

特集 ■ NPPV/HFNC コラム

ICU人工呼吸器による
NPPVはあり？ なし？

NIVモードのメリット・デメリット、NPPV専用機との違い

開 正宏 KAI Masahiro 10a 見出し MA31
日本赤十字社愛知医療センター名古屋第一病院 臨床工学科 9a 新記事

はじめに 11.5a ロダンB
現在日本において、ICU人工呼吸器によりNPPVを施行することは必ずしも標準ではなく、NPPV専用機を用いる施設のほうが多い。一方で、欧州の一部などでは、ICU人工呼吸器による非侵襲的陽圧換気 noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) のほうが一般的であり、各種の臨床研究¹⁻³⁾でも、ICU人工呼吸器によるNPPVと比較した結果が出されている。

本稿では、日本ではあまり一般的とはいえないかもしれないICU人工呼吸器によるNPPVがいかなるものであるか、またその是非について論じたい。なお、今回はICU人工呼吸器によるNPPVを「NIVモード」と記載する。

NPPVとNIVモードの
実際

1990年代にNPPV専用機が登場して以降、日本においてNPPVを使用する場合には専用機を用いたNPPVが一般的であり、V60[®]、NKV-330[®]、ART-70[®]などが使用可能である。非侵襲的換気 non-invasive ventilation (NIV) モードについては、現在は、高性能・高級な人工呼吸器でなくとも多くの機種で使用可能となっており、比較的浸透しているが、実際の使用は必ずしも多くなく、抜管後など、すでにICU人工呼吸器が使用されている状況でのみとする施設が多い。

人工呼吸器回路および
マスクの違い

NIVモードでは、ICU人工呼吸器での施行となるため、通常の挿管用の

吸気と呼気の回路を有するダブルリムを用いる (図1-A)。原則的には呼気のすべてが呼気弁に到達することが前提であるため、リークする箇所が存在しない閉鎖型回路を用いることが必須となる。同様に、マスクについてもリークポートや安全弁のない閉鎖タイプのマスクを用いることとなる。理論的には閉鎖回路を用いるために、人工鼻 heat and moisture exchanger (HME) での施行も可能とされるが、実際にはマスクと顔の隙間からリークが生じるため、加湿効果はHMEでは不十分となるかもしれない。

専用機によるNPPVでは吸気回路だけのシングルリムとなり、呼気弁を要しない (図1-B)。呼気はマスクリークおよびリークポートからの呼出となるが、前者は非意図的 (非インテンショナル) リークとしてマスクフィッティングによりリーク量

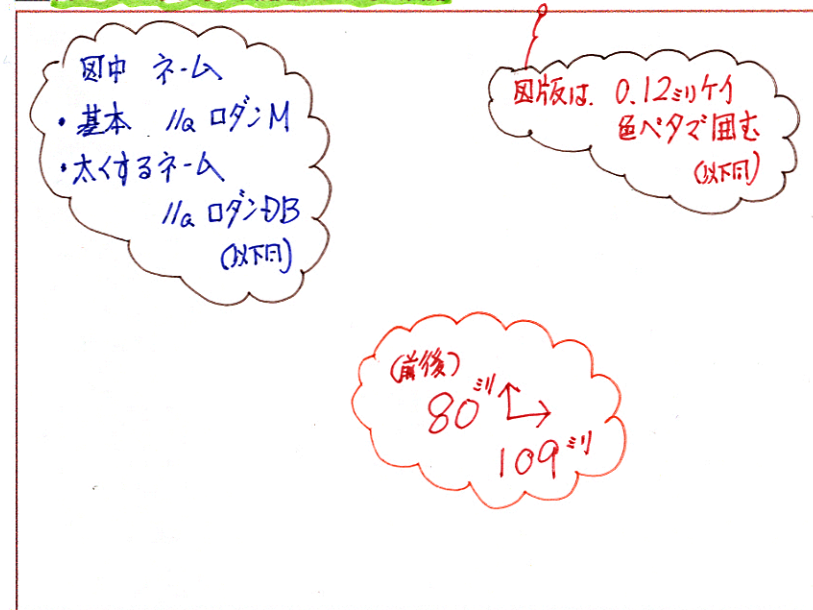
キーワード
NIVモード
NPPV専用機
FLORALI試験
JaNP-Hi試験

が変動し、パシエントリークとも呼ばれる。後者は意図的 (インテンショナル) リークとして存在し、事前にリーク量の確認をするテストを施行する機器もある。リークポートがないと、呼気を再呼吸するためリークポートを閉塞させてはいけない。

NIVモードの
メリットとは？

NPPV専用機における1回換気量測定は圧力と送気量とリーク量などから計算値 (予測値) で示されるため、正確ではないかもしれない。一方で、ICU人工呼吸器によるNIVモードでは、ダブルリム回路を使用している。患者の1回換気量は人工呼吸器の呼気回路で計測されるため、リークがなければより正確な1回換気量測定が可能となる。リークがある状況でも、人工呼吸器のリーク補正機能によってある程度は正確

図1 シングルリム回路とダブルリム回路



に表示されるものの、マスクのずれなどによるリークが増大した場合にはその信頼性は不十分となる。

また、ICU人工呼吸器の性能にもよるが、さまざまな微調整が可能となるのもメリットの1つであろう。特にトリガー感度や呼気ターミネーションなどさまざまな項目を調整できることも重要な点となる。

もう1つが感染対策の面である。特に昨今のコロナ禍においては閉鎖回路を用いるNIVモードでは患者呼気による環境汚染が制御できるため、NPPV専用機と比べて有利とされた。

NIVモードの
デメリットは？

前述のように、NIVモードではICU人工呼吸器に準ずる管理ができることがメリットとなるが一方で、これはすべて閉鎖回路であることが前提となる。実際にはNPPVは覚醒下にマスクを装着する呼吸管理であるため、患者自身の動きや会話、

表情などによる顔面の動きでマスクフィッティングの状況は常に変化する。このため、患者からのマスクリークは常に増減することとなる。

一定のリーク補正機能はあるとはいえ、NIVモードのための閉鎖回路の維持のためには非インテンショナルリークが常時制御されている必要があるため、マスクフィッティングを強く圧迫されることが多い。また、患者側の負担としても、自由な呼出が制限されることによる不快感も強くなってしまふ。これらは、NPPVの施行にあたって忍容性を阻害する要因となり、NPPVの継続にとって大きな障壁となる。場合によっては鎮静を強化する必要も出てくるであろう。

臨床研究の結果から
読み解くNPPV専用機と
NIVモードの違い

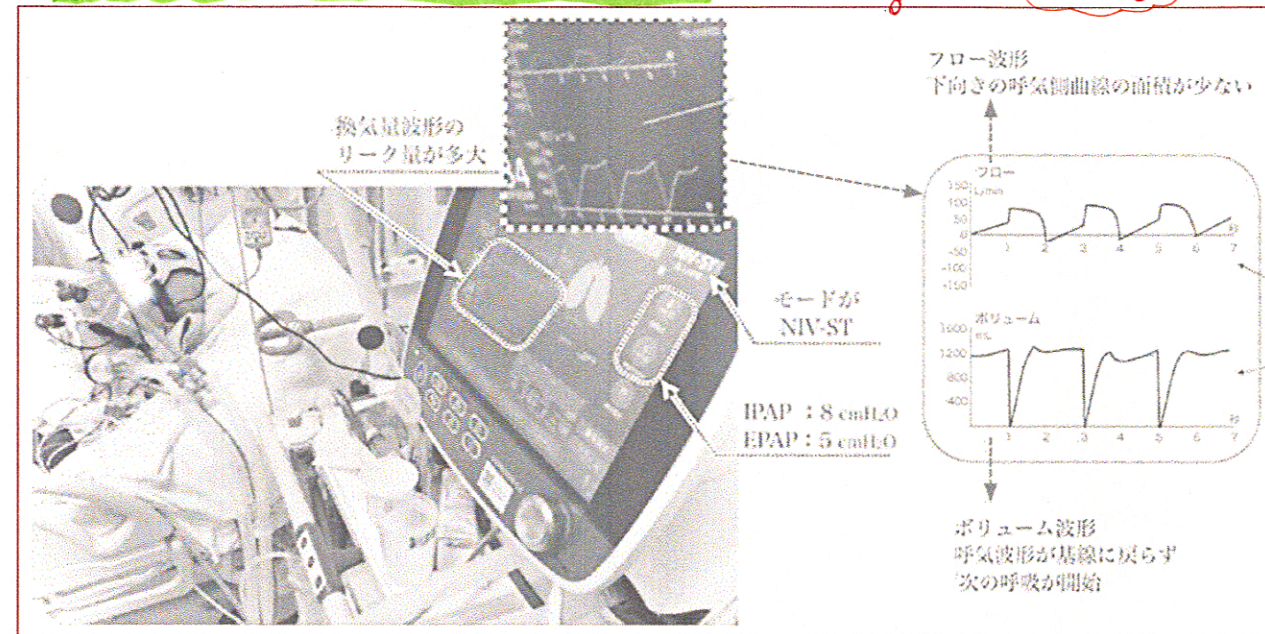
NPPV専用機およびNIVモードを直接比較した臨床研究はないが、それぞれを用いた臨床研究を提示する。

まずはNIVモードだが、前述のように欧州におけるNPPV研究¹⁻³⁾の多くはNIVモードを用いたものである。なかでもHFNCとNPPV、酸素療法を比較した多施設RCTであるFLORALI試験²⁾では、論文にもICU人工呼吸器を用いることが示されており、NIVモードでの研究であった。本試験のNPPV施行は1日当たり8時間程度、使用期間も2日程度とされ、NPPVの忍容性が懸念される。

一方で、日本において施行されたNPPVとHFNCを比較した多施設RCTである、JaNP-Hi試験⁴⁾では、NPPV専用機を用いたCPAPの使用が示されており、使用期間中央値は5日間であり、その間のNPPV中断時間は1日当たり1時間以内であったことが示されている。

人種差はあるにせよ、大幅な忍容性の差の一要因としてNPPV専用機とNIVモードの違いが考えられるであろう。

■ 図2 ICU 人工呼吸器での NIV (写真は人工鼻と加湿ブースター使用)



当院における NIVモードの実際

12.5a
B木 B101
(以下月)
色バタ (以下白)

図2に日本赤十字社愛知医療センター名古屋第一病院（当院）での抜管後にNIVモードでの装着している場面を提示する。当院のICUでは、挿管中の加温加湿管理はHME使用が主流のため、抜管後などの短時間のNPPVであれば人工呼吸回路の資源節約のため閉鎖型マスク・ICU人工呼吸器のNIVモードで管理している。短時間の使用のため、医療関連機器圧迫創傷 medical device related pressure ulcer (MDRPU) に十分注意しつつ、マスクを強めに固定しリークを減らす管理を行う。

しかし、図2に示した患者では換気量波形のようにリークが多く存在し、非同調が懸念される場合がある。著者の考えとしては、NIVモード管理を数時間単位で行うならば換気非同調や締めつけるマスクによるMDRPU発生リスク、忍容性を

鑑みてNPPV専用機を用いるべき
と考える。

11.5a 見出し MB 31 ↓ (18) H
文献 色バタ

1. Hilbert G, Gruson D, Vargas F, et al. Noninvasive ventilation in immunosuppressed patients with pulmonary infiltrates, fever, and acute respiratory failure. *N Engl J Med* 2001 ; 344 : 481-487 PMID : 00000000
2. Frat JP, Thille AW, Mercat A, et al; FLORALI Study Group. High-Flow Oxygen through Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *N Engl J Med*. 2015 ; 372 : 2185-96. PMID : 00000000
3. 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 : 1731-1743. PMID : 00000000
4. 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 : 00000000

利益相反 (COI):