

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2020.04.018

View this article at: http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2020.04.018

## 超声膈肌功能评估在指导机械通气患者撤机中的应用

任鹏飞<sup>1</sup>, 朱凤琴<sup>2</sup>, 赵勇<sup>1</sup>

(安徽医科大学附属阜阳医院 1. 急诊医学科; 2. 超声医学科, 安徽 阜阳 236000)

**[摘要]** 目的: 研究超声膈肌功能评估在指导机械通气患者撤机方面的应用价值, 为临床上应用超声撤机提供依据。方法: 选取2017年10月至2019年5月安徽医科大学附属阜阳医院70例实施机械通气撤机患者进行研究。依据机械通气患者撤机结果成功与否, 将其分为撤机成功的实验组( $n=43$ )和撤机失败的对照组( $n=27$ )。通过两组患者在自主呼吸实验过程中由超声测得的右侧膈肌位移距离、膈肌收缩速度和膈肌厚度增加百分比来评估撤机过程中膈肌的功能情况, 由此分析超声膈肌功能评估在撤机成功方面的应用价值。结果: 两组患者在自主呼吸实验过程中的右侧膈肌位移距离随时间逐渐增加, 且在0, 5, 30 min时, 实验组患者的右侧膈肌位移距离均明显高于对照组, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ ); 两组患者在自主呼吸实验过程中的膈肌收缩速度随时间逐渐加快, 且在0, 5, 30 min时, 实验组患者的膈肌收缩速度均明显快于对照组, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ ); 实验组患者在自主呼吸实验过程中的膈肌厚度增加百分比明显高于对照组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ )。将1.15 cm设为右侧膈肌位移距离的临界值, 应用其撤机成功的灵敏度、准确度和特异性分别为97.67%, 94.29%, 88.89%; 将1.45 cm/s设为膈肌收缩速度的临界值, 应用其撤机成功的灵敏度、准确度和特异性分别为93.02%, 88.57%, 81.48%; 将25%设为膈肌厚度增加百分比的临界值, 应用其撤机成功的灵敏度、准确度和特异性分别为97.67%, 95.71%, 92.59%。结论: 超声膈肌功能评估可以有效地指导临床机械通气患者撤机, 通过超声对右侧膈肌位移距离、膈肌收缩速度和膈肌厚度增加百分比进行评估, 患者撤机的成功率得到明显提高, 且上述指标具有较高的灵敏度、准确度和特异性。因此, 超声膈肌功能评估在指导机械通气患者撤机方面有很高的应用价值, 可在临床上推广应用。

**[关键词]** 超声; 机械通气; 撤机; 膈肌功能; 应用价值

## Application of ultrasound diaphragmatic function assessment in guiding mechanical evacuation of patients with mechanical ventilation

REN Pengfei<sup>1</sup>, ZHU Fengqin<sup>2</sup>, ZHAO Yong<sup>1</sup>

(1. Department of Emergency Medicine; 2. Department of Ultrasound Medicine, Fuyang Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Fuyang Anhui 236000, China)

**Abstract** **Objective:** To study the application value of ultrasound diaphragmatic function assessment in guiding mechanical

收稿日期 (Date of reception): 2019-08-15

通信作者 (Corresponding author): 赵勇, Email: ayjz@sina.com

evacuation of patients with mechanical ventilation, and to provide evidence for clinical application of ultrasonic weaning. **Methods:** Seventy patients who underwent mechanical ventilation and weaning in our hospital from October 2017 to May 2019 were selected for research. According to the success or failure of mechanical ventilation patients, they were divided into an experimental group ( $n=43$ ) with successful weaning and a control group with negative ( $n=27$ ). The function of the diaphragm in the process of weaning was evaluated by the distance between the right diaphragmatic displacement, the diaphragmatic contraction speed and the percentage increase of the diaphragm thickness measured by ultrasound in the two groups of patients during the spontaneous breathing test to analyze the value of application in the success of weaning. **Results:** The displacement distance of the right diaphragm was gradually increased with time during the spontaneous breathing experiment. At 0, 5 and 30 min, the displacement distance of the right diaphragm was significantly higher in the experimental group than in the control group ( $P<0.05$ ); the contraction speed of diaphragm in the two groups of patients during the spontaneous breathing experiment gradually increased with time, and at 0, 5 and 30 min, the contraction velocity of the diaphragm in the experimental group was significantly faster than that in the control group ( $P<0.05$ ). The percentage of diaphragmatic muscle thickness increase in the experimental group was significantly higher than that in the control group ( $P<0.05$ ). When 1.15 cm was set as the critical value of the displacement distance of the right diaphragm, the sensitivity, accuracy and specificity of applying the suture success were 97.67%, 94.29%, and 88.89% respectively; when 1.45 cm/s was set as the contraction speed of the diaphragm, the sensitivity, accuracy and specificity of applying the successful weaning were 93.02%, 88.57%, and 81.48%, respectively; when 25% was set as the critical value of the percentage increase of the diaphragm thickness, the sensitivity, accuracy and specificity of applying the successful weaning were 97.67%, 95.71%, and 92.59%, respectively. **Conclusion:** The evaluation of ultrasound diaphragmatic function can effectively guide the clinical mechanical ventilation patients to withstand the machine. After the evaluation of the displacement distance of the right diaphragm, the contraction speed of the diaphragm and the increase of the thickness of the diaphragm muscle by ultrasound, the success rate of the patient's weaning is significantly improved, and the above indicators have high sensitivity, accuracy and specificity. Therefore, the evaluation of ultrasound diaphragmatic function has a high application value in guiding the mechanical evacuation of patients with mechanical ventilation, and can be widely applied in clinical practice.

**Keywords** ultrasound; mechanical ventilation; withdraw machine; diaphragm function; application value

机械通气是临床上以辅助或者替代自主呼吸的方式对出现呼吸衰竭的重症患者进行生命支持的一种治疗手段<sup>[1]</sup>。研究<sup>[2-3]</sup>显示：在一般情况下，患者行机械通气的时间越长，其膈肌功能障碍就越加重，而且如果机械通气操作不当则会导致感染、膈肌收缩力下降、通气功能障碍、呼吸机相关肺炎等情况出现，严重影响患者的生活质量和身体健康。及时有效地帮助机械通气患者撤机，可显著降低感染、深静脉血栓等并发症的发生，且在院时间也大大缩短，能有效避免再次插管的情况出现，有利于患者的预后和康复<sup>[4-5]</sup>。因此，正确判断能否撤机和早期选择最佳的撤机时机已成为临床研究的重点。

目前，临床上有最大呼气压、最大吸气压、

呼吸频率、氧合指数、呼吸浅快指数、自主呼吸试验等多种方式指导患者撤机<sup>[6]</sup>。然而，这些方法不能正确评估呼吸肌的功能状态，或依赖有创操作进行监测，导致撤机失败的风险高达40%以上<sup>[7]</sup>。近年来，超声被越来越多地应用于自主呼吸功能的评估，其不仅安全、无辐射，而且还可以床旁操作，已经在临床上普遍应用<sup>[8]</sup>。本研究采用超声评估机械通气患者的膈肌功能，为临床撤机提供参考依据，现报道如下。

## 1 对象与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析2017年10月至2019年5月70例安徽

医科大学附属阜阳医院实施机械通气患者的撤机情况, 依据机械通气患者撤机结果成功与否, 将其分为撤机成功的实验组( $n=43$ )和撤机失败的对照组( $n=27$ )。纳入标准: 1) 患者自主呼吸实验符合 $FiO_2 < 0.5$ ,  $PEEP < 5 \text{ cmH}_2\text{O}$ ,  $PaO_2/FiO_2 > 200$ 及呼吸频率 $< 30 \text{ min}^{-1}$ 等条件; 2) 患者在本院行机械通气支持治疗; 3) 患者及家属经了解本研究后自愿参加, 并签署知情同意书, 积极配合检查。排除标准: 1) 年龄 $< 18$ 岁, 或依从性较差、无法配合研究者; 2) 不愿意提供资料研究者; 3) 患有膈肌瘫痪或神经肌肉接头疾病者。对照组27例, 其中男13例, 女14例, 年龄 $46\sim 92(71.22 \pm 10.84)$ 岁; 实验组43例, 其中男23例, 女20例, 年龄 $48\sim 87(73.73 \pm 12.06)$ 岁。两组机械通气患者的性别、年龄等一般资料比较, 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ), 具有可比性。本研究经安徽医科大学附属阜阳医院医学伦理委员会审核批准。

## 1.2 方法

选择院内一位熟练掌握超声技术的医生进行超声评估膈肌功能操作, 两组患者均用飞利浦EPIQ5超声彩色多普勒诊断仪进行膈肌功能评估。常规检查机械通气患者的生命体征后, 根据临床撤机标准进行撤机。因右侧的肝窗大, 视角好, 且重复性高, 所以应用超声评估右侧膈肌, 期间患者平卧于床上进行自主呼吸, 上半身与床面倾斜约 $35^\circ$ , 超声评估时呼吸机采用Spont模式, 所有的指标均取3个呼吸循环的平均值。使用频率 $3.5\sim 5.0 \text{ MHz}$ 探头扫描患者右侧腋前线下部肋间隙, 以肝脏作为声窗, 膈顶位置作为超声波束方向, 角度应超过 $70^\circ$ 。检测患者吸气时膈肌的位移距离和时间, 由此计算出膈肌收缩速度<sup>[9]</sup>。将 $7.0\sim 10.0 \text{ MHz}$ 的高频线阵探头放置患者腋中线和肋弓交界区域, 确定放置于第9~10肋间后, 旋转探头使之与肋间隙平行, 光标朝向外上方, 当出现2条平行的高回声线时, 两线之间部分即为膈肌, 而后将超声转换为M超, 将采样线置于膈肌的运动区域内, 待超声图像稳定后固定, 测量吸气末和呼气末的膈肌厚度[膈肌厚度增加百分比=(吸气末膈肌厚度-呼气末膈肌厚度/呼气末膈肌厚度) $\times 100\%$ ]<sup>[10]</sup>。

## 1.3 观察指标

两组患者在撤机过程中由超声测得右侧膈肌位移距离、膈肌收缩速度和膈肌厚度增加百分比

(反应膈肌功能情况), 以及各指标预测撤机成功的灵敏度、准确度和特异性(右侧膈肌位移距离以 $1.15 \text{ cm}$ 为临界值; 膈肌收缩速度以 $1.45 \text{ cm/s}$ 为临界值; 膈肌厚度增加百分比以 $25\%$ 为临界值)。

## 1.4 统计学处理

采用SPSS 19.0统计软件进行数据分析, 符合正态分布的计量资料采用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示, 两组比较采用 $t$ 检验, 当 $P < 0.05$ 时, 差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者在不同时间段自主呼吸实验中的右侧膈肌位移比较

两组患者在自主呼吸实验过程中的右侧膈肌位移距离随时间逐渐增加, 且在 $0, 5, 30 \text{ min}$ 时, 实验组患者的右侧膈肌位移距离均明显高于对照组, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ , 表1)。

### 2.2 两组患者在不同时间段自主呼吸实验中的膈肌收缩速度比较

两组患者在自主呼吸实验过程中的膈肌收缩速度随时间逐渐加快, 且在 $0, 5, 30 \text{ min}$ 时, 实验组患者的膈肌收缩速度均明显快于对照组, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ , 表2)。

### 2.3 两组患者在自主呼吸实验中的膈肌厚度增加百分比比较

实验组患者在自主呼吸实验过程中的膈肌厚度增加百分比明显高于对照组, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ , 表3)。

### 2.4 超声膈肌功能评估对预测机械通气患者撤机成功的灵敏度、特异性和准确度

将 $1.15 \text{ cm}$ 设为右侧膈肌位移距离的临界值, 应用其撤机成功的灵敏度、准确度和特异性分别为 $97.67\%(42/43)$ ,  $94.29\%(66/70)$ ,  $88.89\%(24/27)$ ; 将 $1.45 \text{ cm/s}$ 设为膈肌收缩速度的临界值, 应用其撤机成功的灵敏度、准确度和特异性分别为 $93.02\%(40/43)$ ,  $88.57\%(62/70)$ ,  $81.48\%(22/27)$ ; 将 $25\%$ 设为膈肌厚度增加百分比的临界值, 应用其撤机成功的灵敏度、准确度和特异性分别为 $97.67\%(42/43)$ ,  $95.71\%(67/70)$ ,  $92.59\%(25/27)$ ; 表4)。

表1 两组患者在不同时间段自主呼吸实验中的右侧膈肌位移比较( $\bar{x} \pm s$ , cm)Table 1 Comparison of right diaphragmatic displacement of patients in different periods of spontaneous breathing experiments between the 2 groups ( $\bar{x} \pm s$ , cm)

组别	<i>n</i>	0 min	5 min	30 min	<i>F</i>	<i>P</i>
实验组	43	1.15 ± 0.22	1.57 ± 0.59	1.80 ± 0.66	11.416	0.0001
对照组	27	0.93 ± 0.34	1.21 ± 0.61	1.38 ± 0.72	13.756	<0.0001
<i>t</i>		2.0227	2.0057	2.0076		
<i>P</i>		0.0048	0.0183	0.0177		

表2 两组患者在不同时间段自主呼吸实验中的膈肌收缩速度比较( $\bar{x} \pm s$ , cm·s<sup>-1</sup>)Table 2 Comparison of diaphragmatic contraction speed of patients in different periods of spontaneous breathing experiments between the 2 groups ( $\bar{x} \pm s$ , cm·s<sup>-1</sup>)

组别	<i>n</i>	0 min	5 min	30 min	<i>F</i>	<i>P</i>
实验组	43	1.41 ± 0.27	1.79 ± 0.46	1.96 ± 0.57	7.554	0.0006
对照组	27	1.10 ± 0.22	1.52 ± 0.37	1.63 ± 0.41	6.171	0.0008
<i>t</i>		2.0117	2.0129	2.0181		
<i>P</i>		<0.0001	0.0134	0.0124		

表3 两组患者在自主呼吸实验中的膈肌厚度增加百分比比较( $\bar{x} \pm s$ )Table 3 Comparison of the percentage increase in diaphragm thickness of patients in spontaneous breathing experiments between the 2 groups ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	呼气末膈肌厚度/mm	吸气末膈肌厚度/mm	膈肌厚度增加百分比/%
实验组	43	2.01 ± 0.22	2.44 ± 0.37	28.63 ± 20.11
对照组	27	2.11 ± 0.27	2.35 ± 0.46	19.46 ± 15.23
<i>t</i>		2.0117	2.0129	1.9971
<i>P</i>		0.1126	0.3957	0.0343

表4 两组患者右侧膈肌位移距离、膈肌收缩速度、膈肌厚度增加百分比的不同分布

Table 4 Different distributions of right diaphragmatic displacement distance, diaphragm contraction speed, and percentage increase in diaphragm thickness between the 2 groups

组别	<i>n</i>	右侧膈肌位移距离/cm		膈肌收缩速度/(cm·s <sup>-1</sup> )		膈肌厚度增加百分比/%	
		≤1.15	>1.15	≤1.45	>1.45	≤25	>25
实验组	43	1	42	3	40	1	42
对照组	27	24	3	22	5	25	2

### 3 讨论

机械通气在ICU重症患者的生命支持中发挥重要作用,而且选择正确的撤机时机能有效改善患

者预后、缩短住院时间以及减少并发症的发生,如果时机选择错误,则可能会导致二次插管、呼吸循环衰竭等情况发生<sup>[10-12]</sup>。因此,临床上对机械通气正确有效的预测撤机时机已成为目前研究的

热点。

研究<sup>[13]</sup>显示：膈肌功能在影响撤机成功与否的诸多因素中占主导地位。因此，临床上可以通过评估膈肌功能来掌握撤机的最佳时机。近年来，随着超声技术的不断进步，通过超声评估膈肌功能越来越受到临床工作者的认可和支持<sup>[14]</sup>。以往常采用X射线，CT，MRI，膈神经功能监测等传统评估方法，但在反映膈肌功能方面均存在一定局限<sup>[15]</sup>。超声评估是一种无创检测，不但操作简单、可反复检测，而且耐受性好、可床旁操作<sup>[16-17]</sup>。研究<sup>[17-19]</sup>显示：超声膈肌功能评估可以帮助预测临床最佳撤机时间和识别撤机失败的高风险患者，如果联合其他常规参数，则可大大提高撤机的成功率。但目前超声评估膈肌功能在一定程度上也受检测条件和检测者自身判断等因素的影响，尤其是在单纯膈肌厚度的测量方面，因为存在较为明显的个体差异性，而且受操作者主观评价影响较大，容易导致在评价肥胖患者撤机时机时困难，且误差较大(本研究所选患者均为非肥胖人群)，所以仍需大量临床研究来量化超声评估膈肌功能的标准<sup>[20]</sup>。

本研究结果显示：撤机成功的机械通气患者的右侧膈肌位移距离明显增高，且其膈肌收缩速度明显加快，提示右侧膈肌位移距离和膈肌收缩速度可为临床选取最佳撤机时机提供参考依据，可能是因为这两个指标可较好地反映患者的膈肌收缩力情况，由此可以更全面评估患者的自主呼吸能力强弱，从而判断撤机成功率。进一步的研究发现：撤机成功的机械通气患者的膈肌厚度增加百分比明显增高，提示撤机的成功与否与呼气末和吸气末的膈肌厚度有关，即呼气末膈肌厚度越薄，吸气末膈肌厚度越厚，撤机的风险就越低。本研究还发现超声膈肌功能评估在预测撤机成功方面具有较高的灵敏度、准确度和特异性，提示超声可以更客观地评估机械通气患者的膈肌功能，从而得出最佳撤机时机，具有较高的临床应用价值。同时，本研究通过临床大数据分析，发现超声相较于X射线和CT而言，其在对撤机时机的选择方面把握更精确，即撤机的成功率更大，而对于MRI而言，将其应用于机械通气患者撤机并不简单方便，且费用较高，临床实际价值并不理想。

综上所述，超声膈肌功能评估为临床重症患者呼吸机的撤离提供了一种无创、方便、准确的方法，但本研究仍存在一定局限性，因为所选取的本院机械通气患者机械通气时间较长，且没

有机械通气前患者膈肌运动超声测量数据，样本量小，没有对导致呼吸衰竭的原发病进行精确分类。但超声膈肌功能评估仍能有效指导机械通气患者撤机，且临床应用时可结合其他指标进行评估，由此选取最佳撤机时间。

## 参考文献

1. 胡仕静,周树生,吴丹,等.膈肌超声预测机械通气撤机结果的价值[J].安徽医科大学学报,2016,51(5):673-677.  
HU Shijing, ZHOU Shusheng, WU Dan, et al. The value of diaphragm muscle ultrasound in predicting the outcome of mechanical ventilation and weaning[J]. Acta Universitatis Medicinalis Anhui, 2016, 51(5): 673-677.
2. Sabetian G, Aalinezhad F, Masjedi M, et al. Ultrasonography application for detection and management of pneumothorax following pleural catheter insertion: a case report[J]. Bull Emerg Trauma, 2019, 7(1): 84-87.
3. 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.  
LIU Ying, DENG Xilong, PAN Yuejun, et al. The value of pulmonary ultrasound in evaluating the severity and prognosis of severe pneumonia[J]. The Journal of Practical Medicine, 2018, 34(12): 2074-2078.
4. 程瑾,田丹,陶馨馨,等.超声评估呼吸肌活动度在呼吸衰竭患者撤机中的价值[J].放射学实践,2018,33(7):762-766.  
CHENG Jin, TIAN Dan, TAO Xinxin, et al. The value of ultrasound assessment of respiratory muscle activity in weaning patients with respiratory failure[J]. Radiologic Practice, 2018, 33(7): 762-766.
5. Pang H, Zhang B, Shi J, et al. Diagnostic value of lung ultrasound in evaluating the severity of neonatal respiratory distress syndrome[J]. Eur J Radiol, 2019, 116: 186-191.
6. Evans D, Shure D, Clark L, et al. Temporary transvenous diaphragm pacing vs. standard of care for weaning from mechanical ventilation: study protocol for a randomized trial[J]. Trials, 2019, 20(1): 60.
7. 刘彬彬,余革,温晓晖,等.超声监测气管内全麻患者人工气腹下膈肌移动度和肺不张[J].实用医学杂志,2019,35(12):1984-1988,1992.  
LIU Binbin, YU Ge, WEN Xiaohui, et al. Ultrasound monitoring of artificial pneumoperitoneum diaphragmatic mobility and atelectasis in patients with general anesthesia in trachea[J]. The Journal of Practical Medicine, 2019, 35(12): 1984-1988, 1992.
8. 江意春,刘振密,钟樟桂,等.机械通气患者早期呼气末膈肌厚度与预后的相关性研究[J].中国全科医学,2019,22(5):534-537.  
JIANG Yichun, LIU Zhenmi, ZHONG Zhanggui, et al. Correlation

- between early end-expiratory diaphragmatic muscle thickness and prognosis in patients with mechanical ventilation[J]. Chinese General Practice, 2019, 22(5): 534-537.
9. Turton P, ALAidarous S, Welters I. A narrative review of diaphragm ultrasound to predict weaning from mechanical ventilation: where are we and where are we heading[J]? Ultrasound J, 2019, 11(1): 2.
  10. 李钰, 徐建国, 徐敏, 等. 不同机械通气模式对呼吸机相关性膈肌功能障碍的影响[J]. 实用医学杂志, 2017, 33(2): 238-242.  
LI Yu, XU Jianguo, XU Min, et al. Effect of different mechanical ventilation modes on ventilator-related diaphragm dysfunction[J]. Journal of Practical Medicine, 2017, 33(2): 238-242.
  11. 高晓燕, 冯琳, 邱玉芬, 等. 加温湿化高流量鼻导管通气在胎粪吸入综合征并肺动脉高压机械通气撤机中的应用研究[J]. 中国当代儿科杂志, 2017, 19(4): 393-397.  
GAO Xiaoyan, FENG Lin, QIU Yufen, et al. Application of warming and humidifying high-flow nasal catheter ventilation in meconium aspiration syndrome and pulmonary hypertension mechanical ventilation withdrawal[J]. Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2017, 19(4): 393-397.
  12. Saigal S, Joshi R, Sharma JP, et al. Lung ultrasound and blood gas-based classification of critically ill patients with dyspnea: a pathophysiologic approach[J]. Indian J Crit Care Med, 2018, 22(11): 789-796.
  13. 李淑媛, 盖鑫, 张建, 等. ICU机械通气患者呼吸机相关性肺炎危险因素与干预措施[J]. 中华医院感染学杂志, 2016, 26(1): 76-78.  
LI Shuyuan, GE Xin, ZHANG Jian, et al. Risk factors and intervention measures for ventilator-associated pneumonia in patients with mechanical ventilation in ICU[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2016, 26(1): 76-78.
  14. 林桂香, 李秋敏, 何宁宁, 等. 机械通气各项影响因素对继发呼吸机相关性肺炎的影响[J]. 广东医学, 2016, 37(9): 1410-1414.  
LIN Guixiang, LI Qiumin, HE Ningning, et al. Effects of various factors of mechanical ventilation on secondary ventilator-associated pneumonia[J]. Guangdong Medical Journal, 2016, 37(9): 1410-1414.
  15. 赵敏, 倪卫星, 郑永科, 等. 床旁多脏器联合超声在重症患者机械通气脱机风险评估中的应用价值[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2019, 16(2): 95-101.  
ZHAO Min, NI Weixing, ZHENG Yongke, et al. Application value of bedside multi-viscera combined ultrasound in the risk assessment of mechanical ventilation offline in critically ill patients[J]. Chinese Journal of Medical Ultrasound. Electronic Edition, 2019, 16(2): 95-101.
  16. Schwartz Y, Jarjoui A, Yinnon AM. Mechanical ventilation in medical departments: a necessary evil, or a blessing in bad disguise?[J]. Isr J Health Policy Res, 2019, 8(1): 48.
  17. 龚志晶, 王伯丽, 徐海博, 等. 机械通气患者脱机相关性心力衰竭研究进展[J]. 山东医药, 2016, 56(22): 94-97.  
GONG Zhijing, WANG Boli, XU Haibo, et al. Research progress on offline-related heart failure in patients with mechanical ventilation[J]. Shandong Medical Journal, 2016, 56(22): 94-97.
  18. Ferré A, Guillot M, Lichtenstein D, et al. Lung ultrasound allows the diagnosis of weaning-induced pulmonary oedema[J]. Intensive Care Med, 2019, 45(5): 601-608.
  19. 刘敏, 王兆, 笪苗, 等. AECOPD机械通气患者膈肌超声监测下吸气肌锻炼研究[J]. 护理学杂志, 2018, 33(19): 18-21.  
LIU Min, WANG Zhao, XUN Miao, et al. Study of inspiratory muscle exercise under ultrasound monitoring of diaphragm muscle in patients with AECOPD mechanical ventilation[J]. Journal of Nursing Science, 2018, 33(19): 18-21.
  20. Eltrabili HH, Hasanin AM, Soliman MS, et al. Evaluation of diaphragmatic ultrasound indices as predictors of successful liberation from mechanical ventilation in subjects with abdominal sepsis[J]. Respir Care, 2019, 64(5): 564-569.

本文引用: 任鹏飞, 朱凤琴, 赵勇. 超声膈肌功能评估在指导机械通气患者撤机中的应用[J]. 临床与病理杂志, 2020, 40(4): 920-925. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2020.04.018

**Cite this article as:** REN Pengfei, ZHU Fengqin, ZHAO Yong. Application of ultrasound diaphragmatic function assessment in guiding mechanical evacuation of patients with mechanical ventilation[J]. Journal of Clinical and Pathological Research, 2020, 40(4): 920-925. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2020.04.018