

## 论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2021.06.017

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20201126.1543.026.html\(2020-11-26\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20201126.1543.026.html(2020-11-26))

## 脑卒中机械通气患者撤机前超声评估膈肌运动指标的价值分析

何振芬<sup>1</sup>,王 轩<sup>2</sup>,贾绍俊<sup>1</sup>

(天津市宝坻区人民医院/天津医科大学宝坻临床学院:1.急诊科;2.重症医学科,天津 301800)

**[摘要]** **目的** 分析超声评估膈肌运动指标对于脑卒中机械通气患者撤机成败的预测价值。**方法** 选取该院 ICU 于 2016 年 6 月至 2019 年 5 月收治的需要接受机械通气治疗的脑卒中患者 96 例,分为 2 组,研究组为 40 例撤机成功的患者,对照组为 56 例撤机失败的患者。采用超声检查,对两组患者自主呼吸试验(SBT) 30 min 时的呼吸频率、浅快呼吸指数(RSBI)、右侧膈肌位移(DE)、膈肌收缩速度进行检测,并分析预测价值。**结果** 研究组患者的呼吸频率、RSBI 及膈肌收缩速度均明显低于对照组,而 DE 明显高于对照组,两组比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。RSBI、DE 及膈肌收缩速度预测撤机失败均具有较高的准确度,但 DE 及膈肌收缩速度的 ROC 曲线下面积(AUC)明显大于 RSBI。单因素分析表明,RSBI、DE 及膈肌收缩速度是撤机失败的相关因素。多因素 logistic 回归分析表明,低 DE 及高膈肌收缩速度均为撤机失败的独立危险因素。研究组患者的机械通气时间、住院时间等临床预后指标明显短于对照组,两组比较差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论** 超声评估膈肌运动指标对于预测脑卒中机械通气患者撤机时机具有较高的临床价值,可有效预测患者撤机预后。

**[关键词]** 脑卒中;机械通气;撤机;超声;膈肌运动指标;预测价值**[中图法分类号]** R743.3**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2021)06-0977-05

## The value of ultrasound evaluation of diaphragmatic motor indexes in stroke patients with mechanical ventilation before ventilator evacuating

HE Zhenfen<sup>1</sup>, WANG Xuan<sup>2</sup>, JIA Shaojun<sup>1</sup>

(1. Department of Emergency; 2. ICU, People's Hospital of Baodi District/Baodi Clinical College of Tianjin Medical University, Tianjin 301800, China)

**[Abstract]** **Objective** To analyze the predictive value of diaphragmatic motor indexes evaluated by ultrasound for the ventilator weaning of mechanical ventilation in stroke patients. **Methods** A total of 96 stroke patients who needed mechanical ventilation admitted to this the ICU of this hospital from June 2016 to May 2019 were selected. The study group included 40 patients who were successfully weaned, and the control group included 56 patients who failed to be weaned. The respiratory rate, rapid shallow breathing index (RSBI), right diaphragm displacement (DE) and phrenic systolic velocity were measured at the time of 30 minutes of spontaneous breathing test (SBT), and the predictive value was analyzed. **Results** The respiratory rate, RSBI and phrenic contraction velocity of the patients in the study group were significantly lower than those in the control group, while DE was significantly higher than that in the control group, there were significant differences between the two groups ( $P < 0.05$ ). RSBI, DE and phrenic systolic velocity had higher accuracy in predicting the failure of weaning, but the area under the ROC curve (AUC) of DE and phrenic systolic velocity were significantly higher than RSBI. Single factor analysis showed that RSBI, DE and phrenic systolic velocity were the related factors for weaning failure. Multivariate logistic regression analysis showed that low DE and high phrenic contractile velocity were independent risk factors for weaning failure. The time of mechanical ventilation and hospital stay in the study group were significantly shorter than those in the control group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Therefore, the evaluation of diaphragmatic motor indexes by ultrasound is of high clinical value in predicting the time of weaning in stroke patients with mechanical ventilation, and can effectively predict the prognosis after weaning.

**[Key words]** stroke; mechanical ventilation; weaning; ultrasound; diaphragm motion index; predictive value

脑卒中的发病率与病死率在近年逐年升高。脑卒中患者常因呼吸功能障碍而引发呼吸衰竭及低氧血症,最终引发脑缺氧等不可逆性危害<sup>[1]</sup>。绝大多数脑卒中患者需要机械通气进行辅助支持治疗,适当的机械通气有利于改善脑卒中症状并提高远期存活率;但长期机械通气可合并不良反应,且不利于患者自主呼吸功能的恢复<sup>[2]</sup>。因此,当脑卒中合并呼吸衰竭患者症状好转时,应选择适当时机进行撤机。但撤机时间不当容易导致撤机失败,因此临床需要预测撤机的指标进行辅助判断。本院近年来对不同撤机结果的脑卒中机械通气患者行超声评估膈肌运动指标,判断其对于撤机成功的预测价值,取得了较好的效果,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

研究对象均为本院 ICU 于 2016 年 6 月至 2019 年 5 月收治的需要接受机械通气治疗的脑卒中患者,从中选取符合研究需求者 96 例。纳入标准:(1)符合《中国脑血管病防治指南》制订的脑卒中诊断标准<sup>[3]</sup>;(2)符合机械通气指征且存活时间大于 72 h;(3)美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分高于 16 分;(4)临床资料完整且完成随访;(5)患者均进行详细沟通并签署知情同意书。排除标准:(1)接受手术等其他影响本研究的治疗;(2)身体条件不适合研究或不配合研究。所有患者依据撤机结果分为两组,研究组为撤机成功的患者 40 例,对照组为撤机失败的患者 56 例。所有患者中男 62 例,女 34 例,年龄 30~73 岁,平均(53.645±6.293)岁。两组患者各基线资料比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ),有可比性,见表 1。本研究通过医院伦理委员会批准备案。

表 1 两组患者术前基线资料的比较

组别	n	性别(n)		年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	机械通气时间( $\bar{x}\pm s$ ,d)	NIHSS 评分( $\bar{x}\pm s$ ,分)
		男	女			
研究组	40	25	15	53.929±6.325	4.436±1.014	20.35±3.68
对照组	56	35	21	53.542±6.286	4.485±1.036	20.41±3.72
$t/\chi^2$		0.024		1.028	1.254	0.039
P		0.857		0.753	0.703	0.806

### 1.2 方法

#### 1.2.1 超声方法

采用 MyLab60 全数字化多普勒超声造影诊断仪(购自意大利百胜医疗公司)及原装探头(频率 3.0~4.5 MHz)。所有患者接受呼吸系统等全身综合性评估,对于满足撤机要求的患者进行尝试性撤机,密切监测膈肌运动功能。患者取平卧位并于自主呼吸状态下用探头进行检查,扫描起点为两侧腋前线,扫描窗口为肝脾部位,扫描终点为膈顶<sup>[4]</sup>。利用超声造影诊断仪进行数据分析。

#### 1.2.2 数据分析方法

患者均于尝试性撤机时接受自主呼吸试验(spontaneous breathing trial, SBT),利用超声评估膈肌运动指标,包括 SBT 30 min 时的呼吸频率、浅快呼吸指数(RSBI)、右侧膈肌位移(DE)及吸气时间,并计算出膈肌收缩速度。绘制相应受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,分析各参数的 ROC 曲线下面积(area under curve, AUC)<sup>[5]</sup>。患者的超声检查及数据分析均有同组医疗人员完成,采用多次测量的方式减少测量误差。

### 1.3 观察指标

从以下几个方面进行超声评估膈肌运动功能的价值分析,(1)两组患者 SBT 30 min 时撤机参数的比

较;比较两组患者 SBT 30 min 时撤机参数,包括呼吸频率、RSBI、DE 及膈肌收缩速度;(2)各参数对患者撤机成功的预测价值:计算 AUC 值及最佳临界值,利用灵敏度、特异度及准确度对超声评估的预测价值进行分析;(3)撤机失败的危险因素分析:对各参数行单因素分析,有意义者进一步行多因素 logistic 回归分析,分析撤机失败的独立危险因素。(4)两组患者临床预后指标的比较:比较两组患者临床预后指标,包括机械通气时间、住院时间等。

### 1.4 统计学处理

采用 SPSS26.0 软件进行统计分析,计数资料采用百分率(%)表示,两者间的比较采用  $\chi^2$  检验;计量资料采用  $\bar{x}\pm s$  表示,两者间的比较采用  $t$  检验。绘制 DE 及膈肌收缩速度的 ROC 曲线并进行分析,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者 SBT 30 min 时撤机参数的比较

研究组患者的呼吸频率、RSBI 及膈肌收缩速度均明显低于对照组,而 DE 明显高于对照组,差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),见表 2。

### 2.2 各参数对患者撤机成功的预测价值

RSBI、DE 及膈肌收缩速度预测撤机成功均具有较高的准确度,见表 3。RSBI、DE 及膈肌收缩速度预

测撤机成功的 ROC 曲线见图 1, 结果表明 DE 及膈肌收缩速度的 AUC 值明显大于 RSBI。

2.3 撤机失败的危险因素分析

单因素分析表明, RSBI、DE 及膈肌收缩速度是撤机失败的相关因素。多因素 logistic 回归分析表明, 低 DE 及高膈肌收缩速度均为撤机失败的独立危险因素, 见表 4。

2.4 两组患者临床预后指标的比较

比较两组患者临床预后指标, 结果表明: 研究组患者的机械通气时间、住院时间、住院死亡率指标明

显优于对照组, 两组比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 5。

表 2 两组患者 SBT 30 min 时撤机参数的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

项目	研究组 (n=40)	对照组 (n=56)	t	P
呼吸频率(次/min)	19.52±3.16	22.06±2.87	5.038	<0.001
RSBI(次·mL <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	44.76±4.58	63.29±6.23	6.142	<0.001
DE(mm)	1.78±0.70	1.35±0.52	7.259	<0.001
膈肌收缩速度(cm/s)	1.63±0.28	1.94±0.46	5.952	<0.001

表 3 各参数对患者撤机成功的预测价值

项目	AUC(95%CI)	P	阈值	灵敏度(%)	特异度(%)	准确度(%)
呼吸频率	0.738(0.643~0.837)	0.028	21.5	62.8	75.3	62.5
RSBI	0.807(0.723~0.914)	0.023	45.2	86.3	56.6	78.4
DE	0.852(0.798~0.942)	0.003	1.2	100	92.7	95.8
膈肌收缩速度	0.754(0.812~0.953)	0.012	1.45	89.3	60.2	82.5

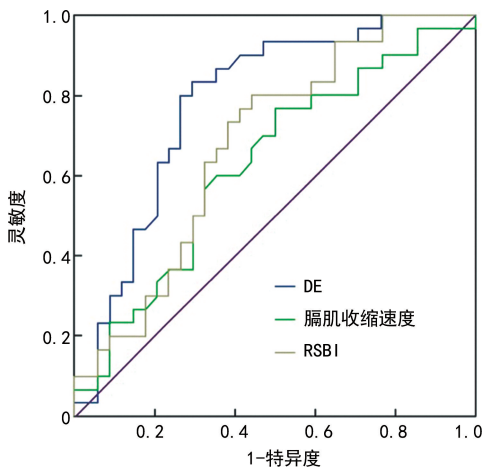


图 1 RSBI、DE 及膈肌收缩速度预测撤机成功的 ROC 曲线

表 4 撤机失败的危险因素分析

项目	OR	95%CI	P
RSBI	1.12	0.98~1.08	0.158
DE	5.57	1.55~18.26	<0.001
膈肌收缩速度	1.17	1.02~2.10	<0.001

表 5 两组患者临床预后指标的比较

组别	n	机械通气时间 ( $\bar{x} \pm s, d$ )	住院时间 ( $\bar{x} \pm s, d$ )	住院死亡率 [n(%)]
研究组	40	7.14±3.66	16.42±6.17	1(2.50)
对照组	56	12.61±5.54	23.29±4.08	12(21.43)
t/χ <sup>2</sup>		6.599	7.887	6.141
P		<0.001	<0.001	<0.001

3 讨论

3.1 脑卒中机械通气患者撤机时机的重要性

脑卒中是在我国发病率、致残率、致死率均相对较高的一种心脑血管疾病, 重症脑卒中患者常发生严重意识障碍和呼吸衰竭, 常需要接受机械通气。机械通气有利于改善机体通气及供氧, 同时有利于实施生命支持<sup>[6]</sup>。但机械通气属于有创疗法, 不仅影响患者生理性呼吸功能, 而且给患者及家属造成严重的心理负担与经济压力<sup>[7]</sup>。因此, 脑卒中机械通气患者需要在合适的时机进行撤机。

若撤机时机过早, 患者自主呼吸能力尚未完全恢复易导致撤机失败, 影响治疗效果与预后质量, 甚至引发不必要的致残或死亡。若撤机时机过晚, 易错过患者恢复自主呼吸的最佳时机, 同时膈肌运动不协调, 可影响治疗质量, 同时增加不必要的医疗风险与经济花费<sup>[8]</sup>。本研究比较两组患者临床预后指标, 结果表明: 研究组患者的机械通气时间、住院时间等临床预后指标明显优于对照组, 两组比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。因此, 预测准确、合理的机械通气撤机时间是脑卒中患者的治疗关键, 需要利用有效的评价指标对撤机时机进行指导, 膈肌功能对于患者的撤机后结局与预后密切相关。

3.2 超声评估对于撤机时机的预测优势

既往对于机械通气撤机时机的预测指标较多, 其中呼吸频率、气道闭合压等指标准确性较好, 但其临界值的标准仍存在争议, 尚待制订统一有效的标准<sup>[9]</sup>; 综合脱机指数(integrated weaning index, IWI)等指标需要长时间数据分析计算, 不适用于临床工作的需要<sup>[10]</sup>。



近年来,本院提倡采用超声评估膈肌运动指标对机械通气撤机时机进行预测,主要通过监测膈肌收缩功能指标对膈肌运动及呼吸负荷状态进行评估,从而指导临床撤机操作<sup>[11]</sup>。生理状态呼吸运动依赖于膈肌收缩及胸腔内、外压力协调作用而实现,撤机需要患者的自主呼吸能力达到完成呼吸功的需要,因此当呼吸肌收缩强度与收缩时间不足造成呼吸做功无法满足呼吸负荷时,不符合撤机指征<sup>[12]</sup>。利用超声评估 DE、膈肌收缩速度为代表的膈肌运动指标可反映呼吸肌收缩运动能力,其预测价值有利于医护人员判断呼吸肌功能并合理安排撤机时间,最终尽可能提升撤机成功率<sup>[13]</sup>。

### 3.3 各撤机参数指导价值的结果分析

比较两组患者 SBT 30 min 时撤机参数,结果表明:研究组患者的呼吸频率、RSBI 及膈肌收缩速度均明显低于对照组,而 DE 明显高于对照组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。因此,撤机成功与失败的患者中呼吸频率、RSBI、DE 及膈肌收缩速度各指标存在差异,均可能对撤机成功与否进行预测。本次研究结果提示 SBT 中 DE 及膈肌收缩速度均存在明显改变,若 DE 越大而膈肌收缩速度越慢,脑卒中机械通气患者撤机的成功率越高,具有较好的临床指导意义,本次研究与 JABALEY 等<sup>[14]</sup>学者临床研究结果类似。

本次研究采用灵敏度、特异度、准确度对超声评估膈肌指标的预测价值进行分析,比较各参数对患者撤机成功与否的预测价值,结果表明:RSBI、DE 及膈肌收缩速度预测撤机失败均具有较高的准确度,但 DE 及膈肌收缩速度的 AUC 值明显高于 RSBI。单因素分析表明,RSBI、DE 及膈肌收缩速度是撤机失败的相关因素。多因素 logistic 回归分析表明,低 DE 及高膈肌收缩速度均为撤机失败的独立危险因素。分析原因在于影响呼吸频率、RSBI 的指标较多,可能因辅助呼吸肌对潮气量的影响产生研究偏移;而 DE 及膈肌收缩速度将呼吸驱动力与反映膈肌功能特异性指标相结合,可更真实、准确地反映膈肌功能,可体现呼吸中枢驱动下的膈肌收缩效能。DE 及膈肌收缩速度的优势在于既反映了呼吸负荷与呼吸肌力量之间的平衡关系,也暴露出撤机失败各病理生理因素下浅快呼吸的特性。以上结果与 HETLAND 等<sup>[15]</sup>临床研究结果类似。因此,SBT 中 DE、膈肌收缩速度评估脑卒中机械通气患者撤机成功与否均具有较高的预测价值。

### 3.4 本次研究的创新之处及后续研究方向

既往对于超声评估膈肌运动指标的研究较单一,往往仅涉及单独指标的评价,本次研究综合既往文献研究成果,创新性地选取最有效果的 2 个膈肌运动指标(DE、膈肌收缩速度)<sup>[14-15]</sup>,并与传统指标(呼吸频

率、RSBI)进行对比分析,通过 ROC 曲线对预测价值进行综合评价,具有较好应用前景。

本次研究仍存在一定局限性,包括:(1)膈肌运动指标只适合作为辅助判断,需结合临床症状体征及辅助检验进行综合判定,不可作为单一判断依据,更不适合作为金标准;(2)膈肌收缩速度与患者呼吸幅度相关性较大,因此存在一定的统计误差,可能影响最终结果的准确性<sup>[16]</sup>;(3)本次研究总体样本量较小且时间跨度较短,可能存在研究偏移。这些都有待于后续改进运动指标的测量方法并进一步施行长时程、大样本量的研究。

综上所述,相较于既往预测运动指标,超声评估 DE、膈肌收缩速度等膈肌运动指标具有无创、经济、简便、可重复性好的优势,其中以 DE 临界值为 1.15 mm、膈肌收缩速度临界值为 1.45 cm/s 时具有最佳的特异度、灵敏度和准确度。因此,超声评估膈肌运动指标对于预测脑卒中机械通气患者撤机时机具有较高的临床价值,可有效预测患者撤机预后,值得行进一步深入研究及临床推广。

### 参考文献

- [1] MACLAREN J, SMITH P, RODGERS S, et al. A qualitative study of experiences of health and social care in home mechanical ventilation[J]. Nurs Open, 2019, 6(2):283-292.
- [2] HETLAND B, HEUSINKVELT J, KRABBENHOFT L, et al. Mechanical ventilation weaning: An evidence-based review[J]. Nurs Crit Care, 2018, 13(6):5-16.
- [3] 饶明俐. 中国脑血管病防治指南[M]. 北京:人民卫生出版社, 2007.
- [4] PANG C K, MOHD-LAIR N A, CHUA Y S. Using PERT to optimise the completion time of air-conditioning and mechanical ventilation (ACMV) project[J]. Appl Mech Mater, 2019, 89(2):266-273.
- [5] 杨国丽. 超声膈肌功能检测在 ICU 机械通气患者撤机中的应用[J]. 影像研究与医学应用, 2018, 2(16):109-111.
- [6] HAYAT A, KHAN A, KHALIL A, et al. Diaphragmatic excursion: does it predict successful weaning from mechanical ventilation? [J]. Jcp-sp-J Coll Physici, 2017, 27(12):743.
- [7] RAZAZI K, BOISSIER F, NEUVILLE M, et al. Pleural effusion during weaning from mechanical ventilation: a prospective observational mul-

- ticenter study[J]. *Ann Intensive Care*, 2018, 8(1):103.
- [8] 方军,李冰冰,潘晓洁,等.重症超声诊断方案在机械通气患者撤机中的应用[J]. *海南医学*, 2017, 27(8):1265-1267.
- [9] AMBROSINO N, VITACCA M. The patient needing prolonged mechanical ventilation: a narrative review[J]. *Multidiscip Respir Med*, 2018, 13(1):6.
- [10] KUMAR V, SINGH H. Investigation of hole quality in rotary ultrasonic drilling of borosilicate glass using RSM[J]. *J Braz Soc Mech Sci*, 2019, 41(1):36.
- [11] DRES M, ROUX D, PHAM T, et al. Prevalence and impact on weaning of pleural effusion at the time of liberation from mechanical ventilation: a multicenter prospective observational study[J]. *Anesthesiology*, 2017, 126(6):1.
- [12] 张声,张卫星,林影芯,等.超声膈肌功能评估在指导重症 COPD 机械通气患者撤机中的应用[J]. *临床医学工程*, 2017, 24(8):1051-1052.
- [13] GENG Q, WANG W. Experimental research on constant-current source ultrasonic strengthening characteristics of 7075-T651 aluminum alloy[J]. *J Mech Sci Technol*, 2019, 33(3):1203-1209.
- [14] JABALEY C S, GROFF R F, SHARIFPOUR M, et al. Modes of mechanical ventilation vary between hospitals and intensive care units within a university healthcare system: a retrospective observational study[J]. *BMC Research Notes*, 2018, 11(1):425.
- [15] HETLAND B, LINDQUIST R, WEINERT C R, et al. Predictive associations of music, anxiety, and sedative exposure on mechanical ventilation weaning trials[J]. *Am J Resp Crit Care*, 2017, 26(3):210.
- [16] SHIMIZU S, NAKAJIMA M, YAMAZAKI M, et al. Weaning from long-term mechanical ventilation utilizing closed-loop ventilation mode in a patient with spinal cord injury [J]. *Spinal Cord Ser Cases*, 2018, 4(1):51.

(收稿日期:2020-10-04 修回日期:2020-12-12)

(上接第 976 页)

- 支气管冷冻肺活检对弥漫性肺疾病病因诊断的有效性和安全性[J]. *中华医学杂志*, 2017, 97(46):3617-3623.
- [8] FRANCESCO B, ULRICH C. Biomarkers in connective tissue disease-associated interstitial lung disease[J]. *Semin Respir Crit Care Med*, 2014, 35:181-200.
- [9] 蔡后荣,李惠萍.实用间质性肺疾病[M].北京:人民卫生出版社,2010.
- [10] 刘鸿瑞.肺非肿瘤性疾病诊断病理学[M].北京:人民卫生出版社,2010.
- [11] ANDREW G N, THOMAS V C, ATHOL U W. Histopathological approach to patterns of interstitial pneumonia in patient with connective tissue disorders[J]. *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis*, 2002, 19(1):10-17.
- [12] HETZEL J, MALDONADO F, RAVAGLIA C, et al. Transbronchial cryobiopsies for the diagnosis of diffuse parenchymal lung diseases: expert statement from the cryobiopsy working group on safety and utility and a call for standardization of the procedure[J]. *Respiration*, 2018, 95(3):188-200.
- [13] 曾婉,敖知,李一诗,等.经支气管冷冻肺活检在尘肺病诊断中的应用[J]. *中国实用内科杂志*, 2020, 40(2):133-139.
- [14] HAGMEYER L, MATTHES S, FRANK K, et al. Diagnosis in interstitial lung disease: highly confident histopathological results from transbronchial cryobiopsy are reliable [J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(20):1328.
- [15] ABOUDARA M, MALDONADO F. Transbronchial cryobiopsy for diffuse parenchymal lung diseases: evidence that demands a (favorable) verdict [J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(20):1324.

(收稿日期:2020-10-13 修回日期:2020-12-22)