酸素療法と非侵襲的陽圧換気のはざままで

はじめに

近年、呼吸不全に対する人工呼吸管理は長足の進歩を遂げているが、治療・処置として基本となる酸素療法もまた、さまざまなデバイスが開発され臨床応用され続けている。日本呼吸器学会・日本呼吸管理学会による「酸素療法ガイドライン」では、酸素療法は低流量システムと高流量システムおよびリザーバーシステムとに分けられる¹⁾。

低酸素血症の患者に対する一般的な酸素療法(低流量システム)の問題は、患者の呼吸様式により吸入酸素濃度が増加するために、患者が必要とする規定した濃度の酸素を適確に吸入させることが不十分であるという点である。

従来の鼻カニューラ、顔マスクを用いた低流量システムによる酸素療法では、呼吸困難に伴う呼吸回数の増加が吸気時間の短縮をもたらし、必要とする吸気流速は安静時呼吸の30 l/minに対し60 l/min以上に増加することもある。すなわち、低流量システムによる酸素療法では高濃度の酸素濃度を必要とする患者ほど、より周りの空気を吸い込み希釈され、十分な吸入酸素濃度を維持できないというジレンマに陥ることになる。

High-flow nasal cannula (HFNC) を用いた高流量システムによる酸素療法

呼吸回数に影響されない規定した酸素濃度の吸入法として、ベンチュリーマスクによる酸素療法がある。しかし、ベンチュリー効果によって30 l/min以上のトータル流量を得る場合、酸素流量計の限界である15 l/minでも60%以上の高濃度の酸素吸入はできない。より高濃度の酸素吸入が必要となる場合には、リザーバーマスクあるいは非侵襲的陽圧換気(noninvasive positive pressure ventilation, NPPV)、さらには気管挿管による人工呼吸がその先にある。近年、特殊な鼻カニューラを用いて高流量の酸素投与を行うHFNCによる酸素療法が開発され臨床使用されている。HFNCによる酸素療法では専用の鼻カニューラ、加温・加湿装置、高流量のガスを流すデバイス(酸素ブ

レンダー)が必要である。

専用の鼻カニューラを用いるHFNCシステムは現在2社から発売され(F&P 850™ System, Fisher & Paykel HealthcareとHigh Flow Therapy System, パシフィックメディコ社)、左右鼻孔間の違いに対応できるように大きさも数種類用意されている。酸素の供給には加温・加湿は必須であり、市販の酸素ブレンダーか酸素療法が可能な人工呼吸器を用いることで、規定された50~60 l/minもの高流量酸素が供給可能となる。近年の人工呼吸器には非侵襲的陽圧換気モードが備わっているため、吸気側に人工呼吸器回路とHFNC用鼻カニューラを接続することにより簡単にHFNCによる酸素療法が可能となる場合がある。例えばエビタInfinity® V500(ドレーゲルジャパン)では、酸素療法として最大50 l/minの規定された酸素濃度のガス供給が可能である。

HFNCによる酸素療法の利点

HFNCによる酸素療法の利点としては、以下があげられる。

- ①高流量酸素システムであり、患者の吸気流速以上の酸素流量が投与できるため、周りの空気を吸入することによる希釈が起らず、規定した酸素濃度の供給が可能である²⁾。
- ②高流量のガスを咽頭・喉頭腔へと送るため、死腔に存在する炭酸ガスを洗い流すことができる。その結果、炭酸ガス再呼吸を最小限とし、死腔減少や肺胞換気量を増加させる可能性がある。さらに、このような高流量のガスが咽頭・喉頭腔を流れることにより吸気時の努力仕事量が低下する³⁾。
- ③HFNC酸素療法では呼気終末の肺容積や1回換気量が増加し、特に肥満患者でその傾向が著しい⁴⁾。
- ④気道内に一定の圧が生じる(2.7~7.4 cmH₂O)。PEEP様の効果が推測されているが、あくまで気道内圧の増加であり、十分な検証はされていない。これらの気道内圧の上昇は吸入させる流量、上気道の形状、口呼吸の有無、カニューラサイズと鼻孔との比、によって規定される^{5),6)}。

- ⑤適切に加温・加湿された高流量のガスを吸入することにより気道の乾燥を軽減し、気道の繊毛機能が維持でき、長期のHFNCによる酸素療法が可能となるのではないかと考えられている⁷⁾。
- ⑥マスクに比べて違和感が少ない。加温・加湿した経鼻酸素吸入であるため会話や飲水が可能であり、圧迫感が少ないなどNPPVに比べても安楽である。長期間のHFNCによる酸素療法に耐えることができる⁸⁾。

HFNCによる酸素療法の臨床効果

近年報告されたものとして、顔マスクを用いた低流量システムによる酸素療法と比較したICUでの前向き観察研究がある⁹⁾。マスクによる酸素吸入(推定酸素濃度が50%以上)にてSpO₂が96%以下で呼吸回数が25 /min以上である急性呼吸不全患者20例(予測死亡率16%)に対し、HFNCによる酸素療法を施行し比較した。HFNCによる酸素療法では呼吸回数、心拍数も有意に低下した。開始2時間後に比較したPaO₂はHFNCによる酸素療法施行が有意に高く、呼吸、代謝の異常も改善していた。

しかし、低酸素血症に対するHFNCによる酸素療法に関する有効性については、未だ十分なエビデンスは得られていない。今後、適応疾患や施行可能な期間、離脱の方法、気管挿管回避の可否、酸素化改善の機序を含めた大規模試験が必要である。

HFNCによる終末期医療における酸素療法

本号に掲載されている宮崎ら¹⁰⁾の報告は、HFNCによる酸素療法の適用を考える上で示唆に富むものである。近年では終末期医療における、いわゆるcomfort measures only患者やdo-not-intubate (DNI) 患者の急性呼吸不全に対してNPPVが積極的に行われ、一定の効果が得られている¹¹⁾。

しかし、終末期医療での患者の安楽性を考慮に入ると治療効果は別として、長期間のNPPVの施行よりはHFNCによる酸素療法がはるかに受容度は高いものと考えられる¹²⁾。実際に宮崎らの報告では、DNI患者に対する約10日間という長期間のHFNCによる酸素療法ではあったが、患者が希望する医療の質での治療が可能であり、さらに離脱も可能であった。嘔吐のリスクがあったためにNPPVを回避した症例ではあったが、仮にNPPVの一般的な禁忌事項がなくともNPPVに先んじてHFNCによる酸素療法を試みるべきという結論は低酸素血症へと進展した終末期がん患者の酸素療法の1つとしての新たな選択肢となる可

能性を示唆するものである。低酸素血症へと進展したDNI患者に対する低流量酸素療法からNPPVへと至るその間を埋めるべく、HFNCによる酸素療法は有用ではないかと考えられる。

本稿の著者には規定されたCOIはない。

文 献

- 1) 日本呼吸器学会肺生理専門委員会, 日本呼吸管理学会酸素療法ガイドライン作成委員会編. 酸素療法ガイドライン. 東京: メディカルレビュー社; 2006. p. 25-42.
- 2) Sim MA, Dean P, Kinsella J, et al. Performance of oxygen delivery devices when the breathing pattern of respiratory failure is simulated. *Anaesthesia* 2008;63:938-40.
- 3) Dysart K, Miller TL, Wolfson MR, et al. Research in high flow therapy: mechanisms of action. *Respir Med* 2009;103:1400-5.
- 4) Corley A, Caruana LR, Barnett AG, et al. Oxygen delivery through high-flow nasal cannulae increase end-expiratory lung volume and reduce respiratory rate in post-cardiac surgical patients. *Br J Anaesth* 2011;107:998-1004.
- 5) Parke R, McGuinness S, Eccleston M. Nasal high-flow therapy delivers low level positive airway pressure. *Br J Anaesth* 2009;103:886-90.
- 6) Ritchie JE, Williams AB, Gerard C, et al. Evaluation of a humidified nasal high-flow oxygen system, using oxygraphy, capnography and measurement of upper airway pressures. *Anaesth Intensive Care* 2011;39:1103-10.
- 7) Hasani A, Chapman TH, McCool D, et al. Domiciliary humidification improves lung mucociliary clearance in patients with bronchiectasis. *Chron Respir Dis* 2008;5:81-6.
- 8) Cuquemelle E, Pham T, Papon JF, et al. Heated and humidified high-flow oxygen therapy reduces discomfort during hypoxemic respiratory failure. *Respir Care* 2012;57:1571-7.
- 9) Sztrymf B, Messika J, Mayot T, et al. Impact of high-flow nasal cannula oxygen therapy on intensive care unit patients with acute respiratory failure: a prospective observational study. *J Crit Care* 2012;27:324.e9-13.
- 10) 宮崎裕也, 福田聡史, 方山真朱, 他. High-flow nasal cannula療法により陽圧換気を回避できた急性呼吸不全の一例. *日集中医誌* 2015;22:207-8.
- 11) Kacmarek RM. Should noninvasive ventilation be used with the do-not-intubate patient? *Respir Care* 2009;54:223-9.
- 12) Boyer A, Vargas F, Delacre M, et al. Prognostic impact of high-flow nasal cannula oxygen supply in an ICU patient with pulmonary fibrosis complicated by acute respiratory failure. *Intensive Care Med* 2011;37:558-9.

受付日2014年11月18日
採択日2014年12月17日

升田 好樹
札幌医科大学医学部集中治療医学
(〒060-8543 北海道札幌市中央区南1条西16丁目)

Between oxygen therapy and noninvasive positive pressure ventilation

Key words: ①oxygen therapy, ②high-flow nasal cannula therapy, ③do-not-intubate patient

Yoshiki Masuda
Department of Intensive Care Medicine, Sapporo Medical University,
School of Medicine
(South-1, West-16, Chuo-ku, Sapporo, Hokkaido 060-8543, Japan)

J Jpn Soc Intensive Care Med 2015;22:181-3.