

特集 ■ NPPV/HFNC

各病態に対するNPPVとHFNCのエビデンス、使い分け

抜急性低酸素性呼吸不全(AHRF)

HFNCもNPPVも選択肢の1つ、
P-SILI予防、

気管挿管への適切な移行も忘れない

岡森 慧 OKAMORI, Satoshi
済生会宇都宮病院 呼吸器内科

急性低酸素性呼吸不全 acute hypoxemic respiratory failure (AHRF) は、さまざまな疾患を背景に発症し、適切な呼吸管理が予後を大きく左右する。近年、非侵襲的呼吸補助 non invasive respiratory support (NIRS) の選択肢として、高流量鼻カニューレ療法 high flow nasal cannula (HFNC) と非侵襲的陽圧換気療法 noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) が広く用いられているが、両者の適応や有効性には議論がある。

本稿では、AHRFにおけるHFNCとNPPVの最新エビデンスと使い分け、P-SILI（自発呼吸誘発性肺傷害 patient self inflicted lung injury）予防や気管挿管への適切な移行について解説する。

キーワード

自発呼吸誘発性肺傷害
(P-SILI)
nonintubated ARDS
胸腔内圧
COVID-19急性低酸素性呼吸不全
(AHRF)とは

呼吸不全とは、呼吸器系が十分なガス交換を行えない状態を指し、I型とII型に分類される。

急性I型呼吸不全は、急性低酸素性呼吸不全 (AHRF) とも呼ばれ、肺泡レベルでの拡散障害、換気血流不均衡、右左シャントなどにより、低酸素血症〔動脈血酸素飽和度 (PaO₂) < 60mmHg〕に至ったものである。

AHRFに含まれる疾患には、細菌性やウイルス性肺炎、心原性肺水腫、肺血栓塞栓症、急速進行性の間質性肺疾患などがある。一方、肺泡換気量の低下によってCO₂の排出が障害され、高二酸化炭素血症に陥ったものがII型呼吸不全 (hypercapnic respiratory failure) である。慢性閉塞性肺疾患 (COPD) 増悪、喘息発作、気道閉塞 (腫瘍・異物) などの呼吸器疾患に加え、中枢性呼吸抑制 (薬物過量、

脳卒中、電解質異常)、神経筋疾患 (重症筋無力症、Guillain-Barré 症候群など) もII型呼吸不全の原因となる。

低酸素血症は、肺泡低換気、拡散障害、右左シャント、換気血流不均衡、低酸素環境の5つのメカニズムにより引き起こされる。II型呼吸不全は肺泡低換気が主な原因であるため、換気補助が可能なNPPV (Bi-level, PSV, S/T) が有効である場合が多い。一方、AHRFでは複数のメカニズムが関与していることが多く、HFNCとNPPVの適切な使い分けがしばしば困難となる。

本稿では、AHRF患者に対するNIRSについて、HFNCとNPPVを中心に解説する。

AHRFに対する
NIRSの歴史

1950年代に陽圧型人工呼吸器が普及して以降、AHRFに対する呼吸管理は、気管挿管

や気管切開による侵襲的機械換気 invasive mechanical ventilation (IMV) が中心だった。1980年代にフェイスマスクを用いた NPPV が導入され、AHRF における NIRS の中心的な手段となった。しかしながら、COPD 増悪や心原性肺水腫での NPPV の有用性は実証されていたものの、心原性肺水腫以外の AHRF に対する NPPV のエビデンスは限定的であった。

HFNC の普及は、2010 年代半ばからとされる。2015 年に報告された FLORALI 試験¹⁾では、心原性肺水腫を除く AHRF 患者約 300 例を、標準的酸素療法 standard oxygen therapy (SOT), NPPV (Bi-level), HFNC の 3 群に割り付けて比較した。主要評価項目である 28 日以内の挿管率には有意差はなかったものの、副次的評価項目である 90 日死亡率は HFNC 群で最も低い傾向が示され [SOT 群 23 %, NPPV 群 28 %, HFNC 群 12 %], HFNC が AHRF に対する NIRS の第一選択肢として注目を集めるきっかけとなった。また、NPPV が SOT に対して明確な優越性を示さなかった点は、当時の呼吸管理戦略の見直しを促す結果となった。さらには、2019 年以降の新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) パンデミックで、人工呼吸器や ICU ベッド、熟練した医療スタッフといった資源が世界的に不足するなか、HFNC の快適性と簡便さは大きな利点となった。Surviving Sepsis Campaign ガイドライン²⁾などの国際ガイドラインでも推奨を受け、HFNC は爆発的に普及することとなった。

現在、AHRF における NIRS の中心的存在として HFNC は確固たる地位を築いている。しかしながら、HFNC と NPPV の優劣はいまだ決着していない。2022 年の Okano ら³⁾によるネットワークメタ解析では、短期死亡率と気管挿管率において、NPPV と HFNC に有意差は認められなかった。COVID-19 患者に限定したネットワークメタ解析⁴⁾でも、

NPPV は SOT に比べ治療失敗率を有意に低下させた一方、HFNC は有意な改善を示さず、NPPV と HFNC の比較では優劣は明確ではなかった。

HFNC と NPPV を直接比較した無作為化比較試験 (RCT) として、2025 年に報告された RENOVATE 試験⁵⁾がある。この試験では、呼吸不全患者 1800 例を 5 つのグループ (非免疫不全患者の低酸素血症、免疫不全患者の低酸素血症、COPD 増悪、心原性肺水腫、COVID-19 による低酸素血症) に分類し、HFNC または NPPV (Bi-level) に無作為に割り付けた。主要評価項目は 7 日以内の気管挿管または死亡であり、HFNC の NPPV に対する非劣性が検証された。その結果、免疫不全患者以外の 4 グループで HFNC の非劣性が示された。

これまで NPPV の有用性が確立されていた COPD 増悪や心原性肺水腫でも HFNC の非劣性が示された点は注目に値する。一方で、一部グループの症例数が少なく、非劣性マージンの設定が緩やかであることへの批判的な意見も存在し、さらなる検討が望まれる。

AHRFにおけるNIRSの実態

AHRF において、HFNC や NPPV、SOT といった NIRS をどのように使い分けるかは、まだ十分確立していない。ここでは重症の非心原性 AHRF である急性呼吸窮迫症候群 (ARDS) を念頭におき、ARDS ガイドラインにおける各デバイスの位置づけを紹介しつつ、使い分けの実際を解説する。

ARDS 診療ガイドライン 2021⁶⁾

日本の「ARDS 診療ガイドライン 2021」では、NIRS についての Clinical Question (CQ) が設定されている。AHRF 患者を対象とした RCT を検索し、NPPV、HFNC、SOT、IMV の 4 つの介入群でのネットワークメタ

表1 ARDS診療ガイドライン 2021⁶⁾におけるNIRSの推奨

	推奨	推奨の強さ	エビデンスの確実性
HFNC			
HFNC vs. SOT	HFNC	条件付き推奨	中
HFNC vs. 気管挿管	HFNC	条件付き推奨	中
NPPV			
NPPV vs. SOT	NPPV	条件付き推奨	中
NPPV vs. 気管挿管	NPPV	条件付き推奨	中

あくまで初期の呼吸管理についての推奨であることに注意する。気管挿管の遅れが死亡率を増加させる可能性があることが付帯事項に明記されている。
ARDS: 急性呼吸窮迫症候群, HFNC: 高流量鼻カニューレ療法, NIRS: 非侵襲的呼吸補助, NPPV: 非侵襲的呼吸補助, SOT: 標準的酸素療法

解析が実施された。NPPV と HFNC はそれぞれ、SOT と比べると短期死亡や気管挿管の減少、IMV と比べると短期死亡や肺炎の減少といった望ましい効果が得られると推定された。この結果をもとに、成人 AHRF 患者に対する初期の呼吸管理として、HFNC または NPPV を使用することが条件付きで推奨されている (表 1)。ただし本ガイドラインでは、HFNC と NPPV の優先順位に関する直接的な比較の CQ は設定されていない。現在制作中の改訂版^{*1)}では、HFNC と NPPV の比較に関する CQ が新たに含まれる予定であり、その結果が注目される。

ESICM ガイドライン 2023⁷⁾

2023 年に European Society of Intensive Care Medicine (ESICM) が発行した ARDS ガイドラインでは、NIRS の使用に関する推奨がより詳細に提示されている (表 2)。日本のガイドラインとの違いとして、目標とするアウトカムごとに推奨を提示している点が挙げられる。

HFNC および NPPV は、気管挿管の回避を目的とした場合には一定の推奨を受けているが、死亡率の低下については SOT と比べて明らかな優位性が示されず、推奨に至らなかった。また、原因疾患が COVID-19 か否

表2 ESICM ARDSガイドライン⁷⁾におけるNIRSの推奨

アウトカム	推奨	推奨の強さ	エビデンスレベル
HFNC vs. SOT			
気管挿管	HFNC	強く推奨	中
COVID-19 の場合	HFNC	強く推奨	低
死亡	推奨なし		高
COVID-19 の場合	推奨なし		中
CPAP/NIV vs. SOT			
気管挿管	推奨なし		中
COVID-19 の場合	CPAP	弱く推奨	低
死亡	推奨なし		高
COVID-19 の場合	推奨なし		中
HFNC vs. CPAP/NIV			
気管挿管	推奨なし		低
COVID-19 の場合	CPAP/NIV	弱く推奨	高
死亡	推奨なし		中
COVID-19 の場合	推奨なし		高
ヘルメット型 CPAP/NIV vs. フェイスマスク型 CPAP/NIV			
気管挿管	推奨なし		非常に低
死亡	推奨なし		非常に低
NIV vs. CPAP			
	推奨なし		なし

CPAP: 持続気道陽圧, HFNC: 高流量鼻カニューレ療法, NIRS: 非侵襲的呼吸補助, NIV: 非侵襲的換気, NPPV: 非侵襲的呼吸補助, SOT: 標準的酸素療法

かによっても一部の推奨が異なっており、さらに NPPV の換気モードやインターフェイスの違いにも言及している。HFNC と NPPV の比較についても検討され、COVID-

*1 9.5a ガイドライン
ARDS診療ガイドライン
2026
9.5a ガイドライン
13w 誌

色50%
+スミ20%
0.5

色80%
43
140

発症時期	何らかの侵襲、新たな呼吸器症状、または呼吸器症状の増悪から1週間以内
胸部画像	両側陰影（胸水、無気肺、または結節影のみでは説明できないもの）
肺水腫の原因	心不全または水分過剰のみでは説明できない呼吸不全 危険因子がない場合、静水圧性肺水腫除外のため客観的評価を要する（心臓超音波検査など）
酸素化	軽症：200mmHg < P/F ≤ 300mmHg（5cmH ₂ O以上のPEEPまたはCPAP下で） 中等症：100mmHg < P/F ≤ 200mmHg（5cmH ₂ O以上のPEEP下で） 重症：P/F ≤ 100 mmHg（5cmH ₂ O以上のPEEP下で）
P/F：PaO ₂ /FiO ₂	

色20%
スミ15%

19 患者の気管挿管を回避する目的であれば、HFNC よりも NPPV を使用することを提案（弱い推奨）している。これは COVID-19 による AHRF 患者を対象とした HENIVOT 試験⁹⁾ で、ヘルメット型 NPPV〔非侵襲的換気 non-invasive ventilation (NIV)〕が HFNC に比べて副次評価項目である気管挿管率を低下させたことを根拠としている。

ガイドラインの解釈

日本の ARDS 診療ガイドラインでは、介入によって推定されるさまざまなアウトカムの全体的なバランスに基づいて推奨を決定している。その結果、AHRF に対する初期の NIRS として、HFNC および NPPV が SOT よりも推奨されている。一方で、ESICM のガイドラインでは目標とするアウトカムごとで推奨を提示しており、生命予後の改善という点では HFNC、NPPV、SOT に優劣を提示していない。このような相違は、患者個々の治療目標や価値観を意識した診療において重要である。

すなわち、気管挿管の回避が重要な症例、例えば、DNI (Do Not Intubate) の意思が確認されている患者や、IMV に伴う合併症のリスクが高い患者では、HFNC や NPPV を積極的に考慮すべきである。一方で、救命を最優先する状況では、どの NIRS デバイスを最初を選択したとしても、大局には影響しないともいえる。NIRS による呼吸管理に固執することなく、病態や治療反応を慎重に評価しながら、遅滞なく気管挿管を行うべきである。

病態を意識した使い分け

AHRF あるいは ARDS と診断される患者には、さまざまな原因疾患や病態が含まれる。HFNC と NPPV の使い分けにおいては、それぞれの患者の病態や低酸素血症のメカニズムを想定することも重要である。例えば、肺胞虚脱による右左シャントが主因であれば、NPPV による PEEP 付与によって肺胞のリクルートメントが得られ、酸素化の改善が期待できる。または、心原性肺水腫の関与が疑われる場合には、やはり NPPV を優先的に試みたい。

一方で、間質性肺炎のように拡散障害が主たる病態である場合、PEEP によるリクルートメント効果は限定的であり、むしろ圧損傷のリスクを高める可能性がある。ただし、実際には複数の病態が複合していることが多く、画一的かつ盲信的な判断は避けるべきである。

nonintubated ARDS

近年、“nonintubated ARDS” という新たなカテゴリーが提唱されている。ARDS の国際定義である Berlin 定義⁹⁾ では、5cmH₂O 以上の PEEP 下で PaO₂/FiO₂ (P/F) 比を測定することが必須であり (表3)、人工呼吸器を装着する前段階の AHRF 患者や、人工呼吸を希望しない患者を ARDS と診断することができない。COVID-19 パンデミックでは、人工呼吸器不足により、本来なら挿管適応となる重症 AHRF 患者に HFNC で対応せざるを得ない状況が世界中で生じた。これらの患

色80%
107
140

危険因子 および 肺水腫の原因	肺炎、肺以外の感染症、外傷、輸血、誤嚥、ショックなどの急性の素因となる危険因子によって誘発される。肺水腫は心原性肺水腫や体液過剰が唯一のあるいは主な原因ではなく、低酸素血症やガス交換異常は無気肺が主な原因ではない。しかし、ARDS の素因となる危険因子が存在すれば、これらの病態があっても ARDS と診断できる。		
時期	低酸素性呼吸不全の急性発症または増悪が、素因となる危険因子の発生、または呼吸器症状の出現ないし増悪から、1 週間以内に生じている。		
胸部画像	胸部 X 線および CT による両側陰影、または超音波検査で両側に B ラインまたは浸潤影を認め、胸水、無気肺、結節/腫瘍のみでは説明できない。		
酸素化	挿管されていない患者 (nonintubated ARDS)	挿管された患者 (intubated ARDS)	医療資源が 限られている状況 での改定定義
	流量 ≥ 30 L/min の HFNC または 呼気終末圧 ≥ 5cmH ₂ O の NIV/CPAP 使用下で、 P/F ≤ 300 mmHg または SpO ₂ /FiO ₂ ≤ 315 (SpO ₂ ≤ 97% の場合)	軽症：200 < P/F ≤ 300mmHg または SpO ₂ /FiO ₂ ≤ 315 (SpO ₂ ≤ 97% の場合) 中等症：100 < P/F ≤ 200mmHg または SpO ₂ /FiO ₂ ≤ 235 (SpO ₂ ≤ 97% の場合) 重症：P/F ≤ 100mmHg または SpO ₂ /FiO ₂ ≤ 148 (SpO ₂ ≤ 97% の場合)	SpO ₂ /FiO ₂ ≤ 315 (SpO ₂ ≤ 97% の場合) 診断において PEEP や 最低酸素流量の条件は ない

ARDS：急性呼吸窮迫症候群、CPAP：持続気道陽圧、HFNC：高流量鼻カニューレ療法、NIV：非侵襲的換気、P/F：PaO₂/FiO₂

色50%
+スミ20%
0.5

色20%
スミ15%

者は、実際は ARDS と同等の病態であるにもかかわらず、挿管していないというだけの理由で ARDS と診断することができなかった。

こうした背景から、2023 年に発表された ARDS の新国際定義¹⁰⁾ では、気管挿管されていない AHRF 患者を対象とした nonintubated ARDS というカテゴリーが提唱された (表4)。HFNC (流量 30L/min 以上) または NPPV (PEEP 5 cmH₂O 以上) の使用下でも、発症時期、酸素化、画像所見の要件を満たせば、nonintubated ARDS と診断できる。

これにより、HFNC や NPPV で管理される AHRF 患者の一部が ARDS と診断されるようになる。nonintubated ARDS の臨床的意義はまだ確立されておらず、今後の研究が待たれるが、少なくとも現時点では、診断名が変わったからといって治療戦略が大きく変わるわけではない。しかし、重症の AHRF 患者を“ARDS”と認識することで、漫然と NIRS を継続するのではなく、後述する

P-SILI の回避や遅滞ない気管挿管を意識することは重要である。

自発呼吸誘発性肺傷害 (P-SILI)

概念とメカニズム

NIRS では、自発呼吸が温存されるのが一般的である。自発呼吸の維持には、呼吸筋の廃用を防ぎ、背側の無気肺形成を抑制するなどの生理的利点がある。一方で、2010 年代後半以降、強い自発呼吸がかえって肺傷害を助長する可能性が指摘されるようになり、この現象は P-SILI¹¹⁾ と呼ばれている。肺は、気道・肺胞内の圧 (内圧) と胸腔内圧 (外圧) によって拡張する。この圧の差が「経肺圧」であり「経肺圧=気道内圧-胸腔内圧」と定義される。強い自発吸気によって、胸腔内圧の高い陰圧が作られ、それによって経肺圧が高くなる。経肺圧の過度な上昇によって生じる肺

傷害がP-SILIの主な要因である。

特にARDSでは、経肺圧が上昇しやすい。換気可能な肺の容量が減少しているため(baby lung)、限られた健常な肺胞に過剰な換気負荷が集中し、局所的な気道内圧の上昇を引き起こす。さらに、低酸素血症によって呼吸中枢が強く刺激され、自発呼吸努力が亢進する。これによって胸腔内圧が過剰な陰圧となり、同じ気道内圧でも経肺圧がさらに増大する。それによってP-SILIが発生し、ARDSがさらに悪化するという悪循環に陥る。

以下にP-SILI予防のポイントを述べる。

胸腔内圧の評価

胸腔内圧を評価するうえで、現在最も標準的かつ信頼性の高い手段は、食道内圧 esophageal pressure (Pes) のモニタリングである。食道は胸腔中央に位置し、その内圧は周囲の胸腔内圧と近似していることから、Pesを胸腔内圧の代替指標として用いることができる。パルーン付きカテーテルを食道に挿入することでリアルタイムに圧変動を測定することができる。

HFNCやNPPVといったNIRSを行っている患者に対しては、多くの施設でPesモニタリングは実施されておらず、胸腔内圧を定量的に把握することが難しい。そのため、身体所見などから強い自発呼吸の徴候を間接的に評価することが重要となる。吸気時にみられる陥没呼吸は、胸腔内圧が著しく陰圧化していることを示唆する。また、胸鎖乳突筋や斜角筋などの呼吸補助筋の使用、呼吸数の増加、1回換気量の増加なども、呼吸努力の増大を示唆している。

呼吸努力の制御

NIRSでは、気管挿管下のIMVとは異なり、筋弛緩薬による呼吸努力の制御が困難である。そのため、以下のような方法を組み合わせて過剰な呼吸努力を抑制することが重要となる。

● **設定の適正化** \rightarrow $\approx 70\%$ (40%)
HFNCやNPPVでは、適切な設定によって呼吸努力を軽減できる。HFNCでは、低酸素血症を改善するための適切な F_{iO_2} に加え、十分な吸気流量を設定する。高流量は吸気フロー需要を補い、鼻咽腔のデッドスペース洗浄によって CO_2 再吸入を抑制し、呼吸負荷を軽減する。NPPVでは、適切なPEEP設定により呼吸終末での肺泡虚脱を防ぎ、換気効率が向上する。また吸気圧サポートにより、吸気努力が直接補助される。

● **軽度の鎮静・鎮痛** \rightarrow $\approx 70\%$
呼吸困難、不安、疼痛などによる過剰な呼吸ドライブは、適切な鎮静・鎮痛で緩和できる。NPPV装着下では、軽度の鎮痛・鎮静効果を併せもちながら呼吸抑制が少ない、デクスメデトミジンが理に適っている。

● **姿勢管理** \rightarrow $\approx 70\%$
坐位やsemi Fowler位により、腹部内臓が下方に移動し、横隔膜の可動域が拡大する。また、肋間筋や腹筋の動員も容易になり、呼吸努力が軽減される。

NPPVのモードとインターフェイス

近年では、AHRFに対するNPPVにおいて、換気モードやインターフェイスによって治療効果が異なることが注目されている。

CPAPの有用性

1回換気量が過大になると、肺の過伸展により肺傷害が悪化する。これはIMVだけでなく、NPPVでも同様であり、予測体重当たり9mL/kg以上の1回換気量が気管挿管への移行と関連する¹²⁾ことが報告されている。吸気時に圧サポートをするNIVは、持続気道陽圧 continuous positive airway pressure (CPAP) に比べ1回換気量が増大しやすい。

FLORALI試験¹⁾のNPPV群ではBi-levelが使用され、1回換気量は 9.2 ± 3.0 mL/kgと大きかった。このことがNPPV群の予後悪化に影響した可能性が指摘されている。

Nagataら¹³⁾は、85例のAHRF患者(心原性肺水腫、COVID-19、COPD急性増悪を除く)を対象にCPAPとHFNCを比較するRCTを実施し(JaNP-Hi試験)、挿管基準を満たすリスクがCPAP群で有意に低下することを報告した。また、COVID-19関連AHRFに対するRECOVERY-RS試験¹⁴⁾では、CPAPがSOTに比べて挿管または死亡のリスクを有意に低下させた一方、HFNCは有意な効果を示さなかった。CPAPとHFNCの直接比較は行われていないため、両者の優劣は明確ではないが、少なくともCPAPがHFNCに劣るわけではないことが示唆された。

ヘルメット型NPPV

ヘルメット型インターフェイスは高いPEEPを維持しながら患者の忍容性を確保しやすいことが特徴であり、AHRF管理で有利に働く可能性がある。Patelら¹⁵⁾は、非COVID-19のARDS患者において、フェイスマスク型NIVからヘルメット型NIVへの切り替えによる挿管率低下を示した。単施設研究であり、さまざまなバイアスの可能性も指摘されているが、ヘルメット型インターフェイスが有用である可能性が示唆された。COVID-19関連AHRFに対するHENIVOT試験⁸⁾では、ヘルメット型NIVとHFNCを比較し、主要評価項目の28日VFDには差がなかったが、挿管率はヘルメット型NIVで有意に低下した。

気管挿管への移行

HFNCやNPPVによる治療中に気管挿管が遅れることは、死亡率の悪化につながる可能性が報告されている。

Huangら¹⁶⁾は、AHRF患者におけるNPPV

の前向き観察研究で、NPPVから気管挿管に移行した患者の死亡率が、挿管の遅れとともに上昇することを示した(12時間以内36%、12~48時間53%、48時間以降63%)。HFNCに関しても、非COVID-19患者を対象とした観察研究¹⁷⁾で、48時間以降の挿管群は、それ以内の挿管群に比べICU死亡率が高かった。COVID-19患者においても、HFNCを24時間以上継続した後の挿管は死亡率上昇と関連していた¹⁸⁾。

これらの知見から、治療失敗のリスクが高い症例では、すみやかな気管挿管への移行が極めて重要である。

おわりに

AHRFにおけるNIRSについて、HFNCとNPPVを中心に解説した。簡便さや患者快適性はHFNCの大きな利点であり、近年は使用機会が増加している。しかし、死亡や気管挿管といった重大なアウトカムに関しては、NPPVに対して明確な優位性が示されたわけではない。個々の患者背景に応じて柔軟に選択することが、現時点での妥当な対応である。

いずれにせよ、HFNCもNPPVもAHRF、さらにはARDS診療における呼吸管理の選択肢の1つにすぎない。強い呼吸努力によるP-SILIの合併を念頭にき、適切なタイミングで遅滞なく気管挿管へと移行できる判断力をもつことが、我々臨床医にとって極めて重要である。

参考文献 \rightarrow 12a 見出し MB 31 7 (20H)

1. Frat JP, Thille AW, Mercat A, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. N Engl J Med 2015; 372: 2185-96. PMID: 25981908
2. Alhazzani W, Møller MH, Arabi YM, et al. Surviving sepsis campaign: guidelines on the management of critically ill adults with coronavirus disease 2019 (COVID-19). Intensive Care Med 2020; 46: 854-87. PMID: 32222812
3. Okano H, Sakuraya M, Masuyama T, et al. Respiratory support strategy in adults with acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and

- network meta-analysis. *JA Clin Rep* 2022 ; 8 : 34.
PMID : 35522380
4. Pisciotta W, Passannante A, Arina P, et al. High-flow nasal oxygen versus conventional oxygen therapy and noninvasive ventilation in COVID-19 respiratory failure : a systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Anaesth* 2024 ; 132 : 936-44.
PMID : 38307776
5. RENOVAE Investigators and the BRICNet Authors ; Maia IS, Kawano-Dourado L, Tramuja L, et al. High-flow nasal oxygen vs noninvasive ventilation in patients with acute respiratory failure : the RENOVAE randomized clinical trial. *JAMA* 2025 ; 333 : 875-90. PMID : 39657981
6. Tasaka S, Ohshimo S, Takeuchi M, et al. ARDS clinical practice guideline 2021. *Respir Investig* 2022 ; 60 : 446-95. PMID : 35753956
7. Grasselli G, Calfee CS, Camporota L, et al. ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome : definition, phenotyping and respiratory support strategies. *Intensive Care Med* 2023 ; 49 : 727-59.
PMID : 37326646
8. Grieco DL, Menga LS, Cesarano M, et al. Effect of helmet noninvasive ventilation vs high-flow nasal oxygen on days free of respiratory support in patients with COVID-19 and moderate to severe hypoxemic respiratory failure : the HENIVOT randomized clinical trial. *JAMA* 2021 ; 325 : 1731-43.
PMID : 33764378
9. ARDS Definition Task Force ; Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, et al. Acute respiratory distress syndrome : the Berlin definition. *JAMA* 2012 ; 307 : 2526-33. PMID : 22797452
10. Matthay MA, Arabi Y, Arroliga AC, et al. A new global definition of acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2024 ; 209 : 37-47. PMID : 37487152
11. Yoshida T, Grieco DL, Brochard L, et al. Patient self-inflicted lung injury and positive end-expiratory pressure for safe spontaneous breathing. *Curr Opin Crit Care* 2020 ; 26 : 59-65.
PMID : 31815775
12. Frat JP, Ragot S, Coudroy R, et al. Predictors of intubation in patients with acute hypoxemic respiratory failure treated with a noninvasive oxygenation strategy. *Crit Care Med* 2018 ; 46 : 208-15.
PMID : 29099420
13. 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
14. Perkins GD, Ji C, Connolly BA, et al. Effect of non-invasive respiratory strategies on intubation or mortality among patients with acute hypoxemic respiratory failure and COVID-19 : the RECOVERY-RS randomized clinical trial. *JAMA* 2022 ; 327 : 546-58. PMID : 35072713
15. Patel BK, Wolfe KS, Pohlman AS, et al. Effect of noninvasive ventilation delivered by helmet vs face mask on the rate of endotracheal intubation in patients with acute respiratory distress syndrome : a randomized clinical trial. *JAMA* 2016 ; 315 : 2435-41. PMID : 27179847
16. Huang T, Chen L, Liu X, et al. Association between early intubation and mortality in patients at high risk for noninvasive ventilation failure : a propensity-matched cohort study. *Ther Adv Respir Dis* 2025 ; 19 : 17534666251347757.
PMID : 40528693
17. Bime C, Carr GE, Pu J, et al. Delayed intubation associated with in-hospital mortality in patients with COVID-19 respiratory failure who fail heated and humidified high flow nasal cannula. *BMC Anesthesiol* 2023 ; 23 : 234. PMID : 37438685
18. Kang BJ, Koh Y, Lim CM, et al. Failure of high-flow nasal cannula therapy may delay intubation and increase mortality. *Intensive Care Med* 2015 ; 41 : 623-32. PMID : 25691263

37 $\frac{1}{3}$ A.P. \updownarrow 80^{mm} (以内)