DOI:10.16016/j.2097-0927.202112167

创伤后非心脏手术重症患者脱机失败的危险因素分析

赵连泽,张超峰,陈 琦,钮宏文,祝 涛 201203 上海,上海中医药大学附属曙光医院创伤急救科

[摘要] **目的** 分析创伤后非心脏手术重症患者脱离机械通气(脱机)失败的危险因素。**方法** 选取2019年1月至2020年12月上海中医药大学附属曙光医院创伤急救科ICU病房收治的306例创伤后行非心脏手术且术后机械通气时间超过24 h的患者作为研究对象,回顾性分析入选患者的临床基线特征、化验结果、术中和术后资料,根据脱机结果将患者分为脱机成功组(n=222)与脱机失败组(n=84)。利用多元Logistic回归分析影响创伤后非心脏手术重症患者脱机失败的危险因素。**结果** 纳入的306例患者中84名(27.4%)患者脱机失败。经单因素分析剔除混杂因素后,经过多元Logistic回归分析发现,年龄(OR=1.835, 95%CI: 1.623~2.012, P=0.002)、呼吸频率(OR=1.860, 95%CI: 1.702~1.943, P=0.001)、脑钠肽(brain natriuretic peptide,BNP)变化率(入ICU 24 h内BNP变化,OR=3.366, 95%CI: 1.063~7.887, P=0.000)、发生非心脏术后心肌损伤(OR=4.237, 95%CI: 1.023~16.914, P=0.001)是创伤后非心脏手术重症患者脱机失败的独立危险因素。**结论** 高龄、呼吸频率升高、BNP水平升高、发生非心脏手术后心肌损伤(myocardial injury after non-cardiac surgery, MINS)是创伤后非心脏手术重症患者脱机失败的独立危险因素。

[关键词] 创伤;非心脏手术;脱机;危险因素
[中图法分类号] R181.32; R605.973; R641 [文献标志码] A

Risk factors for weaning failure in critical trauma patients with non-cardiac surgery

ZHAO Lianze, ZHANG Chaofeng, CHEN Qi, NIU Hongwen, ZHU Tao Department of Trauma Emergency, Shuguang Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai, 201203, China

[**Abstract**] **Objective** To analyze the risk factors of weaning failure in posttraumatic critical patients with non-cardiac surgery. **Methods** A total of 306 patients with non-cardiac surgery who had mechanical ventilation more than 24 h after surgery, from January 2019 to December 2020, were included in this study. The clinical baseline characteristics, laboratory results, intraoperative and postoperative data of enrolled patients were retrospectively analyzed. These patients were divided into two groups: weaning success group (n=222) and weaning failure group (n=84). Risk factors for weaning failure in posttraumatic critical patients with non-cardiac surgery were determined by multivariate logistic regression analysis. **Results** Offline failure occurred in 84 out of 306 (27.4%) patients. After elimination of confounding factors by univariate analysis, multivariate logistic regression analysis showed that age (OR=1.835, 95%CI:1.623~2.012, P=0.002), respiratory frequency (OR=1.860, 95%CI:1.702~1.943, P=0.001), change rate of BNP (OR=3.366, 95%CI:1.063~7.887, P=0.000) and myocardial injury after non-cardiac surgery (OR=4.237, 95%CI:1.023~16.914, P=0.001) were the independent risk factors of weaning failure in post-traumatic critical patients with non-cardiac surgery. **Conclusion** Age, respiratory frequency, myocardial injury after non-cardiac surgery (MINS), and increased change rate of BNP are independent risk factors of weaning failure in post-traumatic critical patients with non-cardiac surgery.

[**Key words**] trauma; non-cardiac surgery; weaning; risk factors

Corresponding author: ZHU Tao, E-mail: zhutao7610@163.com

[通信作者] 祝 涛,E-mail: zhutao7610@163.com

2097-0927/Copyright © 2022, 陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循 CC BY 许可协议(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

全麻醉术后创伤危重患者的成功脱机是一个具有渐进性和挑战性的过程,把握准确的脱机时间在重症监护室(ICU)是至关重要的。延迟脱机可能会导致呼吸机获得性肺炎和其他可能的副作用[1],而过早脱机可能增加再插管率,延长 ICU 的入住时间或导致患者死亡[2]。近年来的研究认为,心血管因素对脱机成功率有重要的影响[3],但在创伤后行非心脏手术后患者中,心血管因素的作用尚不明确。本研究旨在通过回顾性分析入住 ICU 的创伤后行非心脏手术重症患者的临床资料、手术过程及处理转归情况,探讨脱机失败的危险因素,建立脱机失败的危险模型。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究回顾性分析从 2019 年 1 月至 2020 年 12 月在上海中医药大学附属曙光医院创伤急救科 ICU 病房收治的创伤重症患者 1 374 例,最终 306 例纳入本研究。

1.1.1 纳入标准 ①均为多发伤患者,≥2 个系统以上创伤;②成年患者(年龄≥18 岁)行择期或急诊手术治疗;③急性生理与慢性健康(acute physiology and chronic health evaluation Ⅱ, APACHEⅡ)评分>8;④损伤严重程度(injury severity score, ISS)评分>16[4];⑤均在全身麻醉下行手术或急诊手术治疗,并进行气管内插管和机械通气,且术后机械通气时间>24 h。

1.1.2 排除标准 ①未进入脱机程序即死亡或因其他原因中断机械通气治疗;②妊娠期及哺乳期女性;③计划脱机后即开始序贯无创机械通气治疗患者;④急性左室衰竭和缺血性心脏病患者;⑤肾功能不全的患者;⑥神经外科术后患者;⑦创伤性急性肺损伤患者。

1.2 方法

1.2.1 脱机指征 ①临床评价标准:咳嗽有力;无过多气道分泌物;患者的疾病得到改善或开始改善。②客观评价标准:临床病情稳定;血流动力学状态稳定;心率≤140 次/min;收缩压在 90~160 mmHg 之间;无或低剂量血管活性药物;稳定的代谢状态;改良氧合指数≥150 mmHg;呼气终末正压(PEEP)≤8 cmH_2O。③呼吸功能监测:呼吸频率≤35 次/min;pH 值>7.3;动脉二氧化碳分压($PaCO_2$)为 35~50 mmHg。

1.2.2 分组标准 根据患者是否成功脱机,将 306 例患者分为脱机成功组(n = 222)和脱机失败组(n = 84)。或如果在脱机后 48 h 内死亡,则判断为脱机失败[5],该患者纳入脱机失败组,否则纳入脱机成功组。如果患者符合以下任一种情况,需要重新插管:①呼吸频率≥25 次/min 超过 2 h;②心率≥140 次/ min 或持续增加/降低≥ 20%;③患者出现呼吸肌无力或呼吸频率显著增加的迹象,氧饱和度(SO_2)<90%;④当 FiO_2≥ 50 时,PaO_2<80 mmHg;⑤高碳酸血症($PaCO_2$>45 mmHg 或脱机前增长≥20%),pH 值<7.33。

1.3 观察指标

术前,患者的临床基本资料包括年龄,性别和体质指数(BMI),术前基础疾病,吸烟史。术中手术资料包括手术失血量,手术持续时间。术后情况包括术后发生非心脏手术后心肌损伤(myocardial injury after non-cardiac surgery,MINS)(MINS 指非心脏手术后 30 d 内出现的缺血导致的与预后相关的心肌损伤,引起或不引起坏死[6])、胸腔积液、肺炎、脓毒症、急性肾损伤(acute kidney injury,AKI)、脱机前机械通气持续时间、APACHEⅡ评分、呼吸频率、是否在 24 h 内进行 2 次手术;术后实验室参数包括 pH 值、PaO_2、$PaCO_2$、PaO_2/FiO_2、脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)[其中 BNP1 为入 ICU 时水平,BNP2 为次日晨监测水平,BNP 变化率(入 ICU 24 h 内 BNP 变化)=(BNP2-BNP1)/ BNP1×100%]、血肌钙蛋白 I(cTnI)、血清肌酐(SCr)、血红蛋白(Hb)、白蛋白(Alb)水平。

1.4 统计学分析

使用 SAS 9.1 软件进行统计学分析。两组患者的基本人口学特征和临床指标在组间的比较,正态分布的计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 t 检验,非正态分布的计量资料以 $M(P_{25},P_{75})$ 表示,两组间比较采用秩和检验;计数资料用绝对频数及百分数(%)表示,采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法,均选取双侧检验,以 P<0.05 为界筛选脱机失败可能的危险因素。多因素分析采用 Logistic 回归。

2 结果

2.1 患者临床基线资料的单因素比较

研究纳入的 306 例患者中,84 例脱机失败(发生率 27.4%)。与脱机成功组相比,脱机失败组患者入 ICU 时病情更重,年龄更高、APACHEⅡ评分更高、呼吸频率更高,合并慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary diseases,COPD)与糖尿病的比例高,其余基线特征两组间无统计学意义(P>0.05),见表 1。

2.2 脱机成功组和脱机失败组患者化验结果的单因素比较

统计结果显示,与脱机失败组相比,脱机成功组血清 BNP 变化率更低,PaO_2 更高,cTnI 更低,差异有统计学意义(P<0.05),见表 2。

表 1 患者的基线资料比较 [$\bar{x}\pm s$,例(%)]

指标	脱机成功组(n=222)	脱机失败组(n=84)	t/χ^2	P 值
男性	126(56.8)	44(52.4)	0.965	0.346
年龄/岁	63.71±15.36	68.32±3.12	27.841	0.001
APACHE Ⅱ评分/分	17.02±10.30	24.13±9.40	49.576	0.000
ISS 评分/分	16.11±6.91	16.71±7.03	0.856	0.711
BMI/kg·m^{-2}	23.17±8.32	23.84±3.37	1.106	0.118
呼吸频率/次·min^{-1}	16.5±7.7	29.1±10.4	21.094	0.002
基础疾病				
冠心病	32(14.4)	18(21.4)	1.003	0.339
COPD	20(9.0)	9(10.7)	47.458	0.000
心力衰竭	4(1.8)	2(2.4)	1.258	0.085
脑血管病	18(8.1)	10(11.9)	1.092	0.229
糖尿病	15(6.8)	8(9.5)	19.500	0.004
高血压	102(45.9)	34(40.5)	1.237	0.089
吸烟	46(20.7)	16(19.0)	1.474	0.070

表 2 脱机成功组与脱机失败组患者化验结果 [$\bar{x}\pm s$,$M(P_{25},P_{75})$]

组别	n	BNP 变化率	pH 值	PaO_2/mmHg	$PaCO_2$/mmHg	PaO_2/FiO_2	cTnI/μg·L^{-1}	SCr/μmol·L^{-1}	Hb/g·L^{-1}	Alb/g·L^{-1}
脱机成功组	222	7.37±1.45	7.35±0.60	79.5±12.9	53.8±10.3	199.4±37.0	0.020(0.007,0.035)	61.5(49.0,85.5)	97.44±14.11	33.94±4.17
脱机失败组	84	10.63±2.18	7.40±0.07	73.6±17.9	61.3±6.4	177.3±45.0	0.039(0.009,0.067)	69(57.5,118.0)	96.32±13.58	30.36±5.01
$t/z/\chi^2$		8.075	0.974	5.874	4.262	7.18	7.917	6.572	1.207	1.29
P 值		0.009	0.431	0.012	0.125	0.074	0.009	0.116	0.617	0.601

表 3 患者术中和术后情况的单因素比较 [$M(P_{25},P_{75})$,例(%)]

组别	n	手术失血量/mL	手术时长/h	24 h 内行 2 次手术	胸腔积液	肺炎	MINS	脓毒症	急性肾损伤	脱机前机械通气持续时间/h
脱机成功组	222	650(200,1 950)	4.5(3.0,6.5)	8(3.6)	70(31.5)	56(25.2)	81(36.5)	71(32.0)	55(24.8)	46.5(42.5,137.5)
脱机失败组	84	500(150,1 450)	3.5(2.5,5.0)	3(3.6)	36(42.9)	37(44.0)	47(56.0)	36(42.9)	39(46.4)	75.5(14.0,184.0)
$t/z/\chi^2$		1.766	0.630	0.146	1.779	6.134	25.913	1.525	0.973	4.985
P 值		0.200	0.079	0.638	0.121	0.030	0.008	0.240	0.117	0.048

2.3 患者术中和术后情况的单因素比较

脱机成功组术后肺炎、MINS 的发病率更低,脱机前机械通气时间更短,与脱机失败组相比,差异有统计学意义(P<0.05),见表 3。

2.4 多因素回归分析及建立危险模型

将上述两组之间有统计学意义的脱机相关因素作为自变量,脱机结果作为因变量,纳入多因素 Logistic 回归分析,获得脱机失败的独立危险因素。结果显示,年龄、呼吸频率、BNP 变化率、MINS 为 ICU 非心脏手术患者脱机失败组的独立危险因素。见表 4。

表 4 创伤后非心脏手术重症患者脱机失败的多因素 Logistic 回归分析

独立危险因素	偏回归系数	OR 值	95%CI	P 值
年龄	0.607	1.835	1.623~2.012	0.002
呼吸频率	0.621	1.860	1.702~1.943	0.001
BNP 变化率	0.814	3.366	1.063~7.887	0.000
MINS	1.444	4.237	1.023~16.914	0.001

3 讨论

脱机成功不仅取决于呼吸力和耐力,潜在的心血管功能障碍也是影响患者术后脱机成败的重要因素[7]。关于创伤后非心脏手术患者出现心肌损伤的作用机制尚不明确。有研究认为,急性心肌缺血不是完全性的冠脉狭窄或痉挛,而是患者在麻醉复苏后出现的疼痛、气管插管不耐受等因素作用下的应激状态,血液中儿茶酚胺水平升高,导致心脏负荷加重,进而发生心肌缺血[8-9]。CHEYNEW 等[10]研究发现,患者在术中和术后出现的血流动力学不稳定,易导致心肌低灌注、缺血缺氧,这也是心肌损伤的主要原因。因此,脱机前对患者评估时,只关注患者是否存在心血管基础疾病是不够的,特别是对于创伤非心脏术后重症患者,及时发现潜在的心血管储备功能下降和代偿能力不足,对提高术后脱机成功率具有重要意义。本研究发现,术后出现 MINS 是影响脱机失败的危险因素,可使脱机失败风险达到 4 倍以上。多项研究与本研究结

果相似[11-16],只有李纾等[16]的研究排除了心脏手术重症患者,观察的是 MINS 患者围术期出现的心肌损伤机理与脱机失败的独立危险因素,而其他研究[11-15]探索的是 MINS 与患者死亡风险的相关因素分析,不能起到早期预警的效果。

本研究发现,对于创伤后非心脏手术重症患者,BNP 变化率在脱机失败组的患者水平较高,其升高可使脱机失败的风险增加 2 倍以上。这说明 BNP 在脱机过程中升高可以反应心脏储备不足,导致随后的呼吸功能不全,最终导致脱机失败。一些研究也显示了类似的结果,EDIBOĞLU 等[17]提出,根据 BNP 指导液体管理,特别是对左心室收缩功能不全的患者,可减少其脱机拔管时间,证实 BNP 可作为脱机标志物。ADRISH 等[18]在对 167 例 ICU 患者的研究中发现,BNP 升高可以预测心功能不全。FARGHALY 等[19]发现 BNP 水平在入住 ICU 和呼气试验结束时与脱机成功患者相比显著升高,究其原因,可能与疾病严重程度及脱机过程中出现心肌缺血,继而导致心脏舒张功能障碍和肺水肿相关。但也有不同观点,认为 BNP 与疾病严重程度及死亡率相关性不大[20],但该研究样本量较小,且入选患者的连续性较差,入 ICU 的患者中因很大一部分未监测 BNP 而未入选。

多项研究也探索了脱机失败发生的危险因素,包括 cTnI、COPD、呼吸频率、左室射血分数、年龄等[21-23]。本研究通过单中心回顾性分析,利用多因素 Logistic 回归分析筛选出了脱机失败发生的独立危险因素,包括年龄、呼吸频率、BNP 变化率升高及 MINS,与既往研究[21,24-25]结果一致。

本研究还存在一些不足,本研究为单中心回顾性研究,样本量较少,虽然选取的 ICU 患者均常规测得入 ICU 时及脱机前水平,但未来仍需行多中心前瞻性研究来进行验证。

综上所述,本研究发现高龄、呼吸频率升高、BNP 变化率升高、MINS 是患者脱机失败的独立危险因素,有助于临床工作者及时识别高风险脱机患者,进一步评估心脏功能是否能承受脱机带来的负荷,尽早采取预防干预措施,以提高脱机成功率,改善患者预后。

参考文献:

[1] UVIZL R, HERKEL T, LANGOVA K, *et al*. Management of mechanical ventilation in patients with hospital-acquired pneumonia: a retrospective, observational study[J]. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub, 2018, 162(2): 127-133. DOI: 10.5507/bp.2017.047.

[2] PERKINSG D, MISTRY D, GATES S, *et al*. Effect of protocolized weaning with early extubation to noninvas ventilation vs invasive weaning on time to liberation from mechanical ventilation among patients with respiratory failure: the breathe randomized clinical trial[J]. JAMA, 2018, 320(18): 1881-1888. DOI: 10.1001/jama.2018.13763.

[3] ROUTSI C, STANOPOULOSI, KOKKORIS S, *et al*. Weaning failure of cardiovascular origin: how to suspect, detect and treat-a review of the literature[J]. Ann Intensive Care, 2019, 9(1): 6. DOI: 10.1186/s13613-019-0481-3.

[4] MICA L, RUFIBACH K, KEEL M, *et al*. The risk of early mortality of polytrauma patients associated to ISS, NISS, APACHE II values and prothrombin time[J]. J Trauma Manag Outcomes, 2013(7): 6. DOI: 10.1186/1752-2897-7-6.

[5] BOLESJ M, BION J, CONNORS A, *et al*. Weaning from mechanical ventilation[J]. Eur Respir J, 2007, 29(5): 1033-1056. DOI: 10.1183/09031936.00010206.

[6] BOTTO F, ALONSO-COELLO P, CHANM T V, *et al*. Myocardial injury after noncardiac surgery: a large, international, prospective cohort study establishing diagnostic criteria, characteristics, predictors, and 30-day outcomes[J]. Anesthesiology, 2014, 120(3): 564-578. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000113.

[7] MAHMOOD S S, PINSKY M R. Heart-lung interactions during mechanical ventilation: the basics[J]. Ann Transl Med, 2018, 6(18): 349. DOI:10.21037/atm.2018.04.29.

[8] SOUSA J, ROCHA-NEVES J, OLIVEIRA-PINTO J, *et al*. Myocardial injury after non-cardiac surgery (MINS) in EVAR patients: a retrospective single-centered study[J]. J Cardiovasc Surg (Torino), 2021, 62(2): 130-135. DOI: 10.23736/S0021-9509.20.11205-9.

[9] JORGENSONC C, COFFMAN K E, JOHNSON B D. Effects of intrathoracic pressure, inhalation time, and breath hold time on lung diffusing capacity[J]. Respir Physiol Neurobiol, 2018, 258: 69-75. DOI: 10.1016/j.resp.2018.06.001.

[10] CHEYNEW S, GELINAS J C, EVES N D. The haemo dynamic response to incremental increases in negative intrathoracic pressure in healthy humans[J]. Exp Physiol, 2018, 103(4): 581-589. DOI: 10.1113/EP086654.

[11] DUBO S, VALENZUELAE D, AQUEVEDO A, *et al*. Early rise in central venous pressure during a spontaneous breathing trial: a promising test to identify patients at high risk of weaning failure? [J]. PLoS ONE, 2019, 14(12): e0225181. DOI: 10.1371/journal.pone.0225181.

[12] SANCHEZ M L. Mechanical ventilation in patients subjected to extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)[J]. Med Intensiva, 2017, 41(8): 491-496. DOI: 10.1016/j.medin.2016.12.007.

[13] HAMMASHM H, MOSER D K, FRAZIER S K, *et al*. Heart rate variability as a predictor of cardiac dysrhythmias

during weaning from mechanical ventilation[J]. Am J Crit Care, 2015, 24(2): 118-127. DOI: 10.4037/ajcc2015318.

[14] MUNSHI L, FERGUSONN D. Weaning from mechanical ventilation: what should be done when a patient's spontaneous breathing trial fails? [J]. JAMA, 2018, 320(18): 1865-1867. DOI: 10.1001/jama.2018.13762.

[15] BEDET A, TOMBERLI F, PRAT G, *et al*. Myocardial ischemia during ventilator weaning: a prospective multicenter cohort study[J]. Crit Care, 2019, 23(1): 321. DOI: 10.1186/s13054-019-2601-8.

[16] 李纾, 杜安琪, 赵连泽, 等. 心肌肌钙蛋白I水平对非心脏手术后心肌损伤患者脱离机械通气的预测价值[J]. 中国循环杂志, 2020, 35(2): 161-166. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2020.02.009.
LI S, DU A Q, ZHAO L Z, *et al*. Value of cardiac troponin I level on predicting weaning failure in patients with myocardial injury after non-cardiac surgery[J]. Chin Circ J, 2020, 35(2): 161-166. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2020.02.009.

[17] EDIBOĞLU Ö, KRAKL C. Can NT-pro BNP levels predict prognosis of patients with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in the intensive care unit? [J]. Balkan Med J, 2018, 35(6): 422-426. DOI: 10.4274/balkanmedj.2018.0006.

[18] ADRISH M, NANNAKAV B, CANO E J, *et al*. Significance of NT-pro-BNP in acute exacerbation of COPD patients without underlying left ventricular dysfunction[J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2017, 12: 1183-1189. DOI: 10.2147/COPD.S134953.

[19] FARGHALY S, GALAL M, HASANA A, *et al*. Brain natriuretic peptide as a predictor of weaning from mechanical ventilation in patients with respiratory illness[J]. Aust Crit Care, 2015, 28(3): 116-121. DOI: 10.1016/j.aucc.2014.12.002.

[20] SANTAGUIDAP L, DON-WAUCHOPE A C, OREMUS M, *et al*. BNP and NT-proBNP as prognostic markers in persons with acute decompensated heart failure: a systematic review [J]. Heart Fail Rev, 2014, 19(4): 453-470. DOI: 10.1007/s10741-014-9442-y.

[21] BORNITZ F, EWERT R, KNAAK C, *et al*. Weaning from invasive ventilation in specialist centers following primary weaning failure[J]. Dtsch Arztebl Int, 2020, 117(12): 205-210. DOI: 10.3238/arztebl.2020.0205.

[22] SANFILIPPO F, DI FALCO D, NOTO A, *et al*. Association of weaning failure from mechanical ventilation with transthoracic echocardiography parameters: a systematic review and meta-analysis[J]. Br J Anaesth, 2021, 126(1): 319-330. DOI: 10.1016/j.bja.2020.07.059.

[23] SOUZA LEITE W, NOVAES A, BANDEIRA M, *et al*. Patient-ventilator asynchrony in conventional ventilation modes during short-term mechanical ventilation after cardiac surgery: randomized clinical trial[J]. Multidiscip Respir Med, 2020, 15(1): 650. DOI: 10.4081/mrm.2020.650.

[24] HAN L, ZHANG S S, KANG J Q, *et al*. Predictive value of C-reactive protein and NT-pro-BNP levels in sepsis patients older than 75 years: a prospective, observational study[J]. Aging Clin Exp Res, 2020, 32(3): 389-397. DOI: 10.1007/s40520-019-01244-0.

[25] DESCHAMPS J, ANDERSENS K, WEBBER J, *et al*. Brain natriuretic peptide to predict successful liberation from mechanical ventilation in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis[J]. Crit Care, 2020, 24(1): 213. DOI: 10.1186/s13054-020-2823-9.

(收稿:2021-12-22;修回:2022-03-02)

(编辑 张艺霖)