

一般病棟における呼吸療法

日本赤十字社和歌山医療センター 呼吸器内科部

池上 達義 *Tatsuyoshi Ikeue*

はじめに

医療用途での酸素使用は18世紀に遡るが、本格的に使用されるようになったのは20世紀になってからである¹⁾。動脈血酸素分圧を指標とした酸素療法は1950年代以降に始まった。現在、呼吸療法は診療科を問わず日常的に行われる治療法となっており、一般病棟においても酸素療法、非侵襲性陽圧換気(NPPV)、ハイフローネーザルカヌラ(HFNC)といった呼吸療法が広く行われている。有効かつ安全な呼吸療法実施のためには、患者の病態に応じた呼吸療法の選択と調整が求められる。また医療機器装着に伴う合併症はアドヒアランスを低下させるため、合併症予防のためのケアもまた重要である。

本稿では成人の呼吸不全に対して一般病棟で行われる呼吸療法のうち、当センターで採用されている酸素療法、NPPV、HFNCを中心に総説する。なおいわゆる人工呼吸療法も時に病棟で行われることがあるが、本稿では割愛し他書に譲る。

呼吸療法のための呼吸生理の基礎

肺は大気中の酸素を体内へと取り込み、二酸化炭素を排出する器官である。肺胞においては肺胞壁を隔てて肺胞気と肺胞毛細血管が接しており、呼吸ガス(酸素と二酸化炭素)は肺胞壁を通して濃度差(分圧差)による単純拡散によって移動する。すなわち酸素は酸素濃度の高い肺胞気から酸素濃度の低い肺胞毛細血管へと移動し、逆に二酸化炭素は二酸化炭素濃度の高い肺胞毛細血管から二酸化炭素濃度の低い肺胞気へと移動する。これをガス交換という。

呼吸不全は酸素飽和度(SpO_2) $<90\%$ または動脈血酸素分圧(PaO_2) $<60\text{mmHg}$ と定義される。さらに動脈血二酸化炭素分圧($PaCO_2$)の値により、 $PaCO_2 \leq 45\text{Torr}$ のI型呼吸不全と $PaCO_2 > 45\text{Torr}$ のII型呼吸不全に分けられる。

呼吸不全を来す病態には換気血流比不均等分布、右-左シャント、拡散障害、肺胞低換気の4つがある。

1) 換気血流比(\dot{V}/\dot{Q})不均等分布(図1.A)

肺胞によって換気の悪い部分や血流の悪い部分が混在すると、肺から左心に還流・混合した血液中の酸素濃度が低下する現象である。肺炎やARDS、肺水腫など多くの疾患による低酸素血症の原因となる。

2) 拡散障害(図1.B)

肺胞壁が肥厚し酸素の拡散距離が延長することにより酸素化が妨げられる。間質性肺炎が代表的であり、著明な労作時低酸素血症が特徴である。二酸化炭素は拡散能が極めて高いため拡散障害による高 CO_2 血症は生じない。

(令和4年10月28日受付)(令和4年12月13日受理)
連絡先：(〒640-8558)

和歌山市小松原通四丁目20番地
日本赤十字社和歌山医療センター
呼吸器内科部

池上 達義

3) 右-左シャント (図 1. C)

換気がゼロになった肺胞領域では全く酸素化されない血液が左心に還流し低酸素血症を引き起こす。無気肺や ARDS がその代表である。

4) 肺胞低換気 (図 1. D)

換気量が低下すると肺胞気酸素濃度は低下する。また二酸化炭素の排出能が低下するため肺胞気二酸化炭素濃度が上昇する。その結果、低酸素血症、高二酸化炭素血症を呈する。

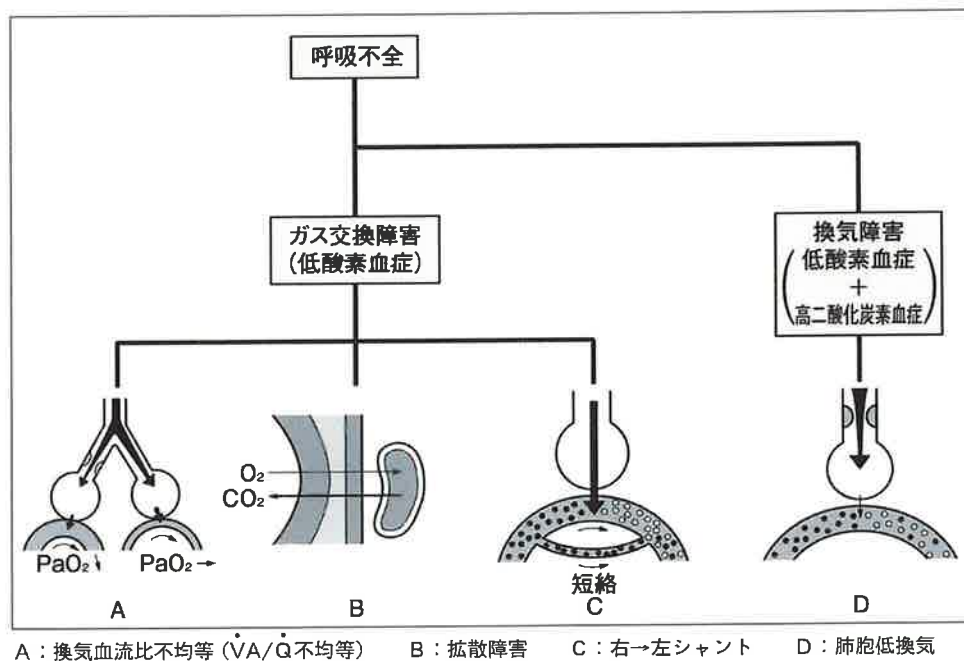
呼吸療法総論 -

「酸素化」と「換気」について

呼吸療法を行うに当たり、病態を「酸素化 (ガス交換)」と「換気」に分けて考えると理解しやすい。酸素化の指標は SpO_2 または PaO_2 であり、換気の指標は $PaCO_2$ である。 PaO_2 (SpO_2) と $PaCO_2$ により呼吸療法を選択する。表 1 に呼吸療法デバイスの効果のまとめを示す²⁾。

ここで、呼吸療法の適応と気道確保の適応は異なることに注意が必要である。意識低下、自

【図 1】呼吸不全の分類と病態生理 (文献 1)



【表 1】呼吸療法デバイスの効果 (文献 2)

デバイス	可能な陽圧	酸素化	換気	呼吸仕事量	気道の保護
低流量酸素	なし	△ 吸入酸素濃度 (患者の呼吸によって変化する)	×	×	×
HFNC	≤ 4 cmH ₂ O	○ 吸入酸素濃度 (患者の呼吸によって変化する) 若干の PEEP	△ 死腔の wash out	△	×
NPPV	4 ~ 20 cmH ₂ O	○ 吸入酸素濃度, PEEP	○ 自発呼吸に対する補助	○	×
人工呼吸*	5 ~ 30 cmH ₂ O	◎ 吸入酸素濃度, PEEP	◎ 自発呼吸に対する補助, 強制換気	◎	○

* 気管挿管や気管切開チューブを介した侵襲的陽圧換気

発呼吸停止、上気道の狭窄・閉塞、気道分泌の過多などが気道確保の適応となる。例えば上気道閉塞の危険性が高い場合は気道確保を行うが、酸素化が悪くなければ酸素投与は行わないことがある。気道確保が必要な場合は直ちに気管挿管や気管切開を行うべきことは言うまでもない。

1. 酸素化が悪い場合（ガス交換障害）

酸素化が悪い（ SpO_2 または PaO_2 の低下）場合、吸入気酸素濃度（ FiO_2 ）を上げるか呼気終末陽圧（PEEP）をかける。酸素療法やHFNCは前者に相当する。 \dot{V}/\dot{Q} 不均等分布および拡散障害による酸素化不良には FiO_2 を上げることが有効であるが、シャントによる低酸素は酸素投与に反応しない。PEEPをかけるにはNPPVや挿管人工呼吸を用いる。PEEPは呼気終末の肺泡虚脱を防ぎ、酸素化を改善させる。心原性肺水腫では静脈還流を減少して後負荷を下げ、心にかかる圧により心収縮力を向上させる作用もある。 \dot{V}/\dot{Q} 不均等分布やシャントによる低酸素にはPEEPが有効であるが、拡散障害による呼吸不全にはPEEPの効果は期待できない。

2. 換気が悪い場合（換気障害）

換気障害には2つのタイプがある。

第一のタイプは呼吸筋疲労である。COPDや間質性肺炎では通常二酸化炭素が貯留するほどの換気障害を呈することはないが、疾患進行や急性増悪により呼吸仕事量が増大すると呼吸筋疲労が起これ、換気量が低下し換気障害を来す。典型的な例がCOPD増悪である。

第二のタイプは肺の拡張障害を呈する場合である。換気運動には大脳、呼吸中枢、運動神経、呼吸筋、胸郭や肺のコンプライアンスが関係しており、いずれの障害でも肺の拡張障害を引き起こしうる。肥満肺胞低換気症候群や神経筋疾患、陳旧性肺結核、胸郭変形などがこのタイプに含まれる。拡張障害を有する場合、低流量酸素投与でも FiO_2 が思わぬ

高値となっていることがあり、 CO_2 ナルコーシスを来し得るという認識は重要である。

換気が悪い場合、呼吸仕事量を軽減し換気を増やす治療戦略（換気補助）が必要である。NPVや挿管人工呼吸がこれに相当する。軽度の高 CO_2 血症であれば少量酸素投与から開始してもよいが、 $PaCO_2$ や呼吸数、意識状態等を密にモニターし、いつでも換気補助療法に切り替えられるよう備える必要がある。

3. 呼吸不全を伴わない低酸素症や呼吸困難に対する酸素療法の考え方

従来低酸素血症を伴わない低酸素症（脳梗塞や急性冠症候群、妊婦・胎児など）でも酸素投与が行われてきたが、近年その効果には否定的な報告が相次いでいる³⁻⁷⁾。また低酸素血症を伴わない心不全やCOPD、終末期患者の呼吸困難症状に対しては、酸素療法による症状緩和の効果は示されていない⁸⁻¹⁰⁾。いずれの場合でも酸素療法の適応は低酸素血症を伴う場合であり、呼吸不全を伴わない患者への酸素療法は慎重に判断されるべきであろう。

呼吸療法の実際

1. 酸素療法

酸素投与により FiO_2 を高める方法である。一般的に $SpO_2 < 94\%$ が酸素療法の適応で、 SpO_2 94~97%を目標とする。II型呼吸不全のリスクがある場合は $SpO_2 < 88\%$ を適応とし、 SpO_2 88~92%を目標としてもよい¹⁾。

1) 低流量システムと高用量システム

酸素療法には低流量システムと高用量システムがある¹⁾。

低流量システムは患者の換気量以下の酸素ガスを供給する方式である。鼻カニューラやフェイスマスク、リザーバマスクによる酸素投与法で特別な機器を必要とせず簡便に施行できるメリットがある。一方で、患

者の換気量のうち、酸素の供給量を超える分は周囲の空気を吸入するため、 FiO_2 は患者の換気量に依存する。従って FiO_2 を予測することは困難である。換気不全の患者では少量酸素であっても FiO_2 が思わぬ高値となることがあるため、注意を要する。

高流量システムはあらかじめ設定された濃度の酸素ガスを、患者の換気量以上の高流量で供給する方式である。ベンチュリマスクやHFNCがこれにあたる。 FiO_2 は患者の換気量に左右されないため、より綿密な呼吸管理が可能である。通常健常成人の平均吸気流速である30L/分以上の酸素ガスを供給する必要がある。HFNCについては次項で述べる。

2) 酸素療法のデバイス

酸素療法に用いられるデバイスとして鼻カニュラ、フェイスマスク（当センターでは開放型酸素マスク（OxyMask[®]）を採用）について述べる。

- ① 鼻カニュラは簡便であり装着に伴う不快感も比較的少ないため最初を選択されることが多い。高流量では鼻粘膜に対する刺激が強くなるため5L/分までで使用する。3L/分以下では加湿は不要である。
- ② フェイスマスクは呼気 CO_2 再吸入を防ぐため5L/分以上の流量で用いるが、当センターで採用している開放型酸素マスクはマスクに大きく穴が空けられてお

りマスク内の CO_2 貯留を防ぐ構造になっているため、低流量から高流量まで使用可能である。

2. ハイフローネーザルカヌラ（HFNC）

あらかじめ設定された濃度の酸素ガスを鼻カニュラから高流量で吸入させるデバイスである。HFNCの特徴は FiO_2 を最大100%まで正確に設定することができることと、高性能の加温加湿器により呼吸ガスが十分に加温加湿されるため、高流量のガスを吸入させているにもかかわらず鼻粘膜への刺激が軽微であることである。会話や食事も可能で、快適性が高い。比較的シンプルなデバイスであるため手軽に導入可能で、低侵襲のデバイスであることから最近急速に普及しており、COVID-19の治療にも活躍している。

1) HFNCの適応と禁忌（表2, 3）

I型呼吸不全に対する酸素化の改善が主な適応である。加えて解剖学的死腔のウォッシュアウト効果（上下気道の CO_2 を洗い流すことで CO_2 の再吸入を防ぎ、ガス交換と換気の効率を上げる）、上気道抵抗の軽減（吸気流速を上回る高流量により吸気努力に伴う鼻咽頭の虚脱を防ぐ）、PEEP効果（口を閉じた状態で流量35L/分では2.7cmH₂Oの気道内圧がかかる）の機序により呼吸仕事量の軽減・呼吸困難の改善効果が得られ、さらに十分な加温加湿により気道の粘液線毛クリアランスが保たれ排痰が

【表2】ERSのHFNCガイドラインにおける推奨（文献28）

	比較対象	エビデンス	推奨
急性呼吸不全	酸素療法	中等度	HFNC（条件付き）
	NIV	非常に低い	HFNC（条件付き）
NPPV 休止時の使用	酸素療法	低い	HFNC（条件付き）
術後患者の抜管後管理	酸素療法	低い	同等（条件付き）
	NIV	低い	同等（条件付き）
非手術患者の抜管後管理	酸素療法	低い	HFNC（条件付き）
	NIV	中等度	NIV（条件付き）
急性II型呼吸不全（COPD）	NIV	低い	NIV（条件付き）

【表3】NPPV、HFNCの禁忌（文献2）

	NPPV	HFNC
気道の問題	気道閉塞	
	気道クリアランス不良 (喀痰が喀出できない)	
	嚥下機能障害	
呼吸の問題	呼吸停止, 自発呼吸が不十分	
循環動態の問題	循環動態が不安定	
意識の問題	意識障害, 不穏, ケアに非協力的	
その他の問題	口腔内手術後, 食道手術後	
	マスク装着できない (顔面の外傷など)	鼻腔の閉塞

容易となる^{11,12)}。軽度のⅡ型呼吸不全を伴うCOPDにも適応しうるが、換気を改善する効果は確実ではないためNPPVや人工呼吸への移行を念頭に、慎重なモニタリングをすべきである。

意識低下、自発呼吸停止、上気道の狭窄・閉塞、気道分泌の過多など気道確保の適応となる病態では原則禁忌である。

2) HFNC使用の実際

HFNCの流量は10L～60L/分の範囲で設定できるが、吸入気への外気混入を防ぐため少なくとも30L/分以上に設定する。通常は30L～40L/分で開始する。FiO₂は酸素流量の調整により設定できる。酸素濃度は酸素濃度計でリアルタイムに知ることができる。開始後に改善傾向が見られない場合はNPPVや挿管人工呼吸への移行を躊躇すべきではない。HFNC開始後のROXスコア(SpO₂/FiO₂/呼吸数)<4.88では治療失敗のリスクが高い¹³⁾という報告があり、参考にされたい。

3) HFNC使用に際しての注意点

HFNCは低侵襲で合併症も少ない比較的安全な方法であるが、実施に当たりいくつか注意すべきことがある。高い加湿性能がHFNCの重要な特徴であるが、もし加湿用の蒸留水が枯渇すると乾燥した高流量のガスにより鼻腔粘膜が乾燥し、強い苦痛

につながる。そのため蒸留水の頻回補充が必須である。また使用期間が長期化するとプロングにより鼻や耳介に医療機器圧迫損傷(MDRPU)を来すことがあり、適切な保護が必要である。

3. 非侵襲性陽圧換気(NPPV)

マスクを通して気道に陽圧をかけて換気を行う方法である。呼気・吸気とも同じ圧をかける持続陽圧呼吸療法(CPAP)を含める場合もあるが、本稿においてはNPPVという語は呼気・吸気に別々の圧をかけるBilevel PAPの意味で使用し、NPPV(Bilevel-PAP)とCPAPを総称する場合はNon-invasive Ventilation(NIV)と呼称する。

NPPVは酸素化と換気の両方を改善する。病院用NPPVではFiO₂を設定することにより、また在宅用NPPVではFiO₂の設定はできないが回路へ酸素を供給することにより酸素化を改善する。また呼気気道内圧(EPAP)によりPEEP効果が得られるため、肺泡虚脱を防ぎ酸素化の改善および呼吸仕事量の軽減をもたらす。さらに吸気気道内圧(IPAP)とEPAPの差は呼吸サポート圧(PS)に相当し、換気量を増加させPaCO₂を低下させる。

1) NPPVの適応と禁忌(表3, 4)

NPPVの適応は呼吸数の増加、呼吸仕事量の増加、およびⅡ型呼吸不全である。COPD増悪、急性心原性肺水腫、免疫不全における呼吸不全にはエビデンスがある^{14,15)}。拘束性胸郭疾患の増悪に対しても成功率は80～90%と良好な成績が報告されている^{16,17)}。術後呼吸不全、終末期呼吸不全、胸部外傷による急性呼吸不全に対してもNPPVは推奨されている¹⁴⁾。重症肺炎による急性呼吸不全についてはCOPD合併例以外ではほとんど検討されていない。ARDSについては、軽症(P/F比200～300)では挿管率、死亡率を低下させるとい報告¹⁸⁾もあるが、Agarwalによるメ

【表4】ERS/ATSのNPPVガイドライン推奨（文献15）

	エビデンス	推奨
COPD増悪時の高CO ₂ 血症予防	低い	行わない（条件付き）
高CO ₂ 血症を伴うCOPD増悪	高い	行う（強い推奨）
心原性肺水腫	中等度	行う（強い推奨）
喘息の急性増悪	エビデンスが不確実で推奨を出せない	
免疫不全者の急性呼吸不全	中等度	行う（条件付き）
基礎疾患のない急性呼吸不全	エビデンスが不確実で推奨を出せない	
術後の呼吸不全	中等度	行う（条件付き）
緩和ケアの患者の急性呼吸不全	中等度	行う（条件付き）
外傷	中等度	行う（条件付き）
パンデミックのウイルス感染	エビデンスが不確実で推奨を出せない	
抜管後呼吸不全のハイリスク患者の予防目的	低い	行う（条件付き）
抜管後呼吸不全の治療	低い	行わない（条件付き）
高CO ₂ 血症患者のウィーニング	中等度	行う（条件付き）

タ解析¹⁹⁾では挿管率が48%（95% confidence interval (95%CI) 39%–58%）、死亡率が35%（95%CI 26%–45%）と高く、ARDS患者に対するNPPVの適応は慎重であるべきとされている¹⁴⁾。

NPPVの禁忌は呼吸停止とマスク装着不可（顔面の外傷、手術など）であるが、意識低下、非協力的患者、気道分泌過多、循環動態不安定、嘔吐・誤嚥のリスクなどは相対的禁忌となる。

2) NPPV使用の実際

当センターの開始時デフォルト設定はS/Tモード、IPAP 8 cmH₂O、EPAP 4 cmH₂O、呼吸回数10回/分である。酸素化を改善するためにはFiO₂（在宅用NPPVでは酸素流量）を上げるかEPAPを上げる。換気を増やすにはPS（IPAPとEPAPの差）を上げる。

NPPV失敗の80%は48時間以内に起こるが、開始後2時間以内には意識レベルや患者の非協力、気道分泌の問題が原因となり、それ以降は呼吸状態や疾患の重症度が原因となる²⁰⁾。気管挿管の遅れは院内死亡リスクとなる²¹⁾ため、呼吸療法開始後はバイタルサインなどの臨床所見やSpO₂、ガ

ス分析などのモニタリングを行い、挿管・人工呼吸への移行のタイミングを逸しないよう留意する。

3) NPPV使用に際しての注意点

忍容性に関連する要素としてはマスクフィッティングが最も重要である。NPPVは呼吸専用ポートがないため、マスク周囲からのエアリーク（intentional leak）を前提とした設計となっている。またマスクのずれなどにより予期せぬリーク（unintentional leak）が生じることもある。こうしたリーク時には有効吸気流量を維持するよう機械側で自動的に送気量を増やして対応できる。リークは20~60L/minが目安となる。リークを抑えるために締め付けすぎはいけない。マスクを装着する際は上方のベルトをしっかりと締めて、下方のベルトはマスクを軽く顔に乗せる程度に固定する。マスク上方からのリークがあると目に直接気流があたり不快感につながるため最小限にとどめる必要があるが、強く圧迫しすぎると鼻根部の医療機器圧迫損傷（MDRPU）を引き起こし難治となる。当センター呼吸ケアチーム（RST）の検討で鼻根部の保護テープを摩擦係数が低く、肌との粘着性の

少ないエスアイエイド[®]に変更し、早期からのスキンケアを徹底する介入を行った結果 MDRPU の発生率が 14% から 2% に減少し予防効果があることが示された (personal communication) ためこの方法を推奨している。うまく行かない場合はマスクサイズの変更や、鼻マスク、フルフェイスマスクなど他のタイプのマスクへの変更も考慮する。

4. CPAP

CPAP は吸気・呼気ともに一定の気道内圧をかける NIV のモードで、急性呼吸不全に対しては PEEP 効果による酸素化の改善効果が期待される。一方で換気を増加させる効果はないため、換気不全を伴わない急性呼吸不全が主たる適応である。従って心原性肺水腫はよい適応となる。慢性期の用途としては、気道内陽圧により睡眠時の上気道閉塞を解除するため、閉塞性睡眠時無呼吸の標準的治療法として専用機が用いられる。

5. 酸素療法, HFNC, NPPV の使い分け

1) 高 CO₂ 血症を伴う COPD 増悪

NPPV と通常酸素療法を比較した RCT のメタ解析 (17 件の RCT, N=1264) で NPPV は死亡リスク (risk ratio (RR) 0.54, 95% CI 0.38-0.76), 挿管リスク (RR 0.36, 95% CI 0.28-0.46) を有意に低下させた²²⁾。一方軽度から中等度の高 CO₂ 血症を伴う COPD 増悪に対して HFNC は NPPV と同等の効果が示されている²³⁻²⁶⁾が圧迫損傷や快適性については HFNC が勝っていた²⁵⁾。一方 HFNC 群の約 1/3 が 6 時間以内に NPPV に移行したという報告もあり²⁶⁾開始後の慎重なモニタリングが必要である。ERS のガイドライン²⁷⁾では COPD 増悪に対しての第一選択は NPPV とされている (条件付き推奨, エビデンスの確実性中程度)。現時点の HFNC の適応は比較的軽症で NPPV に耐えられない場合の代

替療法または NPPV 一時離脱中の使用ということになるであろう。

2) 心原性肺水腫

RCT 24 件のメタ解析 (N=2664) によると、心原性肺水腫による急性呼吸不全患者に対する NPPV 療法は通常酸素療法に比較して院内死亡リスク (RR 0.65, 95% CI 0.51-0.82), 挿管リスク (RR 0.49, 95% CI 0.38-0.62) を低下させた²⁸⁾。一方 HFNC のエビデンスは乏しい²⁹⁾。Park らの CPAP と NPPV (Bilevel PAP) を比較した RCT では効果は同等であった³⁰⁾。通常酸素療法, CPAP, NPPV を比較した RCT 15 件のメタ解析³¹⁾では通常酸素療法と比較して CPAP は有意に死亡率を低下させた (RR 0.53, 95% CI 0.35-0.81) が NPPV は有意差を示さなかった (RR 0.60, 95% CI 0.34-1.05) 一方で、両者の比較では挿管率, 死亡率ともに同等であった。心原性肺水腫に対する NPPV 療法の機序は PEEP により肺泡虚脱を防ぎ、循環器系の前負荷・後負荷を軽減することである。また心原性肺水腫における呼吸補助は比較的短時間で離脱できることが多い³²⁾。以上より心原性肺水腫においては確実な PEEP 効果を得るため NPPV または CPAP をまず施行すべきである (エビデンスレベル I, 推奨度 A)¹⁴⁾。

3) 抜管後の使用

挿管人工呼吸を要する急性呼吸不全 (主として COPD 増悪) に対し侵襲的陽圧換気 (IPPV) 後早期の NPPV 療法移行と通常の IPPV 管理を比較したメタ解析³³⁾ (RCT 16 件, N=994) では、NPPV は生命予後を改善し、離脱失敗や人工呼吸器関連肺炎を減らし、ICU 滞在日数を短縮した。HFNC と NPPV を比較した 1 つの RCT において HFNC は再挿管率や ICU 滞在日数に NPPV と有意差はなかった³⁴⁾。ERS のガイドラインでは抜管失敗リスクの高い患者に対しては HFNC, NPPV いずれかの使

用を提案する、としている(条件付き推奨、エビデンスの確実性低い)²⁷⁾。エビデンスの強さの観点から現在の HFNC の適応は、NPPV の忍容性が乏しい場合や NPPV の絶対的・相対的禁忌がある場合とすべきであるが、今後 HFNC のエビデンスの蓄積により、この領域での使用頻度も増加する可能性がある。

4) COVID-19

COVID-19 による急性呼吸不全に対する呼吸療法は SpO₂ 92~96% を目標とすべきとされている³⁵⁾。低流量酸素療法から開始し、酸素需要が満たされない場合や患者が侵襲的人工呼吸管理を望まない場合には HFNC または NIV へ移行する。HFNC は通常酸素投与と比較して侵襲的人工呼吸管理を回避できる可能性ある^{36,37)}。HFNC と NIV の有効性を比較した報告は結果が一定せず、未だエビデンスのある推奨はない。NIV の有効性が明らかな合併症、すなわち高 CO₂ 血症を伴う呼吸不全や COPD、うっ血性心不全、閉塞性睡眠時無呼吸症候群、呼吸筋疲労を伴う例では NIV が第一選択となり、そのような合併症がない場合は、患者の快適性や MDRPU が NIV より少ないという点で HFNC の選択が妥当であろう³⁸⁾。いずれの非侵襲的呼吸療法を行う場合も臨床所見や呼吸状態を密にモニターし挿管人工呼吸に移行するタイミングを逸さないようすべきことは非 COVID-19 患者の場合と同様、言うまでもない。

HFNC, NIV は、ともにエアロゾルを発生する手技であり、発生を最小限とする配慮が必要である。HFNC ではカヌラを鼻腔内に正確に挿入すること、サージカルマスクを装着すること、流量はできるだけ低く(30~40L/min) すること、水抜き時の水分飛沫の飛散に注意することが勧められている³⁹⁾。日本呼吸器学会が 2020 年に行った専門施設へのアンケート調査では、

HFNC 施行による院内感染は認めなかった⁴⁰⁾。NIV では呼気ポートのないマスク(Non-Vent mask) および呼気ポートとマスクとの間に HEPA フィルターや人工鼻を装着可能な CPAP 機器を用いて治療を継続することとされている³⁹⁾。

結 語

酸素療法が医療に本格的に導入されてから約 100 年が経過した。より重症の呼吸不全には陽圧的人工呼吸が行われてきたが、近年 NPPV、続いて HFNC が登場し、侵襲的人工呼吸を回避する可能性が示されたことは患者にとって好ましいことである。しかしそれらの使い分けはまだ十分には明らかにされていない部分も残されており、今後の検討が待たれる。また非侵襲的治療を目指すあまり挿管人工呼吸を要する症例に対する治療介入のタイミングを逸することがあっては本末転倒である。呼吸不全の病態を理解し、適切な呼吸療法を選択すること、開始後は患者の症状、バイタルサイン、呼吸指標データをモニターし、常に適正化を図ることが重要である。

呼吸療法には医師、臨床工学技士、看護師を含む多くの職種が関わっている。さらに呼吸ケアサポートチーム(RST)や迅速レスポンスシステム(RRS)といった組織横断的なチームも活動している。各部署スタッフと組織横断的なチームが縦横に連携し、患者さんへの呼吸療法の質がさらに向上していくことを切に願っている。

参考文献

- 1) 日本呼吸器学会・日本呼吸管理学会. 酸素療法ガイドライン, 2005.
- 2) 櫻谷正明. 呼吸器ジャーナル 2021 ; 69 : 605-613.
- 3) Hofmann R, James SK, Jernberg T, et al. Oxygen Therapy in Suspected Acute Myocardial Infarction. *N Engl J Med* 2017 ; 377 : 1240-1249.
- 4) Stub D, Smith K, Bernard S, et al. Air Versus Oxygen in ST-Segment-Elevation Myocardial Infarction. *Circulation* 2015 ; 131 : 2143-2150.
- 5) Roffe C, Nevatte T, Sim J, et al. Effect of Routine Low-Dose Oxygen Supplementation on Death and Disability in Adults With Acute Stroke : The Stroke Oxygen Study Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2017 ; 318 : 1125-1135.
- 6) Raghuraman N, Wan L, Temming L, et al. Effect of Oxygen vs Room Air on Intrauterine Fetal Resuscitation : A Randomized Noninferiority Clinical Trial. *JAMA Pediatr* 2018 ; 172 : 818-823.
- 7) Thorp JA, Trobough T, Evans R, et al. The effect of maternal oxygen administration during the second stage of labor on umbilical cord blood gas values : a randomized controlled prospective trial. *Am J Obstet Gynecol* 1995 ; 172 : 465-474.
- 8) Cranston JM, Crockett A, Currow D. Oxygen therapy for dyspnoea in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008 ; 3 : CD004769.
- 9) Ben-Aharon I, Gafter-Gvili A, Paul M, et al. Interventions for alleviating cancer-related dyspnea : a systematic review. *J Clin Oncol.* 2008 ; 26 : 2396-2404.
- 10) Pisani L, Hill NS, Pacilli AMG, et al. Management of Dyspnea in the Terminally Ill. *Chest.* 2018 ; 154 : 925-934.
- 11) Dysart K, Miller TL, Wolfson MR, et al. Research in high flow therapy : mechanisms of action. *Respir Med* 2009 ; 103 : 1400-1405.
- 12) 富井啓介. ネーザルハイフロー療法の適応と限界. 日本ケアリハ会誌 2015 ; 25 : 53-57.
- 13) Roca O, Caralt B, Messika J et al. An Index Combining Respiratory Rate and Oxygenation to Predict Outcome of Nasal High-Flow Therapy. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019 ; 199 : 1368-1376.
- 14) 日本呼吸器学会 NPPV ガイドライン作成委員会. NPPV ガイドライン改定第2版, 南江堂, 2015.
- 15) Rochweg 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.
- 16) Aso H, Kondoh Y, Taniguchi H, et al. Noninvasive ventilation in patients with acute exacerbation of pulmonary tuberculosis sequelae. *Intern Med* 2010 ; 49 : 2077-2083.
- 17) 坪井 知正, 陳 和夫, 町田和子, 他. 結核後遺症における急性期 NPPV の治療成績. 日胸疾会誌 2006 ; 44 : 160-167.
- 18) Zhan Q, Sun B, Liang L et al. Early use of noninvasive positive pressure ventilation for acute lung injury : a multicenter randomized controlled trial. *Crit Care Med* 2012 ; 40 : 455-460.

- 19) Agarwal R, Aggarwal AN, Gupta D et al. Role of noninvasive ventilation in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome : a proportion meta-analysis. *Repir Care* 2010 ; 55 : 1653-1660.
- 20) Ozyilmaz E, Ugurlu AO, Stefano Nava. Timing of noninvasive ventilation failure : causes, risk factors, and potential remedies. *BMC Pulm Med.* 2014 ; 14 : 19.
- 21) Duan J, Han X, Bai L et al. Assessment of heart rate, acidosis, consciousness, oxygenation, and respiratory rate to predict noninvasive ventilation failure in hypoxemic patients. *Intensive Care Med.* 2017 ; 43 : 192-199.
- 22) Osadnik CR, Tee VS, Carson-Chahhoud KV et al. Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017 ; 7 : CD004104.
- 23) Xu Z, Zhu L, Zhan J et al. The efficacy and safety of high-flow nasal cannula therapy in patients with COPD and type II respiratory failure : a meta-analysis and systematic review. *Eur J Med Res.* 2021 ; 26 : 122.
- 24) Yang P, Yu J, Chen H et al. High-flow nasal cannula for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease : A systematic review and meta-analysis. *Heart Lung* 2021 ; 50 : 252-261.
- 25) Cong L, Zhou L, Liu H et al. Outcomes of high-flow nasal cannula versus non-invasive positive pressure ventilation for patients with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Clin Exp Med* 2019 ; 12 : 10863-10867.
- 26) Cortegiani A, Longhini F, Madotto F. High flow nasal therapy versus noninvasive ventilation as initial ventilatory strategy in COPD exacerbation : a multicenter non-inferiority randomized trial. *Crit Care.* 2020 ; 24 : 692.
- 27) 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.
- 28) Berbenetz N, Wang Y, Brown J et al. Non-invasive positive pressure ventilation (CPAP or bilevel NPPV) for cardiogenic pulmonary oedema. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019 ; 4 : CD005351.
- 29) Makdee O, Monsomboon A, Surabenjawong U et al. High-Flow Nasal Cannula Versus Conventional Oxygen Therapy in Emergency Department Patients With Cardiogenic Pulmonary Edema : A Randomized Controlled Trial. *Ann Emerg Med.* 2017 ; 70 : 465-472. e2.
- 30) Park M, Sangean MC, Volpe Mde S et al. Randomized, prospective trial of oxygen, continuous positive airway pressure, and bilevel positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema. *Crit Care Med* 2004 ; 32 : 2407-2415.

- 31) Masip J, Roque M, Sánchez B et al. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema : systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2005 ; 294 : 3124-3130.
- 32) Yamamoto T, Takeda S, Sato N et al. Noninvasive ventilation in pulmonary edema complicating acute myocardial infarction. *Circ J*. 2012 ; 76 : 2586-2591.
- 33) Burns KE, 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 ; 2013 : CD004127.
- 34) Stéphan F, Barrucand B, Petit P et al. High-Flow Nasal Oxygen vs Noninvasive Positive Airway Pressure in Hypoxemic Patients After Cardiothoracic Surgery : A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2015 ; 313 : 2331-2339.
- 35) COVID-19 Treatment Guidelines Panel. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Treatment Guidelines. In : National Institutes of Health. Oxygenation and Ventilation for Adults p139. Available at <https://www.covid19treatmentguidelines.nih.gov/>. Accessed [Sept. 18, 2022].
- 36) Demoule A, Vieillard Baron A, Darmon M et al. High-Flow Nasal Cannula in Critically Ill Patients with Severe COVID-19. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020 ; 202 : 1039-1042.
- 37) Bonnet N, Martin O, Boubaya M et al. High flow nasal oxygen therapy to avoid invasive mechanical ventilation in SARS-CoV-2 pneumonia : a retrospective study. *Ann Intensive Care*. 2021 ; 11 : 37.
- 38) Anesi GL. COVID-19 : Respiratory care of the nonintubated hypoxemic adult (supplemental oxygen, noninvasive ventilation, and intubation). In : UpToDate, Manaker S (Ed), UpToDate, Waltham, MA. Accessed [Sept. 18, 2022]
- 39) 厚生労働省診療の手引き検討委員会 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 診療の手引き・第8版 p36, 2022.
- 40) 日本呼吸器学会. COVID-19 第1波流行期におけるNPPVおよび高流量鼻カニューラ酸素療法 (ハイフローセラピー) の使用についてのアンケート結果. <https://www.jrs.or.jp/covid19/assemblies/rc/20200713194048.html>, Accessed [Sept 11, 2022]