

# Ventilação não invasiva na unidade de terapia intensiva de um hospital universitário: características relacionadas ao sucesso e insucesso

*Non-invasive ventilation in a university hospital intensive care unit: aspects related to success and failure*

*Ventilación no invasiva en la unidad de terapia intensiva de un hospital universitario: características relacionadas con el éxito y el fracaso*

Nair Fritzen dos Reis<sup>1</sup>, Nayala Lirio Gomes Gazola<sup>2</sup>, Daiana Cristine Bündchen<sup>3</sup>, Kelly Cattelan Bonorino<sup>4</sup>

**RESUMO** | O objetivo deste estudo foi descrever características de sucesso e insucesso do uso da ventilação não invasiva (VNI) na unidade de terapia intensiva (UTI) de um hospital universitário. Trata-se de um estudo observacional prospectivo no qual foram incluídos 75 pacientes, com idade média de 58,3±18,8 anos. Desses, doze necessitaram do uso da VNI por mais de uma vez, totalizando 92 utilizações. Evidenciou-se que, delas, a taxa de sucesso foi de 60,9% (56). O grupo insucesso apresentou mais indivíduos do sexo masculino ( $p=0,006$ ) e número maior de pacientes com diagnóstico de infecção extrapulmonar ( $p=0,012$ ). Não foram encontradas diferenças entre os grupos de sucesso e insucesso nos quesitos de modo, modelo, máscara, tempo total de permanência e razões para a instalação da VNI. No grupo insucesso, a pressão positiva inspiratória nas vias aéreas (Ipap) e o volume corrente (VC) foram superiores ( $p=0,029$  e  $p=0,011$ , respectivamente). A saturação periférica de oxigênio ( $p=0,047$ ), o pH ( $p=0,004$ ), base excess ( $p=0,006$ ) e o bicarbonato ( $p=0,013$ ) apresentaram valores inferiores. Concluiu-se que os indivíduos do sexo masculino com diagnóstico de infecção extrapulmonar e que evoluíram com acidose metabólica evoluíram com mais insucesso

na utilização da VNI. Esses, necessitaram de parâmetros elevados de Ipap e VC.

**Descritores** | Cuidados Críticos; Respiração Artificial; Ventilação Pulmonar.

**ABSTRACT** | The objective of this study was to describe the aspects of success and failure of the use of non-invasive ventilation (NIV) in the intensive care unit (ICU) of a university hospital. This is a prospective observational study that included 75 patients, with 58.3±18.8 years as the mean age. Of these, 12 required the use of NIV more than once, for 92 uses in total. Among these, the success rate was 60.9% (56). The failure group had more males ( $p=0.006$ ) and a higher number of patients diagnosed with extrapulmonary infection ( $p=0.012$ ). No differences were found between success and failure groups for the variables mode, model, mask, total length of stay and reasons for NIV installation. In the failure group, inspiratory positive airways pressure (Ipap) and flow volume (FV) were higher ( $p=0.029$  and  $p=0.011$ , respectively). Peripheral oxygen saturation ( $p=0.047$ ), pH ( $p=0.004$ ), base excess ( $p=0.006$ ) and bicarbonate ( $p=0.013$ ) presented lower values. This study concluded that male individuals diagnosed

Estudo desenvolvido na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Universitário Polydoro Ernani de São Thiago da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Florianópolis (SC), Brasil.

<sup>1</sup>Fisioterapeuta. Residente no Programa de Pós-Graduação em Residência Integrada Multiprofissional em Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Florianópolis (SC), Brasil. E-mail: nairfritzen@gmail.com. ORCID: 0000-0002-7122-0938

<sup>2</sup>Doutora em Enfermagem pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Fisioterapeuta do Hospital Universitário da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Florianópolis (SC), Brasil. E-mail: nayalagazola@gmail.com. ORCID: 0000-0002-6528-5997

<sup>3</sup>Fisioterapeuta. Doutora em Ciências do Movimento Humano pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Professora do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Araranguá (SC), Brasil. E-mail: daia.cb.fisio@gmail.com. ORCID: 0000-0002-3119-6515

<sup>4</sup>Mestre em Ciências do Movimento Humano pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Fisioterapeuta do Hospital Universitário da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Florianópolis (SC), Brasil. E-mail: fisiocattelan@gmail.com. ORCID: 0000-0003-0797-5778

with extrapulmonary infection and whose picture evolved with metabolic acidosis evolved with more failure in NIV use. These patients required higher *Ipap* and *FV* parameters.

**Keywords** | Critical Care; Artificial Breathing; Lung Ventilation.

**RESUMEN** | El objetivo de este estudio fue desarrollar las características del éxito y del fracaso con el uso de la ventilación no invasiva (VNI) en la unidad de terapia intensiva (UTI) de un hospital universitario. Se trata de un estudio observacional prospectivo en el cual fueron incluidos 75 pacientes, con edad media de 58,3±18,8 años. De estos, 12 necesitaron utilizar la VNI por más de una vez, que totalizó 92 utilizaciones. Se evidenció que, de estas, el índice de éxito fue del 60,9% (56). El grupo que no obtuvo el éxito esperado presentó más individuos del sexo masculino ( $p=0,006$ ) y número mayor de pacientes con diagnóstico de infecciones

extrapulmonares ( $p=0,012$ ). No fueron encontradas diferencias entre los grupos con éxito y sin éxito en las cuestiones de modo, modelo, máscara, tiempo total de permanencia y razones para la instalación de la VNI. En el grupo sin éxito, la presión positiva inspiratoria en las vías aéreas (*Ipap*) y el volumen corriente (VC) fueron superiores ( $p=0,029$  y  $p=0,011$ , respectivamente). La saturación periférica de oxígeno ( $p=0,047$ ), el pH ( $p=0,004$ ), *base excess* ( $p=0,0006$ ) y el bicarbonato ( $p=0,013$ ) presentaron valores inferiores. De este modo, se concluye que los individuos del sexo masculino con diagnóstico de infecciones extrapulmonares y que progresaron con acidose metabólica avanzaron más sin tener éxito en la utilización de la VNI. Además, necesitaron de parámetros elevados de *Ipap* y VC.

**Palabras clave** | Cuidados Críticos; Respiración Artificial; Ventilación Pulmonar.

## INTRODUÇÃO

O uso da ventilação não invasiva (VNI) para o tratamento de pacientes com insuficiência respiratória aguda (IRpA) ou crônica agudizada vem crescendo e sendo uma das áreas de maior desenvolvimento e importância no campo da ventilação mecânica<sup>1</sup>.

A utilização da VNI em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) exacerbada<sup>2-5</sup> e edema agudo de pulmão (EAP)<sup>6-9</sup> é responsável pela diminuição da necessidade de intubação orotraqueal (IOT), mortalidade e custos do tratamento<sup>10-12</sup>. Além disso, a VNI é utilizada como estratégia de desmame em pacientes com repetidas falhas no teste de respiração espontânea e como forma preventiva para evitar a falha da extubação em pacientes com fatores de risco<sup>13,14</sup>.

Na busca por uma terapêutica eficaz, preventiva e com menor risco aos pacientes, estudos em grandes centros hospitalares vêm sendo desenvolvidos com intuito de identificar o perfil do paciente que utiliza a VNI<sup>15-21</sup>, além daqueles com forte recomendação de uso (DPOC e EAP). A observação diária do emprego da VNI na prática clínica e suas limitações são potenciais alvos para melhorar os resultados na unidade de terapia intensiva (UTI), com objetivo de aperfeiçoar a terapêutica oferecida ao paciente e possibilitar pesquisas futuras. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo descrever características de sucesso e insucesso do uso da VNI na UTI de um hospital universitário.

## METODOLOGIA

Estudo observacional prospectivo que ocorreu no período de maio a outubro de 2014. Os critérios de inclusão foram: pacientes maiores de 18 anos, ambos os sexos, que utilizaram VNI na UTI do Hospital da Universidade Federal de Santa Catarina (HU/UFSC). O critério de exclusão foi a falta de dados nos prontuários dos pacientes.

Os pacientes foram avaliados e observados diariamente desde a admissão até a alta da UTI e hospitalar, ou até o óbito. Os indivíduos que utilizaram a VNI por mais de uma vez no período de internação foram considerados como um novo indivíduo, ou seja, para análise dos dados foi considerado o número total de utilizações da VNI. A decisão pela indicação e instalação da VNI, e seus parâmetros, foi realizada pela equipe multiprofissional dessa UTI.

Os participantes e/ou familiares responsáveis assinaram termo de consentimento livre e esclarecido. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da UFSC sob CAAE nº 25677213.5.0000.0121.

A obtenção dos dados foi realizada a partir do preenchimento de uma ficha de avaliação elaborada pelos autores com base na literatura. As variáveis analisadas foram idade, sexo, procedência, nível de consciência, escore de gravidade, e diagnóstico clínico. Com relação à VNI: motivo da utilização, tempo total de permanência, modos, modelo, máscaras e parâmetros, gasometria arterial e sinais vitais.

Foi considerado sucesso da utilização da VNI a prevenção da IOT e a não utilização da VNI por mais de 72 horas após sua descontinuação<sup>20</sup>. A necessidade

de IOT, independentemente do tempo de utilização da VNI, foi definida como insucesso<sup>20</sup>.

As variáveis contínuas foram expressas em média e desvio padrão. As variáveis categóricas foram apresentadas em frequência. A normalidade dos dados foi testada pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov*. A diferença significativa entre os grupos foi analisada pelo teste t independente para as variáveis normais e teste U de *Mann-Whitney* para as não paramétricas. A associação entre as variáveis categóricas foi analisada através do teste *Qui-quadrado* ou teste exato de *Fisher*. Foi considerado um  $p$ -valor  $\leq 0,05$ . Todas as análises foram realizadas usando programa *SPSS Statistics*, versão 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

## RESULTADOS

Durante os cinco meses do estudo, foram internados 328 pacientes na UTI, desses, 80 utilizaram VNI. Foram excluídos cinco pacientes devido à falta de informações nos prontuários. Doze utilizaram VNI por mais de uma vez durante o período de internação, totalizando 92 utilizações.

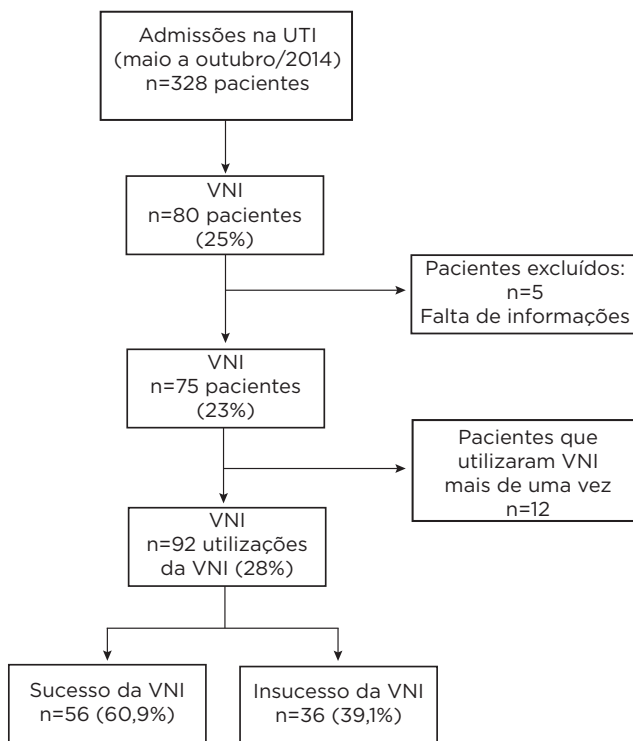


Figura 1. Fluxograma do estudo

UTI: Unidade de Terapia Intensiva; VNI: Ventilação não invasiva.

A Tabela 1 apresenta os valores referentes à caracterização da amostra. O grupo insucesso apresentou mais indivíduos do sexo masculino ( $p=0,006$ ) e maior

número de pacientes com diagnóstico de infecção extrapulmonar ( $p=0,012$ ).

A taxa de sucesso do uso da VNI foi de 60,9%. Não foram encontradas diferenças entre os grupos nos quesitos de modo, modelo, máscara, tempo total de permanência, e razões para instalação da VNI. O modo mais utilizado foi o *Bilevel* (94,6%), no modelo *Synchrony* (77,2%) e V60 (12,0%) com máscara *total face* (98,9%). A maioria dos indivíduos permaneceu menos que 24 horas em VNI (51,1%), seguido por aqueles que ficaram mais de 48 horas (35,9%). Em relação aos parâmetros iniciais da VNI, observou-se que a pressão positiva inspiratória nas vias aéreas (Ipap) e volume corrente (VC) foram superiores no grupo insucesso ( $p=0,029$  e  $p=0,011$ ), com média geral do Ipap  $15,9 \pm 2,8$  cmH<sub>2</sub>O e VC  $575,6 \pm 165,2$  mL.

Tabela 1. Caracterização da amostra

Variável	Total n=75	Sucesso n=45 (60%)	Insucesso n=30 (40%)	$p$ -valor
<b>Características gerais, média±DP</b>				
Idade (anos)	58,3±18,1	56,3±20,1	61,3±14,4	0,414
Sexo masculino, n (%)	33 (44)	14 (31,1)	19 (63,3)	0,006
Nível de consciência (Escala <i>Glasgow</i> )	13,3±2,03	13,4±1,9	13,2±2,1	0,718
SAPS III (pontos)	66,1±14,4	63,7±15,8	69,8±11,5	0,058
SAPS III (%)	49,2±25,1	45,2±27	55,2±21,2	0,08
<b>Diagnóstico para admissão na UTI, n (%)</b>				
Pós-operatório cirurgia abdominal	20 (26,7)	14 (31,1)	06 (20)	0,425
Infecção pulmonar	15 (20)	10 (22,2)	5 (16,7)	0,556
DPOC	12 (16)	8 (17,8)	4 (13,3)	0,752
Infecção extrapulmonar	10 (13,3)	2 (4,4)	8 (26,7)	0,012
EAP	6 (8)	3 (6,7)	3 (10)	0,678
Doenças onco-hematológicas	3 (4,6)	1 (2,2)	2 (6,7)	0,56
Asma	2 (2,7)	2 (4,4)	0 (0)	0,514
Doenças neuromusculares	1 (1,3)	1 (2,2)	0 (0)	
Outros	6 (8)	4 (8,9)	2 (6,7)	
<b>Procedência</b>				
Emergência	30 (40)	17 (37,8)	13 (43,3)	0,63
Centro cirúrgico	18 (24)	12 (26,7)	6 (20)	0,508
Outros hospitalais	15 (20)	10 (22,2)	5 (16,7)	0,556
Enfermaria	12 (16)	6 (13,3)	6 (20)	0,44
<b>Tempo de internação</b>				
Hospitalar (dias)	27,5±26,7	25,7±19,3	30,3±35,2	0,918
UTI (dias)	13,6±16	10,2±8,6	18,6±22,3	0,058

Método: Teste qui-quadrado. Teste de Fisher. Teste t de student. Teste U *Mann-Whitney*. SAPS: *Simplified Acute Physiology Score*, UTI: Unidade de Terapia Intensiva, DPOC: Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, EAP: Edema de Agudo de Pulmão.

A Tabela 2 apresentada as análises dos gases arteriais (n=83) e sinais vitais (n=92) prévios à utilização da VNI. O valor de saturação periférica de oxigênio (p=0,047); do pH, *base excess* e bicarbonato foram menores no grupo insucesso (p=0,004, p=0,006 e p=0,013, respectivamente), os últimos três, indicando um distúrbio metabólico.

Tabela 2. Análise dos gases arteriais e sinais vitais prévios ao uso da VNI

Variáveis	Total n=83	Sucesso n=51 (61,45%)	Insucesso n=32 (38,55%)	p-valor
<b>Gasometria, média ± DP</b>				
pH	7,36±0,09	7,38±0,09	7,33±0,01	0,004
pCO <sub>2</sub> (mmHg)	44,8±15,2	46,2±15,6	42,4±14,3	0,247
pO <sub>2</sub> (mmHg)	113,6±46,4	115,4±49,2	110,7±41,9	0,658
SatO <sub>2</sub> (%)	95,1±8,2	94,7±9,8	95,8±4,4	0,614
BE (mEq/l)	0,4±9,7	2,6±9,5	-3,2±8,9	0,006
BIC (mEq/l)	26,4±12	28,9±13,1	22,1±8,5	0,013
<b>Sinais vitais, média ± DP</b>				
	Total n = 92	Sucesso n = 56 (60,9%)	Insucesso n = 36 (39,1%)	
PAS (mmHg)	134,2±30,1	137,3±31,8	129,3±26,8	0,214
PAD (mmHg)	74,4±16,8	76,5±16,1	71,2±17,5	0,143
FC (bpm)	101,8±19,8	101,3±18,5	102,6±21,9	0,753
FR (rpm)	24,6±9,5	24,2±8,2	25,2±11,3	0,63
SpO <sub>2</sub> (%)	93±7,9	94,9±5,1	90,1±10,4	0,047

Método: Teste t de student. Teste U *Mann-Whitney*.

Pré-VNI: prévios a utilização da ventilação não invasiva; pH: potencial hidrogeniônico; pCO<sub>2</sub>: pressão parcial de gás carbônico; pO<sub>2</sub>: pressão parcial de oxigênio; SatO<sub>2</sub>: Saturação arterial de oxigênio; BE: *base excess*; BIC: bicarbonato; PAS: Pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; SpO<sub>2</sub>: Saturação periférica de oxigênio.

## DISCUSSÃO

Este estudo demonstrou a utilização da VNI em diferentes condições clínicas na prática diária de uma UTI, com uma taxa de sucesso de 60,9%, confirmando dados encontrados em outros estudos, nos quais as taxas de sucesso se apresentam entre 60 a 70%<sup>15,17,20,22-25</sup>.

No que diz respeito às características gerais dos indivíduos, Yamauchi et al.<sup>20</sup> identificaram que a idade foi maior nos indivíduos que evoluíram com insucesso da VNI (p=0,003). Essa média assemelha-se à encontrada em nosso estudo, porém, não encontramos diferenças entre os grupos.

Assim como Azevedo et al.<sup>21</sup>, Yamauchi et al.<sup>20</sup> demonstraram que um escore de gravidade elevado na admissão da UTI está associado com o insucesso da VNI (SAPS II>34), porém, isto não foi evidenciado em nosso estudo.

Os principais diagnósticos foram pós-operatório de cirurgia abdominal, infecção pulmonar, DPOC e infecção extrapulmonar. Taxas semelhantes de infecção pulmonar e extrapulmonar, EAP e DPOC foram encontrados em outros estudos<sup>21,26</sup>. Ressalta-se que os pacientes que internaram na UTI com diagnóstico de infecção extrapulmonar evoluíram com insucesso da VNI, provavelmente devido à gravidade do quadro clínico.

No presente estudo, não houve diferença na média de dias de internação na UTI e hospitalar entre os grupos, obtendo resultados semelhantes encontrados por outros autores<sup>21,25</sup>. No entanto, alguns estudos prospectivos verificaram que indivíduos que evoluíram com insucesso do uso da VNI permaneceram internados por maior tempo na UTI<sup>15,19,20</sup>. No estudo de Antonelli et al.<sup>15</sup> foi demonstrado que a falha da VNI foi relacionada a um risco elevado de permanecer na UTI por mais de sete dias, assim como desenvolver complicações e evoluir a óbito na UTI.

Na maioria dos casos, a VNI foi utilizada de forma preventiva à IOT (48,9%). A VNI, como primeira linha de tratamento, foi utilizada em 71% dos casos no estudo de Girault et al.<sup>25</sup>. Em contrapartida, outras pesquisas demonstraram taxas entre 15 a 20%<sup>21,22</sup>. A VNI como prevenção da IOT vem sendo utilizada principalmente em pacientes com DPOC, devido às recomendações nessa população<sup>27</sup>. Contudo, observa-se o uso da VNI em diversas condições clínicas<sup>28</sup>, como em pós-operatório de cirurgia abdominal, infecção extrapulmonar e doenças onco-hematológicas.

Há grande variação na literatura em relação ao tempo de uso da VNI. Alguns estudos demonstraram um tempo de uso entre cinco a períodos que ultrapassam 72 horas<sup>24-26</sup>. Nesse trabalho, o uso da VNI por menos de 24 horas foi predominante e não foram encontradas diferenças no tempo de utilização, entre os grupos.

Sobre os parâmetros iniciais da VNI, o grupo insucesso necessitou de valores médios de Ipap e VC maiores que o grupo sucesso. Da mesma forma, Yamauchi et al.<sup>20</sup> identificaram valores superiores de Ipap no grupo insucesso (14-16cmH<sub>2</sub>O), semelhantes ao presente estudo. Provavelmente, indivíduos mais graves, que necessitaram de valores elevados na VNI na tentativa de evitar a IOT ou reintubação.

Com relação a gasometria prévia ao uso da VNI, o grupo insucesso apresentou um pH acidótico, semelhante ao encontrado no estudo de Carlucci et al.<sup>22</sup>. Porém, esses autores atribuíram o baixo pH a altos valores de pressão parcial de CO<sub>2</sub>. Diferentemente do encontrado em nosso estudo, no qual a acidose foi devido a baixos valores de

bicarbonato. Os valores de *base excess* e bicarbonato foram inferiores no grupo insucesso. Rana et al.<sup>16</sup> sugerem que pacientes com níveis de bicarbonato baixos podem estar mais suscetíveis ao insucesso da VNI.

Observou-se que os sinais vitais como frequência respiratória, frequência cardíaca e pressão arterial sistólica encontrados nesse estudo foram semelhantes, ou inferiores, quando comparados com outros achados da literatura<sup>16,17,29</sup>. A análise da oxigenação dos indivíduos desse estudo foi realizada através da saturação periférica de oxigênio, que foi inferior no grupo insucesso. Rana et al.<sup>16</sup> utilizaram o índice de troca gasosa e, da mesma forma, demonstraram que o grupo insucesso possuía valores inferiores quando comparado ao grupo sucesso.

A incidência de insucesso da VNI (39,1%) encontrada nesse estudo foi semelhante às taxas descritas por outros autores<sup>15,17,20,22,24,25</sup>. Por outro lado, alguns estudos descrevem taxas superiores, como 50-74%<sup>16,19,21</sup>. A variação da taxa de insucesso da VNI parece estar relacionada com a causa da IRpA e a gravidade da doença<sup>15</sup>. Em alguns estudos, o insucesso do uso da VNI foi associado com fatores como gravidade clínica, presença de síndrome do desconforto respiratório agudo, idade >40 anos, balanço hídrico positivo, SAPSII >34, pH <7,40, PaO<sub>2</sub>:FiO<sub>2</sub> <146 após 1 hora de uso da VNI e Ipap >15<sup>16,21</sup>. Valores semelhantes aos encontrados nesse estudo, como: SAPS III >69, pH = 7,33 e Ipap >16 no grupo insucesso.

A não padronização da coleta gasométrica impossibilitou a obtenção de valores da gasometria para a comparação do uso prévio com posterior uso da VNI, e a não instituição de um protocolo de VNI foram as limitações neste estudo. Há necessidade de um número maior de amostra e outras análises estatísticas para inferir fatores preditivos para o insucesso na população dessa UTI.

## CONCLUSÃO

A VNI foi utilizada com sucesso na maioria dos pacientes e em diversas condições clínicas dentro da UTI. Dos sujeitos que internaram na UTI durante o período do estudo, aqueles com diagnóstico de infecção extrapulmonar, do sexo masculino e com acidose metabólica tiveram mais insucesso. Além disso, aqueles que evoluíram com insucesso da VNI necessitaram de parâmetros elevados de Ipap e VC.

## REFERÊNCIAS

- Ozyilmaz E, Ugurlu A, Nava S. Timing of noninvasive ventilation failure: causes, risk factors, and potential remedies. *BMC Pulm Med.* 2014;14(1):19. doi:10.1186/1471-2466-14-19
- Balami JS, Packham SM, Gosney MA. Non-invasive ventilation for respiratory failure due to acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in older patients. *Age Ageing.* 2006;35(1):75-9. doi:10.1093/ageing/afi211
- Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ, Hill NS. Which patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease benefit from noninvasive positive-pressure ventilation? A systematic review of the literature. *Ann Intern Med.* 2003;138(11):861-70.
- Antón A, Güell R, Gómez J, Serrano J, Castellano A, Carrasco JL et al. Predicting the result of noninvasive ventilation in severe acute exacerbations of patients with chronic airflow limitation. *Chest.* 2000;117(3):828-33.
- Díaz GG, Alcaraz AC, Talavera JCP, Pérez PJ, Rodríguez AE, Córdoba FG et al. Noninvasive positive-pressure ventilation to treat hypercapnic coma secondary to respiratory failure. *Chest.* 2005;127(3):952-60. doi:10.1378/chest.127.3.952
- Winck JC, Azevedo LF, Costa-Pereira A, Antonelli M, Wyatt JC. Efficacy and safety of non-invasive ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema – a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2006;10(2):R69. doi:10.1186/cc4905
- Gray A, Goodacre S, Newby DE, Masson M, Sampson F, Nicholl J, et al. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *N Engl J Med.* 2008;359(2):142-51. doi:10.1056/NEJMoa0707992
- Masip J, Betbesé AJ, Páez J, Vecilla F, Cañizares R, Padró J, et al. Non-invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomised trial. *Lancet.* 2000;356(9248):2126-32.
- Nava S, Carbone G, DiBattista N, Bellone A, Baiardi P, Cosentini R et al. Noninvasive ventilation in cardiogenic pulmonary edema: a multicenter randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168(12):1432-7. doi:10.1164/rccm.200211-1270OC
- Hess DR. The role of noninvasive ventilation in the ventilator discontinuation process. *Respir Care.* 2012;57(10):1619-25. doi:10.4187/respcare.01943
- Nava S, Gregoret C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med.* 2005;33(11):2465-70.
- Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, Bernadich O, Badia JR, Torres A. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;173(2):164-70. doi:10.1164/rccm.200505-718OC
- Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Arabi Y, Apezteguia C, González M, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med.* 2004;350(24):2452-60. doi:10.1056/NEJMoa032736
- Ornico SR, Lobo SM, Sanches HS, Deberaldini M, Tófoli LT, Vidal AM, et al. Noninvasive ventilation immediately after extubation improves weaning outcome after acute respiratory failure: a randomized controlled trial. *Crit Care.* 2013;17(2):R39. doi:10.1186/cc12549

15. Antonelli M, Conti G, Moro ML, Esquinas A, Gonzalez-Diaz G, Confalonieri M, et al. Predictors of failure of noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a multi-center study. *Intensive Care Med.* 2001;27(11):1718-28. doi:10.1007/s00134-001-1114-4
16. Rana S, Jenad H, Gay PC, Buck CF, Hubmayr RD, Gajic O. Failure of non-invasive ventilation in patients with acute lung injury: observational cohort study. *Crit Care.* 2006;10(3):R79. doi:10.1186/cc4923
17. Schettino G, Altobelli N, Kacmarek RM. Noninvasive positive-pressure ventilation in acute respiratory failure outside clinical trials: experience at the Massachusetts General Hospital. *Crit Care Med.* 2008;36(2):441-7. doi:10.1097/01.CCM.0000300084.67277.90
18. Passarini JN de S, Zambon L, Morcillo AM, Kosour C, Saad IAB. Use of non-invasive ventilation in acute pulmonary edema and chronic obstructive pulmonary disease exacerbation in emergency medicine: predictors of failure. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2012;24(3):278-83. doi:10.1590/S0103-507X2012000300012
19. Delgado M, Marcos A, Tizón A, Carrillo A, Santos A, Balerdi B et al. Impact of noninvasive ventilation failure upon patient prognosis. Subanalysis of a multicenter study. *Med Intensiva.* 2012;36(9):604-10. doi:10.1016/j.medine.2012.12.001
20. Yamauchi LY, Travaglia TCF, Bernardes SRN, Figueiroa MC, Tanaka C, Fu C. Noninvasive positive-pressure ventilation in clinical practice at a large university-affiliated Brazilian hospital. *Clinics.* 2012;67(7):767-72. doi:10.5935/0103-507X.20150046
21. Azevedo LCP, Park M, Salluh JIF, Rea-Neto A, Souza-Dantas VC, Varaschin P, et al. Clinical outcomes of patients requiring ventilatory support in Brazilian intensive care units: a multicenter, prospective, cohort study. *Crit Care.* 2013;17(2):R63. doi:10.1186/cc12594
22. Carlucci A, Richard J-C, Wysocki M, Lepage E, Brochard L. Noninvasive versus conventional mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;163(4):874-80. doi:10.1164/ajrccm.163.4.2006027
23. Meduri GU, Turner RE, Abou-Shala N, Wunderink R, Tolley E. Noninvasive positive pressure ventilation via face mask. First-line intervention in patients with acute hypercapnic and hypoxemic respiratory failure. *Chest.* 1996;109(1):179-93.
24. Alsous F, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Noninvasive ventilation: experience at a community teaching hospital. *Intensive Care Med.* 1999;25(5):458-63.
25. Girault C, Briel A, Hellot M-F, Tamion F, Woinet D, Leroy J, et al. Noninvasive mechanical ventilation in clinical practice: a 2-year experience in a medical intensive care unit. *Crit Care Med.* 2003;31(2):552-9. doi: 10.1097/01.CCM.0000050288.49328.F0
26. Sinuff T, Cook D, Randall J, Allen C. Noninvasive positive-pressure ventilation: a utilization review of use in a teaching hospital. *Can Med Assoc J.* 2000;163(8):969-73.
27. Barbas CSV, Ísola AM, Farias AM de C, Cavalcanti AB, Gama AMC, Duarte ACM, et al. Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part I. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2014;26(2):89-121. doi:10.5935/0103-507X.20140017
28. Keenan SP, Sinuff T, Burns KEA, Muscedere J, Kutsogiannis J, Mehta S, et al. Clinical practice guidelines for the use of noninvasive positive-pressure ventilation and noninvasive continuous positive airway pressure in the acute care setting. *Can Med Assoc J.* 2011;183(3):E195-214. doi:10.1503/cmaj.100071
29. Thille AW, Contou D, Fragnoli C, Córdoba-Izquierdo A, Boissier F, Brun-Buisson C. Non-invasive ventilation for acute hypoxemic respiratory failure: intubation rate and risk factors. *Crit Care.* 2013;17(6):R269. doi:10.1186/cc13103