

经鼻高流量氧疗在老年急性呼吸衰竭患者中应用效果及预后危险因素分析*

林钊华¹ 黄霞¹ 杨叶桂² 李峥¹

[摘要] 目的:观察经鼻高流量氧疗(HFNC)在老年急性呼吸衰竭(ARF)患者中的应用效果,并分析影响 ARF 患者 HFNC 治疗后预后不良的危险因素。方法:选择 2022 年 1 月—2022 年 10 月广西医科大学附属武鸣医院收治的 93 例 ARF 患者作为研究对象,按随机数字表法分为 2 组。观察组 48 例采取 HFNC 治疗,对照组 45 例采取经鼻标准吸氧治疗,比较 2 组患者生命体征指标[心率(HR)、平均动脉压(MAP)、呼吸频率(RR)]、血气指标[动脉血氧分压(PaO₂)、动脉二氧化碳分压(PaCO₂)、酸碱度(pH 值)]及治疗期间并发症发生情况。观察组根据 HFNC 治疗预后情况,分为预后良好组、预后不良组,统计 2 组基线资料,分析 HFNC 治疗老年 ARF 患者预后不良的危险因素。结果:治疗后,2 组 HR、RR 均优于治疗前,观察组优于对照组($P < 0.05$);治疗后,2 组 PaO₂、pH 值优于治疗前,PaCO₂ 优于治疗前,观察组 PaO₂、pH 优于对照组,PaCO₂ 优于对照组($P < 0.05$);2 组并发症发生率比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);预后不良组 APACHE II 评分、治疗前 BNP、HR 水平高于预后良好组,舌根后坠患者占比高于预后良好组($P < 0.05$);APACHE II 评分、治疗前 BNP 水平、治疗前 HR 水平高表达,舌根后坠是老年 ARF 患者 HFNC 治疗后预后不良的危险因素($OR > 1, P < 0.05$)。结论:HFNC 能够有效改善老年 ARF 患者生理指标,缓解患者缺氧状况,且安全性较高,同时患者 APACHE II 评分、治疗前 BNP、HR 水平及舌根后坠发生情况与 HFNC 治疗效果密切相关。

[关键词] 呼吸衰竭;经鼻高流量氧疗;老年;预后;舌根后坠

DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2023.02.003

[中图分类号] R563.8 [文献标志码] A

Effect of nasal high flow oxygen therapy in elderly patients with acute respiratory failure and analysis of prognostic risk factors

LIN Zhaohua¹ HUANG Xia¹ YANG Yegui² LI Zheng¹

(¹Department of Critical Care, Wuming Hospital Affiliated to Guangxi Medical University, Nanning, 530199, China; ²Department of Intensive Care, the Second Affiliated Hospital of Guangxi Medical University)

Corresponding author: LI Zheng, E-mail: Lizheng1717@126.com

Abstract Objective: To observe the application effect of HFNC in elderly patients with acute respiratory failure(ARF) and analyze the factors affecting the poor prognosis of patients with ACRF after HFNC treatment. **Methods:** A total of 93 patients with ARF who were admitted to Wuming Hospital Affiliated to Guangxi Medical University from January 2022 to October 2022 were selected as the research subjects and divided into two groups according to the random number table. 48 cases in the observation group were treated with HFNC, 45 cases in the control group were treated with standard nasal oxygen inhalation. The patients in both groups received continuous treatment until they were discharged from hospital or switched to other ventilation treatments. The vital sign indexes[heart rate(HR), mean arterial pressure(MAP), respiratory frequency(RR)], blood gas indexes[arterial partial pressure of oxygen(PaO₂), arterial partial pressure of carbon dioxide(PaCO₂), and pH]of the patients between the two groups were compared, as well as the complications during the treatment. According to the prognosis of HFNC treatment, the observation group was divided into a good prognosis group and a poor prognosis group. The baseline data of the two groups were counted, and the risk factors for poor prognosis of elderly ACRF patients treated with HFNC were analyzed. **Results:** After treatment, HR and RR of the two groups were better than those before treatment, and the effect of the observation group was better than that of the control group($P < 0.05$). After treatment, PaO₂ and pH in the two groups were better than those before treatment, PaCO₂ was bet-

*基金资助:医院高层次人才引进人才科研启动经费(No:启 2019-14)

¹广西医科大学附属武鸣医院重症医学科(南宁,530199)

²广西医科大学第二附属医院重症医学科

通信作者:李峥,E-mail:Lizheng1717@126.com

引用本文:林钊华,黄霞,杨叶桂,等.经鼻高流量氧疗在老年急性呼吸衰竭患者中应用效果及预后危险因素分析[J].临床急诊杂志,2023,24(2):62-67. DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2023.02.003.

ter than that before treatment, PaO₂ and pH in the observation group were better than those in the control group, and PaCO₂ was better than the control group ($P < 0.05$). There was no significant difference in the incidence of complications between the two groups ($P > 0.05$). The APACHE II score, BNP level and HR level before treatment in the poor prognosis group were higher than those in the good prognosis group, and the proportion of patients with tongue root falling back was higher than that in the good prognosis group ($P < 0.05$). The APACHE II score, BNP level before treatment, high expression of HR level before treatment and falling back of the tongue root were risk factors for poor prognosis of elderly ACRF patients after HFNC treatment ($OR > 1, P < 0.05$).

Conclusion: HFNC can effectively improve the physiological indexes of elderly patients with ACRF and alleviate the hypoxia in patients with high safety. Meanwhile, APACHE II score, BNP level, HR level before treatment and the occurrence of tongue root falling are closely related to the treatment effect of HFNC.

Key words respiratory failure; high-flow nasal cannula oxygen therapy; elderly; prognosis; wallowing tongue

急性呼吸衰竭 (acute respiratory failure, ARF) 是指各种因素导致的肺通气和换气功能障碍, 致使患者无法有效的气体交换, 出现缺氧 (或不伴) 二氧化碳 (CO₂) 潴留, 从而引起一系列生理功能及代谢紊乱^[1]。ARF 可导致患者出现呼吸困难、心率加快与血压升高等症状, 甚至威胁患者生命安全^[2]。老年患者由于身体机能下降, 肺部通气能力降低, 相较于其他人群里 ARF 发生率更高^[3]。目前临床对于老年 ARF 主要采取通气治疗, 如无创正压通气, 无创正压通气虽可有效改善患者通气状况, 但在治疗过程中, 易出现胃胀、气胸等并发症, 患者不耐受等, 影响患者预后^[4]。因此, 临床仍需积极探寻更有效的治疗方案。经鼻高流量氧疗 (high-flow nasal cannula oxygen therapy, HFNC) 可提供精确的氧浓度及较高的流量, 同时还可产生一定的气道正压, 在改善患者缺氧状况中有积极作用^[5]。但仍有部分患者经 HFNC 治疗后出现预后不良, 需采取其他氧疗方案。鉴于此, 本研究着重分析 HFNC 在 ARF 患者中的应用效果, 并探讨造成 ARF 患者 HFNC 治疗后预后不良的因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2022 年 1 月—2022 年 10 月医院收治的 93 例 ARF 患者作为研究对象, 按随机数字表法分为 2 组。2 组基线资料见表 1, 2 组比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。纳入标准: ① ACRF 符合《内科学 (第九版)》^[6] 中诊断标准, 并经肺功能检查确诊; ② 认知功能正常, 可配合检查; ③ 均接受呼吸支持治疗; ④ ACRF 患者均为 I 型; ⑤ 患者及家属签署知情同意书。排除标准: ① 心源性肺水肿者; ② 气道存在大量分泌物者; ③ 伴有持续或恶化的呼吸衰竭表现者; ④ 合并恶性肿瘤者; ⑤ 合并肺炎者; ⑥ 中枢性 ARF。本研究经过广西医科大学附属武鸣医院伦理委员会审核并批准 (No: 伦审字 202200014 号)

1.2 治疗方法

1.2.1 观察组 采取 HFNC 治疗, 斯百瑞高流量无创呼吸湿化治疗仪 OH-70C, 初始流量为 50 L/min,

氧浓度为 100%, 后根据患者耐受情况及血氧饱和度调整流量及氧浓度, 使患者血氧饱和度维持在 93% 以上。

1.2.2 对照组 采取经鼻标准吸氧治疗, 初始流量为 10 L/min 以上, 使患者血氧饱和度维持在 93% 以上。2 组均干预至患者病情好转或加重达到气管插管标准, 改为气管插管治疗。

1.3 预后及分组标准

根据老年 ARF 患者是否需要更高级别的呼吸支持 (无创机械通气或有创机械通气) 进行分组, 将需进行更高级别呼吸支持的患者纳入预后不良组, 将无须更高级别呼吸支持的患者纳入预后良好组。

1.4 观察指标

统计患者基线资料, 包括性别、年龄、体重指数、ARF 类型、气管插管史、急性生理功能和慢性健康状况评分系统 II (APACHE II)^[7] 评分、治疗前脑钠肽 (BNP) 水平、治疗前 HR 水平、舌根后坠、高血压、糖尿病、吸烟史、饮酒史。观察指标: ① 生命指标, 于患者治疗前及出院时, 使用心电监护仪监测患者 HR、MAP、RR; ② 血氧指标, 于患者治疗前及出院时, 检测患者血气, 了解 PaO₂、PaCO₂、pH 值水平; ③ 并发症, 记录患者治疗期间并发症发生情况, 包括胃胀气、误吸、口咽干燥等。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 24.0 软件进行数据处理, 以 $\bar{X} \pm S$ 表示计量资料, 组间用独立样本 t 检验, 组内用配对样本 t 检验; 计数资料用例 (%) 表示, 采用 χ^2 检验; 采用二元 logistic 回归分析造成 ARF 患者 HFNC 治疗后预后不良的危险因素; 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组基线资料比较

2 组基线资料比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 2 组生命体征指标比较

治疗后, 观察组 HR、RR 优于对照组 ($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 2 组血气指标比较

治疗后, 观察组 PaO₂、pH 高于对照组, PaCO₂ 低于对照组 ($P < 0.05$)。见表 3。

2.4 2 组并发症发生情况比较

2 组并发症发生率比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 4。

表 1 基线资料比较

例, $\bar{X} \pm S$

组别	对照组 ($n=45$)	观察组 ($n=48$)	t/χ^2	P
性别			0.095	0.758
男	23	23		
女	22	25		
病因			1.244	0.744
心源性肺水肿	8	5		
支气管哮喘急性发作	24	26		
急性肺栓塞	11	14		
其他	2	3		
COPD			0.366	0.545
是	16	20		
否	29	28		
病程/年	6.50 ± 1.47	6.60 ± 1.37	0.340	0.735
HR/(次 · min ⁻¹)	114.34 ± 12.28	113.09 ± 14.11	0.454	0.651
MAP/mmHg ^{a)}	98.37 ± 5.16	98.06 ± 7.52	0.230	0.819
RR/(次 · min ⁻¹)	27.47 ± 5.49	27.03 ± 5.24	0.395	0.694
PaO ₂ /mmHg	54.39 ± 5.03	53.71 ± 5.19	0.641	0.523
PaCO ₂ /mmHg	60.03 ± 4.17	61.25 ± 4.29	1.389	0.168
pH	7.21 ± 0.08	7.22 ± 0.07	0.643	0.522

注: ^{a)} 1 mmHg = 0.133 kPa。

表 2 2 组生命体征指标比较

$\bar{X} \pm S$

组别	HR/(次 · min ⁻¹)	MAP/mmHg	RR/(次 · min ⁻¹)
对照组 ($n=45$)	98.61 ± 8.03	98.19 ± 6.81	21.03 ± 4.52
观察组 ($n=48$)	82.24 ± 9.57	98.03 ± 7.67	16.27 ± 3.39
t	8.905	0.106	5.769
P	<0.001	0.916	<0.001

表 3 2 组血气指标比较

$\bar{X} \pm S$

组别	PaO ₂ /mmHg	PaCO ₂ /mmHg	pH
对照组 ($n=45$)	60.28 ± 4.28	56.17 ± 4.03	7.33 ± 0.05
观察组 ($n=48$)	73.03 ± 6.14	51.84 ± 3.96	7.38 ± 0.04
t	11.545	5.225	5.341
P	<0.001	<0.001	<0.001

表 4 2 组并发症发生情况比较

例(%)

组别	胃胀气	误吸	口咽干燥	总并发症
对照组 ($n=45$)	1(2.22)	0	3(6.67)	4(8.89)
观察组 ($n=48$)	2(4.17)	1(2.08)	3(6.25)	6(12.50)
χ^2				0.051
P				0.821

2.5 HFNC 治疗的呼吸衰竭组不同预后老年 ARF 患者基线资料比较

48 例老年 ARF 患者经 HFNC 治疗后,预后不良 11 例,发生率为 22.92%;预后不良组

APACHE II 评分、治疗前 BNP、HR 水平高于预后良好组,舌根后坠患者占比高于预后良好组($P < 0.05$);2 组其他资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 5。

表 5 HFNC 治疗的呼吸衰竭组不同预后老年 ARF 患者基线资料比较 例(%), $\bar{X} \pm S$

资料	预后不良组($n=11$)	预后良好组($n=37$)	χ^2/t	P
性别			0.227	0.634
男	6(54.55)	15(40.54)		
女	5(45.45)	22(59.46)		
年龄/岁	66.75 \pm 2.74	65.08 \pm 3.67	1.394	0.170
体重指数/(kg/m ²)	24.08 \pm 2.64	23.74 \pm 2.17	0.434	0.666
ARF 类型			0.159	0.691
I 型	9(81.82)	34(91.89)		
II 型	2(18.18)	3(8.11)		
气管插管史			0.148	0.700
有	3(27.27)	6(16.22)		
无	8(72.73)	31(83.78)		
APACHE II 评分/分	19.29 \pm 3.66	16.13 \pm 4.47	2.136	0.038
治疗前 BNP 水平/(ng·L ⁻¹)	180.37 \pm 34.79	139.38 \pm 29.84	3.852	<0.001
治疗前 HR 水平/(次·min ⁻¹)	119.97 \pm 5.17	112.52 \pm 4.67	4.535	<0.001
病因			1.914	0.590
心源性肺水肿	2(18.18)	4(10.81)		
支气管哮喘急性发作	7(63.64)	19(51.35)		
急性肺栓塞	2(18.18)	11(29.73)		
其他	0	3(8.11)		
舌根后坠			4.600	0.032
有	5(45.45)	4(10.81)		
无	6(54.55)	33(89.19)		
高血压			1.327	0.249
有	6(54.55)	11(29.73)		
无	5(45.45)	26(70.27)		
糖尿病			<0.001	1.000
有	2(18.18)	6(16.22)		
无	9(81.82)	31(83.78)		
吸烟			0.162	0.687
有	4(36.36)	9(24.32)		
无	7(63.64)	28(75.68)		
饮酒			0.071	0.790
有	5(45.45)	13(35.14)		
无	6(54.55)	24(64.86)		

2.6 各因素与老年 ARF 患者 HFNC 治疗预后的关系

将老年 ARF 患者 HFNC 治疗后预后情况作为因变量(“0”=预后良好,“1”=预后不良),将表 5 中差异有统计学意义的资料(APACHE II 评分、治疗前 BNP 水平、治疗前 HR 水平、舌根后坠)作为协变量(赋值说明见表 6),经单项 logistics 回归分析后,将 P 值放宽至 <0.1 ,纳入符合条件的因素,行二元 logistic 回归分析结果显示,APACHE

II 评分、治疗前 BNP 水平、治疗前 HR 水平高表达,舌根后坠是老年 ARF 患者 HFNC 治疗后预后不良的危险因素($OR > 1, P < 0.05$)。见表 7。

表 6 赋值说明

影响因素	变量类型	赋值说明
APACHE II 评分	连续变量	—
治疗前 BNP 水平	连续变量	—
治疗前 HR 水平	连续变量	—
舌根后坠	分类变量	“0”=无,“1”=有

表 7 各因素与老年 ACRF 患者 HFNC 治疗预后的关系

影响因素	B	SE	Wald	P	OR	95%置信区间
APACHE II 评分	6.386	13.237	0.233	<0.001	3.750	1.124~14.367
治疗前 BNP 水平	2.472	0.937	0.254	0.014	1.604	1.037~7.246
治疗前 HR 水平	4.041	8.476	0.227	<0.001	6.887	2.361~11.859
舌根后坠	25.333	8.476	0.161	<0.001	11.205	3.107~24.948
常量	-69.124	13.190	0.232	<0.001		

3 讨论

呼吸支持治疗是挽救老年 ARF 患者生命的重要治疗方式,可纠正患者酸碱平衡,改善患者通气状况,为患者综合治疗争取时间^[8]。有创机械通气可有效改善老年 ARF 患者全身缺氧,防止肺外气管损伤^[9]。但老年 ARF 患者身体机能较弱,耐受性较低,有创机械通气可对患者气道造成损伤,并诱发呼吸机相关肺炎、气压伤等并发症,不利于患者后续治疗^[10]。因此需要寻找创伤小且能改善患者呼吸功能的有效方法。

HFNC 属于临床常用氧疗方案,可稳定调节患者吸入氧浓度,具有良好的气道湿化作用,对改善患者通气效率有积极作用^[11]。本研究中,观察组生理指标优于对照组,血气指标改善效果优于对照组,表明 HFNC 能够有效稳定老年 ARF 患者血流动力学,提高通气效果。分析其原因在于,HFNC 在对患者供氧时,先对吸入气体进行加温湿化,使温度维持在 37℃ 左右,与人体温度相接近,相对湿度则为 100%,从而维持患者气道较好的气流动力学,利于正常气道分泌物产生,进而保持黏液纤毛的清除功能,有助于保持患者呼吸道通畅,提高 HFNC 治疗效果^[12]。同时 HFNC 还可为患者提供 2.6~8.7 cmH₂O(1 cmH₂O=0.098 kPa)的气道正压,可促进患者通气功能恢复,同时持续的气道吹气,可对患者咽部无效腔起到清洁作用,使咽部气道维持稳定的氧浓度,从而减少气道无效腔,改善患者通气情况,提高患者治疗效果^[13]。从安全角度而言,2 组并发症发生率比较差异无统计学意义,表明 HFNC 安全性较高,不会明显增加患者并发症风险,但具体并发症风险,仍需进一步研究。

本研究中,48 例老年 ARF 患者经 HFNC 治疗后,预后不良 11 例,发生率为 22.92%,表明老年 ARF 患者经 HFNC 治疗后预后不良风险较高。因此临床需积极探寻可影响老年 ARF 患者经 HFNC 治疗后预后不良的因素。预后不良组 APACHE II 评分、治疗前 BNP、HR 水平高于预后良好组,舌根后坠患者占比高于预后良好组,并经二元 logistic 回归分析结果显示,APACHE II 评分、治疗前 BNP 水平、治疗前 HR 水平高表达,舌根后坠是老年 ARF 患者 HFNC 治疗后预后不良

的危险因素。分析其原因可能在于:① APACHE II 评分高:APACHE II 评分是临床评估患者病情严重程度的常用评分方法,具有简便可靠,设计合理及预测准确的特点,被临床广泛应用于肺部感染、慢性阻塞性肺疾病等呼吸系统疾病病情评估中^[14]。APACHE II 评分越高患者病情越严重,当老年 ARF 患者严重呼吸困难时,呼吸频率则会明显提升,PaCO₂ 升高,当机体无法有效代偿调节后,患者机体 pH 值下降,诱发呼吸性酸中毒,HFNC 可为患者提供约 7 cmH₂O 的气道正压,但正压较小,可能难以满足部分患者需求,从而影响患者治疗效果^[15]。同时 ARF 病情加重时,患者因呼吸困难会出现张口呼吸,导致出现漏气,进一步降低 HFNC 气道压力,甚至低于 3 cmH₂O,无法起到降低患者呼吸做功的作用,肺泡通气量难以增加,无法有效降低 PaCO₂ 水平,改善患者病情,从而造成预后不良^[16]。因此临床对于 APACHE II 评分较高的老年 ARF 患者可优先选择无创正压通气,无创正压通气可为患者提供更高的气道正压,减轻患者呼吸做功,迅速改善患者 PaCO₂ 水平,缓解缺氧症状,从而改善患者预后。② BNP、HR 高表达:BNP 是心脏分泌的利尿钠肽家族的一员,主要由心室肌细胞合成、分泌,具有调节血压及血容量的作用,是反映心脏舒张顺应性的重要指标^[17]。老年 ARF 患者发病时可导致血容量升高,肺动脉高压,造成右心室肥厚、扩大,从而促进 BNP 合成及分泌,由此可见 BNP 可较好反映患者病情严重程度^[18]。HR 是反映老年 ARF 患者心肺功能及代谢水平的重要指标,BNP、HR 同时升高,则提示患者心肌做功增加,左心室舒张功能障碍加剧,加重患者病情,对于病情严重的老年 ARF 患者,HFNC 难以为患者提供充足的呼气终末正压,从而无法有效快速改善患者氧合指标^[19]。因此临床对于 BNP、HR 高表达患者,可采取无创机械通气,为患者提供充足的气道正压,降低心脏前后负荷,从而降低患者心肌做功改善患者预后。③ 舌根后坠:舌根后坠多由肥胖、长期仰卧所导致,造成舌下腺囊肿可阻塞气道,导致患者出现打鼾、窒息等症状。如老年 ARF 患者伴有舌根后坠可能导致患者出现呼吸道梗阻,气道痰液淤积阻塞,从而引起肺通气

功能障碍,不利于 HFNC 治疗,造成预后不良^[20]。因此临床对于伴有舌根后坠的老年 ARF 患者可采取口咽通气道,从患者口中直插入咽部,以保持患者呼吸道通畅,进而改善患者缺氧状况。

综上所述, HFNC 能够有效改善老年 ARF 患者生理指标,缓解患者缺氧状况,且安全性较高,同时患者 APACHE II 评分、治疗前 BNP、HR 水平及舌根后坠发生情况与 HFNC 治疗效果密切相关。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Nair PR, Haritha D, Behera S, et al. Comparison of high-flow nasal cannula and noninvasive ventilation in acute hypoxemic respiratory failure due to severe COVID-19 pneumonia[J]. *Respir Care*, 2021, 66(12): 1824-1830.
- [2] Murray NM, Reimer RJ, Cao M. Acute on chronic neuromuscular respiratory failure in the intensive care unit: optimization of triage, ventilation modes, and extubation[J]. *Cureus*, 2021, 13(7): e16297.
- [3] Kumar P, Sharma M, Sulthana SF, et al. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2-related acute-on-chronic liver failure[J]. *J Clin Exp Hepatol*, 2021, 11(3): 404-406.
- [4] Grieco DL, Menga LS, Cesarano M, et al. Effect of helmet noninvasive ventilation vs high-flow nasal oxygen on days free of respiratory support in patients with COVID-19 and moderate to severe hypoxemic respiratory failure: the HENIVOT randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2021, 325(17): 1731-1743.
- [5] Wang YL, Zhu JK, Wang XF, et al. Comparison of high-flow nasal cannula (HFNC) and conventional oxygen therapy in obese patients undergoing cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *In Vivo*, 2021, 35(5): 2521-2529.
- [6] 葛均波,徐永健,王辰. 内科学[M]. 9版. 北京:人民卫生出版社,2018:139-142.
- [7] Huang JS, Xuan DD, Li XJ, et al. The value of APACHE II in predicting mortality after paraquat poisoning in Chinese and Korean population[J]. *Medicine*, 2017, 96(30): e6838.
- [8] Sarge T, Baedorf-Kassis E, Banner-Goodspeed V, et al. Effect of esophageal pressure-guided positive end-expiratory pressure on survival from acute respiratory distress syndrome: a risk-based and mechanistic reanalysis of the EPVent-2 trial[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2021, 204(10): 1153-1163.
- [9] Lim ZJ, Subramaniam A, Reddy MP, et al. Case fatality rates for patients with COVID-19 requiring invasive mechanical ventilation. A meta-analysis[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2021, 203(1): 54-66.
- [10] Mitting RB, Peshimam N, Lillie J, et al. Invasive mechanical ventilation for acute viral bronchiolitis: retrospective multicenter cohort study[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2021, 22(3): 231-240.
- [11] Chandel A, Patolia S, Brown AW, et al. High-flow nasal cannula therapy in COVID-19: using the ROX index to predict success[J]. *Respir Care*, 2021, 66(6): 909-919.
- [12] Ospina-Tascón GA, Calderón-Tapia LE, García AF, et al. Effect of high-flow oxygen therapy vs conventional oxygen therapy on invasive mechanical ventilation and clinical recovery in patients with severe COVID-19: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2021, 326(21): 2161-2171.
- [13] Lari F. High flow oxygen therapy with nasal cannula: use and applications in respiratory failure in internal medicine[J]. *Recenti Prog Med*, 2021, 112(5): 378-386.
- [14] Jain G, Dosi R, Jain N, et al. The predictive ability of SAPS II, APACHE II, SAPS III, and APACHE IV to assess outcome and duration of mechanical ventilation in respiratory intensive care unit[J]. *Lung India*, 2021, 38(3): 236.
- [15] Tan DY, Walline JH, Ling BY, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy versus non-invasive ventilation for chronic obstructive pulmonary disease patients after extubation: a multicenter, randomized controlled trial[J]. *Crit Care*, 2020, 24(1): 489.
- [16] Teng XB, Shen Y, Han MF, et al. The value of high-flow nasal cannula oxygen therapy in treating novel coronavirus pneumonia[J]. *Eur J Clin Invest*, 2021, 51(3): e13435.
- [17] Abdullah A, Iqbal A, Ishtiaq W, et al. Diagnostic utility of N-terminal pro-brain natriuretic peptide and C-reactive protein in diagnosing heart failure in patients with acute hypoxemic respiratory failure[J]. *Cureus*, 2020, 12(1): e6835.
- [18] Ulusoy B, Tunçez A, Gül O, et al. NT-pro BNP as a new marker in the investigation of nasal septum deviation impacts on cardiopulmonary functions[J]. *Am J Otolaryngol*, 2020, 41(6): 102671.
- [19] Vianello A, Arcaro G, Molena B, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy to treat patients with hypoxemic acute respiratory failure consequent to SARS-CoV-2 infection[J]. *Thorax*, 2020, 75(11): 998-1000.
- [20] Nagashima K, Kikutani T, Miyashita T, et al. Tongue muscle strength affects posterior pharyngeal wall advancement during swallowing: a cross-sectional study of outpatients with dysphagia[J]. *J Oral Rehabil*, 2021, 48(2): 169-175.

(收稿日期:2022-10-25)