

最新の特ピックス

TOPICS

高流量鼻カニューラ酸素療法は呼吸管理の常識を変えた

信州大学医学部保健学科検査技術科学専攻生体情報検査学領域

藤本 圭作

I はじめに

呼吸不全に対して酸素療法が行われるが、その投与方法は低流量システムと高流量システムに分けられる。低流量システムとは、鼻カヌラや簡易酸素マスクを用いて酸素投与を行うシステムで、吸入気酸素濃度(FIO₂)は60%前後までで患者の一回換気量や呼吸パターンによって変化を受ける。高流量システムとはベンチュリーマスクやネブライザー式酸素マスクのことで、30 L/min(分時換気量)以上の高流量で酸素と空気の混合ガスを吸入するシステムであり、患者の一回換気量や呼吸パターンには依存せず、設定したFIO₂を供給することができる。しかし、成人の場合に正確なFIO₂を得るためにはFIO₂は約50%前後までである。それ以上の濃度の設定表示があるが、酸素流量を12 L/min以上にしなくてはいけなく、流量計に限度があるため設定通りのFIO₂は供給できず低くなってしまふ。一方、リザーバーマスクでは、バックに貯めた酸素を一方向弁で吸入するため、高濃度の酸素を吸入させることが可能である。しかし、実際にはマスクと顔の隙間やマスクと一方向弁との隙間から外気が混入するため、90%以上の吸入気酸素濃度を得ることはできない¹⁾。そこで登場したのが高流量式鼻カニューラ酸素療法(high-flow nasal cannula oxygen therapy)である。これは、単に21%から100%までの濃度の酸素を吸入することが可能というだけでなく、肺の酸素化効率を改善させ、QOLが維持されるという点でも優れており注目されている。

II High-flow nasal cannula oxygen therapyとは

鼻カニューラであっても、21%から100%までの高濃度の加湿・加温された酸素を最大60 L/minという高流量で供給できる装置である。病棟に配管されている酸素の流量計は12 L/minまでであり、それ以上の高

流量を流すことはできない。また、低流量式鼻カニューラにて酸素を投与する場合には通常6 L/minまでであり、それ以上の高流量の100%酸素を鼻腔に流すと、乾燥した酸素であるため不快感や痛みを生じて継続できない。しかしこの装置は吸入ガス(酸素と空気の混合ガス)が加湿・加温されているため、高流量のガスを流しても鼻腔の痛みはなく、最大100%のFIO₂を確保することができる。従来であると、鼻腔カヌラやマスクによる低流量式酸素投与で十分な酸素化が得られない場合には、リザーバー付マスクを、非侵襲的陽圧換気療法であるNPPV(non-invasive positive pressure ventilation)の繋ぎとして用いられてきた。しかし、マスクによる換気であるため、会話や食事は困難であり、マスクを外すと低酸素に陥ってしまう。本装置では、高濃度のFIO₂が得られ、会話や食事も摂れるため患者のQOLを著しく損なうことはない。

本装置は、鼻カニューラ、酸素流量計、ブレンダーと酸素濃度計、加温加湿器、蛇管からなる。鼻カニューラは流量が多いため一回り太く、ジャバラになっている。加温加湿器は専用の加温加湿器あるいは人工呼吸器用の加温加湿器を使用する。酸素と空気を混合するブレンダーは病室に配管した圧縮空気と高圧酸素の両方を混合するタイプと、ベンチュリー効果を利用して室内空気と配管の高圧酸素を混合するタイプがある。21%から100%までの濃度の酸素を供給することができる。また、酸素濃度計が付いているので、供給している酸素の正確な濃度を知ることができる。

III High-flow nasal cannula oxygen therapyの利点

A QOLの改善

酸素を吸入しながら会話や食事も摂れるため、患者のQOLを著しく損なうことなく維持でき、高濃度のFIO₂の投与により重症な呼吸不全を回避できるというのは利点である。

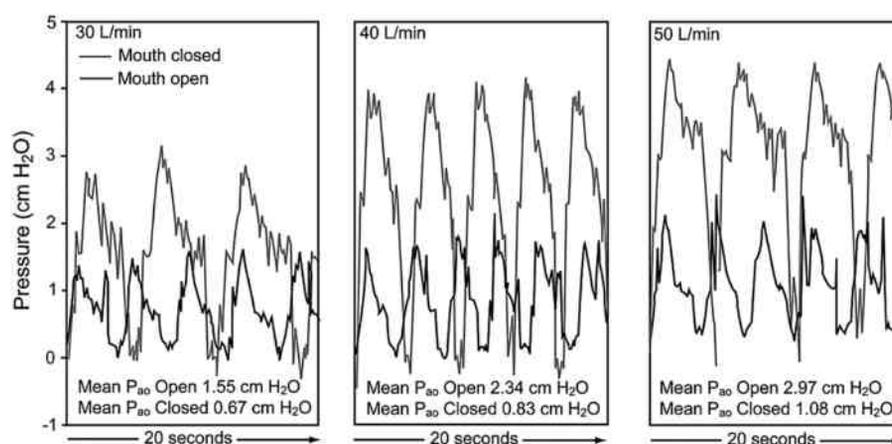


図1 高流量式鼻カニューラで30, 40, 50 L/minの高流量でガスを流した時の口を開けた場合と口を閉じた場合の気道内圧波形
口を閉じると流量に応じて気道内圧が上昇を示す(文献3より引用)。

B 死腔換気率の減少

高流量の酸素で鼻腔や上気道に貯まった呼気ガスを洗い流すため、死腔換気率が減少する(pharyngeal dead space washout)²⁾。成人患者では解剖学的死腔を約50 ml減らすことができる。このため酸素化が改善され、炭酸ガスの上昇を抑制できる。

C 鼻咽頭抵抗の減少

鼻呼吸の吸気では鼻腔内は陰圧となり鼻翼は外側から圧迫されるため鼻腔が狭くなる。このため吸気時に鼻抵抗が上昇し、呼吸仕事量が増加する。高流量式鼻カニューラの場合には高流量で流すため、吸気相においても鼻腔内は陽圧となり、鼻咽頭抵抗は減少し、呼吸仕事量を減少させることになる。

D 呼気終末陽圧換気(positive end-expiratory pressure, PEEP)様効果

鼻腔から高流量を流すため、流量に応じて気道内圧は上昇する。人工呼吸器で設定するPEEPとは異なり、呼気相全体に一定の圧がかかるのではなく、呼気相の早期に最も気道内圧が上昇し、呼気終末にかけて圧は低下し、吸気相の圧は0近くまで低下する。健常人で口を閉じた状態で、流量が30 L/minでは気道内圧が 1.93 ± 1.25 (SD) cmH₂O、50 L/minでは 3.31 ± 1.05 cmH₂O上昇する(図1)³⁾。これがPEEP様の効果を発揮し、酸素化を向上させる。

E 肺胞リクルートメント(alveolar recruitment)

上記の呼気相の気道内圧の上昇と相関して、呼気終末肺気量(end-expiratory lung volume, EELV)が増加することが報告されている。Corleyら⁴⁾は心臓手

術患者を対象とした研究において、気道内圧の3.0 cmH₂Oの上昇に対してEELVが25.6%増加、呼吸数を3.4回/min、PaO₂/FIO₂を30.6 mmHg改善させた。これは、急性呼吸窮迫症候群(ARDS)などによる肺の虚脱に対して、肺胞を広げ肺の酸素化を促すことが考えられる。

F 気道の粘液線毛機能の改善

気管支拡張症患者を対象に、体温に近い温度まで加温し、かつ十分加湿した空気を高流量で1日3時間、7日間吸入させると、そうでない場合に比べて、気道の粘液線毛機能が改善することが報告されている⁵⁾。高流量式鼻カニューラによる酸素療法でも同じことが期待される。

IV どのように呼吸管理の常識を変えたか

以前は、低流量式酸素投与方法である鼻カニューラや簡易マスクで酸素を投与しても呼吸不全が解除できない、すなわちCO₂ナルコーシスに至らずPaO₂>60 Torrが得られない場合には、気管内挿管の上、侵襲的人工呼吸管理を行うのが選択肢であった。しかし、NPPVの登場によりまずはNPPVを考慮し、必要であれば調節呼吸(mechanical ventilation)に移行するという選択肢が増えた。さらに、高流量式鼻カニューラ酸素療法の登場により、NPPVを行う前の選択肢が増えたことになり、非侵襲的あるいは侵襲的人工呼吸療法への移行が減ると考えられる。また、終末期の患者が著しい低酸素血症に陥った場合、通常の酸素吸入では低酸素血症を改善できない場合に適応することによ

て、終末期患者の QOL を改善させることも期待される。しかし、まだ本装置を使った研究は少なく、十分な検証もなされていない。原則適応がないのは、① $\text{PaCO}_2 > 48$ Torr (換気不全が改善できる作用はない。また CO_2 の貯留をきたす可能性がある)、② 気胸、あるいは気胸を疑うとき、③ 顔面の外傷で鼻カニューラが使えない場合である。また、高濃度の酸素を長期吸入することによる酸素中毒に関して注意を払う必要があるのではないかと考えられる。

V おわりに

高流量式鼻カニューラ酸素療法は、いまだ名称についても統一されたものはなく新しい酸素投与方法である。様々な利点から NPPV や調節呼吸への繋ぎ、場合によっては代替として、あるいは終末期医療における呼吸不全の改善として位置づけられるかもしれないが、いまだ十分なデータや検証がなされておらず、今後の研究成果によっては、適応は変わることが予想される。しかし、呼吸管理を行う者にとっては注目すべき画期的な酸素療法である。

文 献

- 1) 宮本顕二, 前川弘恒, 岡田 晃, 笠原敏史: 吸入酸素濃度調節機能のない簡易酸素マスクにおける酸素流量と吸入酸素濃度の関係. 日呼吸管理会誌 15: 264-269, 2005
- 2) Dysart K, Miller TL, Wolfson MR, Shaffer TH: Research in high flow therapy: mechanism of action. Respir Med 103: 1400-1405, 2009
- 3) Parke RL, Eccleston ML, McGuinness SP: The effects of flow on airway pressure during nasal high-flow oxygen therapy. Respir Care 56: 1151-1155, 2011
- 4) Corley A, Caruana LR, Barnett AG, Tronstad O, Fraser JF: Oxygen delivery through high-flow nasal cannulae increase end-expiratory lung volume and reduce respiratory rate in post-cardiac surgical patients. Br J Anaesthesia 107: 998-1004, 2011
- 5) Hasani A, Chapman TH, McCool D, Smith RE, Dilworth JP, Agnew JE: Domiciliary humidification improves lung mucociliary clearance in patients with bronchiectasis. Chron Respir Dis 5: 81-86, 2008