

特 集

急性期 NPPV 療法

胸部外傷や気管支喘息など救急疾患における NPPV 療法

松本尚也・井上義博・遠藤重厚

キーワード：呼吸不全，肋骨骨折，疼痛コントロール，PEEP

はじめに

胸部外傷は外傷の中でも損傷の頻度が高いものの一つである¹⁾。一方、気管支喘息は夜間に救急外来を受診することが多いと言われている疾患の一つである²⁾。いずれも、酸素投与のみでは対応しきれない呼吸不全を呈し、人工呼吸器管理を要することがある。近年、気管挿管を行うことなく呼吸管理を行う手段の一つとして非侵襲的陽圧換気（noninvasive positive pressure ventilation：NPPV）が普及してきた。NPPV は慢性閉塞性肺疾患（chronic obstructive pulmonary disease：COPD）の急性増悪、心不全など、内科系慢性疾患の急性増悪に関するエビデンスが蓄積され、使用が推奨されている³⁾。しかし最近では、鈍的胸部外傷症例に用いることで呼吸機能が改善した⁴⁾、気管挿管を回避することができた⁵⁾、気管支喘息症例に用いることで、一秒率（forced expiratory volume in one second：FEV_{1.0}）が改善した⁶⁾などの報告から、救急領域でも外科内科疾患の隔てなく注目されてきている。

I. NPPV の利点

NPPV は、気管挿管を行うことなく陽圧換気が可能である。そのため、容易に着脱が可能、感染リスクが軽減、鎮静が不要といった特徴があり、人工呼吸器患者においても quality of life（QOL）が保たれる。

1. 容易に着脱が可能

人工呼吸器が必要と判断した時点で開始できるため、人工呼吸開始までの時間を短縮することができる。また、人工呼吸器装着中も、食事の間だけ外す、夜間のみ装着するなど、患者の状態に合わせた使用が可能である。

2. 感染のリスクが軽減

NPPVにより人工呼吸器関連肺炎（ventilator associated pneumonia：VAP）、院内感染のリスクを軽減できたという報告がある^{7,8)}。気管挿管の場合には、チューブにバイオフィルムを形成するため感染を起こすといわれているが⁹⁾、NPPV ではそのようなことは起こらない。

3. 鎮静が不要

NPPV の最大の利点であると考えられる。鎮静を行うことで、患者本人から訴えを聞くことができない、自発的な運動ができないためリハビリを進めることができない、バイタルサインがマスクされる、鎮静薬による副作用を併発する、などの可能性がある。しかし、鎮静薬を使用しなければこれらを回避することができ、合併症の早期発見、早期のリハビリ開始につながると考えられる。

II. NPPV の欠点

気管挿管を行わずに陽圧換気を行うことで、腹部膨満、頭蓋底骨折合併例では気脳症、気道周囲の損傷で

表 1 NPPV の禁忌項目 (NPPV ガイドラインから抜粋)

-
- 非協力的で不穏な場合
 - 気道が確保できない場合
 - 呼吸停止、昏睡、意識状態が悪い場合
 - 循環動態が不安定な場合
 - 自発呼吸のない状態での換気が必要な場合
 - 最近の腹部、食道手術後の場合
 - 顔面の外傷、火傷、手術や解剖学的異常でマスクがフィットしない場合
 - 2つ以上の臓器不全がある場合
 - 心筋梗塞が起こりつつある場合、不安定狭心症の場合
 - 咳反射がない、または弱い場合
 - ドレナージされていない気胸がある場合
 - 嘔吐や腸管の閉塞、アクティブな消化管出血がある場合
 - 大量の気道分泌物がある、または排痰ができない場合
-

は皮下気腫、縦隔気腫の可能性がある。また、多量の喀痰を認めるときには、喀出や吸引が困難となることもある。気道の問題以外に、顔面外傷があった場合に、マスクが創部を増悪させる、顔面外傷がなくとも、顔面の皮膚潰瘍の原因となる、といったことも考えられる。そのため、多量の喀痰を認める症例では、気管挿管に移行できる準備が必要であり、頭蓋底骨折合併症例、顔面外傷症例では適応外とされている。また、確実な気道確保が求められる意識障害やバイタルが不安定な症例では気管挿管が適応とされている¹⁰⁾。NPPV ガイドラインでも禁忌項目は記載されているが(表 1)、これらに該当しなければ、NPPV の使用は可能であると考えられる。

Ⅲ. 外傷症例に対する NPPV 使用の報告

外傷症例に対する NPPV の使用に関しては、有効であるという報告が散見される。低酸素血症、頻呼吸、高二酸化炭素血症のいずれかを認めた鈍的胸部外傷に対して NPPV を使用した場合、気管挿管を回避できた群では、P/F ratio、PaCO₂、呼吸回数、心拍数が有意に改善したという報告がある⁴⁾。また、鈍的胸部外傷による低酸素血症に対して、NPPV を使用した群では使用しなかった群に比べて気管挿管率が低かったという報告もある⁵⁾。以前われわれも、肋骨多発骨折に対して NPPV を用いることで気管挿管を回避したという報告を行っている¹¹⁾。

Ⅳ. 外傷症例に対する NPPV の使用

外傷症例に対して行う NPPV は、適応外を除いた症例であれば使用可能であると考えられ、循環動態が

安定している肋骨骨折や肺挫傷による呼吸不全や無気肺の予防がそれに当てはまる。肋骨骨折による呼吸不全は、肋骨の痛みにより胸郭の動きが制限され、換気不全を起こした状態である。また、浅くて速い呼吸となるため、呼吸筋疲労を伴うこともある。そのため、肋骨骨折に対しては硬膜外麻酔、鎮痛薬の静脈投与などにより疼痛コントロールを行うことが最も重要である。その上で、低酸素血症、換気不全、頻呼吸を認める場合には NPPV を使用し、PEEP とプレッシャーサポートをかけることで、浅い呼吸でも十分な換気が可能となり、さらに肺胞の虚脱も予防することができる。また、呼吸筋の仕事量軽減により、呼吸筋疲労も予防でき、気管挿管を回避することができると考えられる。肺挫傷単独で重症呼吸不全に陥ることはあまり経験しないが、肋骨骨折を合併している症例、無気肺が進行するような症例では、NPPV の使用が有効であると考えられる。ガイドラインでも、無気肺の進行の予防に対する使用が記載されている³⁾。一方、フレイル Chest に対する使用については、慎重になるべきであると考えている。フレイル Chest となるような胸部外傷では、他臓器の外傷、重度の肺実質損傷を合併していることがあり、バイタルの急な変化や緊急手術の可能性もある。そのため、NPPV よりも気管挿管による人工呼吸器管理の方が適しているのではないかと考えられる。フレイル Chest に対しては、肋骨固定の有効性も報告されている¹²⁾。

Ⅴ. 気管支喘息症例に対する NPPV 使用の報告

外傷と同様に、NPPV が有効であるという報告が散

見される。気管支喘息症例に対して NPPV を使用した場合、コントロール群に比べて $FEV_{1.0}$ の有意な改善を認めたという報告がある⁶⁾。また、NPPV と侵襲的人工呼吸を比べた場合、ICU 滞在日数、入院日数、死亡率に差はなかったとの報告もある¹³⁾。

VI. 気管支喘息症例に対する NPPV の使用

気管支喘息は、気管支の狭窄による呼吸不全である。発作時には、 β 刺激薬、ステロイドの吸入、エピネフリンの皮下注などの治療が行われるが、それでも発作が改善せず、呼吸不全が継続する場合には人工呼吸器管理の適応となる。気管支喘息症例に対して行う NPPV も外傷と同様に、適応外を除外した症例であれば使用可能と考えられる。すなわち、意識障害がない、気道が確保されている、バイタルが安定している症例が当てはまる。そのため、重度の低酸素血症、 CO_2 ナルコーシスを合併している症例では気管挿管を選択した方が良いと考えられる。気管支喘息に対する NPPV は、肋骨骨折の症例に対して行うプレッシャーサポートとは異なり、呼気時に気管支を広げること、つまり PEEP をかけることが重要である。実際に、気管支喘息に対する NPPV は、持続気道陽圧 (continuous positive airway pressure : CPAP) による呼吸閉塞の改善が主であるとされている¹⁴⁾。

VII. 症 例

症例：85 歳、女性。

既往歴：胃癌術後

現病歴：牛舎で柵と牛の間に胸部を挟まれ受傷した。家族と共に当院一次二次救急外来を受診した。画像検査で肋骨多発骨折、腕頭動脈解離を指摘され、当科紹介となった。

初診時現症：Japan Coma Scale (JCS) 2、血圧 135/73 mmHg、心拍数 69/分、呼吸数 34/分、酸素飽和度 90% (酸素マスク 4L/min で 100% に上昇した)。

初診時画像所見：胸部レントゲン検査で両側肋骨多発骨折を認めた (図 1)。胸部 CT 検査で右血胸、両側肋骨多発骨折を認めた (図 2)。

診断：肋骨多発骨折 (右第 1～9 肋骨骨折、左第 1～5 肋骨骨折)、両側血胸、急性呼吸不全、腕頭動脈解離

経過：循環動態に問題がなかったことから、腕頭動脈



図 1 入院時胸部レントゲン検査
右肺野の透過性減弱を認めた。

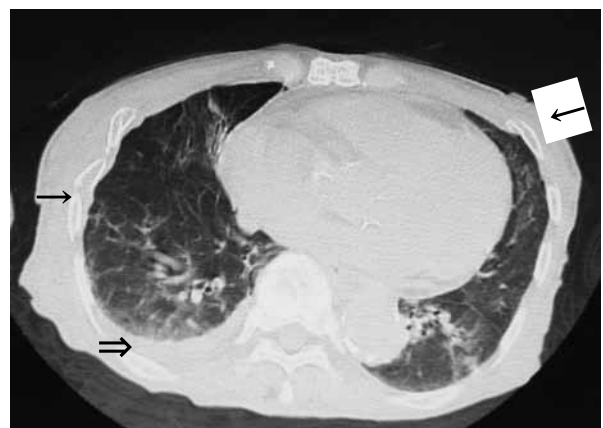


図 2 胸部 CT 検査
肋骨骨折 (→)、右胸水 (⇒) を認めた。

解離は血圧コントロールによる保存的加療の方針となった。肋骨骨折に対して、酸素投与、疼痛コントロールとしてフェンタニルの静注と持続投与を開始した。痛みは緩和したが、呼吸回数の低下を認めなかったため、S/T モード、inspiratory positive airway pressure (IPAP) 9 cmH₂O、expiratory positive airway pressure (EPAP) 5 cmH₂O、PS 4 cmH₂O、FiO₂ 0.3 にて NPPV を開始した。NPPV 開始後、呼吸回数は 14/分まで低下し、動脈血ガス分析でも P/F ratio の改善を認めた (図 3)。NPPV に対する抵抗はなく、そのまま継続した。第 4 病日、経鼻経管栄養を開始したが、経管栄養チューブによるフェイスマスクのトラ

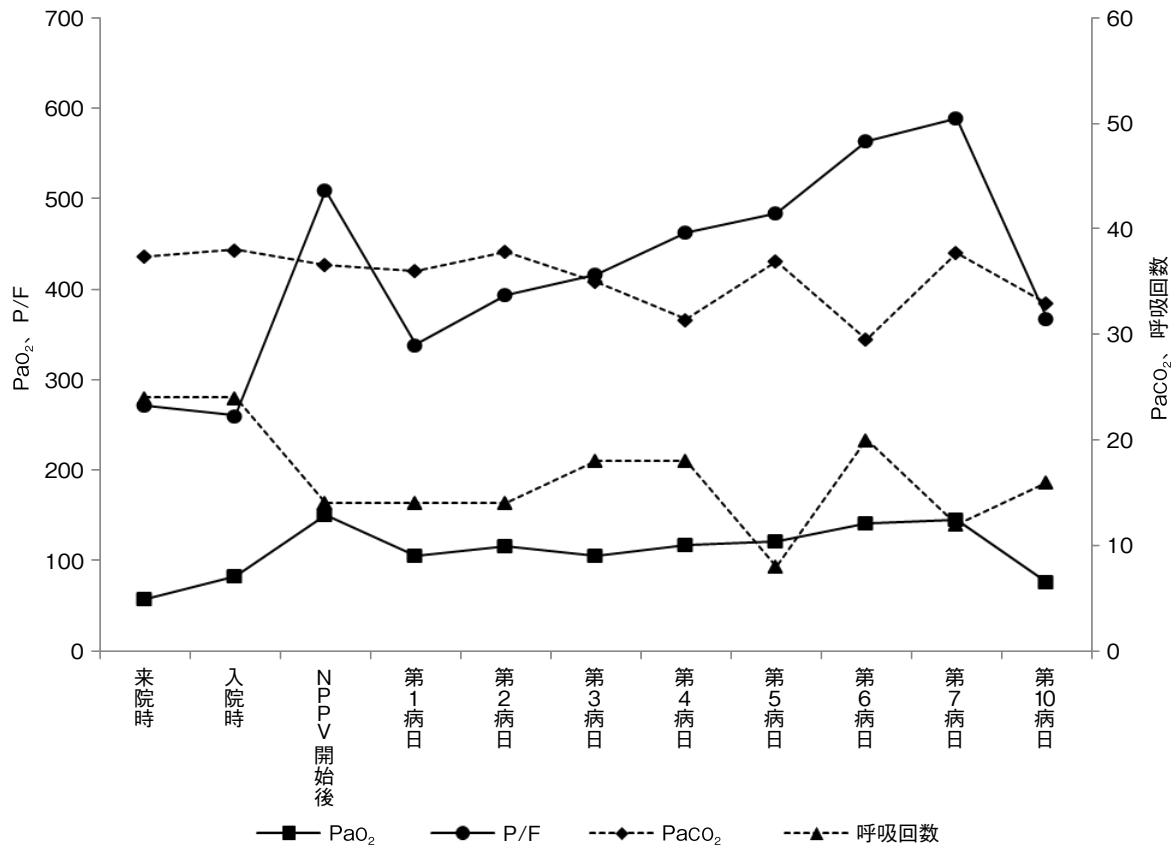


図3 入院経過

ブルはなかった。同日、CPAPモードにしたが特に問題なく経過し、第7病日、NPPVを離脱した。その後、再装着することなく、第20病日リハビリテーション目的に、他院に転院となった。

本症例におけるNPPVの影響：フェンタニルによる疼痛コントロールを行ったが、頻呼吸の状態であった。バイタルは安定しており、気道も確保されていたことからNPPVを選択した。NPPVによりPEEPとプレッシャーサポートをかけることで、浅い呼吸でも十分な換気を行うことができ、肺胞の虚脱も予防できたと考えられる。また、頻呼吸も改善したことから、呼吸筋疲労を起こすことなく経過し、気管挿管を回避することができたと考えられる。

まとめ

胸部外傷、気管支喘息に対するNPPVの使用について報告した。NPPVでは確実な気道確保を行うことはできないが、気管挿管を行うことなくPEEP、プレッシャーサポートをかけることができる。また、容易に着脱が可能である。そのため、気管挿管による人工

呼吸器と酸素マスクの中間の位置づけ、つまり“PEEP、プレッシャーサポートをかけることができる酸素マスク”といった感覚で使用しており、気管挿管を回避するために、早期から使用することもある。酸素投与のみでは呼吸不全が改善しない場合には、適応外症例を除き、まずはNPPVを使用し、可能であればNPPVを継続、継続困難であれば速やかに気管挿管に移行する、といった使用方法が良いと考えている。ただし、NPPVを含めた人工呼吸器管理は補助療法であり、呼吸不全の原因除去も重要である。

外傷症例、気管支喘息に対するNPPV療法はエビデンスが確立されておらず、十分に普及しているとは言えないが、使用症例、使用方法によっては長期間の人工呼吸器管理を回避できる可能性がある。今後、十分な症例の集積により、エビデンスを確立していくことが求められる。

本稿の全ての著者には規定されたCOIはない。

参考文献

- 1) 日本外傷学会 ト라우マレジストリー検討委員会：日本外傷データベース報告 2013. <https://www.jtcr-jate.org/traumabank/dataroom/data/JTDB2013.pdf>
- 2) 渡 雅文, 大江元樹, 駒形浩史ほか：成人喘息患者の時間外受診状況の検討. 日本呼吸器学会雑誌. 1998 ; 36 : 438-43.
- 3) NPPV ガイドライン. 日本呼吸器学会 NPPV ガイドライン作成委員会編. 東京, 南江堂, 2006.
- 4) Xirouchaki N, Kondoudaki E, Anastasaki M, et al : Noninvasive bilevel positive pressure ventilation in patients with blunt thoracic trauma. *Respiration*. 2005 ; 72 : 517-22.
- 5) Hernandez GI, Fernandez R, Lopez-Reina P, et al : Noninvasive ventilation reduces intubation in chest trauma-related hypoxemia : a randomized clinical trial. *Chest*. 2010 ; 137 : 74-80.
- 6) Soma T, Hino M, Kida K, et al : A prospective and randomized study for improvement of acute asthma by non-invasive positive pressure ventilation (NPPV). *Intern Med*. 2008 ; 47 : 493-501.
- 7) Guerin C, Girard R, Chemorin C, et al : Facial mask noninvasive mechanical ventilation reduces the incidence of nosocomial pneumonia. A prospective epidemiological survey from a single ICU. *Intensive Care Med*. 1997 ; 23 : 1024-32.
- 8) Nouridine K, Combes P, Carton MJ, et al : Does noninvasive ventilation reduce the ICU nosocomial infection risk? A prospective clinical survey. *Intensive Care Med*. 1999 ; 25 : 567-73.
- 9) Fernandez JF, Levine SM, Restrepo MI : Technologic advances in endotracheal tubes for prevention of ventilator-associated pneumonia. *Chest*. 2012 ; 142 : 231-8.
- 10) 鈴木正之：NPPV の特徴. NPPV マニュアル 非侵襲的陽圧換気療法の実践. 大井元晴, 鈴木正之編. 東京, 南江堂, 2005, pp9-19.
- 11) 松本尚也, 山田裕彦, 塩谷信喜ほか：肋骨多発骨折による呼吸不全に対し非侵襲的陽圧換気 (NPPV) を使用した一例. 日本救命医療学会雑誌. 2009 ; 23 : 57-61.
- 12) Ahmed Z, Mohyuddin Z : Management of flail chest injury : internal fixation versus endotracheal intubation and ventilation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1995 ; 110 : 1676-80.
- 13) Fernandez MM, Villagra A, Blanch L, et al : Non-invasive mechanical ventilation in status asthmaticus. *Intensive Care Med*. 2001 ; 27 : 486-92.
- 14) 近藤康博：気管支喘息. 実践 NPPV これでわかる NPPV の実際 改訂第 2 版. 竹田晋浩編. 東京, 克誠堂出版, 2011, pp74-83.