

## 特集 ■ NPPV/HFNC

抜管後の非侵襲的呼吸療法  
再挿管リスクを抱えた患者には  
NPPVやHFNCを使用すべき前澤 俊憲 MAEZAWA, Toshinori  
JA 広島総合病院 救急・集中治療科

人工呼吸器管理において、再挿管が死亡率の上昇と関連している<sup>1)</sup>ことは多くの研究で示されている。再挿管を回避するために、原疾患治療や水分バランスの調整といった抜管前の準備はもちろんのこと、抜管後の呼吸サポートは重要である。ガイドライン<sup>2-5)</sup>で抜管後の非侵襲的陽圧換気 noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) や高流量鼻カニューレ療法 high-flow nasal cannula (HFNC) NPPV や HFNC の予防的使用は推奨されているが、実際の運用はどうだろうか。

本稿では、誰に・どのように NPPV や HFNC を用いるかについてまとめる。

## 抜管後呼吸療法とは

人工呼吸器管理は、ICU において多くの医療資源を要し、高額なコストがかかる治療である。そのため、早期の離脱が望ましい。しかし、抜管失敗は、患者の死亡率上昇と独立して関連している<sup>1)</sup>ことが報告されている。

2017 年 10 月～2018 年 6 月まで、50 か国の 481 施設の ICU で行われた観察研究 (WEAN SAFE study)<sup>6)</sup> では、ICU で 2 日以上的人工呼吸器管理を受けた 5869 例のうち、約 7 例に 1 例に当たる 13.7% が再挿管されたと報告されている。

抜管後のガス交換を改善し、呼吸仕事量を軽減することで抜管失敗のリスクを低下させるため、予防的な非侵襲的呼吸療法 non-invasive respiratory support (NIRS) が 2000 年代より研究されてきた。複数の無作為化比

較試験 (RCT)<sup>7, 8)</sup> において、予防的に NPPV を用いることで、再挿管率や ICU 死亡率の低下が示された。さらに、HFNC が臨床で使われるようになった 2010 年代後半からは、HFNC と NPPV を比較した RCT<sup>9-12)</sup> も行われるようになった。現在でも、NPPV や HFNC の使い分けは議論が続いている。

## 再挿管リスク・再挿管・抜管失敗とは

本稿を読み進めるうえで、PICO (patients (患者) intervention (介入) comparison (比較) outcome (アウトカム)) の注意点を述べておく。

まず、対象患者を考えるうえで、抜管後呼吸不全や再挿管リスクの理解が必要である。ガイドラインや過去の研究で言及される low risk は、再挿管危険因子が 1 つもないことを指し、何らかの危険因子がある場合を high risk と定義している。再挿管危険因子は研究

## キーワード

再挿管  
抜管失敗  
抜管後呼吸不全  
喀痰管理



表1 再挿管リスク

高齢 (65 歳以上)
BMI > 30
主に心不全に対する人工呼吸器管理
中等度～重度の COPD
抜管日の APACHE II スコア > 12
気道の問題 (喉頭浮腫など)
喀痰・気道分泌物への対応困難
(咳嗽反射不十分など)
人工呼吸器からの離脱困難 (初回 SBT 失敗など)
2 つ以上の併存疾患
7 日以上的人工呼吸器管理
文献 9 をもとに作成

間で若干異なるものの、近年の研究の多くは 2016 年の Hernández ら<sup>9)</sup> による high risk の患者を対象とした RCT で用いられた基準 (表 1) が使用されている。このように、1 つでも危険因子がある患者は high risk となるが、1 つのみの患者と複数ある患者は同じリスクではないはずである。

次に、介入方法は、予防目的か治療目的かということも大切なポイントである。抜管後 NIRS は呼吸不全の予防目的に行うとよいが、呼吸不全に至ってしまった患者に対して、治療目的に行ってもアウトカムを改善しない<sup>13, 14)</sup>。基本的にはこの考えでよいが、抜管後呼吸不全といってもその病態はさまざまであり、呼吸不全の原因が短時間で改善し得る状況では NPPV や HFNC のエスカレーションを考慮してもいいケースはあるだろう<sup>15)</sup>。

最後に、アウトカムでよく用いられる「再挿管」や「抜管失敗」といった用語は、研究によってその定義が異なる場合がある。例えば、抜管失敗 extubation failure は再挿管だけでなく死亡も含んだり、さらに呼吸状態悪化時のレスキュー治療としての他のデバイス使用を含むより広範な概念として用いられる場合もある。

また、観察期間も 48 時間以内とした研究もあれば、1 週間以内までとした研究もあり、イベント発生率がばらついている理由の 1 つであろう。また、これらの用語の曖昧さは、研究結果の比較や解釈をより困難にしている。

## 生理学的効果からみる再挿管予防

### NPPV と HFNC の生理学的効果

人工呼吸から離脱する際に、自発呼吸トライアル spontaneous breathing trial (SBT) を行うことが推奨されている<sup>4)</sup>。しかし、最低限の呼吸サポートで SBT を実施していても、抜管後には呼吸仕事量が増大してしまう。増大した呼吸仕事量を賄えない患者に対して、NPPV や HFNC がどのような効果を示すのか、生理学的な面から検討していく。

#### HFNC の効果

HFNC は吸気を直接サポートする効果はないが、高流量により死腔換気を減少させ、呼吸時の陽圧効果により肺用量を維持することで、間接的に吸気を補助する効果がある<sup>16)</sup>。その間接的な補助にはどれほどの効果があるのだろうか。まず、HFNC を使用することで呼吸困難を緩和する<sup>17)</sup> 効果が報告されている。そして、抜管後の患者に対して食道内圧を用いて HFNC と従来の酸素療法 conventional oxygen therapy (COT) の吸気努力を比較した RCT<sup>18)</sup> では、HFNC は COT と比較して有意に吸気努力を減少させ、呼吸数を低下させる効果は認められたものの、1 回換気量の増加はなかった。HFNC は、自発呼吸が十分な患者において呼吸困難や吸気努力の緩和が期待できるが、自発呼吸が不十分な患者において 1 回換気量を増加させる効果 (tidal recruitment 効果) はないと推測される。

#### NPPV の効果

一方で、NPPV はどうだろうか。再挿管リスクが高い患者に対して抜管後に NPPV と HFNC を用いた際の、抜管前後の呼吸状態の変化を食道内圧を用いて比較した RCT<sup>19)</sup> では、吸気努力は人工呼吸 < NPPV <

HFNC < COT の順に高くなっていった。また 1 回換気量は NPPV が最も多く、人工呼吸と HFNC、COT は同程度であった。NPPV が抜管前よりも 1 回換気量が増加した原因は明らかではないが、インターフェイスによる死腔の増加も関係しているかもしれない。

抜管後は無気肺の形成や喀痰のクリアランスが問題となることもあるが、後述するように、1 回換気量の増加が咳嗽力の増加につながるメリットがあるかもしれない。また基本的には肺障害が改善した後に人工呼吸器から離脱を進め抜管されるので、抜管後は厳格な 1 回換気量制限が緩和されている。HFNC のほうが快適性に優れていると思われるが、生理学的には、再挿管リスクが高い患者には、HFNC よりも NPPV の使用が合理的であると思われる。

### 使用するモードや設定

抜管後の患者に対して使用する場合の NPPV や HFNC の具体的な設定方法 (モードや設定) について述べる。

#### NPPV の設定

抜管後の患者を対象として NPPV の効果を評価した研究<sup>7, 8)</sup> では、基本的に Bi-level 換気 (いわゆる S/T モードなど) が用いられ、初期設定は IPAP (inspiratory positive airway pressure) が 8～12cmH<sub>2</sub>O、EPAP (expiratory positive airway pressure) が 4～6cmH<sub>2</sub>O であった。SBT は最低限の呼吸サポートとして PEEP 5cmH<sub>2</sub>O で行うことが多いが、抜管後も同程度のサポートになるように NPPV を設定する研究がほとんどである。これは NPPV で行う最低レベルの圧設定である。肥満患者などで、高めの PEEP 設定のまま抜管することがあれば、やはり同程度の PEEP で初期設定するのがよいだろう。

急性呼吸不全患者への導入であれば、呼吸

状態が改善するまで漸増していくが、抜管後では SBT と同程度の圧レベルで導入して徐々に設定圧を下げるウィーニングが行われる。通常は翌朝までや 24 時間以内に離脱できることが多い。

#### HFNC の設定

FiO<sub>2</sub> は SpO<sub>2</sub> などの酸素化の指標を参考にして調整する。一方で、流量に関しては、50～60L/min から 5～10L/min ずつ漸減するプロトコルや、10L/min から 5～10L/min ずつ漸増するプロトコルが過去の研究<sup>9, 11, 12)</sup> では用いられている。HFNC は高流量デバイスの 1 つであり、患者の吸気流量から不足ないように流量設定することが望ましい。つまり、SBT 中の患者の吸気流速を確認して、まずは同程度を目安に調整するのもよいだろう。

### 抜管後の気道管理と HFNC や NPPV

#### cough peak flow と最大換気量

SBT をクリアしても抜管失敗に至る主要因の 1 つとして、喀痰や気道分泌物のトラブルが挙げられる。喀痰や気道分泌物の対処で重要なのは、喀痰を喀出する能力である。抜管失敗リスクおよび排痰能力の予測因子として、cough peak flow (CPF) が知られている。CPF は「最大限に息を吸い込んだ状態から、意識的に最も強く咳をした瞬間の呼気流量の最大値」を指し、健康人では 360～400L/min<sup>20)</sup> といわれている。人工呼吸器管理中は、スパイロメータを人工呼吸回路に装着して測定する。そして、抜管失敗に至る CPF のカットオフ値は 60L/min 以下とされることが多い<sup>21)</sup>。

CPF は最大換気量との相関が報告<sup>22)</sup> されており、患者に深吸気を依頼して、その換気量を評価したりもする。呼吸筋疲労や筋力低



学会名	ACCP/ATS <sup>4)</sup>	ERS/ATS <sup>2)</sup>	ESICM <sup>3)</sup>	ERS <sup>5)</sup>
ガイドライン名	Liberation From Mechanical Ventilation in Critically Ill Adults: An Official American College of Chest Physicians/American Thoracic Society Clinical Practice Guideline	Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure	The role for high flow nasal cannula as a respiratory support strategy in adults: a clinical practice guideline	ERS clinical practice guidelines: high-flow nasal cannula in acute respiratory failure
発表年	2017	2017	2020	2022
推奨	24 時間以上の人工呼吸管理を受け、SBT をクリアしたものの、抜管失敗のリスクを抱える患者に対し、予防的な NPPV の使用を推奨する (strong recommendation, moderate quality of evidence)	high risk 患者への抜管後呼吸不全の予防目的で NPPV を使用することを推奨する (conditional recommendation, low certainty of evidence)  non-high risk 患者への NPPV 使用は推奨しない (conditional recommendation, very low certainty of evidence)	24 時間以上の人工呼吸管理を受け、何らかの high risk 患者に対して COT よりも HFNC を使用することを推奨する (conditional recommendation, moderate certainty evidence)  臨床医が NPPV を使用したほうがよいと判断する患者には、NPPV を使用することを推奨する (conditional recommendation, low certainty evidence)	low risk の非術後患者には、抜管後に COT よりも HFNC を使用することを推奨する (conditional recommendation, low certainty of evidence)  high risk 患者では、NPPV への禁忌がない場合には、HFNC よりも NPPV の使用を推奨する (conditional recommendation, moderate certainty of evidence)
結果	抜管成功 (48 時間以上、再挿管もしくは NIV 装着が不要) については、5 つの RCT が組み入れられた。COT と比較して、NPPV は抜管成功の RR が 1.14 (95%CI 1.05 ~ 1.23) であった。ICU 滞在期間については、4 つの RCT が組み入れられた。COT と比較して、NPPV の ICU 滞在期間が平均差で -2.48 日 (95%CI -4.03 ~ -0.93) であった	死亡については、5 つの RCT が組み入れられた。COT と比較して NPPV の死亡の RR が 0.41 (95%CI 0.21 ~ 0.82) であった。再挿管については、7 つの RCT が組み入れられた。COT と比較した NPPV の RR は 0.75 (95%CI 0.49 ~ 1.15) とであった	COT との比較では、再挿管については 4 つの RCT が組み入れられ、HFNC の RR は 0.46 (95%CI 0.30 ~ 0.70) であった。抜管後呼吸不全については、3 つの RCT が組み入れられ、RR が 0.52 (95%CI 0.30 ~ 0.91) であった。NPPV との比較では、HFNC は再挿管及び抜管後呼吸不全で一貫した効果は示されなかった	low risk 患者において、COT と比較して HFNC は再挿管の RR は 0.62 (95%CI 0.38 ~ 1.01), RD は -5.1% (95%CI -8.2 ~ 0.1) であった。また、NPPV への移行の RR は 0.38 (95%CI 0.17 ~ 0.85), RD は -9.4% (95%CI -12.5 ~ -2.3) であった。一方で、high risk 患者において NPPV と比較すると、HFNC は再挿管の RR は 1.31 (95%CI 1.04 ~ 1.64) で、RD は 4.4% (95%CI 0.6 ~ 9.2) であった

COT: 従来の酸素療法, HFNC: high-flow nasal cannula, NPPV: 非侵襲的陽圧換気, RCT: 無作為化比較試験, RD: リスク差, RR: 相対リスク, SBT: 自発呼吸トライアル

下により 1 回換気量が減少している場合は、予備換気量も減少しているため、必然的に最大換気量も減少する。このような高リスク患者では、可能なかぎり早期から介入を開始し、早期離床などのリハビリテーションや肺理学療法を積極的に行うのがよいだろう。

先述のとおり、最大換気量を増加させやすいのは、HFNC よりも換気サポート効果の高い NPPV である。また、CPF 低下患者を対象とした COT と NPPV の比較研究<sup>23)</sup>では、CPF < 70L/min の患者群で NPPV が COT と比較して有意に再挿管を抑制した一方で、CPF ≥ 70L/min では差がみられなかった。これらの結果から、CPF が低下し、

排痰に懸念が残る患者においては、NPPV を用いて 1 回換気量を増加させることが重要であると考えられる。

### 「NPPV の役割」における NPPV の役割

「NPPV は喀痰を押し込むため、喀痰が多い患者には使えない」という見解があるが、これは誤解をまねく表現であると筆者は考える。

例えば、細菌性肺炎による急性呼吸不全で NPPV が有効でないという根拠はない。実際、日本で行われた急性 I 型呼吸不全 (市中肺炎を 7 割含む) を対象に NPPV と HFNC を比較した JaNP-Hi 研究<sup>24)</sup>では、NPPV は HFNC よりも良好な治療成績 (挿管基準を満たすま

抜管後の非侵襲的呼吸療法

表 3 再挿管リスク数とデバイス別の推奨度

	再挿管リスク数	NPPV	HFNC
low risk	0	x~△	x~△
high risk	1~3	どちらでも○	○
very high risk	≥ 4	◎	△

での時間や割合)を示した。日本集中治療医学会による ARDS 診療ガイドライン 2021<sup>25)</sup>においても、HFNC と NPPV の間に、新規の肺炎発生率には差がないことが報告されている。また、NPPV が頻繁に用いられる COPD 患者は、通常時から喀痰が多く、肺炎による急性増悪時にはさらに増加する。これらの疾患における NPPV の有効性を鑑みると、喀痰が多い患者群で NPPV が治療成績を単純に悪化させるとは考えにくい。意図的に咳嗽する前には大きく息を吸い込むため、1 回換気量が大きくなることは強い咳嗽力のためには必要不可欠である。

NPPV 装着後に無気肺が改善するケースも経験するが、EPAP ではなく、IPAP と EPAP の差 [pressure support (PS)] による大きな換気量が無気肺の改善に寄与することも付け加えておく。もちろん、マスクを満足に装着することができないほど頻回の吸引を要する状態であれば、NPPV による補助効果は限定的だろう。そのような場合は、気管挿管が必要となる。

### 抜管後呼吸療法に関する主要ガイドライン

2025 年までに出版された抜管後の非侵襲的呼吸療法に関する主要なガイドラインの推奨事項について、表 2 にまとめる。

ACCP/ATS<sup>4)</sup>人工呼吸離脱ガイドライン(2017)<sup>4)</sup>、ERS<sup>2)</sup>/ATS NPPV ガイドライン(2017)<sup>2)</sup>

いずれものガイドラインでも、NPPV の使用は high risk 患者に限定して推奨されている。COT と比較したメタ解析に基づき、NPPV が再挿管率と死亡率を低下させることが示されたことをふまえた推奨となっている。

これら 2 つのガイドラインは「抜管後呼吸不全に対する予防的な NPPV」という手法を普及させるうえで重要な役割を果たしただろう。しかし、2025 年現在においては、い

ずれのガイドラインも組み入れられた研究が 10 年以上前のものである点や、NPPV の比較群が HFNC ではなく COT である点をふまえて推奨内容を解釈する必要がある。予防的な NPPV の使用に関するガイドラインの更新が期待される。

ESICM<sup>3)</sup>HFNC ガイドライン(2020)<sup>3)</sup>、ERS HFNC ガイドライン(2022)<sup>5)</sup>

これらのガイドラインでは、2010 年代後半以降の HFNC による抜管後呼吸療法の RCT の結果をふまえた推奨がなされている。いずれのガイドラインのメタ解析でも、COT との比較では HFNC は再挿管率を低下させるが、NPPV との比較では HFNC は再挿管率を低下させなかった。その結果が、推奨内容にも反映されている。

ESICM のガイドラインでは、high risk 患者への明言はないが NPPV の使用を優先する表現になっており、ERS のガイドラインでは、high risk 患者へは、NPPV への禁忌がなければ、NPPV の使用を推奨している。ERS ガイドラインが NPPV と HFNC の直接比較の RCT をより多く組み入れていることが、このような推奨の違いにつながったと考えられる。今後も NPPV と HFNC に関する研究は継続されると思われ、両者の具体的な使い分けが今後のガイドラインで推奨されることが期待される。

### 再挿管リスクと NIRS の使い分け

前述のように、再挿管危険因子 (表 3) が 1 つ以上は high risk 患者と分類されるが、こ

- \*1 ACCP: American College of Chest Physicians, ATS: American Thoracic Society
- \*2 ERS: European Respiratory Society
- \*3 ESICM: European Society of Intensive Care Medicine



{  
(以下同)

 $\times \in 1$ 

## 「再挿管」リスク

注意すべき点として、再挿管リスクはあくまでも「再挿管」を予測するためのものであり、NPPVやHFNCが有効であることを示すスコアではない。例えば、脳血管障害により気道の維持が困難な症例は、再挿管リスクはhigh riskに分類されるが、当然ながら気道が維持できない症例に対してはHFNCも

NIV も効果は期待できない。再挿管リスクはあくまで再挿管に至るかを予測するスコアであるため、スコアリングのみにとらわれず、NIRS を実施するかどうかは、個々の患者の状態を総合的に評価することが重要である。

× 2

## NPPV weaning

本稿では、SBT をクリアし、再挿管を予防するための NPPV や HFNC の用法について主に解説した。一方で、初回 SBT に失敗した抜管失敗のリスクが高い患者の一部を対象に、抜管後に NPPV を用いて早期に人工呼吸離脱する方法が存在する。

具体的には、抜管前のプレッシャーサポート換気 pressure support ventilation (PSV) モードにおける PS と PEEP を、NPPV の IPAP・EPAP で再現し、患者の快適性や呼吸回数をみて IPAP を調整する方法である。

Cochrane レビュー<sup>28)</sup>によると, COPD 患者の

場合、NPPVを用いた早期人工呼吸離脱は死亡率や  
抜管成功率、再挿管率を悪化させることなく、VAP  
のリスクを減少させる効果が認められた。一方で、  
さまざまな原因で人工呼吸器管理を受けている患者  
を対象とした多施設 RCT では、SBT クリア後に抜  
管した群と NPPV を用いた早期離脱群との間に有意  
な差はみられなかった。

COPD などの慢性Ⅱ型呼吸不全を背景にもつ患者が、初回 SBT に成功しなかった際に、NPPV を用いた早期人工呼吸離脱を選択肢の 1 つとして検討してもよいだろう。

の分類には実臨床との乖離を感じる (メモ1)。そこで、以下のような分類を提案する。最後に、筆者の見解も含めて、この分類に応じた抜管後のNIRSの使用方法について述べる。

low risk (再挿管リスク：該当なし)

抜管後に NIRS をルーチンに行う必要はない  
と考える。しかし、危険因子の定義には該当  
しないものの、軽度の基礎疾患や BMI 高値  
など何らかの懸念がある患者では、考慮して  
もいいだろう。

high risk  
(再挿管リスク:1～3項目)

再挿管リスクが1～3項目の high risk 患者層においては、NPPV と HFNC の明らかな優劣はついていない。この患者層では、背景に応じた選択をすべきと思われるが、どちらのデバイスを選択してもよいと考える。HFNC は使いやすく、患者の快適性が比較

× 3

## pre-oxygenation におけるNPPVやHFNC

救急外来やICUでは、低酸素血症を適応とした気管挿管がしばしば行われる。挿管時の低酸素イベントを防ぐためには pre-oxygenation が重要であり、その選択肢として従来の酸素療法（リザーバーマスク、バグバルブマスク）だけでなく、NPPV や HFNC を用いた手法も研究されてきている。

重症患者の呼吸不全には、何らかの換気血流不均衡が存在することが多く、従来の酸素療法のみでは pre-oxygenation が不十分となる場合が少なくない。このような状況では、PEEP をかけるなどの陽圧換気が酸素化の改善につながり得ると考えられる。

実際に、ICUにおける通常酸素療法と NPPV を比較した RCT<sup>29)</sup> では、NPPV で pre-oxygenation を行ったほうが、挿管時の低酸素血症 ( $\text{SpO}_2 < 85\%$ ) の発生率が低かった (リスク差  $-9.4\%$ ,  $95\%$  信頼区間 (CI)  $-13.2 \sim -5.6\% <$ ,  $p < 0.001$  )。サブ解析では、急性呼吸不全を適応とした場合、BMI  $\geq 30$  の患者、挿管前の  $\text{FiO}_2$  が高値の患者において、特に有意なリスク差が認められた。このように、重症患者で肺内シャントが存在すると推測される際には、NPPV を用いた pre-

oxygenationで肺リクルートメントしながら挿管を行うという選択肢が有用であると考えられる。

一方で、すべての患者にルーチンで NPPV を用いることは、患者の忍容性の観点から難しい場合がある。そこで NPPV の代替として HFNC が選択肢となる。NPPV と HFNC を比較した RCT<sup>30)</sup> では、挿管時の低酸素イベント ( $\text{SpO}_2 < 80\%$ ) の発生率は同等であったが (NPPV 23% vs. HFNC 27%, RD - 4.2, 95% CI - 13.7 ~ 5.5,  $p = 0.39$ )、P/F 比が 200 以下の呼吸不全に限定したサブ解析では、NPPV のほうが低酸素イベントの発生率が低かった (NPPV 24% vs. HFNC 35%, RD - 11.3, 95% CI - 22.3 ~ 0.3,  $p = 0.0553$ )。ちなみに、HFNC のガイドライン<sup>3)</sup>の推奨では、すでに HFNC を使用していれば挿管時の継続使用はよいが、新規に HFNC を開始する必要はないとしている。

これらより、呼吸不全が重度であれば NPPV を選択し、NPPV への不耐やもともと HFNC を使用していれば、HFNC を選択するといったプラクティスが現実的であると考えられる。

みられる可能性が示唆された。その後、very high risk 患者（再挿管リスクが4項目以上）に限定して抜管後の NPPV と HFNC を比較した RCT<sup>27)</sup> では、NPPV のほうが有意に再挿管率が低かった。これらの結果から、再挿管リスクが4項目以上該当する患者では、禁忌がないのであれば、NPPV を選択するほうが現時点では適切であると考えられる。

## おわりに

本稿では、抜管後おける非侵襲型の呼吸療法について解説した(メモ2, 3)<sup>28~30)</sup>。抜管後のNPPVやHFNCは、再挿管リスクを抱えた患者に使用すべきである。その選択に際しては、背景疾患だけでなく、再挿管リスクの数や、十分な咳嗽能力があるかなども考慮して決定する必要がある。現状のガイドラインの推奨と最新のエビデンスをふまえ、本稿が今後の診療の一助となれば幸いである。

文献

文献 12a 夏城 MB 31 20H

1. Frutos-Vivar F, Esteban A, Apezteguia C, et al. Outcome of reintubated patients after scheduled extubation. *J Crit Care* 2011 ; 26 : 502-9.

2. Rochwerg B, Brochard L, Elliott MW, et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines : noninvasive ventilation for acute respiratory failure. Eur Respir J 2017 ; 50 : 1602426. PMID : 28860265

3. Rochwerg B, Einav S, Chaudhuri D, et al. The role for high flow nasal cannula as a respiratory support strategy in adults : a clinical practice guideline. *Intensive Care Med* 2020 ; 46 : 2226-37.

PMID : 33201321

4. Ouellette DR, Patel S, Girard TD, et al. Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults : an official American College of Chest Physicians/ American Thoracic Society clinical practice guide-

line : inspiratory pressure augmentation during spontaneous breathing trials, protocols minimizing sedation, and noninvasive ventilation immediately after extubation. *Chest* 2017 ; 151 : 166–80.

PMID : 27818331

5. Oczkowski S, Ergan B, Bos L, et al. ERS clinical practice guidelines : high-flow nasal cannula in acute respiratory failure. *Eur Respir J* 2022 ; 59 : 2101574. PMID : 34649974

6. Pham T, Heunks L, Bellani G, et al. Weaning from mechanical ventilation in intensive care units across 50 countries (WEAN SAFE) : a multicentre, prospective, observational cohort study. *Lancet Respir Med* 2023 ; 11 : 465-76. PMID : 36693401

7. Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, et al. Early non-invasive ventilation averts extubation failure in



40  
以内

- patients at risk : a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2006 ; 173 : 164-70. PMID : 16224108
8. Nava S, Gregoretti C, Fanfulla F, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med* 2005 ; 33 : 2465-70. PMID : 16276167
  9. Hernández G, Vaquero C, Colinas L, et al. Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs noninvasive ventilation on reintubation and postextubation respiratory failure in high-risk patients : a randomized clinical trial. *JAMA* 2016 ; 316 : 1565-74. PMID : 27706464
  10. Hernández G, Vaquero C, González P, et al. Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs conventional oxygen therapy on reintubation in low-risk patients : a randomized clinical trial. *JAMA* 2016 ; 315 : 1354-61. PMID : 26975498
  11. Thille AW, Muller G, Gacouin A, et al. Effect of postextubation high-flow nasal oxygen with noninvasive ventilation vs high-flow nasal oxygen alone on reintubation among patients at high risk of extubation failure : a randomized clinical trial. *JAMA* 2019 ; 322 : 1465-75. PMID : 31577036
  12. Hernández G, Paredes I, Moran F, et al. Effect of postextubation noninvasive ventilation with active humidification vs high-flow nasal cannula on reintubation in patients at very high risk for extubation failure : a randomized trial. *Intensive Care Med* 2022 ; 48 : 1751-9. PMID : 36400984
  13. Boscolo A, Pettenuzzo T, Sella N, et al. Noninvasive respiratory support after extubation : a systematic review and network meta-analysis. *Eur Respir Rev* 2023 ; 32 : 220196. PMID : 37019458
  14. Fernando SM, Tran A, Sadeghirad B, et al. Noninvasive respiratory support following extubation in critically ill adults : a systematic review and network meta-analysis. *Intensive Care Med* 2022 ; 48 : 137-47. PMID : 34825256
  15. Thille AW, Monseu G, Coudroy R, et al. Noninvasive ventilation versus high-flow nasal oxygen for postextubation respiratory failure in ICU : a post-hoc analysis of a randomized clinical trial. *Crit Care* 2021 ; 25 : 221. PMID : 34183053
  16. Mauri T, Turrini C, Eronia N, et al. Physiologic effects of high-flow nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2017 ; 195 : 1207-15. PMID : 27997805
  17. Pisani L, Antonelli M. Nasal high flow to modulate dyspnea in orally intubated weanable patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2025 ; 211 : 544-6. PMID : 39847721
  18. Basoalto R, Damiani LF, Jalil Y, et al. Physiological effects of high-flow nasal cannula oxygen therapy after extubation : a randomized crossover study. *Ann Intensive Care* 2023 ; 13 : 104. PMID : 37851284
  19. Arrive F, Le Pape S, Bruhn A, et al. Physiological comparison of noninvasive ventilation and high-flow nasal oxygen on inspiratory efforts and tidal volumes after extubation : a randomized crossover trial. *Crit Care* 2025 ; 29 : 185. PMID : 40341100
  20. Brennan M, McDonnell MJ, Duignan N, et al. The use of cough peak flow in the assessment of respiratory function in clinical practice- a narrative literature review. *Respir Med* 2022 ; 193 : 106740. PMID : 35123355
  21. Smina M, Salam A, Khamiees M, et al. Cough peak flows and extubation outcomes. *Chest* 2003 ; 124 : 262-8. PMID : 12853532
  22. Smith JA, Aliverti A, Quaranta M, et al. Chest wall dynamics during voluntary and induced cough in healthy volunteers. *J Physiol* 2012 ; 590 : 563-74. PMID : 22144580
  23. Duan J, Han X, Huang S, et al. Noninvasive ventilation for avoidance of reintubation in patients with various cough strength. *Crit Care* 2016 ; 20 : 316. PMID : 27716405
  24. Nagata K, Yokoyama T, Tsugitomi R, et al. Continuous positive airway pressure versus high-flow nasal cannula oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure : a randomized controlled trial. *Respirology* 2024 ; 29 : 36-45. PMID : 37648252
  25. 日本集中治療医学会 / 日本呼吸器学会 / 日本呼吸療法医学会 ARDS 診療ガイドライン作成委員会 . ARDS 診療ガイドライン 2021. *日集中医誌* 2022 ; 29 : 295-332.
  26. Hernández G, Vaquero C, Ortiz R, et al. Benefit with preventive noninvasive ventilation in subgroups of patients at high-risk for reintubation : a post hoc analysis. *J Intensive Care* 2022 ; 10 : 43. PMID : 36089625
  27. Hernández G, Paredes I, Moran F, et al. Effect of postextubation noninvasive ventilation with active humidification vs high-flow nasal cannula on reintubation in patients at very high risk for extubation failure : a randomized trial. *Intensive Care Med* 2022 ; 48 : 1751-9. PMID : 36400984
  28. Burns KEA, Meade MO, Premji A, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation as a weaning strategy for intubated adults with respiratory failure. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 : CD004127. PMID : 24323843
  29. Gibbs KW, Semler MW, Driver BE, et al. Noninvasive ventilation for preoxygenation during emergency intubation. *New Engl J Med* 2024 ; 390 : 2165-77. PMID : 38869091
  30. Frat JP, Ricard JD, Quenot JP, et al. Non-invasive ventilation versus high-flow nasal cannula oxygen therapy with apnoeic oxygenation for preoxygenation before intubation of patients with acute hypoxaemic respiratory failure : a randomised, multicentre, open-label trial. *Lancet Respir Med* 2019 ; 7 : 303-12. PMID : 30898520

18  
利益相反 (COI) :

13a 274/明報 (w3)