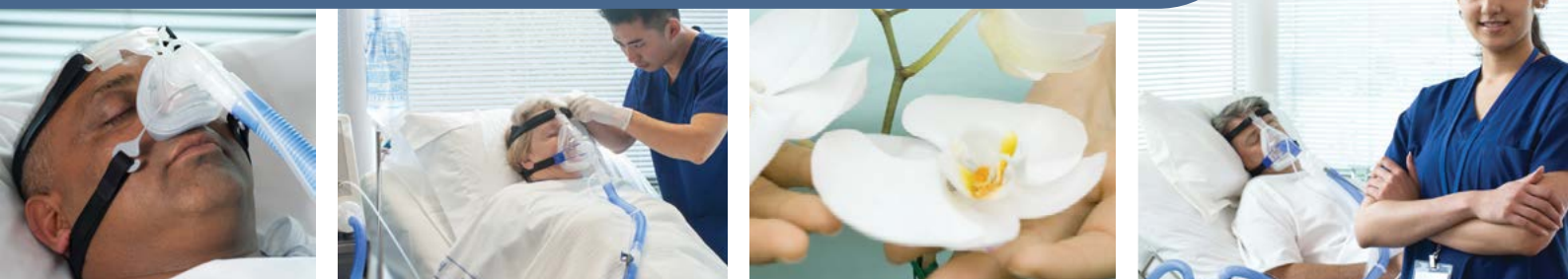


# Необходимая влажность для успешного проведения неинвазивной вентиляции



Естественная система адаптации дыхательных путей пациента может не справляться с высоким давлением и скоростями потока газа, используемыми при неинвазивной вентиляции с положительным давлением (NPPV или NIV). Это может привести к дальнейшему ухудшению состояния дыхательной системы пациента <sup>1,2</sup>.

**e ESSENTIAL HUMIDITY**  
(31 °C, 32 мг/л)

Обеспечение **необходимой влажности** (31 °C, относительная влажность [RH] 100 %) в области глотки позволяет уменьшить некоторые побочные явления при неинвазивной вентиляции (NIV) и может способствовать успеху искусственной вентиляции легких.

В разделе <b>Необходимость увлажнения как требование к качеству медицинского обслуживания</b>	<b>1</b>
объясняется, почему увлажнение необходимо при проведении всех видов искусственной вентиляции легких.	
В разделе <b>Последствия неадекватного увлажнения</b>	<b>2</b>
кратко излагаются рекомендации Американской ассоциации по респираторным заболеваниям (AARC) и описываются осложнения, возникающие в результате недостаточного увлажнения.	
В разделе <b>Преимущества увлажнения с подогревом во время NIV</b>	<b>3</b>
кратко объясняется, каким образом увлажнение с подогревом позволяет обеспечить следующее: сведение к минимуму сухости дыхательных путей, улучшение клиренса секрета, уменьшение сопротивления дыхательных путей, повышение комфорта и переносимости процедуры. Благодаря этому повышается эффективность NIV.	
В разделе <b>Прогностические факторы успеха NIV: роль увлажнения</b>	<b>4</b>
указывается 3 изменяемых прогностических фактора, применительно к которым увлажнение дает положительный эффект.	
В разделе <b>Optiflow как терапия поддержки при NIV</b>	<b>5</b>
рассказывается о назальной вентиляции с высокой скоростью потока Optiflow™ как методе вспомогательной искусственной вентиляции легких, применяемом при прерывании NIV.	
В разделе <b>Какие еще увлажнители имеются?</b>	<b>5</b>
рассматривается увлажнение с использованием ТВО и холодного воздуха.	
В разделе <b>Хорошо ли работают распылители при использовании режима увлажнения с подогревом?</b>	<b>6</b>
кратко излагаются принципы использования распылителей при увлажнении с подогревом.	

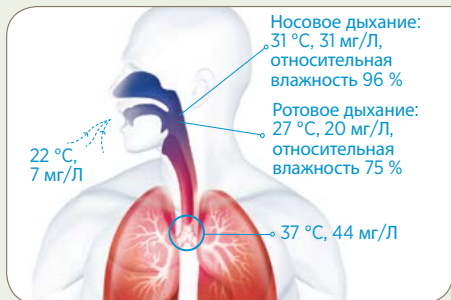
# Необходимость увлажнения как требование к качеству медицинского обслуживания

## Почему необходимо увлажнение?

Увлажнение с подогревом целесообразно при проведении вспомогательной искусственной вентиляции легких даже во время NIV, когда газовая смесь поступает не в обход верхних дыхательных путей<sup>1</sup>. Причина этого заключается в том, что дыхание пациентов при NIV осуществляется в следующих условиях:

- при **значительно больших уровнях давления;**
- при **более интенсивных однонаправленных потоках;**
- с **использованием медицинского газа, холодного или подогретого**<sup>1,2</sup>.
  - В аппаратах ИВЛ с двулинейным дыхательным контуром используется холодный сухой медицинский газ под давлением, который поглощает тепло и влагу с поверхности дыхательных путей.
  - В аппаратах ИВЛ с однолинейным дыхательным контуром используется воздух помещения, который подогревается аппаратом, что приводит к снижению его относительной влажности<sup>2</sup>.

Эти факторы могут приводить к сухости дыхательных путей, которая, в свою очередь, может вызывать воспаление и заложенность носа<sup>3,4</sup>.



По материалам работы Primiano 1988<sup>5</sup>.

При естественном дыхании воздух согревается и увлажняется в верхних дыхательных путях перед тем, как попасть в нижние дыхательные пути.

При дыхании здорового человека окружающий воздух (22 °С, относительная влажность 28 %) согревается и увлажняется в среднем до следующих значений:

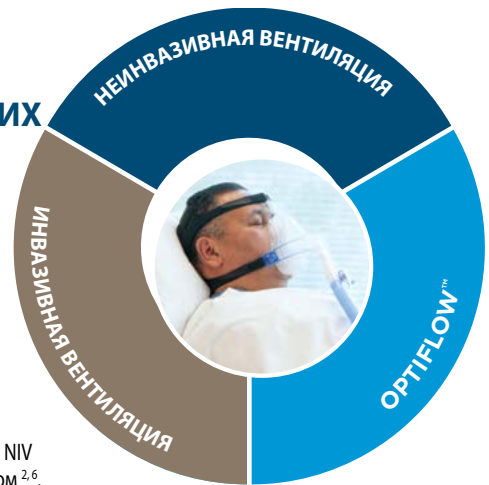
- **31 °С, относительная влажность 96 % при носовом дыхании к моменту попадания в глотку;**
- **27 °С, относительная влажность 75 % при ротовом дыхании к моменту попадания в глотку**<sup>5</sup>.

Благодаря этому при попадании в легкие воздух достигает температуры тела и относительной влажности 100 %. Во время NIV важно поддерживать именно такой уровень нагрева и увлажнения воздуха или газа при высоких значениях давления и интенсивности потока.

## УВЛАЖНЕНИЕ ПРИ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ ЛЮБОГО ТИПА

Широко признано, что увлажнение обязательно при инвазивной вентиляции и назальной вентиляции с высокой скоростью потока<sup>6,7</sup>.

NIV находится между этими двумя типами вентиляции по уровню вспомогательной искусственной вентиляции легких. Результаты исследований говорят о том, что при NIV необходимо увлажнение с подогревом<sup>2,6</sup>.



## ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ ТИПИЧНОГО ПАЦИЕНТА, КОТОРОМУ ПРОВОДИТСЯ NIV

### Сухость дыхательных путей

Внутренняя поверхность дыхательных путей выстлана эпителиальными клетками с многочисленными ресничками, напоминающими волоски, которые выводят из легких слизь и инородные частицы<sup>8</sup>. В результате охлаждения дыхательных путей и удаления из них влаги слизь может высыхать и становиться липкой, что затрудняет удаление инородных частиц<sup>9</sup>. В одном исследовании показано, что при дыхании сухим воздухом в течение всего лишь 30 минут мукоцилиарный транспорт может замедляться вследствие потери влаги<sup>10</sup>.

### Значительные утечки

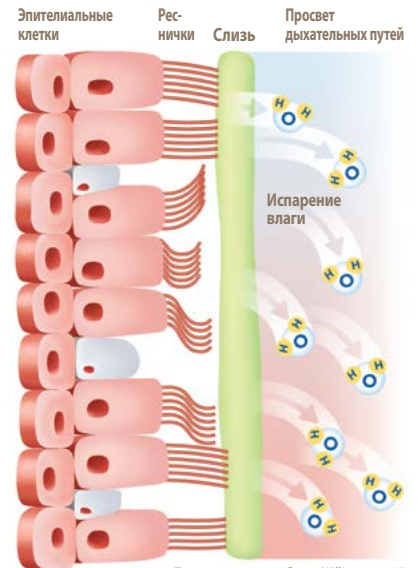
При NIV часто возникают утечки через маску, что приводит к увеличению подачи газа<sup>2</sup>. При утечках возрастает потеря влаги из дыхательных путей<sup>11</sup>.

### Высокая частота дыхания

У пациентов, которым проводится NIV, часто наблюдаются одышка и учащенное дыхание. Учащенное дыхание в сочетании с повышенным давлением и скоростью потока газа, подаваемого во время NIV, увеличивает потерю влаги в верхних дыхательных путях<sup>1,2,12</sup>.

### Дыхание через рот сокращает усилия, затрачиваемые на дыхание

Многие пациенты во время NIV испытывают респираторный дистресс и дышат через рот<sup>1,11</sup>. При ротовом дыхании газ в верхних дыхательных путях имеет температуру на 4 °С ниже и, что еще важнее, содержит на 11 мг/л меньше воды, чем при дыхании через нос<sup>5</sup>.



По материалам работы Williams 1996<sup>11</sup>.

## Последствия недостаточного увлажнения

У пациентов, которым выполняется NIV, недостаточное увлажнение может приводить к респираторному дистрессу и иметь серьезные последствия<sup>2</sup>. Это состояние дыхательной недостаточности может приводить к различным неблагоприятным явлениям, которые кратко описываются ниже.

### ОСЛОЖНЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ НЕДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

- Сухость оральных и назальных дыхательных путей, вызывающая болезненность, сухость и воспаление в области горла, а также повышение сопротивления дыхательных путей<sup>3,4,13</sup>.
- Обострение ринита/ринореи и заложенность носа<sup>4,14</sup>. (Особенно тяжело проявляется у пациентов пожилого возраста<sup>15</sup>.)
- Сужение секреторных масс, приводящее к снижению мукоцилиарного клиренса и, в наиболее тяжелых случаях, к формированию секреторной массы, которая может закупорить дыхательные пути<sup>16,17</sup>.
- Обострение бронхостеноза, последующее уменьшение потока газа в легкие и увеличение усилий, затрачиваемых на дыхание<sup>18,19</sup>.

Эти явления могут присутствовать в совокупности, затрудняя процесс вентиляции, — например, возможно снижение давления в нижних дыхательных путях в результате сужения верхних дыхательных путей, приводящее к увеличению усилий, затрачиваемых на дыхание<sup>4,20,21</sup>.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ КЛИНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ AARC ПО УВЛАЖНЕНИЮ

Американской ассоциацией по респираторным заболеваниям (AARC) опубликованы рекомендации по увлажнению при инвазивной и неинвазивной вентиляции<sup>6</sup>. Это, в частности, следующие рекомендации.

- **Каждому пациенту, находящемуся на инвазивной механической вентиляции, рекомендуется увлажнение воздуха.**
- **Активное увлажнение показано при NIV, поскольку оно может способствовать соблюдению режима и комфорту пациента.**

«Если газ не увлажнен, у пациента возникает дискомфорт даже при кратковременной неинвазивной вентиляции. Поскольку комфорт пациента важен для успешного проведения NIV, увлажнение, вероятно, способствует успеху применения NIV»<sup>1</sup>.

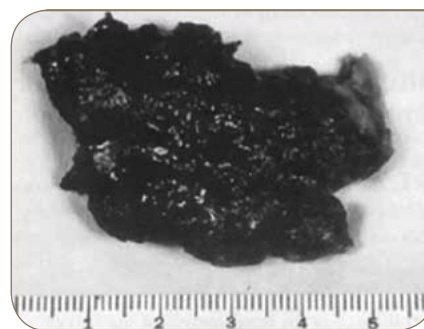
### ПРАКТИЧЕСКИЙ ПРИМЕР: LIFE-THREATENING BUILD UP OF SECRETIONS, WOOD ET AL., 2000<sup>17</sup>



- Мужчина 66 лет перенес полостную операцию по поводу рака прямой кишки.
- В послеоперационный период ему было проведено следующее: СРАР в течение 2 дней, затем переход на NIV на 6 дней, затем вентиляция смесью с 80 % кислорода в течение 1 часа с использованием аэрозольной маски.
- После этого у пациента развился свистящий хрип на фоне тахипноэ и увеличения усилий, затрачиваемых на дыхание.
- Пациенту была выполнена интубация, которая позволила

обнаружить крупное образование, перекрывающее голосовые связки, и это образование было удалено с помощью пинцета.

- Извлеченный объект представлял собой сгусток секреторных выделений и крови размером 5 см. Пациенту была повторно проведена вентиляция смесью с 90 % кислорода с использованием аэрозольной маски, после чего дыхательная система полностью восстановилась.



**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** По мере роста применения NIV увеличивается риск возникновения опасных для жизни состояний, связанных с нарушением проходимости дыхательных путей. Число подобных случаев можно сократить, если обеспечивать надлежащее увлажнение и соблюдать большую осторожность.

## Преимущества увлажнения с подогревом во время NIV

В обзоре данных исследований NIV, опубликованном в журнале *Lancet*, авторы Нава (Nava) и Хилл (Hill) делают вывод, что «увлажнение верхних дыхательных путей важно для повышения комфорта и переносимости процедуры»<sup>22</sup>.

Лежащий в основе этого механизм объясняется на схеме справа и в соответствующих разделах ниже.

### ▷ СВОДИТ К МИНИМУМУ СУХОСТЬ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

- Обеспечение необходимой влажности (31 °С, относительная влажность 100 % в области глотки) при NIV позволяет минимизировать сухость дыхательных путей. Как показывают опубликованные работы, у пациентов, которым проводится NIV, отмечается сухость ротовой полости и/или носовых ходов<sup>11, 13</sup>. Это может приводить к воспалению эпителия слизистой оболочки и увеличивать дискомфорт, испытываемый пациентом<sup>23</sup>.
- Увлажнение с подогревом позволяет предотвратить это и поддерживать влажность дыхательных путей<sup>13</sup>. Как показали исследования, увлажнение ведет к снижению уровня молекулярных маркеров воспаления, а также к уменьшению фиброза слизистой оболочки носа<sup>2, 3</sup>.

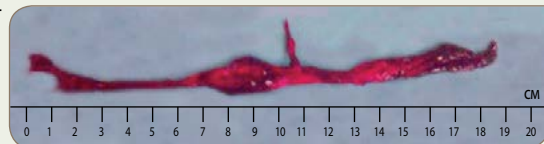
### Бронхостеноз

- Сухость дыхательных путей также может приводить к бронхостенозу, особенно у пациентов с астмой или ХОБЛ<sup>19</sup>. Дыхание увлажненным газом помогает предотвратить бронхостеноз, обусловленный сухостью выдыхаемого воздуха, при астме<sup>18</sup>.



### ▷ УЛУЧШАЕТ КЛИРЕНС СЕКРЕТА

- Увлажнение с подогревом позволяет уменьшить повреждение мукоцилиарной транспортной системы дыхательных путей и помогает поддерживать клиренс секрета, а также минимизировать повышение сопротивления дыхательных путей подаче газа или затруднение прохождения газа через них<sup>9, 24, 25</sup>.
- Обнаружено, что у пациентов, получающих терапию CPAP с увлажнением и подогревом газовой смеси, частота биения ресничек выше, чем у пациентов, получающих CPAP без увлажнения<sup>25</sup>.
- Еще одно исследование показало, что применение сухого ингаляционного анестетика в течение часа ведет к повреждению эпителиальных клеток дыхательных путей, в том числе ресничек. Однако такие явления отсутствовали, если пациенты получали подогретый и увлажненный газ<sup>24</sup>.

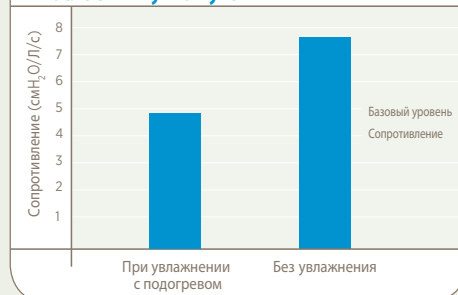


Спусток выделений из дыхательных путей пациента, которому длительно проводилась NIV

### ▷ УМЕНЬШАЕТ СОПРОТИВЛЕНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

- Минимизация сужения дыхательных путей, а также улучшение клиренса секрета говорят о том, что увлажнение с подогревом помогает уменьшить сопротивление дыхательных путей и тем самым снизить усилия, затрачиваемые на дыхание<sup>4, 21</sup>.
- Работа Тагги и др. (Tuggey et al.) (2007) показала, что значительная утечка газовой смеси через рот во время NIV с применением назальной маски ведет к значительному увеличению сопротивления носовых ходов. Увлажнение с подогревом предотвращало нежелательные последствия утечки, снижая сопротивление носовых ходов и предотвращая уменьшение дыхательного объема<sup>4</sup>.
- В схожем исследовании назальной терапии CPAP увлажнение с подогревом обеспечивало снижение сопротивления носовых ходов, эквивалентное снижению давления в диапазоне от 5 до 7,5 смН<sub>2</sub>О. Во время NIV это может стать причиной значительного падения давления, обеспечиваемого в нижних дыхательных путях, и нарушить их вентиляцию<sup>21</sup>.

#### Влияние увлажнения на сопротивление дыхательных путей во время NIV после 5-минутной утечки



По материалам работы Tuggey et al. (2007)<sup>4</sup>.



## ▷ ПОВЫШАЕТ УРОВЕНЬ КОМФОРТА И ПЕРЕНОСИМОСТЬ ПРОЦЕДУРЫ

- По оценкам специалистов, до 70 % пациентов, получающих NIV, испытывают побочные эффекты в виде сухости и заложенности дыхательных путей. Из них у 14 % возникают серьезные проблемы переносимости NIV<sup>20</sup>.
- Увлажнение с подогревом помогает повысить уровень комфорта у пациентов. Это демонстрируют результаты исследований, в рамках которых пациенты, получавшие NIV, сообщили, что NIV намного комфортнее для них при увлажнении с подогревом и что при увлажнении с подогревом такая терапия может быть более длительной<sup>4, 26, 27</sup>.

## ▷ NIV СТАНОВИТСЯ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЙ

- Если проведение NIV с увлажнением доставляет пациентам меньше неприятных ощущений, то высока вероятность того, что они смогут дольше переносить такую вентиляцию и исход терапии будет лучше.
- Исследования показали, что лучшая переносимость NIV и более длительное ежедневное проведение вентиляции являются важными факторами, определяющими успех либо неудачный исход терапии как при острых, так и при хронических состояниях, требующих NIV<sup>28-30</sup>.

Эпидемиологическое исследование показало, что 48 % пациентов, получавших NIV, отказались от нее на том или ином этапе лечения, что являлось важным фактором, определившим успех терапии<sup>29</sup>. Еще в одном исследовании было обнаружено, что увлажнение с подогревом повышало обусловленное состоянием здоровья качество жизни пациентов, проходивших лечение на дому<sup>31</sup>.

## Прогностические факторы успеха NIV: роль увлажнения

В таблице ниже представлены факторы, с помощью которых можно прогнозировать положительные или отрицательные результаты NIV у пациентов с гиперкапнией. Факторы, выделенные синим цветом, изменяемы, и применительно к ним исход лечения можно улучшить за счет повышения качества медицинского обслуживания.

### ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ИЛИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ NIV

ФАКТОР	ГИПЕРКАПНИЧЕСКАЯ ДЫХАТЕЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ
Улучшение после 1–4 часов NIV	Прогноз благоприятный
Комфорт/переносимость	Прогноз благоприятный
Клиренс секрета	Прогноз благоприятный
Низкий уровень pH при поступлении	Прогноз неблагоприятный
Тяжесть заболевания	Прогноз неблагоприятный
Пневмония при поступлении	Прогноз неблагоприятный
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	Не является прогностическим фактором
Возраст	Не является прогностическим фактором

По материалам работы Nava 2004<sup>32</sup>.

## УВЛАЖНЕНИЕ С ПОДОГРЕВОМ МОЖЕТ ВЛИЯТЬ НА ВСЕ 3 ИЗМЕНЯЕМЫХ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ ФАКТОРА

### Улучшение после 1–4 часов NIV

Может возникнуть благодаря эффективному газообмену, вызывающему физиологические улучшения в отношении уровня pH, парциального давления кислорода и углекислого газа в артериальной крови (PaO<sub>2</sub>), а также частоты дыхания<sup>32</sup>. Подогрев и увлажнение помогают предотвратить повышение сопротивления верхних дыхательных путей и улучшить газообмен<sup>4, 21, 33</sup>.

### Комфорт и переносимость NIV

Зависят от таких факторов, как уровень сухости дыхательных путей, уровень заложенности носа, сопротивление дыхательных путей, удобство маски, наличие либо отсутствие изъязвления кожи лица, а также синхронности дыхания пациента и работы аппарата ИВЛ<sup>4, 13, 20</sup>. Показано, что увлажнение с подогревом помогает предотвратить сухость верхних дыхательных путей, заложенность носа, бронхостеноз, а также снизить сопротивление дыхательных путей<sup>4, 13, 18, 21</sup>.

### Клиренс секрета

Зависит от вязкости и обильности секреторных выделений, а также способности пациента откашливаться. Подогрев и увлажнение улучшают мукоцилиарный транспорт и выделение мокроты<sup>9, 10, 34</sup>.

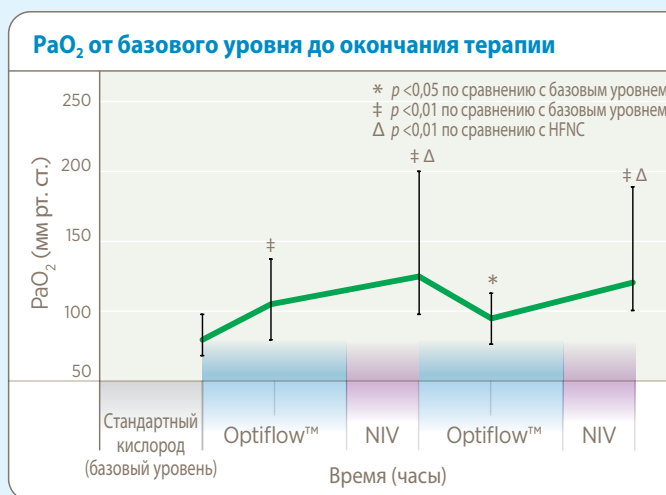
## Optiflow™ как терапия поддержки при NIV

В исследовании *Frat et al., 2014* изучались результаты попеременного применения назальной вентиляции с высокой скоростью потока и NIV у пациентов с острой гипоксемической дыхательной недостаточностью (ОГДН).

28 пациентов с респираторным дистрессом и соотношением  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  на уровне  $\leq 300$  мм рт. ст. получали стандартную кислородную терапию (15 л/мин), что являлось базовым уровнем, после чего проводились попеременно терапия Optiflow™ F&P и NIV<sup>35</sup>.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

- Перевод пациентов со стандартной кислородной терапии на терапию Optiflow™ F&P приводил к улучшению показателей насыщения крови кислородом<sup>35</sup>.
- ЧСС и ЧДД значительно уменьшались после начала терапии Optiflow™ F&P и оставались на одном и том же уровне при чередовании NIV и Optiflow™<sup>35</sup>.
- Терапия Optiflow™ F&P переносилась лучше, чем NIV<sup>35</sup>.



По материалам работы Frat et al., 2014<sup>35</sup>.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Терапию Optiflow™ F&P можно с успехом проводить между сеансами NIV во избежание падения насыщения крови кислородом.**

## Какие еще увлажнители имеются?

Согласно рекомендациям AARC, «пассивное увлажнение (ТВО) не рекомендуется при NIV»<sup>6</sup>.

- Использование ТВО при NIV ведет к снижению уровня удаления  $\text{CO}_2$ , несмотря на то что минутный объем вентиляции возрастает, если сравнивать этот вариант терапии со случаями, когда применяется увлажнение с подогревом<sup>36,37</sup>.
- Чтобы компенсировать увеличение усилий, затрачиваемых на дыхание, обусловленное наличием мертвого пространства ТВО, требуется дополнительная поддержка давлением порядка 5–10  $\text{смH}_2\text{O}$ . Это может увеличить риск непереносимости маски пациентом и появления утечек<sup>38</sup>.
- При использовании одношлангового контура выдыхаемый газ не возвращается через ТВО и имеет место контролируемая утечка газа через маску/порт выдоха, в результате чего отсутствует дополнительное увлажнение ТВО.
- При использовании двухшлангового контура функциональность ТВО снижается на величину до 40 % за счет утечек, например в результате утечек через маску, во время NIV<sup>39</sup>.

### ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ ТВО ПРИ NIV

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ ТВО ПРИ NIV	ПРИЧИНА
NIV с однопатрубочным контуром	Выдыхаемый воздух не возвращается в контур.
В маске или контуре наблюдается утечка от умеренной до высокой <sup>39</sup>	Из-за утечки воздуха снижаются влажность и температура выдыхаемого воздуха, который попадает в ТВО.
Тяжелая гиперкапния <sup>36,40</sup>	Увеличение мертвого пространства или сопротивления вызывает увеличение сопротивления потоку, усилий, затрачиваемых на дыхание, а также снижение альвеолярной вентиляции.

## МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТВО ВО ВРЕМЯ NIV, ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ ПРОТИВОПОКАЗАНИЙ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТВО ПРИ ИНВАЗИВНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТВО ПРИ NIV	ПРИЧИНА
Выделения: густые, обильные, вязкие <sup>6, 41-43</sup>	Недостаточное увлажнение увеличивает риск уплотнения слизи и окклюзии дыхательных путей. Увеличивается сопротивление потоку и усилия, затрачиваемые на дыхание.
Длительная вентиляция <sup>41, 43</sup>	
Ожоги дыхательных путей <sup>42</sup>	Низкая эффективность ТВО: недостаточность нагрева и увлажнения ведет к снижению эффективности работы теплообменника.
Объем выдоха $V_T < 70\%$ подаваемого объема $V_T$ из-за значительной утечки <sup>6, 43</sup>	Из-за утечки воздуха снижаются влажность и температура выдыхаемого воздуха, который попадает в ТВО.
Лекарства в виде аэрозоля; проведение ингаляционной терапии <sup>6</sup>	ТВО. (Закупорка ТВО.) Увеличение в результате нее сопротивления потоку и усилий, затрачиваемых на дыхание.
Отек легких <sup>43</sup>	
Кровотечения из дыхательных путей/травмы дыхательных путей <sup>42</sup>	
Ослабленный иммунитет у пациентов <sup>42</sup>	Замена ведет к повышению риска инфицирования.
ХОБЛ <sup>42</sup>	Увеличение мертвого пространства или сопротивления вызовет закупорку ТВО и, как следствие, увеличение сопротивления потоку, усилий, затрачиваемых на дыхание, а также снижение альвеолярной вентиляции.
РДСВ <sup>6, 42</sup>	

Увлажнение с подогревом обеспечивает клинически значимое увеличение относительной влажности, а холодный переход — нет <sup>44</sup>.

- Холодный переход не обеспечивает достаточной влажности, что ведет к потере влаги при выдохе <sup>44</sup>. Такая потеря влаги может приводить к сухости дыхательных путей, воспалению и сгущению выделений <sup>21, 26</sup>.
- Побочные явления, такие как сухость во рту, в носу или горле реже отмечались пациентами, если СРАР проводилась с подогревом и увлажнением, по сравнению со случаями использования холодного перехода или отсутствия увлажнения <sup>26</sup>.
- Соблюдение режима вентиляции СРАР возрастало при использовании увлажнения с подогревом, но не при использовании холодного перехода, если сравнивать оба эти варианта со случаями отсутствия увлажнения <sup>26</sup>.

	ТЕМПЕРАТУРА	АБСОЛЮТНАЯ ВЛАЖНОСТЬ
МЕДИЦИНСКИЙ ГАЗ	15 °C	0,3 мг/Л
ВОЗДУХ В ПОМЕЩЕНИИ	23 °C	12 мг/Л <sup>21</sup>
ХОЛОДНЫЙ ПЕРЕХОД	23 °C	14 мг/Л <sup>21</sup>
УВЛАЖНИТЕЛЬ С ПОДОГРЕВОМ	31 °C	32 мг/Л

В данной таблице показан примерный допустимый диапазон температур и уровней влажности дыхательной смеси.

## Хорошо ли работают распылители при использовании режима увлажнения с подогревом?

При нагреве и увлажнении контура NIV распылители сохраняют функциональность и обеспечивают подачу лекарственного средства. В недавно опубликованной работе показано, что при использовании однопатрубочного контура Fisher & Paykel Healthcare с подогревом и увлажнителем с подогревом распылитель лучше располагать ближе к маске <sup>45</sup>.

Размещение распылителя вблизи маски позволяет увеличить подачу лекарственного средства по сравнению со случаями, когда распылитель располагается в контуре иначе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Branson RD, Gentile MA. Is humidification always necessary during noninvasive ventilation in the hospital? *Respir Care* 2010;55(2):209-16
- Esquinas Rodríguez AM, Scala R, Soroksky A, et al. Clinical review: Humidifiers during non-invasive ventilation - key topics and practical implications. *Crit Care* 2012;16(1):203
- Koutsourelakis I, Vagiakis E, Perraki E, et al. Nasal inflammation in sleep apnea patients using CPAP and effect of heated humidification. *Eur Respir J* 2011;37:587-94
- Tuggey JM, Delmastro M, Elliott MW. The effect of mouth leak and humidification during nasal non-invasive ventilation. *Resp Med* 2007; 101(9):1874-9
- Primiano FJ, Saidel G, Montague FJ, et al. Water vapour and temperature dynamics in the upper airways of normal and CF subjects. *Eur Respir J* 1988;1(5):407-14
- Restrepo RD, Walsh BK. Humidification during invasive and noninvasive mechanical ventilation: AARC Clinical Practice Guideline 2012. *Respir Care* 2012;57(5):782-8
- Ward JJ. High-flow oxygen administration by nasal cannula for adult and perinatal patients. *Respir Care* 2013;58(1):98-122
- White DE, Al-Jumaily AM, Bartley J, et al. Nasal air-conditioning during breathing therapy. *Curr Respir Med Revs* 2011;7(3):213-25
- Kilgour E, Rankin N, Ryan S, et al. Mucociliary function deteriorates in the clinical range of inspired air temperature and humidity. *Int Care Med* 2004;30:1491-4
- Salah B, Dinh XA, Fouilladieu J, et al. Nasal mucociliary transport in healthy subjects is slower when breathing dry air. *Eur Respir J* 1988;1(9):852-5
- Oto J, Nakataki E, Okuda N, et al. Hygrometric properties of inspired gas and oral dryness in patients with acute respiratory failure during noninvasive ventilation. *Respir Care* 2014; 59(1):39-45
- White DE, Nates RJ, Bartley J. A pilot study of an in-vitro bovine trachea model of the effect of continuous positive airway pressure breathing on airway surface liquid. *Biomed Eng Online* 2014;13(1):1-12
- Oto J, Nakataki E, Okuda N. Clinical factors affecting inspired gas humidification and oral dryness during noninvasive ventilation. *J Crit Care* 2011;26(5):535.e9-e15
- Cruz AA, Toggias A. Upper airways reactions to cold air. *Curr Allergy Asthma Rep* 2008;8(2):111-7
- Lindemann J, Sannwald D, Wiesmiller K. Age-related changes in intranasal air conditioning in the elderly. *The Laryngoscope* 2008;118(8):1472-5
- Schreiber A, Nava S, Ceriana P, et al. Lack of humidification may harm the patient during continuous positive airway pressure. *Br J Anaesth* 2012;108(5):884-5
- Wood K, Flaten A, Backes W. Inspissated secretions: a life-threatening complication of prolonged noninvasive ventilation. *Respir Care* 2000;45(5):491-93
- Moloney E, O'Sullivan S, Hogan T, et al. Airway dehydration: a therapeutic target in asthma? *Chest* 2002;121(6):1806-11
- Joos GF, O'Connor B, Anderson SD, et al. Indirect airway challenges. *Eur Respir J* 2003; 21(6):1050-68
- Hill NS. Complications of noninvasive positive pressure ventilation. *Respir Care* 1997;42(4):432-42
- Richards GN, Cistulli PA, Ungar RG, et al. Mouth leak with nasal continuous positive airway pressure increases nasal airway resistance. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154(1):182-6
- Nava S, Hill N. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Lancet* 2009;374(9685):250-9
- Saka C, Vuralcan E, Firat IH, et al. The effects of CPAP treatment on nasal mucosa in patients with obstructive sleep apnea. *Eur Arch of Oto-Rhino-Laryngology* 2012;269(9):2065-67
- Chalon J, Loew D, Malebranche J. Effects of dry anesthetic gases on tracheobronchial ciliated epithelium. *Anesthesiol* 1972;37(3):338-43
- Sommer JU, Kraus M, Birk R, et al. Functional short-and long-term effects of nasal CPAP with and without humidification on the ciliary function of the nasal respiratory epithelium. *Sleep & Breath* 2014;18(1):85-93
- Massie C, Hart R, Peralez K, et al. Effects of humidification on nasal symptoms and compliance in sleep apnea patients using continuous positive airway pressure. *Chest* 1999;116(2):403-8
- Wiest G, Lehnert G, Bruck W, et al. A heated humidifier reduces upper airway dryness during continuous positive airway pressure therapy. *Respir Med* 1999;93(1):21-26
- Soo Hoo GW, Santiago S, Williams AJ. Nasal mechanical ventilation for hypercapnic respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease: determinants of success and failure. *Crit Care Med* 1994;22(8):1253-61
- Carlucci A, Richard J-C, Wysocki M, et al. Noninvasive versus conventional mechanical ventilation: an epidemiologic survey. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163(4):874-80
- Borel JC, Pepin JL, Pison C, et al. Long-term adherence with non-invasive ventilation improves prognosis in obese COPD patients. *Respirology*. 2014 Aug;19(6):857-65. doi: 10.1111/resp.12327. [Epub ahead of print]
- Mandel S, Ramsey M, Suh E, Moxham J, Hart N. Effect of heated humidification during initiation of home mechanical ventilation: a randomized cross-over trial. Abstract P2469. *Eur Respir Soc Congress* 2013
- Nava S, Ceriana P. Causes of failure of noninvasive mechanical ventilation. *Respir Care* 2004;49(3):295-303
- Fontanari P, Burnet H, Zattara-Hartmann M, et al. Changes in airway resistance induced by nasal inhalation of cold dry, dry, or moist air in normal individuals. *J Appl Physiol* 1996;81(4):1739-43
- Williams R, Rankin N, Smith T, et al. Relationship between the humidity and temperature of inspired gas and the function of the airway mucosa. *Crit Care Med* 1996;24(11):1920-9
- Frat JP, Brugiere B, Ragot S, et al. Sequential Application of Oxygen Therapy Via High-Flow Nasal Cannula and Noninvasive Ventilation in Acute Respiratory Failure: An Observational Pilot Study. *Respir Care* 2014 doi: 10.4187/respcare.03075 [Epub]
- Lellouche F, Pignataro C, Maggiore SM, et al. Short-term effects of humidification devices on respiratory pattern and arterial blood gases during noninvasive ventilation. *Respir Care* 2012; 57(11):1879-86
- Jaber S, Chanques G, Matecki S, et al. Comparison of the effects of heat and moisture exchangers and heated humidifiers on ventilation and gas exchange during non-invasive ventilation. *Int Care Med* 2002;28(11):1590-4
- Pelosi P, Solca M, Ravagnan I, et al. Effects of heat and moisture exchangers on minute ventilation, ventilatory drive, and work of breathing during pressure-support ventilation in acute respiratory failure. *Crit Care Med* 1996;24(7):1184-8
- Lellouche F, Maggiore SM, Lyazidi A, et al. Water content of delivered gases during non-invasive ventilation in healthy subjects. *Int Care Med* 2009;35(6):987-95
- Lellouche F, Maggiore SM, Deye N, et al. Effect of the humidification device on the work of breathing during noninvasive ventilation. *Int Care Med* 2002;28(11):1582-9.
- Robinson BR, Athota KP, Branson RD. Inhalational therapies for the ICU. *Curr Opinion in Crit Care* 2009;15(1):1-9
- Ricard J-D, Cook D, Griffith L, et al. Physicians' attitude to use heat and moisture exchangers or heated humidifiers: a Franco-Canadian survey. *Int Care Med* 2002;28(6):719-25
- Branson R. The ventilator circuit and ventilator-associated pneumonia. *Respiratory care* 2005;50(6):774-85
- Randerath WJ, Meier J, Genger H, et al. Efficiency of cold passover and heated humidification under continuous positive airway pressure. *Eur Respir J* 2002;20(1):183-6
- White CC, Crotwell DN, Shen S, et al. Bronchodilator Delivery During Simulated Pediatric Noninvasive Ventilation. *Respir Care* 2013;58(9):1459-66