

无创正压通气时不同压力水平对呼吸衰竭患者呼吸生理学参数和人机同步的影响

刘阳 魏路清 吕福云 张玉华 李国强 王晶晶

【摘要】 目的 研究慢性阻塞性肺疾病急性加重期(AECOPD)呼吸衰竭患者无创机械通气时不同压力支持(PS)水平对呼吸生理学参数、人机同步性的影响。方法 入选15例住呼吸科重症监护病房(RICU)的AECOPD呼吸衰竭患者,均需无创机械通气。分别随机给予受试者5、10、15 cm H₂O(1 cm H₂O=0.098 kPa)水平的PS,在每个PS水平通气30 min后进行2 min的连续参数测量,取其均值。记录每个水平的生理学参数,并计算无效触发指数。结果 15例AECOPD患者,高PS水平(15 cm H₂O)的无效触发指数、潮气量(V_T)、分钟通气量(VE)、V_T变异率、呼吸机吸气时间(T_I)、呼气时间(T_E)、漏气量(leak)均显著高于低PS水平[5 cm H₂O,无效触发指数:(33.8±9.1)%比(8.0±6.0)%,V_T(ml):626±203比339±115,VE(L/min):11.1±4.7比7.7±2.7,V_T变异率:(32.6±15.5)%比(11.3±6.9)%,T_I(s):1.14±0.31比0.76±0.15,T_E(s):2.49±0.44比1.87±0.28,leak(L/min):8.28±4.86比2.22±1.58,均P<0.05],而高PS水平时呼吸机呼吸频率(RRvent,次/min)显著低于低PS水平(17±3比23±3,P<0.05);在低水平PS支持下,无效触发指数与T_I呈显著正相关(r=0.62,P<0.05)。PS水平由低至高变化时,无效触发指数变化率(Δ无效触发)的回归分析显示:Δ无效触发与ΔT_I呈显著正相关,与ΔV_T呈显著负相关(R²=0.88,P=0.000)。结论 ①低水平PS时,患者的无效触发主要与T_I延长有关。②高水平PS可显著增加患者的VE、V_T,降低RRvent,同时无效触发显著升高;无效触发指数的增加可以通过患者T_I的延长、V_T变化的个体差异得到解释,而与leak无关。③即使使用Shape-signal切换机制,高水平无创压力支持通气下的AECOPD患者仍保持较高的无效触发指数。

【关键词】 无创机械通气; 肺疾病,阻塞性,慢性; 无效触发; 呼吸衰竭; 人机同步性

Effect of different levels of pressure support on physiological variables and patient-ventilator synchronicity during noninvasive pressure support ventilation in patients with respiratory failure LIU Yang, WEI Lu-qing, LÜ Fu-yun, ZHANG Yu-hua, LI Guo-qiang, WANG Jing-jing. Intensive Care Unit, Affiliated Hospital of Medical College of the Chinese People's Armed Police Forces, Tianjin 300162, China

【Abstract】 **Objective** To evaluate the effects of different levels of pressure support (PS) during noninvasive pressure support ventilation (NPPV) on physiological variables, patient-ventilator synchronicity in patients with acute exacerbation chronic obstructive pulmonary disease (AECOPD) and hypercapnic respiratory failure. **Methods** Fifteen hypercapnic respiratory failure AECOPD patients requiring NPPV in respiratory intensive care unit (RICU) were enrolled. Three different PS levels of 5, 10, 15 cm H₂O (1 cm H₂O=0.098 kPa) were applied randomly in all the 15 patients. At each PS level the patient was ventilated for 30 minutes, whereas physiological variables, ineffective effort (IE) expressed as IE index were recorded within the last 2 minutes. **Results** The IE index, tidal volume (V_T), minute ventilation (VE), coefficient of variation of V_T, ventilator inspiratory time (T_I), expiratory time (T_E), leak volume at 15 cm H₂O PS level were significantly higher than those at 5 cm H₂O level [IE index: (33.8±9.1)% vs. (8.0±6.0)%, V_T(ml): 626±203 vs. 339±115, VE (L/min): 11.1±4.7 vs. 7.7±2.7, coefficient of variation of V_T: (32.6±15.5)% vs. (11.3±6.9)%, T_I(s): 1.14±0.31 vs. 0.76±0.15, T_E(s): 2.49±0.44 vs. 1.87±0.28, leak volume (L/min): 8.28±4.86 vs. 2.22±1.58, all P<0.05], while the ventilator respiratory rate [(17±3) breaths/min] was lower at 15 cm H₂O PS level than that at 5 cm H₂O level [(23±3) breaths/min, P<0.05]. At 5 cm H₂O level, the IE index was positively correlated with T_I (r=0.62, P<0.05). Furthermore, the increase in IE index followed by PS level increase was correlated negatively with the change of V_T(ΔV_T) and positively with that of the T_I(ΔT_I, R²=0.88, P=0.000). **Conclusions** ①The IE at low assistance is associated with prolonged T_I. ②High PS level can significantly increase VE and V_T, and reduce the ventilator respiratory rate. However, high PS level also lead to higher IE than low level. The factors favoring a higher increase in IE index as PS level increased include a less increase in V_T and a higher increase in T_I. However, an increase in leak volume is not associated with an elevated incidence of IE. ③IE is high at high PS level during NPPV, even the Shape-signal is used as a trigger mechanism.

【Key words】 Noninvasive pressure support ventilation; Chronic obstructive pulmonary disease; Ineffective effort; Respiratory failure; Patient-ventilator synchronicity

近 10 年来以压力支持通气(PSV)模式为代表的、通过鼻罩或面罩与患者相连接的无创正压通气(NPPV)技术已广泛应用于慢性阻塞性肺疾病(COPD)的治疗^[1-3]。与有创机械通气相比,NPPV 减少了插管给患者带来的痛苦、呼吸机相关性肺炎(VAP)等并发症,可明显缩短治疗、住院时间及减少费用^[3-5]。以往理论认为 PSV 人机同步性较好,患者可控制吸气、呼气时间,并且最终决定潮气量(V_T)和吸-呼切换;但是近年来的生理学研究表明,对于呼吸力学异常的患者如 COPD,PSV 模式中人机对抗相当普遍,尤其是亚临床型的人机对抗,主要表现为无效触发、吸-呼切换延迟等,这主要是由于呼吸机预置压力支持(PS)水平、吸-呼切换标准固定,但是每次呼吸患者的吸气努力(P_{mus})、呼吸力学特性变异较大,可以说呼吸机的切换规律与患者的 P_{mus} 、呼吸力学特性之间无内在关联性,并且患者自身的呼吸生理学存在个体差异、人机交互性较为复杂^[6-8]。人机对抗是 NPPV 治疗失败的主要原因之一。但是对于 COPD 患者无创机械通气时人机同步的研究国外报道较少,国内尚无相关研究,因此本研究中旨在观察 COPD 急性加重期(AECOPD)患者不同 PS 水平对呼吸生理学参数、人机同步性的影响,并对无效触发的发生机制及人机同步性的变化规律进行初步探讨。

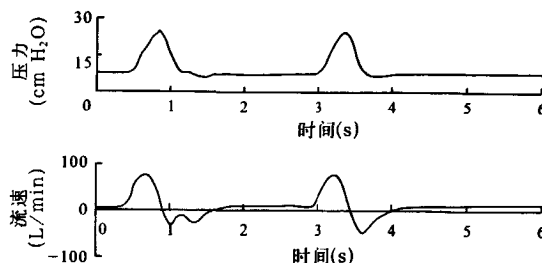
1 资料与方法

1.1 病例资料:按随机数字表法从 2006 年 3 月至 2007 年 5 月收入呼吸科重症监护病房(ICU)的 AECOPD 患者中选择 15 例,男 10 例,女 5 例;年龄(72±7)岁;入院时 pH 值 7.33±0.06,氧合指数(PaO_2/FiO_2)为(206±35) mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa),动脉血二氧化碳分压($PaCO_2$)为(68±12) mm Hg,急性生理学与慢性健康状况评分系统(APACHE)评分(18±3)分。患者均符合 AECOPD 的诊断标准以及需要 NPPV 的标准^[4]。排除标准:严重心力衰竭、肝肾功能异常、血流动力学不稳定、肺不张、气胸、顽固性低氧血症、急性心肌梗死、重度肥胖(肥胖指数>30 kg/m²)者。所有入选对象进入研究时生命体征平稳,无需使用血管活性药物,吸入氧浓度(FiO_2)<0.40,意识清楚且依从性良好。均使用双水平气道正压(BiPAP)Vision 型呼吸机(美国伟康公司),采用自主呼吸定时模式(S/T 模式,PSV

加呼气末正压(PEEP))。本研究经医院临床医学伦理委员会批准,并取得受试者的知情同意。

1.2 研究方法:本研究中采用双盲、自身对照设计。一旦初始参数确定后,维持稳定 30 min,对每位受试者按随机数字表法分别给予 5、10、15 cm H₂O (1 cm H₂O=0.098 kPa)的 PS 水平,在每个 PS 水平通气 30 min 后进行 2 min 的连续参数测量,取均值。参数包括: V_T 、分钟通气量(VE)、呼吸机呼吸频率(RRvent)、呼吸机吸气时间(T_I)、吸/呼比(T_I/T_{tot})、呼气时间(T_E)、漏气量(leak),以上参数可由呼吸机监控屏幕直接读出,并计算均值。在每个 PS 水平通气后,均回到初始参数水平,然后转入下一个 PS 水平,直到实验结束。在整个试验过程中,除 PS 水平外,其他通气参数均保持不变。呼吸机的初始参数由经治医师决定,采用低压力水平滴定法,初始吸气压力 8~10 cm H₂O,外源性 PEEP(PEEPe) 4 cm H₂O,逐渐向上调节,直到患者不能耐受,但一般不超过 6 cm H₂O^[9-10]。压力上升时间(IRT)均设定为 0.1 s^[11], T_I 设为 3 s(为避免 S/T 模式下出现吸呼过程的时间切换),备用呼吸频率(RR)为 4 次/min(使每次呼吸均为患者自行触发)。吸气、呼气触发为自动,无预置的触发值。

1.3 观察指标及方法:采用人机同步性的量化分析,通过压力-时间、流速-时间曲线判断无效触发(图 1),计算 1 min 内患者无效触发的总次数及同一分钟内 RRvent 的均值。患者呼吸频率(RRpat)=RRvent+1 min 内无效触发次数。无效触发的最后表达为无效触发指数,无效触发指数=1 min 内无效触发次数/同一分钟 RRpat×100%^[12-13]。



注:1 cm H₂O=0.098 kPa

图 1 压力支持通气模式下存在无效触发的自主呼吸患者举例

1.4 通过流速、压力信号识别分析无效触发方法的准确性分析:在预试验中,共进行 19 次无效触发识别的分析,呼吸机的初始参数由经治医师决定,分别使用流速、压力信号识别分析法以及食道压力信

DOI:10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2010.07.009

基金项目:武警医学院资助项目(WY200815)

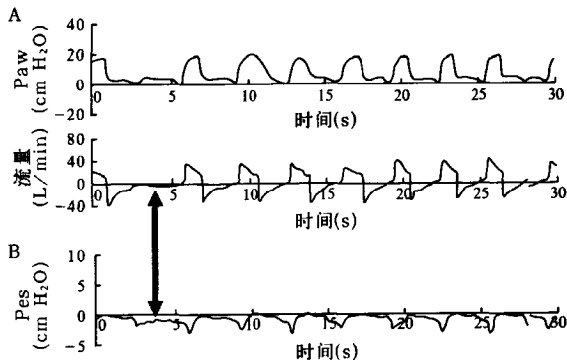
作者单位:300162 天津,武警医学院附属医院 ICU

表 1 15 例 AECOPD 患者在各 PS 水平下通气参数和无效触发的比较($\bar{x} \pm s$)

PS (cm H ₂ O)	例数	V _T (ml)	VE (L/min)	RRvent (次/min)	RRpat (次/min)	无效触发指数(%)	V _T 变异率 (%)	T _I (s)	T _I /T _{tot}	T _E (s)	leak (L/min)
5	15	339±115	7.7±2.7	23±3	25±3	8.0±6.0	11.3±6.9	0.76±0.15	0.29±0.04	1.87±0.28	2.22±1.58
10	15	409±124	8.4±2.9	20±4*	25±4	16.5±7.4*	14.3±8.7	0.86±0.21	0.29±0.05	2.16±0.41	4.23±3.81
15	15	626±203*	11.1±4.7*	17±3*	26±4	33.8±9.1*	32.6±15.5*	1.14±0.31*	0.31±0.06	2.49±0.44*	8.28±4.86*
F 值		36.7	8.4	16.3	0.83	96.5	15.1	11.4	2.3	12.6	23.3
P 值		0.000	0.002	0.000	0.42	0.000	0.000	0.003	0.14	0.001	0.000

注:AECOPD:慢性阻塞性肺疾病急性加重期,PS:压力支持,V_T:潮气量,VE:分钟通气量,RRvent:呼吸机呼吸频率,RRpat:患者呼吸频率,T_I:呼吸机吸气时间,T_I/T_{tot}:吸/呼比,T_E:呼气时间,leak:漏气量;与 5 cm H₂O PS 水平组比较,*P<0.05;1 cm H₂O=0.098 kPa

号识别法(为识别无效触发的金标准)识别无效触发(图 2),对经过两种方法识别的无效触发数据进行比较,判别该方法学的准确性。



注:A:无效触发的气道压力(Paw)、流速信号特征;B:无效触发的食道压力(Pes)信号特征;1 cm H₂O=0.098 kPa;箭头示无效触发
图 2 同一例患者 AB 两种方法识别无效触发的图形特征

1.5 V_T 变异率的计算方法:在每个压力水平通气 30 min 后进行 2 min 的连续参数测量,取连续 15 个呼吸周期的 V_T,V_T 变异率=标准差/均数×100%。

1.6 统计学处理:采用 SPSS 15.0 统计软件,正态分布的数据以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,用双因素重复测量方差分析,LSD 检验,各指标之间的相关性检验用 Pearson 相关分析,以无效触发指数变化率(Δ 无效触发)为因变量,以 T_I、V_T、VE、T_I/T_{tot}、leak 的变化率(ΔT_I 、 ΔV_T 、 ΔVE 、 $\Delta T_I/T_{tot}$ 、 $\Delta leak$)为自变量进行多元逐步回归分析,P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 无效触发识别的方法学论证:19 次无效触发识别的结果显示,仅使用流速、压力信号识别分析法识别的无效触发指数[(21.0±13.9)%]与通过食道压力信号识别的无效触发指数[(21.2±13.6)%]密切相关(r=0.99,P<0.05)。

15 例受试者均完成试验,呼吸机初始设置 PS 水平(14±2) cm H₂O,PEEPe (4.5±0.8) cm H₂O,

FiO₂ 0.35±0.04,IRT 均设定为 0.1 s。

2.2 AECOPD 患者不同 PS 水平下通气参数和无效触发指数的比较(表 1):15 例 AECOPD 患者中,10 cm H₂O PS 水平的无效触发指数显著高于 5 cm H₂O PS 水平,而 RRvent 显著低于 5 cm H₂O PS 水平(均 P<0.05),两组间 V_T、VE、V_T 变异率、T_I、T_E、leak 比较则差异无统计学意义(均 P>0.05)。15 cm H₂O PS 水平的无效触发指数、V_T、VE、V_T 变异率、T_I、T_E、leak 均显著高于 5 cm H₂O PS 水平,而 RRvent 显著低于 5 cm H₂O PS 水平(均 P<0.05)。3 个 PS 水平间 T_I/T_{tot}、RRpat 比较差异无统计学意义(均 P>0.05)。

2.3 不同 PS 水平时无效触发与各指标的相关性分析(表 2):15 例 AECOPD 患者在 5 cm H₂O PS 水平下有 12 例患者(80%)发生无效触发,无效触发指数与年龄、PaO₂/FiO₂、PaCO₂、pH 值、APACHE 评分、RRvent、V_T、VE、T_I/T_{tot}、V_T 变异率、leak 均无相关性(均 P>0.05),与 T_I 呈显著正相关(r=0.62,P<0.05)。15 cm H₂O PS 水平时,所有研究对象均发生无效触发;PS 水平由低至高变化时, Δ 无效触发与 ΔT_I 呈显著正相关,与 ΔV_T 呈显著负相关(R²=0.88,P=0.000);而 $\Delta T_I/T_{tot}$ 、 ΔVE 、 $\Delta leak$ 未进入回归方程。

表 2 15 例 AECOPD 患者不同 PS 水平时 Δ 无效触发影响因素的多元逐步回归分析结果

变量	偏回归系数	标准误	t 值	P 值
ΔT_I	4.92	0.65	7.52	0.000
ΔV_T	-1.49	0.64	-2.3	0.04

注:AECOPD:慢性阻塞性肺疾病急性加重期,PS:压力支持, Δ 无效触发:无效触发指数变化率, ΔT_I :呼吸机吸气时间变化率, ΔV_T :潮气量变化率

3 讨论

3.1 不同 PS 水平时呼吸生理参数的变化:本研究表明,在 PSV 模式中,随着 PS 水平的增加,开始 V_T

并无显著变化,仅在 PS 增加到 15 cm H₂O 时 V_T 才开始有显著升高,RRvent 显著下降。关于 PS 水平与 V_T 的关系,既往的研究结果有矛盾现象。一种观点认为 PSV 模式时,随着 PS 水平的增加,V_T 呈线性增加^[6,14];而相反的观点认为,PS 水平在最佳压力以下时,逐渐增大其水平,患者 P_{mus} 会逐渐减少,而 V_T 变化不大^[15]。本研究结果显然支持后一种观点。在 PSV 模式时,V_T 的大小除了受 PS 水平的影响外,也受患者 P_{mus}、气道阻力、呼吸系统顺应性(Crs)以及内源性 PEEP(PEEPi)的影响^[16]。

3.2 无效触发:在 PSV 模式中,人机不同步(尤其是亚临床的人机对抗)、无效触发较为普遍,常可导致 NPPV 治疗的失败,增加插管率和病死率,因此越来越多的学者开始重视这一问题^[16-18],将它作为不良预后的重要标志之一,并以改善人机同步性作为 NPPV 的主要治疗目标之一。本研究表明,多数 COPD 患者在低水平 PS 支持下即存在无效触发,这与以往文献结论^[19]一致。关于无效触发的发生率报道不一,主要是由于研究人群的不均一性,多数研究包含了 COPD 和非 COPD 人群,由于 COPD 呼吸生理学和呼吸力学的特殊性,因此无法去除混杂因素的干扰,本研究是首次单独研究无创机械通气时 AECOPD 患者的无效触发。

本研究结果显示,在低 PS 水平,无效触发的多少与呼吸机的吸气时间(T_Imech)呈显著正相关。这与文献结果^[6]基本一致。影响无效触发的因素主要可归结为:P_{mus}、PS 水平、PEEPi、中枢吸气时间(T_Ineural)与 T_Imech 的不匹配、呼吸时间常数、呼吸机参数设置错误等^[8],其中 T_Ineural 与 T_Imech 的不匹配是主要原因。在 PSV 模式时,当吸气流速降到一定标准〔常称为呼气灵敏度(ET),一般是吸气峰流速的 25%〕,呼吸机就结束吸气。但是对于气道阻力显著升高的患者(如 COPD),吸气流速下降缓慢,T_Imech 将显著延长,而患者的中枢吸气结束点常发生在较高的流速,这将导致呼吸机的吸-呼切换延迟(T_Imech 显著>T_Ineural)^[20-21]。呼吸机的吸-呼切换延迟会导致患者呼气与呼吸机吸气的重叠,发生严重的人机对抗,不仅阻碍呼气流速,而且导致患者呼气时间减少,结果呼气末动态肺过度充气进一步加重,PEEPi 升高,无效触发显著增加^[13,22]。本研究中使用的呼吸机采用一种新的触发机制(Shape-signal,美国称为 AutoTrak),但是它仍然是一种基于流速、压力信号的数学模型,由于 COPD 患者的固有特性,即具有较大的呼吸时间常数,它显

然不能消除 T_Imech 的显著延长以及 T_Imech 与 T_Ineural 的不匹配。Prinianakis 等^[7]首次也是目前惟一对 Vision 无创呼吸机进行研究的学者,他的研究也表明对于重度 COPD 患者,在基础 PS 水平也存在无效触发,以及 T_Imech 显著延长。

本研究表明,随着 PS 水平的增加,患者的无效触发显著增加,V_T 变异率显著升高,人机同步性较差。这反映了 PSV,尤其是无创 PSV 是一个十分不稳定的系统^[23-24]。有研究对无创 PSV 进行了模肺研究和数学模型建立,研究表明:在无创 PSV 时(存在一定程度的系统漏气),即使患者的 P_{mus} 不变,T_I、PEEPi 也存在剧烈波动;以下因素可以加剧这种不稳定:如较大的呼吸时间常数、较快的 RR、较高的支持压力、系统 leak 较大。而 PEEPi 的大小,直接会导致下一次呼吸驱动力,呼吸驱动力直接影响本次呼吸的 V_T,因此这种系统的不稳定将直接导致 V_T 的高变异率^[23-26]。但是这种系统不稳定造成的 V_T 高变异率现象的具体临床意义尚不明确。

本研究显示,在高水平 PS 下(15 cm H₂O)无效触发指数为(33.8±9.1)%,这与既往关于 PSV 无效触发指数在 30%~50%的结果^[6,12]比较接近,对于高水平的辅助机械通气,无效触发率常可达到 30%以上^[27],但是应该强调的是,上述研究均使用有创机械通气,采用流量触发,而本研究中则采用 NPPV、Shape-signal 的切换机制,对无效触发进行的研究较少,因此很难比较。

值得注意的是,根据本研究结果,PS 水平由低至高(5 cm H₂O~15 cm H₂O)变化时,Δ 无效触发与 ΔT_I 呈显著正相关,与 ΔV_T 呈显著负相关。因此仅仅以 PS 水平升高、T_I 时间延长,很难解释无效触发的全部原因。尽管在 PSV 模式中,无效触发的发生,呼吸参数的变化常常是人机复杂交互的结果;但是影响无效触发最重要的还是 T_Ineural 与 T_Imech 的不匹配(T_Imech 显著>T_Ineural)以及由此导致的 PEEPi 增加、PS 水平的增加和患者本身 P_{mus} 下降^[6,8,28]。Giannouli 等^[6]利用计算机模拟,对不同 PS 水平时,无效触发、V_T、P_{mus} 的关系进行了详细的研究。从 Giannouli 的模拟研究可以看出,从低 PS 水平到高 PS 水平,患者的 V_T 增加,但 ΔV_T 却不同,它与患者的 P_{mus} 有关,在某一 P_{mus} 范围内,患者的 P_{mus} 下降幅度越大,ΔV_T 越小,无效触发次数越多^[6,29]。本研究结果进一步证实了这一观点:随着 PS 水平升高(5 cm H₂O~15 cm H₂O),Δ 无效触发与 ΔV_T 呈显著负相关,可能的解释是:由于 V_T 变

化较小的患者, P_{ms} 降低幅度较大, 导致无效触发率显著升高, 因此有学者认为, PSV 时较高的无效触发指数常常提示 PS 过度^[12,30]。

另外, 让笔者意外的是, 本研究表明: 无论是低 PS 水平还是高 PS 水平, Δ 无效触发与 leak 无相关性。NPPV 时漏气常常导致无效触发, 并且可导致治疗的失败^[11]。本研究的结论似乎与之相悖, 经过对相关文献复习, 可能的解释为: 这反映了 Vision 呼吸机对漏气的有效补偿性能, Vignaux 等^[31]研究表明: 某些无创呼吸机对漏气补偿较好, 因此 leak 在一定范围内对吸气触发、吸-呼切换点、T_{Imech} 影响不大。Stell 等^[32]对此现象应用模拟肺进行了深入的研究, 假定面罩内压力为 20 cm H₂O (与本研究的高水平 PS 相当), 无论是低水平 (12 L/min) 还是高水平 (25 L/min) 漏气, 对于气道内吸气末流速无显著影响, 流速-时间曲线并不因漏气补偿发生形态的改变, 因此并不影响吸-呼切换时间点。我们可以认为至少在 Vision 呼吸机一定范围内的漏气并不影响无效触发。

参考文献

- [1] 姜辉, 俞森洋. 无创正压通气在慢性阻塞性肺疾病稳定期的治疗. 中国危重病急救医学, 2004, 16: 441-443.
- [2] 张伟兵, 王欣燕, 田晓彦, 等. 无创正压通气在慢性阻塞性肺疾病合并 I 型呼吸衰竭治疗中的价值: 一个为期 4 年的回顾性分析. 中国危重病急救医学, 2008, 20: 601-603.
- [3] 马壮, 槐永军, 张绍敏, 等. 519 例呼吸衰竭患者无创机械通气的临床分析. 中国危重病急救医学, 2009, 21: 632-633.
- [4] 中华医学会重症医学分会. 慢性阻塞性肺疾病急性加重患者的机械通气指南 (2007). 中国危重病急救医学, 2007, 19: 513-518.
- [5] 周明华, 周石连, 周明, 等. 无创正压通气在慢性阻塞性肺疾病合并呼吸衰竭治疗中的作用. 中国危重病急救医学, 2009, 21: 247.
- [6] Giannouli E, Webster K, Roberts D, et al. Response of ventilator-dependent patients to different levels of pressure support and proportional assist. Am J Respir Crit Care Med, 1999, 159: 1716-1725.
- [7] Prinianakis G, Kondili E, Georgopoulos D. Effects of the flow waveform method of triggering and cycling on patient-ventilator interaction during pressure support. Intensive Care Med, 2003, 29: 1950-1959.
- [8] Sassoon CS, Foster GT. Patient-ventilator asynchrony. Curr Opin Crit Care, 2001, 7: 28-33.
- [9] Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. Am J Respir Crit Care Med, 2001, 163: 540-577.
- [10] 中华医学会重症医学分会. 机械通气临床应用指南 (2006). 中国危重病急救医学, 2007, 19: 65-72.
- [11] Hill NS. Noninvasive ventilation for chronic obstructive pulmonary disease. Respir Care, 2004, 49: 72-87.
- [12] Thille AW, Rodriguez P, Cabello B, et al. Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation. Intensive Care Med, 2006, 32: 1515-1522.
- [13] Nilsestuen JO, Hargett KD. Using ventilator graphics to identify patient-ventilator asynchrony. Respir Care, 2005, 50: 202-234.
- [14] Vitacca M, Bianchi L, Zanotti E, et al. Assessment of physiologic variables and subjective comfort under different levels of pressure support ventilation. Chest, 2004, 126: 851-859.
- [15] Berger KI, Sorkin IB, Norman RG, et al. Mechanism of relief of tachypnea during pressure support ventilation. Chest, 1996, 109: 1320-1327.
- [16] 秦英智. 提高机械通气的临床应用水平. 中国危重病急救医学, 2008, 20(2): 插页.
- [17] 秦英智. 关注机械通气临床应用的研究现状. 中国危重病急救医学, 2008, 20: 577.
- [18] 徐思成, 朱蕾. 患者-呼吸机对抗的原因与对策. 中国危重病急救医学, 2005, 17: 456-458.
- [19] Kondili E, Prinianakis G, Georgopoulos D. Patient-ventilator interaction. Br J Anaesth, 2003, 91: 106-119.
- [20] Hess DR. Ventilator waveforms and the physiology of pressure support ventilation. Respir Care, 2005, 50: 166-186.
- [21] Parthasarathy S, Jubran A, Tobin MJ. Cycling of inspiratory and expiratory muscle groups with the ventilator in airflow limitation. Am J Respir Crit Care Med, 1998, 158: 1471-1478.
- [22] Tobin MJ. Principles and practice of mechanical ventilation. 2th ed. New York: McGraw-Hill Professional, 2006, 221-250.
- [23] Hotchkiss JR, Adams AB, Dries DJ, et al. Dynamic behavior during noninvasive ventilation: chaotic support? Am J Respir Crit Care Med, 2001, 163: 374-378.
- [24] Hotchkiss JR Jr, Adams AB, Stone MK, et al. Oscillations and noise: inherent instability of pressure support ventilation? Am J Respir Crit Care Med, 2002, 165: 47-53.
- [25] Mehta S, McCool FD, Hill NS. Leak compensation in positive pressure ventilators: a lung model study. Eur Respir J, 2001, 17: 259-267.
- [26] Younes M, Kun J, Webster K, et al. Response of ventilator-dependent patients to delayed opening of exhalation valve. Am J Respir Crit Care Med, 2002, 166: 21-30.
- [27] Tobin MJ. Advances in mechanical ventilation. N Engl J Med, 2001, 344: 1986-1996.
- [28] Leung P, Jubran A, Tobin MJ. Comparison of assisted ventilator modes on triggering, patient effort, and dyspnea. Am J Respir Crit Care Med, 1997, 155: 1940-1948.
- [29] Watt JW. Pressure support ventilation and the critically ill patient with muscle weakness. Br J Anaesth, 2002, 89: 373-375.
- [30] 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: 1477-1486.
- [31] 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: 1444-1451.
- [32] Stell IM, Paul G, Lee KC, et al. Noninvasive ventilator triggering in chronic obstructive pulmonary disease, a test lung comparison. Am J Respir Crit Care Med, 2001, 164: 2092-2097.

(收稿日期: 2009-09-02 修回日期: 2010-03-30)

(本文编辑: 李银平)

同步的影响

作者: 刘阳, 魏路清, 吕福云, 张玉华, 李国强, 王晶晶, LIU Yang, WEI Lu-qing, L(U) Fu-yun, ZHANG Yu-hua, LI Guo-qiang, WANG Jing-jing
作者单位: 武警医学院附属医院ICU,天津,300162
刊名: 中国危重病急救医学 ISTIC PKU
英文刊名: CHINESE CRITICAL CARE MEDICINE
年,卷(期): 2010,22(7)
被引用次数: 0次

参考文献(32条)

1. 马壮; 槐永军; 张绍敏 519例呼吸衰竭患者无创机械通气的临床分析[期刊论文]-中国危重病急救医学 2009(10)
2. Stell IM; Paul G; Lee KC Noninvasive ventilator triggering in chronic obstructive pulmonary disease, a test lung comparison 2001
3. Vignaux L; Tassaux D; Jolliet P Performance of noninvasive ventilation modes on ICU ventilators during pressure support: a bench model study 2007
4. Thille AW; Cabello B; Galia F Reduction of patient-ventilator asynchrony by reducing tidal volume during pressure-support ventilation 2008
5. Watt JW Pressure support ventilation and the critically ill patient with muscle weakness 2002
6. Leung P; Jubran A; Tobin MJ Comparison of assisted ventilator modes on triggering, patient effort, and dyspnea 1997
7. Mehta S; Hill NS Noninvasive ventilation 2001
8. Sassoon CS; Foster GT Patient-ventilator asynchrony 2001
9. Prinianakis G; Kondili E; Georgopoulos D Effects of the flow waveform method of triggering and cycling on patient-ventilator interaction during pressure support 2003
10. Giannouli E; Webster K; Roberts D Response of ventilator-dependent patients to different levels of pressure support and proportional assist 1999
11. 周明华; 周石连; 周明 无创正压通气在慢性阻塞性肺疾病合并呼吸衰竭治疗中的作用[期刊论文]-中国危重病急救医学 2009(4)
12. 中华医学会重症医学分会 慢性阻塞性肺疾病急性加重患者的机械通气指南(2007)[期刊论文]-中国危重病急救医学 2007(9)
13. 张伟兵; 王欣燕; 田晓彦 无创正压通气在慢性阻塞性肺疾病合并II型呼吸衰竭治疗中的价值: 一个为期4年的回顾性分析[期刊论文]-中国危重病急救医学 2008(10)
14. Vitacca M; Bianchi L; Zanotti E Assessment of physiologic variables and subjective comfort under different levels of pressure support ventilation 2004
15. Tobin MJ Advances in mechanical ventilation 2001
16. Younes M; Kun J; Webster K Response of ventilator-dependent patients to delayed opening of exhalation valve 2002(1)
17. Mehta S; McCool FD; Hill NS Leak compensation in positive pressure ventilators: a lung model study 2001
18. Hotchkiss JR Jr; Adams AB; Stone MK Oscillations and noise: inherent instability of pressure support ventilation 2002
19. Hotchkiss JR; Adams AB; Dries DJ Dynamic behavior during noninvasive ventilation: chaotic support 2001
20. Tobin MJ Principles and practice of mechanical ventilation 2006
21. Parthasarathy S; Jubran A; Tobin MJ Cycling of inspiratory and expiratory muscle groups with the ventilator in airflow limitation 1998(5 part 1)
22. Hess DR Ventilator waveforms and the physiology of pressure support ventilation 2005
23. Kondili E; Prinianakis G; Georgopoulos D Patient-ventilator interaction 2003
24. 徐思成; 朱蕾 患者-呼吸机对抗的原因与对策[期刊论文]-中国危重病急救医学 2005(8)

25. [秦英智 关注机械通气临床应用的研究现状](#)[期刊论文]-[中国危重病急救医学](#) 2008(10)
26. [秦英智 提高机械通气的临床应用水平](#)[期刊论文]-[中国危重病急救医学](#) 2008(02)
27. [Berger KI;Sorkin IB;Norman RG Mechanism of relief of tachypnea during pressure support ventilation](#) 1996
28. [Thille AW;Rodriguez P;Cabello B Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation](#) 2006
29. [Hill NS Noninvasive ventilation for chronic obstructive pulmonary disease](#) 2004
30. [中华医学会重症医学分会 机械通气临床应用指南\(2006\)](#)[期刊论文]-[中国危重病急救医学](#) 2007(2)
31. [姜辉;俞森洋 无创正压通气在慢性阻塞性肺疾病稳定期的治疗](#)[期刊论文]-[中国危重病急救医学](#) 2004(7)
32. [Nilsestuen JO;Hargett KD Using ventilator graphics to identify patient-ventilator asynchrony](#) 2005

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgwzbjyxx201007006.aspx

授权使用: qkzgz16(qkzgz16), 授权号: a2e77b48-3a5e-4dcc-a185-9ede0171a689

下载时间: 2011年5月9日