

## 膈肌超声评分预测机械通气撤机的价值探讨

刘晋豫 王 强 汪晓蜜 巩德成 张 磊

**摘要** **目的** 探讨膈肌超声评分在预测机械通气患者成功撤机中的价值。**方法** 对 64 例机械通气患者行床旁超声检查,记录其自主呼吸试验时膈肌厚度的变化、双侧膈肌的运动幅度、膈肌相关的浅快呼吸指数(D-RSBI)。根据患者撤机是否成功分为撤机成功组 39 例和撤机失败组 25 例。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析自主呼吸试验时膈肌增厚率、膈肌运动幅度、D-RSBI 对撤机失败的预测价值,根据最佳临界值将相关的连续性变量转化为二分类变量,进行多因素 Logistic 回归分析,建立膈肌超声评分系统,预测患者撤机失败率。**结果** 撤机成功组和撤机失败组膈肌增厚率、膈肌运动幅度、D-RSBI 比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。ROC 曲线分析显示撤机成功患者膈肌增厚率的最佳临界值 53%,敏感性 89.6%,特异性 45.4%,约登指数 0.283;膈肌运动幅度的最佳临界值 11.8 mm,敏感性 62.3%,特异性 79.4%,约登指数 0.413;D-RSBI 的最佳临界值 1.7 mm·min/n,敏感性 58.6%,特异性 81.3%,约登指数 0.312。膈肌增厚率  $\geq 53\%$ 、膈肌运动幅度  $\geq 11.8$  mm 及 D-RSBI  $\leq 1.7$  mm·min/n 均是呼吸机撤机失败的独立影响因素( $OR=5.982$ 、 $2.966$ 、 $4.356$ )。根据膈肌超声评分情况将 25 例撤机失败患者分为低危 8 例(0~2 分)、中危 11 例(3~6 分)和高危 6 例(7~8 分),其撤机失败发生率分别为 11.4%、52.6%、89.7%。**结论** 膈肌超声评分可较准确地预测机械通气患者撤机结局,具有较好的临床应用价值。

**关键词** 超声检查;膈肌;撤机;膈肌功能障碍;机械通气

[中图分类号]R445.1

[文献标识码]A

## Value of diaphragm ultrasound score scale in predicting mechanical ventilator withdrawal

LIU Jinyu, WANG Qiang, WANG Xiaomi, GONG Decheng, ZHANG Lei

Department of Emergency, Yellow River Sanmenxia Hospital, He'nan 472000, China

**ABSTRACT** **Objective** To explore the value of diaphragm ultrasound score in predicting the success of mechanical ventilation withdrawal. **Methods** Sixty-four mechanically ventilated patients underwent bedside ultrasound, the changes of diaphragm thickness and bilateral diaphragmatic motion amplitudes during the spontaneous breathing trial (SBT), and diaphragm-related shallow fast breathing index (D-RSBI) were recorded. According to whether the patients were successfully offline, they were divided into the successful group (39 cases) and the failed group (25 cases). The ROC curve was drawn to analyze the diaphragmatic thickening rate, diaphragmatic motion amplitude and D-RSBI for predicting offline failure during SBT. According to the best critical value, the related continuous variables were transformed into binary variables, the multivariate logistic regression analysis was carried out, the diaphragm ultrasound score table was established and the probability of failed withdrawal was predicted. **Results** The differences in diaphragmatic thickening rate, diaphragmatic motion amplitude and D-RSBI between the successful and failed group were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). ROC curve showed that the optimal cutoff value of diaphragmatic thickening rate in successful group was 53%, the sensitivity was 89.6%, specificity was 45.4%, and Youden index was 0.283. Optimal cutoff value of diaphragmatic motion amplitude was 11.8 mm, the sensitivity was 62.3%, specificity was 79.4%, Youden index was 0.413. Optimal cutoff value of D-RSBI was 1.7 mm·min/n, the sensitivity was 58.6%, specificity was 81.3%, and Youden index was 0.312. Diaphragm thickening rate, diaphragmatic motion amplitude and D-RSBI were independent risk factors for ventilator failure ( $OR=5.982$ ,  $2.966$ ,  $4.356$ ). According to the diaphragm ultrasound score table, 25 patients were divided into 8 cases with low-risk (0~2 points), 11 cases with medium risk (3~6 points) and 6 cases with high-risk

group (7~8 points). The rate of failure to withdraw were 11.4%, 52.6% and 89.7% respectively. **Conclusion** Diaphragm ultrasound score table can accurately predict the probability of successful offline of mechanical ventilation.

**KEY WORDS** Ultrasonography; Diaphragm; Offline; Diaphragm dysfunction; Mechanical ventilation

研究<sup>[1]</sup>表明,重症医学病房约有40%的患者需行机械通气治疗,在整个机械通气过程中撤机极为重要,但撤机后仍有25%的患者需要再次机械通气,故膈肌在撤机过程中十分重要。膈肌是重要的呼吸肌,膈肌收缩占整个呼吸肌做功的80%<sup>[2]</sup>。膈肌功能障碍在重症患者中发病率高,是导致撤机失败的重要原因,应用超声评估膈肌功能和结构具有准确、安全、无创的优点。通过测量膈肌的活动度、膈肌增厚率、膈肌相关的浅快呼吸指数(D-RSBI)可以预测撤机结果<sup>[3]</sup>。本研究通过测量膈肌增厚率、膈肌运动幅度及D-RSBI建立膈肌超声评分系统,旨在探讨该评分系统在预测重症患者成功撤机中的价值。

## 资料与方法

### 一、研究对象

选取2016年10月至2018年10月我院急诊重症监护室收治的64例机械通气患者,男36例,女28例,年龄31~89岁,平均(64.23±10.38)岁。纳入标准:①呼吸机辅助通气时间>48 h,并达到进行自主呼吸试验标准<sup>[4]</sup>;②各种原因导致的呼吸衰竭,经气管插管或气管切开接呼吸机辅助呼吸;③符合自主呼吸试验撤机标准。排除标准:①既往有气胸、颈髓损伤、膈肌麻痹、神经肌肉接头疾病等病史;②经鼻气管插管、无创机械通气;③年龄<18岁、孕妇。根据患者是否成功撤离呼吸机,分为撤机成功组39例和撤机失败组25例,两组年龄、性别、体质量指数比较差异均无统计学意义。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均知情同意。

### 二、仪器与方法

1. 仪器:使用Philips iU 22 xMATRIX床旁超声诊断仪,相控阵式探头,频率3.5 MHz;迈瑞T8多参数心电监护仪;I-STAT(300型)血气分析仪及CG4+(含乳酸)血气测试片(美国雅培公司);手持式呼吸计量仪(深圳迈瑞公司)。

2. 方法:患者入院后给予常规心电监护,记录心率、呼吸、血压、血氧饱和度等生命体征。在导致患者机械通气的病因消除及分离呼吸机后,进行自主呼吸试验。患者取仰卧位,在2 h自主呼吸试验开始30 min

内进行超声检查,清晰显示膈肌二维图像后测量以下参数:①膈肌活动度<sup>[5]</sup>,将探头置于锁骨中线或腋前线与肋弓下缘交界处,以肝脏或脾脏作为膈肌透声窗,探头指向头侧及背侧,使声束到达并垂直于膈肌中后三分之一部位;②膈肌增厚率,将探头置于双侧锁骨中线与肋弓下缘交界处,显示膈肌脚结构,采集并储存呼吸过程中的膈肌厚度变化,测量吸气末及平静呼气末的膈肌厚度。膈肌增厚率=(吸气末膈肌厚度-呼气末膈肌厚度)/呼气末膈肌厚度×100%;③D-RSBI,于自主呼吸试验结束时测量右侧膈肌移动度和呼吸频率,二者比值即D-RSBI。

3. 撤机成功:患者成功撤机,且48 h内无需再次使用呼吸机辅助通气;撤机失败:撤机后患者死亡,或未通过自主呼吸试验,或48 h内再次使用呼吸机辅助通气。

4. 膈肌超声评分系统的建立:参照ST段抬高性心肌梗死溶栓治疗临床试验风险评分<sup>[6]</sup>,将 $1 < OR \text{ 值} \leq 3$ 的变量赋危险评分为1,  $3 < OR \text{ 值} \leq 5$ 赋危险评分为2,  $OR \text{ 值} > 5$ 赋危险评分为3。膈肌增厚率、膈肌运动幅度、D-RSBI 3个二分类变量的取值与赋分值相乘,得出呼吸机撤机失败的相关危险因素分值。每例患者最终得分方程为:危险得分=膈肌增厚率危险分值×膈肌增厚率(转化为二分类变量时)的取值+膈肌运动幅度分值×膈肌运动幅度(转化为二分类变量时)的取值+D-RSBI分值×D-RSBI(转化为二分类变量时)的取值。

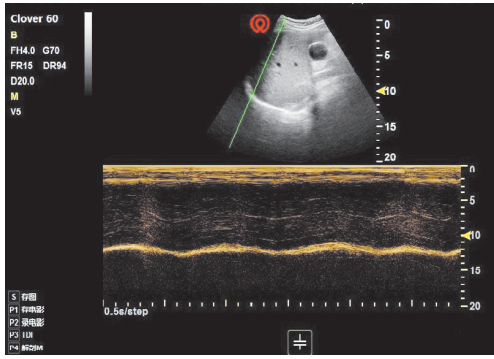
### 三、统计学处理

应用SPSS 22.0统计软件,正态分布的连续性变量以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较行独立样本 $t$ 检验;绘制机械通气撤机失败相关变量的受试者工作特征(ROC)曲线,获取截断值,将连续变量转化为二分类变量,采用多因素Logistic回归分析法分析撤机失败的独立影响因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

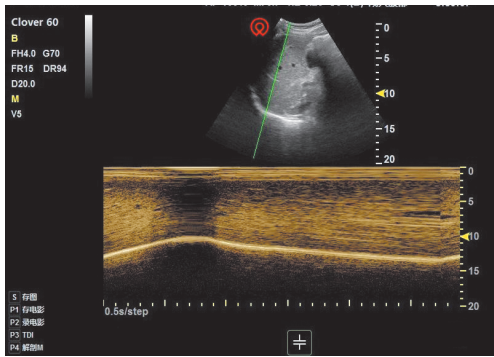
### 一、两组超声检查情况比较

撤机成功组与撤机失败组膈肌增厚率、膈肌运动幅度及D-RSBI比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$ )。见图1,2和表1。



膈肌运动幅度 3.3 mm; 膈肌增厚率 17.3%; D-SRBI 2.9 mm·min/n

图1 撤机失败组超声图像



膈肌运动幅度 10.4 mm; 膈肌增厚率 34.6%; D-SRBI 1.2 mm·min/n

图2 撤机成功组超声图像

表1 两组患者超声检查参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	膈肌增厚率(%)	膈肌运动幅度(mm)	D-RSBI(mm·min/n)
撤机成功组	39.0±19.0	11.2±5.2	1.4±0.6
撤机失败组	18.0±5.2	5.3±4.1	2.6±1.1
P	<0.01	<0.01	<0.01

D-RSBI: 膈肌相关的浅快呼吸指数

## 二、ROC 曲线分析

ROC 曲线分析显示撤机成功患者膈肌增厚率的截断值 53%, 敏感性 89.6%, 特异性 45.4%, 约登指数 0.283; 膈肌运动幅度的截断值 11.8 mm, 敏感性 62.3%, 特异性 79.4%, 约登指数 0.413; D-RSBI 的截断值 1.7 mm·min/n, 敏感性 58.6%, 特异性 81.3%, 约登指数 0.312。见图 3。

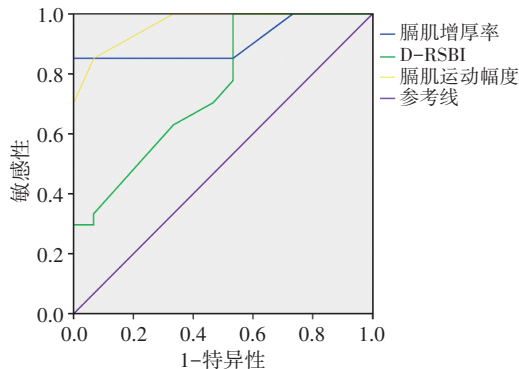


图3 超声检查参数预测重症患者撤机结局的 ROC 曲线图

## 三、多因素 Logistic 回归分析

Logistic 回归分析显示膈肌增厚率 $\geq 53\%$ 、膈肌运动幅度 $\geq 11.8$  mm、D-RSBI $\leq 1.7$  mm·min/n 均是撤机失败的独立影响因素。见表 2。

表2 多因素 Logistic 回归分析结果

变量	回归系数	标准误	Wald $\chi^2$ 值	OR 值	P 值	95% 可信区间
膈肌增厚率 $\geq 53\%$	1.776	0.775	22.432	5.982	<0.05	18.94-59.42
膈肌运动幅度 $\geq 11.8$ mm	1.982	0.587	15.931	2.966	<0.05	8.21-23.42
D-RSBI $\leq 1.7$ mm·min/n	1.463	0.715	17.652	4.356	<0.05	1.432-3.652
常数项	-3.385	0.621	16.078	-	0.001	-

## 四、膈肌超声评分对撤机失败发生风险的评估

根据膈肌超声评分情况(表 3)将 25 例撤机失败患者分为低危 8 例(0~2 分)、中危 11 例(3~6 分)和高危 6 例(7~8 分), 其撤机失败发生率分别为 11.4%、52.6%、89.7%。

表3 膈肌超声预测撤机失败评分标准

项目	分值(分)	是/否
膈肌增厚率 $\geq 53\%$	3	是
	0	否
膈肌运动幅度 $\geq 11.8$ mm	2	是
	0	否
D-RSBI $\leq 1.7$ mm·min/n	3	是
	0	否

## 讨 论

呼吸机撤机是呼吸治疗的一个重要过程。机械通气时间越长, 患者出现并发症的可能性越大, 因此当患者自主呼吸恢复时应尽早撤机。研究<sup>[7-8]</sup>显示目前临床撤机失败的发生率高达 31%, 即使自主呼吸试验成功的患者也有 3%~30% 的可能在撤机后 48 h 内出现呼吸窘迫, 需要再次气管插管。撤机失败可导致通气时间延长, 呼吸机相关性肺炎及创伤后应激综合征的发生可能性增加, 增加患者的医疗费用甚至死亡率。

呼吸肌功能障碍, 尤其是膈肌功能障碍是影响撤机失败的重要因素<sup>[9]</sup>。研究<sup>[10]</sup>表明不仅机械通气本身, 低血压、低氧、败血症等因素均可对膈肌造成损伤。评估膈肌功能的手段主要包括膈肌电磁刺激、测量跨膈压、膈肌肌电图等, 但均较为复杂, 且会给患者带来一定的医疗风险。近年来, 重症超声已成为重症患者检测和评估的重要工具, 其具有直观、准确、快捷、可重复的优点, 逐渐应用于膈肌的评估。与传统

方法相比,超声不仅可以直观地观察膈肌的形态和运动,还易于床旁操作,可重复性佳。Farghaly等<sup>[11]</sup>研究发现,以膈肌活动度预测撤机成功的敏感性和特异性分别为87.5%和71.2%。Ferrari等<sup>[12]</sup>研究发现机械通气患者在通气48 h内膈肌逐渐变薄,且随着通气时间的延长,膈肌厚度平均每天减少6%,以膈肌增厚率 $>36\%$ 预测撤机成功的敏感性为82%,特异性为88%。Spadaro等<sup>[13]</sup>研究发现D-RSBI  $>1.8 \text{ mm} \cdot \text{min}/\text{n}$  预测患者撤机失败的敏感性66.7%,特异性96.2%,阳性预测值88.3%,阴性预测值87.1%。上述研究均证实膈肌增厚率、膈肌运动幅度、D-RSBI与患者成功撤机密切相关。但目前对于膈肌超声的研究较分散,不能在整体上认识膈肌的功能和作用,故本研究将上述与撤机相关的膈肌相关因素整合成膈肌评分表,以期对膈肌有进一步的整体认识。

本研究对机械通气患者成功撤机的多因素Logistic回归分析结果显示,膈肌增厚率 $\geq 53\%$ 、膈肌运动幅度 $\geq 11.8 \text{ mm}$ 及D-RSBI $\leq 1.7 \text{ mm} \cdot \text{min}/\text{n}$ 均为撤机失败的独立危险因素。ROC曲线分析显示撤机成功患者膈肌增厚率的截断值53%,膈肌运动幅度的截断值11.8 mm, D-RSBI的截断值1.7 mm·min/n。整合自主呼吸试验后膈肌的运动幅度、增厚率与D-RSBI组成新的膈肌评分系统,并通过统计分析赋予不同的分值,将撤机失败患者的风险分为低危8例、中危11例和高危6例,其撤机失败发生率分别为11.4%、52.6%、89.7%,表明可以将超声获得的影像学信息转化成临床信息,以更好地指导临床决策。

目前床旁膈肌超声亦存在不足:使用超声测量膈肌的功能会受患者体位、呼吸周期及操作者熟练程度的影响。综上所述,膈肌超声评分可较准确地预测机械通气患者撤机结局,具有较好的临床应用价值。

## 参考文献

- [1] 汪文杰,鲁厚清.右美托咪定对ICU颅脑损伤术后机械通气患者血流动力学及胃肠功能恢复的影响[J].实用医学杂志,2019,35(4):677-678.
- [2] 李宁,黄秋霞,张慧珍,等.膈肌超声在机械通气患者撤机中的应用[J].中国呼吸与危重监护杂志,2019,18(4):339-343.
- [3] 何伟,许媛.3种超声方法测量膈肌运动的比较研究[J].中华危重病急救医学杂志,2014,13(12):914-916.
- [4] 高洪媛,孙树印,姬长卫,等.观察导管补偿模式(TC)行自主呼吸试验(SBT)对呼吸衰竭患者拔管成功率的影响[J].临床肺科杂志,2019,24(3):409-412.
- [5] 徐晓婷,刘玲.床边超声对机械通气患者膈肌功能评估的研究进展[J].中华重症医学电子杂志,2018,4(2):190-194.
- [6] Morrow DA, Antman EM, Charlesworth A, et al. TIMI risk score for ST-elevation myocardial infarction: a convenient, bedside, clinical score or risk assessment at presentation: an intravenous nPA for treatment of infarcting myocardium early II trial substudy [J]. Circulation, 2000, 102(17):2031-2037.
- [7] 樊安利.不同机械通气方式联合牛肺表面活性剂对呼吸衰竭新生儿呼吸力学的影响[J].临床急诊杂志,2018,19(12):839-843.
- [8] 刘莹,邓西龙,潘越峻,等.肺部超声评估重症肺炎严重程度及预后的价值[J].实用医学杂志,2018,34(12):2074-2078.
- [9] 李明秋,郭瑞君,张谱,等.M型超声观察膈肌运动与肺功能的相关性研究[J].首都医科大学学报,2014,16(2):435-437.
- [10] 伍春燕,黄宏,朱辉严,等.超声膈肌功能评估在指导COPD机械通气患者撤机中的临床价值研究[J].临床和实验医学杂志,2016,12(6):642-645.
- [11] Farghaly S, Hasan AA. Diaphragm ultrasound as a new method to predict extubation outcome in mechanically ventilated patients [J]. Aust Crit Care, 2017, 30(1):37-43.
- [12] Ferrari G, De Filippi G, Elia F, et al. Diaphragm ultrasound as a new index of discontinuation from mechanical ventilation [J]. Crit Ultrasound J, 2014, 6(1):8.
- [13] Spadaro S, Grasso S, Mauri T, et al. Can diaphragmatic ultrasonography performed during the T-tube trial predict weaning failure? The role of diaphragmatic rapid shallow breathing index [J]. Crit Care, 2016, 20(1):305.

(收稿日期:2019-06-18)

## 欢迎基金资助课题的论文投稿

为了进一步提高本刊的学术水平,鼓励基金资助课题(国家自然科学基金,国家各部委及省、市、自治区各级基金)的论文投到本刊。本刊决定,将对上述基金课题论文以绿色通道快速发表。请作者投稿时,在文中注明基金名称及编号,并附上基金证书复印件。

欢迎广大作者踊跃投稿!

本刊编辑部