемом».

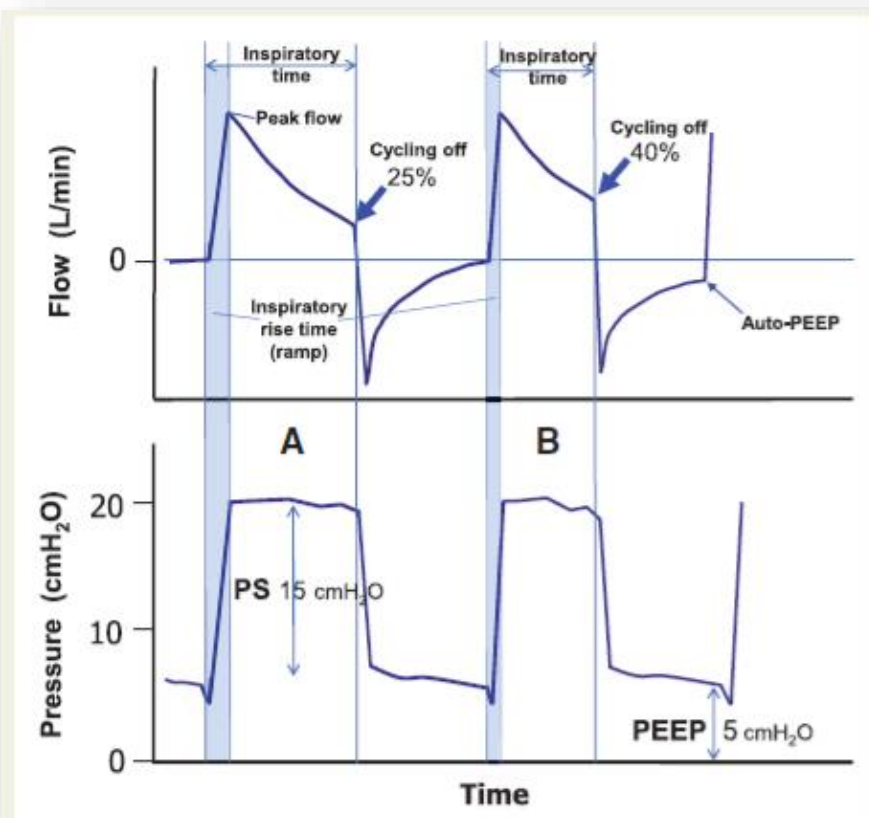
### ***Настройки устройства***

Для NIPSV рекомендуется начинать с низких уровней РЕЕР (3–4 см H<sub>2</sub>O) и поддержки давлением 7–8 см H<sub>2</sub>O, постепенно увеличивая его в соответствии с адаптацией и реакцией пациента. Целевые дыхательные объемы составляют 4–7 мл/кг (часто ниже у пациентов с ХОБЛ). При поддержке давлением 10–18 см H<sub>2</sub>O и ПДКВ 4–7 см H<sub>2</sub>O (IPAP 15–20 см H<sub>2</sub>O/EPAP 4–7 см H<sub>2</sub>O) обычно достигается подходящая вентиляция. Высокое давление может вызвать чрезмерную утечку воздуха, асинхронность (особенно у пациентов с высокой частотой дыхания) и дискомфорт. При использовании портативных вентиляторов обычно необходимо ПДКВ более 4 см H<sub>2</sub>O, чтобы избежать повторного дыхания. *f*iO<sub>2</sub> следует титровать до 100% для достижения желаемого значения SpO<sub>2</sub>.

При использовании CPAP рекомендуется начинать с 5 см H<sub>2</sub>O, постепенно увеличивая до 7,5 или 10 см H<sub>2</sub>O, в зависимости от ответа. При использовании высокопоточной назальной оксигенации у пациентов в критическом состоянии ее часто начинают с *f*iO<sub>2</sub> 100% и максимально переносимого потока. Позже *f*iO<sub>2</sub> и скорость потока могут быть уменьшены в соответствии с SpO<sub>2</sub> [41] и потребностями пациента. В менее тяжелых случаях обычно начинают с более низкого потока и *f*iO<sub>2</sub>.

## Мониторинг неинвазивной вентиляции

Чтобы обеспечить успех НИВЛ, необходим тщательный мониторинг (таблица 5), особенно частоты дыхания (усилия пациента), насыщения кислородом (может потребоваться корректировка  $f_iO_2$ ) и  $pH/PaCO_2$  (для оценки эффективности). Рекомендуется визуализировать кривые потока и давления на непрерывном дисплее [78] (рисунок 4). В дополнение к непрерывному мониторингу рекомендуется общая повторная оценка через 60 и/или 90–120 минут, при этом особое внимание должно уделяться факторам риска отказа. [79] Ключевым вопросом является оптимальная синхронизация между спонтанным дыханием пациента и вентилятором. [80–82] Утечка часто возникает в случаях асинхронности, которую можно уменьшить одним или несколькими из способов регулировки маски, сокращения времени вдоха, изменением поддержки давлением с шагом 2 см  $H_2O$  или изменением триггеров вдоха и выдоха (при их наличии) с шагом 5–10% или, наконец, проведение седации. Как правило, допустима утечка <0,4 л/с (<25 л/мин).



**Рисунок 4.** Кривые давления и потока при неинвазивной вентиляции с поддержкой давлением (NIPSV). (А) Неинвазивная вентиляция с поддержкой давлением, проводимая с циклическим отключением на 25% от максимального пикового потока.

(В) Уменьшение времени вдоха после уменьшения рампы и увеличения цикличности до 40%. Пример кривой потока с Auto-PEEP (поток выдоха не достигает 0)

**Таблица 5. Мониторинг при НИВЛ**

<p><b>Пациент</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Частота дыхания</li> <li>• Другие жизненно важные параметры</li> <li>• Одышка/использование вспомогательных мышц/абдоминальное парадоксальное дыхание</li> <li>• Уровень сознания</li> <li>• Комфорт с интерфейсом</li> <li>• Сотрудничество</li> </ul>
<p><b>Параметры вентилятора</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дыхательный объем (&gt;4 мл/кг: 6–7 мл/кг) и минутная вентиляция</li> <li>• Объем утечки воздуха (&lt;0, 4 л/с или &lt;25 л/мин)</li> <li>• Поддержка давлением и настройки ПДКВ</li> <li>• Асинхронность (неэффективные усилия, автоматическое срабатывание, двойное срабатывание, короткий/длинный цикл)<sup>a</sup></li> <li>• Настройки триггера/наклона/времени вдоха/выдоха</li> <li>• Ауто-ПДКВ</li> <li>• Сигналы тревоги (апноэ или высокая частота дыхания, низкая/высокая минутная вентиляция и др.)</li> </ul>
<p><b>Газообмен</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Непрерывная пульсоксиметрия (SpO<sub>2</sub>)</li> <li>• Образцы газов артериальной или венозной крови<sup>b</sup></li> </ul>
<p><b>Факторы риска неэффективности НИВЛ</b></p>	<p><i>До начала НИВЛ</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Легочная инфекция</li> <li>• Изменения психического состояния</li> <li>• Гипотония</li> <li>• Высокие оценки тяжести</li> <li>• Обильное выделение мокроты</li> <li>• Чрезвычайно высокая частота дыхания</li> <li>• Тяжелая гипоксемия, несмотря на высокий <math>fiO_2</math></li> </ul> <p><i>После начала НИВЛ</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Неправильные настройки вентилятора</li> <li>• неподходящий интерфейс</li> <li>• Чрезмерная утечка воздуха</li> <li>• Асинхронность с вентилятором</li> <li>• Плохая переносимость НИВЛ</li> </ul> <p>Через 60-90 минут</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Нет снижения частоты дыхания или уровня CO<sub>2</sub></li> <li>• Нет улучшения рН или оксигенации (↓SpO<sub>2</sub> или ↓PaO<sub>2</sub>/fiO<sub>2</sub>)</li> <li>• Признаки усталости</li> <li>• Неврологические или сопутствующие заболевания</li> </ul>
<p><b>Критерии для интубации трахеи</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Остановка сердца или дыхания</li> <li>• Прогрессирующее ухудшение измененного психического статуса</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>• Прогрессирующее ухудшение pH, PaCO<sub>2</sub> или PaO<sub>2</sub>, несмотря на НИВЛ</li><li>• Прогрессирующие признаки утомления во время НИВЛ</li><li>• Необходимость защиты дыхательных путей</li><li>• Стойкая гемодинамическая нестабильность</li><li>• Ажитация или непереносимость НИВЛ с прогрессирующей дыхательной недостаточностью</li></ul>
--	---

<sup>a</sup> См. также рисунок 4.

**Асинхронность:** *неэффективные усилия:* за усилиями вдоха не следует циклическая реакция аппарата ИВЛ. Автоматическое или двойное срабатывание: циклическое дыхание по желанию пациента. Эти асинхронии следует устранять путем уменьшения утечки, настройки триггера вдоха и регулировки уровня поддержки давлением. *Продолжительный цикл (отсроченное выключение цикла):* циклическое время механического вдоха больше, чем время вдоха пациента. Это может быть компенсировано уменьшением утечки, уменьшением поддержки давлением, временем вдоха или рампой, а также, если возможно, титрованием экспираторного триггера. *Ауто-ПДКВ:* воздушная ловушка из-за ограничения потока выдыхаемого воздуха. Наблюдается при ХОБЛ и случаях с высокой частотой дыхания. Лечат мерами по увеличению времени выдоха и снижению частоты дыхания, титрованию ПДКВ (компенсируют 80% ауто-ПДКВ у больных ХОБЛ).

<sup>b</sup> Исходный уровень и через 60–90 мин НИВЛ для: PaO<sub>2</sub>/fiO<sub>2</sub>, pH, PaCO<sub>2</sub> и бикарбоната; венозные пробы подходят для pH, бикарбоната и SvO<sub>2</sub>.

## Когда остановиться

Неинвазивная вентиляция обычно прекращается при достижении удовлетворительного восстановления (обычно 2–5 ч при остром кардиогенном отеке легких) или, наоборот, при наличии признаков неэффективности НИВЛ, требующей интубации трахеи и перевода на инвазивную ИВЛ (таблица 5). После средне- или долгосрочного использования НИВЛ (>24 ч) часто проводят период отлучения от вентилятора [83] путем постепенного снижения fiO<sub>2</sub>, ПДКВ и параметров вентиляции. Ранняя мобилизация может сократить этот процесс. При fiO<sub>2</sub> <0,5 и скорости потока <20 л/мин высокопоточную назальную оксигенацию можно безопасно заменить на стандартную оксигенотерапию.

## Выводы

При синдромах ОСН следует применять НИВЛ у пациентов с острым кардиогенным отеком легких. Это может быть рассмотрено у других пациентов с ОСН с дыхательной недостаточностью, связанной с заболеванием легких, и в некоторых случаях при кардиогенном шоке после стабилизации АД. Постоянное положительное давление в дыхательных путях является более простым методом, который рекомендуется в качестве терапии первой линии в этих сценариях, особенно на догоспитальном этапе или в менее хорошо оборудованных помещениях. Неинвазивная вентиляция с поддержкой давлением одинаково эффективна при остром кардиогенном отеке легких и может

быть предпочтительна опытными бригадами у пациентов со значительной гиперкапнией.

Высокопоточная назальная оксигенация может быть альтернативой, особенно у пациентов с ОСН, требующих длительной НИВЛ, но это хорошо переносимый метод НИВЛ с более широкими потенциальными показаниями. Общий подход к использованию НИВЛ при ОСН в качестве дополнения к недавним согласованным документам и рекомендациям ESC [35,84–86] показан на обобщающем рисунке.



**Обобщающий рисунок.** Алгоритм неинвазивной вентиляции при синдромах острой сердечной недостаточности. После любого метода НИВЛ перед переходом на дыхание воздухом необходимо продолжить стандартную оксигенотерапию, использование которой у пациентов с  $SpO_2$  в диапазоне 91–93% неясно.

<sup>1</sup> Постоянное положительное давление в дыхательных путях может быть предпочтительным в догоспитальных и малооборудованных помещениях, тогда как неинвазивная вентиляция с поддержкой давлением может быть выбрана опытными бригадами у пациентов со значительной гиперкапнией или ХОБЛ. Пропорциональная вспомогательная вентиляция, адаптивная вентиляция и высокопоточная назальная оксигенация также использовались в некоторых исследованиях в качестве терапии первой линии при остром кардиогенном отеке легких.

Литературные источники можно найти в англоязычной версии данного документа: *European Heart Journal* (2018) 39, 17–25 doi:10.1093/eurheartj/ehx580