

• 论著-研究报告 •

压力支持和 T 管自主呼吸试验对拔管结局预判
准确性的比较研究沈剑¹ 王振艳¹ 马航¹ 刘芳¹ 封喜翠¹ 袁宏勋¹

[摘要] **目的:**比较压力支持自主呼吸试验(PS-SBT)和 T 管自主呼吸试验(T-SBT)对机械通气患者拔管结局预判能力的差异。**方法:**在标准程序化脱机流程中,使用自身前后对照方法,对 114 例入选的机械通气患者分别进行 PS-SBT 和 T-SBT 试验,以拔管结局作为金标准,比较其在拔管结局预测上的敏感度和特异度的差异。**结果:**PS-SBT 的通过率明显高于 T-SBT(92.1% vs. 77.2%),敏感度、特异度、诊断准确度和约登指数,PS-SBT 分别为 96.8%、28.6%、84.2%和 0.254,T-SBT 分别为 86.0%、61.9%、81.6%和 0.479。敏感度 PS-SBT 占优,特异度 T-SBT 占优。**结论:**拔管前应合理分析过早拔管和延迟拔管分别对患者产生的利弊,再决定筛选试验是选择敏感度高的 PS-SBT 还是特异度高的 T-SBT。

[关键词] 自主呼吸试验;机械通气;气管插管拔管;程序化脱机;拔管失败

doi:10.13201/j.issn.1009-5918.2020.04.008

[中图分类号] R563.8 **[文献标志码]** A

Comparison of the predictive accuracy of extubation outcomes between pressure support and T-piece SBT as screening tests

SHEN Jian WANG Zhenyan MA Hang LIU Fang FENG Xicui YUAN Hongxun
(Department of Critical Care Medicine, Peking University International Hospital, Beijing, 102206, China)

Corresponding author: YUAN Hongxun, E-mail: yuanhongxun@pkuih.edu.cn

Abstract Objective: To compare the predictive ability of pressure support(PS-SBT) and T-piece(T-SBT) spontaneous breathing test in predicting the outcome of extubation in patients undergoing mechanical ventilation. **Method:** In the standard programmed weaning process, the PS-SBT and T-SBT trials were performed on 114 patients undergoing mechanical ventilation using before and after control method, taking the extubation outcome as the gold standard and comparing the differences in sensitivity and specificity in prediction of extubation outcome. **Result:** The passing rate of PS-SBT was significantly higher than that of T-SBT(92.1% vs. 77.2%). The sensitivity, specificity, accuracy and the Youden index of PS-SBT were 96.8%, 28.6%, 84.2% and 0.254, respectively, that of T-SBT were 86.0%, 61.9%, 81.6%, and 0.479, respectively. The sensitivity of PS-SBT is dominant, and the specificity of T-SBT is dominant. **Conclusion:** Before extubation, reasonably analyze the pros and cons of the impact of premature and delayed extubation on patients, and then decide whether the screening test should choose a highly sensitive PS-SBT or a highly specific T-SBT.

Key words spontaneous breathing trial; mechanical ventilation; endotracheal extubation; programmed weaning; extubation failure

机械通气(mechanical ventilation, MV)是危重病治疗方法之一,呼吸机的撤离是治疗过程中重要的分水岭。自主呼吸试验(spontaneous breathing trial, SBT)已被广泛用于评判患者脱离机械通气支持后维持自主呼吸的能力,2017年《Chest》发布指南推荐^[1]:使用 5~8 cmH₂O(1 cmH₂O =

0.098 kPa)压力支持的自主呼吸试验(PS-SBT)优于 T 管自主呼吸试验(T-SBT)。其循证医学证据来源的前瞻性随机试验^[2-4]都是以比较拔管成功率作为优劣评判标准,没有考虑过度追求拔管成功率导致的延迟拔管或过早拔管对患者的不利影响。为此,我们将两种 SBT 视作诊断筛选试验对患者进行自身前后对照,以最终拔管结局作为金标准,计算其在拔管结局判断上的敏感度、特异度以及诊断准确度,比较其差异。

¹ 北京大学国际医院重症医学科(北京,102206)

通信作者:袁宏勋, E-mail: yuanhongxun@pkuih.edu.cn

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2018-07—2019-10 期间在我院综合 ICU 住院的机械通气患者,纳入标准为接受气管插管和机械通气治疗,时间持续超过 24 h、小于 2 周, Burns 脱机评估量表^[5] (Burns wean assessment program, BWAP) 评分 ≥ 18 分者。排除标准为年龄 < 18 岁,入 ICU 前 MV 已超过 24 h,无自主呼吸、呼吸节律异常,严重神经肌肉疾病(运动神经元病,重症肌无力),格拉斯哥昏迷评分(GCS) ≤ 8 分,意外拔除气管插管,未做拔管尝试而直接气切,主动放弃生命支持以及自动出院者。

1.2 脱机方法

遵循标准化脱机流程^[6],见图 1。

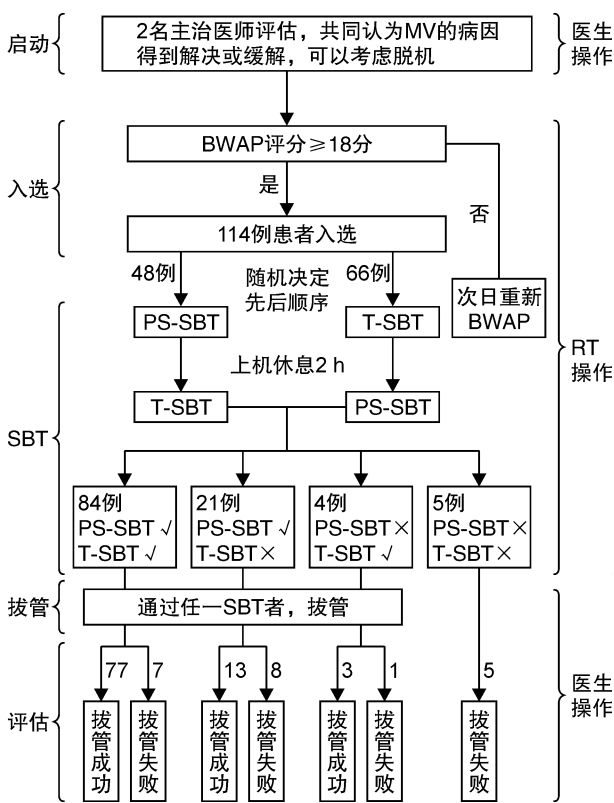


图 1 标准化脱机流程图

1.2.1 标准化脱机流程 MV 患者经医生判断后启动脱机,呼吸治疗师(respiratory therapist, RT)进行 BWAP 分值评估 ≥ 18 分者入选。在 SBT 阶段,RT 对患者进行 PS-SBT 和 T-SBT 两次试验,先后顺序由住院号尾数单双号简单随机分配,两次 SBT 之间重新接呼吸机,恢复参数使患者充分休息 2 h,作为自身前后对照的洗脱期。SBT 开始后,每 15 min 记录 1 次脉搏血氧饱和度(SpO₂)、呼吸频率(R)、心率(HR)和收缩压(SBP),并在 SBT 结束

时经桡动脉抽取动脉血进行血气检验。SBT 通过,定义为患者耐受 1 h 无需上机。SBT 未通过,定义为无论主观指标还是客观指标,出现不耐受表现且持续 30 s~5 min 及以上,需立即恢复机械通气。至少一种 SBT 通过者,RT 通知医生拔管。医生对患者实施拔管并观察评估拔管是否成功,拔管成功,定义为拔管后 72 h 内无需重新插管或高流量、无创呼吸机足以支持;拔管失败,定义为拔管后 72 h 内重新插管和两周内反复 SBT 均未通过。

SBT 主观指标:焦虑,烦躁,精神萎靡,出汗,发绀,呼吸困难,呼吸辅助肌参与,痛苦表情等。客观指标^[7]:① FiO₂ = 0.4 时 SpO₂ $\leq 90\%$;② 呼吸频率/潮气量 > 105 (仅在 PS-SBT 时);③ 呼吸频率 > 35 次/min,或增加幅度 $\geq 50\%$;④ 心率 > 140 次/min,或增加幅度 $\geq 20\%$;⑤ 收缩压 > 180 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa),或增幅 $\geq 20\%$,或 < 90 mmHg;⑥ 出现新的心律失常;⑦ PaCO₂ > 50 mmHg 或增加值 > 8 mmHg;⑧ pH < 7.32 或降低幅度 ≥ 0.07 。

1.2.2 盲法设计 在脱机流程中,RT 独立完成 BWAP 评分、入选和 SBT 评估,医生不知晓该患者所通过 SBT 的具体种类和顺序。医生独立实施拔管和判断拔管结局,RT 不做任何干涉。脱机流程全部完成后,RT 和医生将各自结果报于统计员后揭盲。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 19.0 统计软件。使用 Kolmogorov-Smirnov 检验计量资料是否符合正态分布。计量资料组间比较,正态分布资料采用 $\bar{x} \pm s$ 描述和配对 *t* 检验,非正态分布资料采用中位数(四分位数间距)描述和 Mann-Whitney U 检验,配对资料用 Wilcoxon 带符号秩和检验;计数资料用 χ^2 检验,当较多单元格频数 < 5 时则使用 Fisher 精确检验,配对资料用 McNemar 检验;以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 洗脱期设置合理性验证

为验证两次 SBT 之间重新上机 2 h 作为洗脱期是否合理,我们对所有入选患者两次 SBT 前的生命体征进行比较。发现 HR、SBP、R、SpO₂ 在统计学上均差异无统计学意义,见表 1。

2.2 入选患者拔管结局及组间比较

共 114 例患者纳入研究,109 例患者至少通过一种 SBT 而实施拔管,其中 93 例拔管成功,21 例拔管失败,包括 16 例重新插管,5 例患者多次 SBT 未通过总 MV 超过 2 周。所有患者根据拔管结局

进行分组,就一般情况和首次 SBT 时的呼吸功能参数分别进行组间进行比较,结果显示 3 组间 MV 病因的差异有统计学意义;慢性基础病的差异无统计学意义。在首次 SBT 前呼吸参数、住 ICU 总时

长和 MV 总时长上,拔管成功和失败组间差异均有统计学意义,而重新插管组和 SBT 失败组间除 CORE 指数外其他差异均无统计学意义。见表 2。

表 1 114 例患者两次 SBT 前生命体征的比较

指标	第 1 次 SBT 前	第 2 次 SBT 前	Z/t	P
HR/(次·min ⁻¹)	79.5(71,93)	80(71,93)	-0.775	0.438
SBP/mmHg	128.75±18.92	128.63±19.65	0.110	0.913
R/(次·min ⁻¹)	16(14,9)	16.5(14,20)	-1.228	0.220
SpO ₂ /%	100(97,100)	100(97,100)	-0.571	0.568

表 2 114 例患者不同拔管结局组间的一般情况比较

项目	拔管成功 (n=93)	拔管失败		P ₁ ¹⁾	P ₂ ²⁾	P ₃ ³⁾
		重新插管(n=16)	SBT 失败(n=5)			
年龄/岁	60(45,70)	70.5(63,73)	54(51,64)	0.03	0.056	
男性/例(%)	59(63.4)	12(75)	4(80)			0.657 ^{a)}
APACHE II/分	15(12,21)	22(18,28.5)	14(12,14)	0.000	0.009	
MV 病因/例(%)						0.010 ^{a)}
颅脑手术(涉及脑干)	20(21.5)	3(19)	2(40)			
颅脑手术(未涉及脑干)	25(26.9)	8(50)	3(60)			
其他手术	30(32.3)	0(0)	0(0)			
非手术致呼吸衰竭	18(19.4)	5(31)	0(0)			
慢性基础病/例(%)						0.728 ^{a)}
心血管疾病	28(30.1)	8(50)	4(80)			
肺病	14(15.1)	2(12.5)	1(20)			
慢性肾病	7(7.5)	0(0)	0(0)			
慢性肝病	4(4.3)	0(0)	0(0)			
代谢性疾病	9(9.7)	3(18.8)	0(0)			
肿瘤生存期	11(11.8)	1(6.3)	0(0)			
其他	20(21.5)	2(12.5)	0(0)			
首次 SBT 前呼吸参数						
MV 时间/h	76(39,128)	135(109,179)	117(117,119)	0.000	0.125	
IWI	88(70,123)	53(40,81)	53(33,97)	0.002	0.869	
CORE	8.7(5.8,12.2)	4.3(3.1,5.1)	1.2(1,1.3)	0.000	0.001	
住 ICU 总时长/d	7(4,11)	19.5(14,24.5)	25(23,26)	0.000	0.342	
MV 总时长/h	77(44,137)	157(131,353)	570(558,573)	0.000	0.126	

IWI:综合脱机指数=静态顺应性×脉搏血氧饱和度/(呼吸频率/潮气量);CORE:用力呼吸指数=动态顺应性×(最大吸气负压/气道闭合压)×(动脉血氧分压/肺泡气氧分压)/呼吸频率;¹⁾拔管成功与失败组间比较,²⁾重新插管与 SBT 失败组间比较,³⁾拔管成功、重新插管与 SBT 失败组间比较;^{a)}3 组间采用 Fisher 精确检验。

2.3 两种 SBT 通过率、对拔管结局预判的敏感度和特异度比较

114 例患者中,PS-SBT 通过 105 例,通过率为 92.1%(105/114);T-SBT 通过 88 例,通过率为

77.2%(88/114),差异有统计学意义($\chi^2 = 10.24, P < 0.05$)。PS-SBT 准确预测出 90 例成功和 6 例失败,敏感度 96.8%(90/93),特异度 28.6%(6/21),误诊率 71.4%(15/21),漏诊率 3.2%(3/93),

诊断准确率 84.2% [(90 + 6)/114], 约登指数 0.254 (0.968 + 0.286 - 1); T-SBT 准确预测出 80 例成功和 13 例失败, 敏感度 86.0% (80/93), 特异度 61.9% (13/21), 误诊率 38.1% (8/21), 漏诊率 14% (13/93), 诊断准确率 81.6% [(80 + 13)/

114], 约登指数 0.479 (0.860 + 0.619 - 1)。PS-SBT 诊断准确率高, T-SBT 约登指数高, 见表 3。PS-SBT 的敏感度高于 T-SBT ($\chi^2 = 5.06, P < 0.05$), 特异度低于 T-SBT ($\chi^2 = 4, P < 0.05$), 敏感度和特异度的差异均有统计学意义, 见表 4、5。

表 3 两种 SBT 的敏感度、特异度、通过率和拔管结局一览表

组别	拔管结局		合计	敏感度/%	特异度/%	诊断准确率/%	约登指数	通过率/%
	成功	失败						
PS-SBT	通过	90	105	96.8	28.6	84.2	0.254	92.1 ¹⁾
	失败	3	9					
T-SBT	通过	80	88	86	61.9	81.6	0.479	77.2
	失败	13	26					
合计	93	21	114					

与 T-SBT 比较, ¹⁾ $P < 0.05$ 。

表 4 两种 SBT 的敏感度比较(拔管成功)

PS-SBT	T-SBT		合计
	通过	未通过	
通过	77	13	90
未通过	3	0	3
合计	80	13	93

表 5 两种 SBT 的特异度比较(拔管失败)

PS-SBT	T-SBT		合计
	通过	未通过	
通过	7	8	15
未通过	1	5	6
合计	8	13	21

3 讨论

本研究为单中心前瞻性自身前后对照研究, 通过 114 例患者实施 PS-SBT 和 T-SBT, 对拔管结局进行预判。发现通过率 PS-SBT 明显高于 T-SBT, 拔管结局判断上, PS-SBT 敏感度占优, T-SBT 特异度占优。

SBT 作为脱机拔管前检验患者自主呼吸能力的方法, 已成为普遍共识。但是究竟是使用 T-SBT 还是 PS-SBT, 还有一定争议。T-SBT 完全中断呼吸机支持, 吸气相由呼吸机支持下的胸内正压转换成脱机后的胸内负压, 全部依赖患者自身, 甚至还需克服人工气道阻力^[3], 患者需要具备较高自主呼吸能力, PS-SBT 则保留低水平的呼吸机支持, 继续维持胸内正压, 部分依赖患者的呼吸能力, 正

如本研究中看到, PS-SBT 的通过率高于 T-SBT。

既往对 SBT 的研究强调拔管成功率^[7], 但笔者认为, SBT 的目的不仅要正确筛选出拔管成功的患者以避免延迟拔管, 同时还要兼顾预判拔管不成功的患者以避免过早拔管。不能简单追求拔管成功率, 成功率过高, 会因 SBT 条件苛刻而导致部分患者延迟拔管; 成功率过低, 会因 SBT 条件宽松使部分患者拔管过早, 均对患者产生不利影响。不同患者过早拔管和延迟拔管后果的严重程度往往是不同的, 年龄、择期手术, 基础病等因素都影响着对拔管失败和延迟拔管的耐受能力^[8], 我们依然需要预见拔管失败所造成的误吸、缺氧、脱机相关肺水肿、血流动力学恶化等后果^[9], 同样延迟拔管也与呼吸机相关肺炎、ICU 获得性肌无力、精神心理异常、ICU 住院时间延长和病死率增加等密切相关^[10]。这就要求我们以坚实的临床判断为基础, 合理分析过早拔管和延迟拔管对患者产生影响的利弊。

PS-SBT 和 T-SBT 作为脱机能力检验的两种筛选试验, 是双刃剑, 具有不同的敏感度和特异度。敏感性高, 意味着将更多地筛查出可能拔管成功患者的同时, 假阳性随之增高, 导致部分患者可能过早拔管致重新插管; 特异度高, 意味着将更多地筛查出可能拔管失败患者的同时, 假阴性随之增高, 可能出现延迟拔管使机械通气时间延长。在本研究中, 114 例患者的最终拔管结局是 93 例拔管成功, 21 例拔管失败。由此假设, 以 PS-SBT 通过作为拔管指征, 会准确筛选出 90 例的拔管成功和 6 例拔管失败患者(准确率 96/114, 84.2%), 以 T-

SBT 通过作为拔管指征,会准确筛选出 80 例拔管成功和 13 例拔管失败患者(准确率 93/114, 81.6%),但是,PS-SBT 较高的假阳性致 15 例患者过早拔管,T-SBT 较高的假阴性使 13 例患者延迟拔管。值得注意的是,从数值上看 PS-SBT 诊断准确率略高于 T-SBT,但约登指数却是 T-SBT 高于 PS-SBT。同样是诊断能力评价,这种“矛盾”出现的原因,可能是 PS-SBT 的真阳性和真阴性数量之间的比例过于悬殊,另外与约登指数的计算权重有关。约登指数默认对敏感度和特异度赋予同等权重,换言之,就是把假阳性和假阴性视为相同的危害程度。究竟应该使用何种方法进行拔管前筛查,我们认为取决于在临床中对假阳性(过早拔管)和假阴性(延迟拔管)后果危害程度的接受程度,如果二者接受程度一致,那么约登指数更高的 T-SBT 要优于 PS-SBT。

综上,我们提出 SBT 的目的不仅是筛选出拔管可能成功的患者,还要预判到拔管可能失败的患者,二者兼顾,同时合理分析过早拔管和延迟拔管对患者产生的影响,再决定是选择敏感度高的 PS-SBT 还是特异度高的 T-SBT。

参考文献

- [1] Ouellette DR, Patel S, Girard TD, et al. Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults: an official american college of chest physicians/american thoracic society clinical practice guideline; inspiratory pressure augmentation during spontaneous breathing trials, protocols minimizing sedation, and noninvasive ventilation immediately after extubation [J]. *Chest*, 2017, 151(1):166-180.
- [2] Zhang B, Qin YZ. Comparison of pressure support ventilation and T-piece in determining rapid shallow breathing index in spontaneous breathing trials [J]. *Am J Med Sci*, 2014, 348(4):300-305.
- [3] Haberthür C, Mols G, Elsasser S, et al. Extubation after breathing trials with automatic tube compensation, T-tube, or pressure support ventilation [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2002, 46(8):973-979.
- [4] Matić I, Majerić-Kogler V. Comparison of pressure support and T-tube weaning from mechanical ventilation: randomized prospective study [J]. *Croat Med J*, 2004, 45(2):162-166.
- [5] Burns SM, Fisher C, Earven Tribble SS, et al. Multi-factor clinical score and outcome of mechanical ventilation weaning trials: Burns Wean Assessment Program [J]. *Am J Crit Care*, 2010, 19(5):431-439.
- [6] 沈剑,王振艳,李刚. Burns 脱机评分量表作为机械通气脱机流程启动标准的临床研究 [J]. *临床急诊杂志*, 2019, 20(12):919-923.
- [7] Subirà C, Hernández G, Vázquez A, et al. Effect of pressure support vs T-piece ventilation strategies during spontaneous breathing trials on successful extubation among patients receiving mechanical ventilation: a randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2019, 321(22):2175-2182.
- [8] Thille AW, Harrois A, Schortgen F, et al. Outcomes of extubation failure in medical intensive care unit patients [J]. *Crit Care Med*, 2011, 39(12):2612-2618.
- [9] Liu J, Shen F, Teboul JL, et al. Cardiac dysfunction induced by weaning from mechanical ventilation: incidence, risk factors, and effects of fluid removal [J]. *Crit Care*, 2016, 20(1):369.
- [10] Kim WY, Lim CM. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction: diagnosis and role of pharmacological agents [J]. *Respir Care*, 2017, 62(11):1485-1491.

(收稿日期:2020-01-13)