非侵襲的陽圧換気中のリークが患者-人工呼吸器間との不同調に及ぼす影響：機種間での比較

中西 信人^{*1} 上野 義豊^{*1} 今中 秀光^{*2} 西村 匡司^{*3}

^{*1}徳島大学医学部医学科, ^{*2}徳島大学病院ER・災害医療診療部

^{*3}徳島大学大学院病態情報医学講座救急集中治療医学
(〒770-8503 徳島県徳島市蔵本町2-50-1)

Key words: ①noninvasive positive pressure ventilation, ②leak, ③PEEP, ④pressure support

はじめに

非侵襲的陽圧換気 (noninvasive positive pressure ventilation, NPPV) は広く用いられている。NPPV中はマスク周囲からのリークは避けられないが、PEEPや補助圧を低下させたり^{1)~3)}、患者-人工呼吸器間の不同調を引き起こし得る⁴⁾。今回、NPPV中の不同調に対するリークの影響について、モデル肺を用いてNPPV専用器とNPPV機能付き汎用人工呼吸器の間で比較した。

方 法

Double-bellows-in-a-box型のモデル肺をマネキン顔に接続し、自発呼吸を模擬した (Fig. 1)⁵⁾。自発呼吸の条件は呼吸数12 /min, 吸気時間1秒, 2種類の1回換気量 (300 ml, 500 ml) とした。さらに、孔開きコネクタを接続し、中等度リーク (10 cmH₂Oの圧でリーク量28 l/min), 大量リーク (同リーク量52 l/min) を作製し、リークがない場合と比較した。

人工呼吸器としてBiPAP Vision (Philips Respironics社, USA), Trilogy100 (Philips Respironics社, USA), Carina[®] (Dräger社, Germany), Evita[®] XL (Dräger社, Germany), Puritan Bennett[®] 840[™] (Covidien社, USA) の5機種を検討した。Evita[®] XLとPuritan Bennett[®] 840[™]ではNPPV様式を選択した。加温

加湿器のない専用回路を用い、pressure support 10 cmH₂O, 吸入酸素濃度0.21, 2種類のPEEP (5, 10 cmH₂O) を設定した。フェースマスクを介して、NPPV用人工呼吸器をマネキン顔に装着した。BiPAP VisionとTrilogy100ではNPPV専用マスク (ComfortFull[™] 2, Philips Respironics社, USA) を、他の3機種では通常のフェースマスク (NovaStar[®], Lサイズ, Dräger社, Germany) を用いた。全機種でリーク補正機能を用いた。BiPAP Vision, Trilogy100, Carina[®], Evita[®] XL, Puritan Bennett[®] 840[™]のリーク補正機能は仕様書でそれぞれ60, 50, 60, 65, 180 l/minであった。

気道内圧と流量は孔開きコネクタの人工呼吸器本体側で測定した。流量は気流計 (3700A, Hans-Rudolph社, USA) と差圧トランスデューサ (TP-602T, 日本光電) で、気道内圧は差圧トランスデューサ (TP-603T, 日本光電) で測定した。

不同調としてpremature cyclingとautotriggeringの発生頻度を調べた。モデル肺の自発吸気時間より吸気補助が早く終わる現象をpremature cycling, 吸気努力がないのに吸気補助が始まる現象をautotriggeringと定義した¹⁾²⁾。記録ソフト (WINDAQ[®], Dataq Instruments社, USA) を用い、各条件で30呼吸分の口元流量、気道内圧をコンピュータに記録し、全呼吸数に占める不同調の割合を計算した。

結 果

Trilogy100, Carina[®], Puritan Bennett[®] 840[™]ではpremature cyclingやautotriggeringは認められなかつ

この論文は今号のハイライトで取り上げています。
長谷川隆一, 丹羽 雄大. 非侵襲的陽圧換気 (noninvasive positive pressure ventilation, NPPV) のための人工呼吸器が選べる時代. 日集中医誌 2012; 19: 319-21.

Effect of leak on patient-ventilator dyssynchrony during noninvasive positive pressure ventilation: comparison among ventilator brand

Nobuto Nakanishi^{*1}, Yoshitoyo Ueno^{*1}, Hideaki Imanaka^{*2}, Masaji Nishimura^{*3}

^{*1}The University of Tokushima School of Medicine, ^{*2}Emergency and Disaster Medicine, The Tokushima University Hospital,

^{*3}Emergency and Critical Care Medicine, The University of Tokushima Graduate School
(2-50-1 Kuramoto, Tokushima, Tokushima 770-8503, Japan)

J Jpn Soc Intensive Care Med 2012;19:423-4.

Fig. 1 Experimental set up

た。Premature cyclingはBiPAP Visionでは全呼吸の4%で、Evita® XLでは54%で認められた (Fig. 2)。BiPAP Visionではpremature cyclingの頻度はリークやPEEPの設定で影響されなかった (Fig. 2)。Evita® XLでは大量リークでpremature cyclingの頻度が増加したが (Fig. 2), PEEP設定には影響されなかった。AutotriggeringはBiPAP Visionに観察され、大量リーク、高いPEEPで増加する傾向があった (Fig. 3)。1回換気量の設定は調査した全呼吸器でpremature cyclingとautotriggeringの頻度に影響を及ぼさなかった。

考 察

人工呼吸に不同調の発生頻度が10%を超えると臨床問題となる¹⁾。今回調査した5機種中3つの人工呼吸器では、リーク存在下でもpremature cyclingやautotriggeringは発生しなかった。また、1回換気量設定によってこれら不同調の発生頻度は影響されなかった。BiPAP Visionにおいては、premature cyclingはリーク量やPEEPの設定に影響されなかったが、autotriggeringはリーク量やPEEPの設定が大きいと著しく増加した。高いPEEPではリーク量がリーク補正能力を超えるため、autotriggeringが起こりやすいとの報告と一致する⁶⁾。Evita® XLでは、リーク量が大きいと、premature cyclingが生じやすくなった。Evita® XLにpremature cyclingが多く認められた理由は明らかではないが、リーク補正アルゴリズムがNPPV専用器や他のNPPV機能付き汎用人工呼吸器と異なっていたからかもしれない。ただし、本研究はモデル肺で限られた呼吸条件を模擬したものであり、臨床にそのままでは適応できない。また、孔開きコネクターによるリーク量は気道内圧によって変化するため、不同調がPEEP自身とPEEPによるリーク増加の両方に影響された可能性を否定できない。

結 語

モデル肺を用いて、リークがNPPV中の患者-人工呼吸器の不同調に及ぼす影響を調べた。リークが大きいと不同調が増えるNPPV機種があった。

Fig. 2 Incidence of premature cycling

The incidences of premature cycling for three levels of leak are shown for the BiPAP Vision and Evita® XL ventilators.

Fig. 3 Incidence of autotriggering

The incidences of autotriggering for each level of leak and PEEP are shown for the BiPAP Vision ventilator.

本稿の全ての著者には規定されたCOIはない。

文 献

- 1) Vignaux L, Vargas F, Roeseler J, et al. Patient-ventilator asynchrony during non-invasive ventilation for acute respiratory failure: a multicenter study. *Intensive Care Med* 2009;35:840-6.
- 2) Vignaux L, Tassaux D, Joliet P. Performance of noninvasive ventilation modes on ICU ventilators during pressure support: a bench model study. *Intensive Care Med* 2007;33:1444-51.
- 3) Storre JH, Bohm P, Dreher M, et al. Clinical impact of leak compensation during non-invasive ventilation. *Respir Med* 2009;103:1477-83.
- 4) Sassoon CS, Foster GT. Patient-ventilator asynchrony. *Curr Opin Crit Care* 2001;7:28-33.
- 5) Murata S, Yokoyama K, Sakamoto Y, et al. Effects of inspiratory rise time on triggering work load during pressure-support ventilation: a lung model study. *Respir Care* 2010;55:878-84.
- 6) Thille AW, Cabello B, Galia F, et al. Reduction of patient-ventilator asynchrony by reducing tidal volume during pressure-support ventilation. *Intensive Care Med* 2008;34:1477-86.

受付日 2011年10月4日
採択日 2011年10月27日