

CT 图像定量分析竖脊肌横截面积减少率在机械通气患者中的临床价值

徐慧玲¹ 郑慧¹ 徐采云¹ 许铁²

[摘要] **目的:**应用 CT 图像定量分析技术测量机械通气患者双侧竖脊肌横截面积(ESM_{CSA})的减少率,分析其与患者危重程度、预后、肌力及营养的关系,研究其在机械通气患者中的意义。**方法:**回顾性统计机械通气患者入院时和入院 7~10 d 的 CT 胸 12 椎体水平 ESM_{CSA} 之和的减少率。按照减少率 $<10\%$ 、 $10\% \sim 20\%$ 、 $>20\%$ 分为 3 组,分析 3 组患者之间病情危重程度、预后、肌力评分、营养水平的差异。**结果:**研究共纳入 111 例患者,其中 A 组 47 例,B 组 46 例,C 组 18 例。 ESM_{CSA} 减少率与患者的危重程度、肌力评分有密切关系,3 组患者 MRC 评分、APACHE II 评分、SOFA 评分的差异均有统计学意义($P < 0.05$)。APACHE II 评分、SOFA 评分、 ESM_{CSA} 减少率与死亡之间的 ROC 曲线下面积分别为 0.759、0.737、0.778, ESM_{CSA} 减少率界值 10.01%,敏感度为 0.828、特异度为 0.512。3 组患者 ICU 获得性肌无力(ICU-AW)发生率、脱机成功率、28 d 病死率及 90 d 存活天数、ICU 住院天数的差异均有统计学意义($P < 0.05$)。 ESM_{CSA} 减少率越高,机械通气天数、ICU 住院天数增多,病死率增加。3 组间的总住院天数、血清前白蛋白的组间差异无统计学意义。**结论:**CT 测量胸 12 椎体水平 ESM_{CSA} 在 7~10 d 内的减少率,可以准确评估机械通气患者肌肉损耗程度和疾病的严重程度,预测 ICU-AW 和脱机困难的概率,预测机械通气患者的预后。

[关键词] 计算机断层扫描;机械通气;竖脊肌横截面积;ICU 获得性肌无力;肌肉损耗;MRC 评分

doi:10.13201/j.issn.1009-5918.2020.10.007

[中图分类号] R459.7 **[文献标志码]** A

Clinical value of reduction rate of cross sectional area of the erector spinae muscle measured by quantitative analysis of CT images on patients with mechanical ventilation

XU Huiling¹ ZHENG Hui¹ XU Caiyun¹ XU Tie²

(¹Department of Critical Care Medicine, Hospital of Lianyungang Affiliated to Xuzhou Medical University, Lianyungang, Jiangsu, 222002, China; ²Department of Emergency Medicine, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University)

Corresponding author: XU Tie, E-mail: xutie889@163.com

Abstract Objective: CT image quantitative analysis technique was used to measure the reduction rate of cross sectional area of bilateral vertical spinal muscle(ESM_{CSA}) in patients with mechanical ventilation, and to analyze the relationship between the reduction rate of ESM_{CSA} and the critical degree, prognosis, muscle strength and nutrition of the patients, and to study its significance in patients with mechanical ventilation. **Method:** The reduction rate of the sum of ESM_{CSA} at the 12th thoracic vertebrae of patients with mechanical ventilation at admission and 7-10 days after admission were retrospectively analyzed. According to the reduction rate of $ESM_{CSA} < 10\%$, $10\% - 20\%$, and $>20\%$, the patients were divided into three groups, and the difference of severity of the disease, prognosis, muscle strength score and nutritional level among the three groups were analyzed. **Result:** There duction rate of ESM_{CSA} was closely related to the severity of the disease and muscle strength scores of the patients. The differences in MRC scores, APACHEII scores and SOFA scores among the three groups were statistically significant($P < 0.05$). The areas under the ROC curve between the APACHEII score, SOFA score, ESM_{CSA} reduction rate and death were 0.759, 0.737, and 0.778, respectively, and the threshold value of ESM_{CSA} reduction rate was 10.01, the sensitivity was 0.828, and specificity was 0.512. There were statistically significant differences in ICU acquired muscle weakness(ICUAW) incidence, success rate of weaning, 28-day mortality rate, 90-day survival days, and length of stay in ICU among the three groups($P < 0.05$). With the increase of ESM_{CSA} , the mechanical

¹徐州医科大学附属连云港医院重症医学科(江苏连云港,222002)

²徐州医科大学附属医院急诊医学科

通信作者:许铁,E-mail:xutie889@163.com

ventilation days and ICU stays increased, and the mortality rate also increased. There were no statistically differences in the hospital stays and serum prealbumin between the three groups. **Conclusion:** The reduction rate of the ESM_{CSA} at thoracic 12 vertebral by CT images within 7-10 days can accurately assess the degree of muscle loss and severity of the disease in patients with mechanical ventilation, predict the probability of ICU-AW and difficulty in ventilation weaning, and predict the prognosis of patients with mechanical ventilation.

Key words CT; Mechanical ventilation; cross-sectional area of erector spinae muscle; ICU-acquired weakness; muscle wasting; MRC-score

接受机械通气的危重症患者常并发肌萎缩 (muscle loss/wasting), 肌肉萎缩可导致呼吸机脱机困难及病死率的升高, 是 ICU 获得性肌无力 (ICU-acquired weakness, ICU-AW) 的常见原因; ICU-AW 是入住 ICU 的危重症患者严重并发症之一^[1-2]。评价肌肉萎缩、肌肉无力的方法有许多, 如 MRC 评分、肌电图、肌肉活检、肌肉超声等, 但都存在一定的局限性。为探寻更好的定量评价肌肉萎缩的方法, 本文采用回顾性分析方法, 定量分析在 ICU 行机械通气患者胸 12 (T₁₂) 椎体下缘水平的双侧竖脊肌横截面积 (cross-sectional area of erector spinae muscle, ESM_{CSA}), 研究 7~10 d 内 ESM_{CSA} 减少率与疾病危重程度、肌力、营养状况, 以及预后的关系。

1 资料与方法

1.1 研究对象

以 2017-01-01—2019-12-31 期间在连云港市第一医院 ICU 接受机械通气治疗的患者为研究对象。纳入标准: ①因呼吸衰竭入住 ICU, 接受过机械通气治疗; ②入院当日及入院后 7~10 d 进行过 CT 检查; ③入院起至收集病例资料时时间间隔 ≥ 90 d、随访资料完整者。排除标准: ①年龄 < 18 岁; ②妊娠; ③患重症肌无力、吉兰巴雷综合征、运动神经元肌病等神经肌肉肌病; ④截瘫、偏瘫患者; ⑤有胸腰椎疾患或有胸腰椎外伤病史者; ⑥存在水肿、严重低蛋白血症者。

1.2 方法

1.2.1 一般资料 收集所有患者性别、年龄、身高和体重等资料。记录入选患者入院当日及入院第 7 天的肌力分级 (MRC 评分)、入院当日的 APACHE II 评分、SOFA 评分, 血清前白蛋白水平; ICU 住院天数、机械通气天数、总住院天数, 90 d 内存活情况。

1.2.2 测量竖脊肌面积 调取患者入院时及入院后 7~10 d 内的 CT, 使用软件测得 T₁₂ 椎体下缘水平的 ESM_{CSA}。测定方法选用胸部 CT 纵隔窗进行定量分析, 取胸部 CT 单层横断面, T₁₂ 椎体下缘水平作为测量竖脊肌断层; 在 CT 重建的矢状面上精确定位 T₁₂ 椎体下缘水平, 见图 1; 在 CT 图像上

识别左右竖脊肌, 并手动勾画竖脊肌轮廓, 见图 2; 测定两侧竖脊肌横断面积并计算脊柱左右竖脊肌横断面积之和。

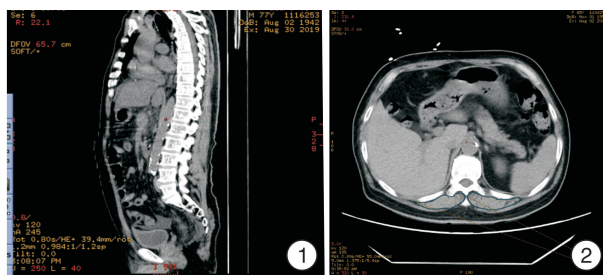


图 1 CT 矢状位重建; 图 2 CT 横断面扫描

1.3 研究对象分组

测量入院时及入院后 7~10 d 内 CT 胸 12 椎体下缘水平两侧 ESM_{CSA} 之和的减少率 (%), 并按照减少率将研究对象分为 3 组: A 组 (< 10%)、B 组 (10%~20%) 和 C 组 (> 20%)。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 25.0 软件包进行统计学处理。呈正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示; 非正态分布计量资料以中位数表示, 四分位数间距描述其变异度。正态分布资料两组间比较用 *t* 检验, 多组间比较用方差分析 (方差齐), 两两比较用 LSD 法; 计量资料组间比较使用 χ^2 检验; 使用 ROC 曲线分析方法确定参数对于预后的关系; 使用生存曲线比较不同组别之间患者的预后关系。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较结果

研究共纳入 111 例患者, 其中男 60 例, 女 51 例; A 组 47 例, B 组 46 例, C 组 18 例; 3 组间年龄、身高、体重、BMI 及病种间均差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。

2.2 各组 ESM_{CSA} 减少率

A 组、B 组和 C 组患者 ESM_{CSA} 面积减少率分别为 $(6.02 \pm 2.50)\%$ 、 $(15.07 \pm 3.13)\%$ 和 $(26.61 \pm 4.42)\%$, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

表 1 患者的一般情况

项目	A 组(n=47)	B 组(n=46)	C 组(n=18)	F/ χ^2	P
例数(男/女)	24/23	26/20	10/8	0.298	0.861
年龄/岁	63.87±13.87	64.33±12.75	60.72±13.81	0.491	0.613
身高/cm	165.34±8.02	167.48±8.59	169.50±7.98	1.844	0.163
体重/kg	65.89±10.37	66.50±12.35	65.56±9.76	0.059	0.943
体质指数	24.14±3.67	23.56±2.91	22.82±2.93	1.118	0.331
病因/例				4.614	0.798
ARDS	10	8	6		
COPD	5	6	1		
肺挫伤	5	6	1		
肺炎	20	17	5		
其他	7	9	5		

2.3 肌力分级及病情严重程度的比较

3 组患者入院时 MRC 评分之间差异无统计学意义,入院后 7~10 d MRC 评分、APACHE II 评分、SOFA 评分的差异均有统计学意义(P < 0.05);见表 2。

2.4 预后指标的比较

3 组患者 ICU-AW 发生率、脱机成功率、28 d 病死率及 90 d 存活时间、ICU 住院天数的差异均有统计学意义(P < 0.05),见表 2;3 组患者的生存

曲线见图 3。

2.5 ROC 曲线

图 4 为 APACHE II 评分、SOFA 评分、ESM_{CSA} 减少率预测死亡的 ROC 曲线。曲线下面积分别为 0.759、0.737、0.778。ESM_{CSA} 减少率界值为 10.01%,敏感度为 0.828,特异度为 0.512。

2.6 各组间营养指标的比较

3 组患者的前白蛋白组间两两比较,差异无统计学意义,见表 2。

表 2 3 组患者的临床、病情危重程度、预后指标的比较

项目	A 组	B 组	C 组	F	P
ECM _{CSA} -1/mm ²	2 224.50±708.42	2 386.88±729.16	2 724.11±883.94	2.924	0.058
ECM _{CSA} -2/mm ²	2 084.05±645.82	2 031.69±644.71	1 993.43±628.88	0.154	0.858
面积变化率/%	6.02±2.50	15.07±3.13	26.61±4.42	296.723	<0.001
MRC 评分(入院时)	59.34±1.72	59.09±1.72	58.50±1.82	1.521	0.223
MRC 评分(入院后 7~10 d)	54.72±5.58	50.11±6.92	31.06±13.43	60.037	<0.001
APACHE II 评分(入院后 7~10 d)	13.17±4.34	18.65±4.59	24.11±5.50	39.916	<0.001
SOFA 评分(入院后 7~10 d)	5.45±2.51	9.61±2.78	13.17±3.02	60.482	<0.001
ICU-AW/例(%)	7(14.89)	12(26.09)	14(77.78)	25.135	<0.001
脱机失败/例(%)	3(8.51)	14(30.43)	10(55.56)	18.995	<0.001
死亡/例(%)	5(10.64)	15(32.61)	10(55.56)	8.025	<0.001
呼吸机天数/d	7.32±4.31	11.02±6.63	15.83±5.64	16.165	<0.001
28 d 内无呼吸机天数/d	18.77±7.73	13.17±9.92	5.78±7.60	15.247	<0.001
ICU 住院天数/d	11.79±7.81	13.96±6.74	18.39±7.08	4.702	0.011
90 d 内未住 ICU 天数/d	70.11±25.65	52.74±37.27	31.17±36.19	9.813	<0.001
住院总天数/d	18.09±11.61	18.05±8.15	21.33±9.78	0.100	0.905
入院后 90 d 内存活时间/d	82.23±22.82	67.13±33.94	49.78±37.42	7.982	0.001
前白蛋白/(g·L ⁻¹)	0.16±0.04	0.15±0.03	0.14±0.06	1.518	0.224

注:ECM_{CSA}-1:入院时竖脊肌横截面积;ECM_{CSA}-2:入院后第 7~10 天时竖脊肌横截面积。

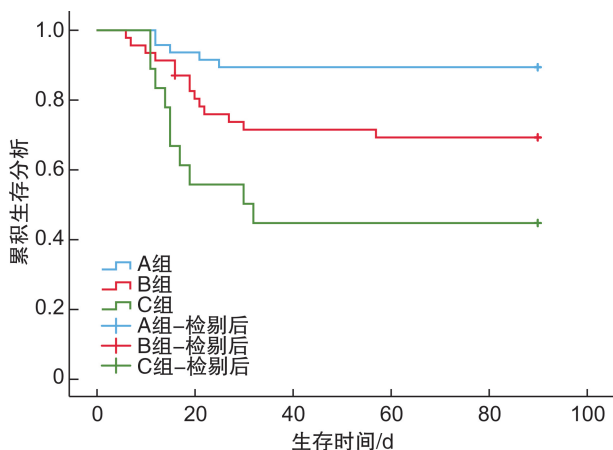


图 3 3 组患者的生存分析

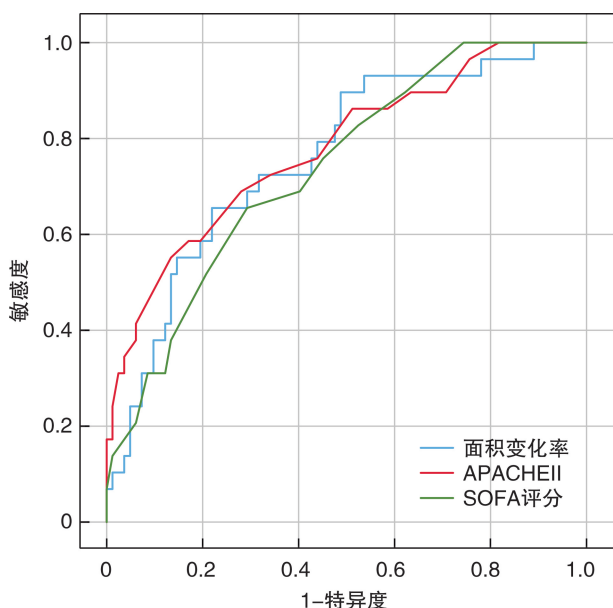


图 4 ROC 曲线

3 讨论

早在 1892 年,Osler 就报告了长期脓毒症患者的“肌肉迅速丧失”。1977 年,Douglass 等在哮喘持续状态患者发现了急性肌病的证据。肌肉萎缩在危重症患者中发生速度很快,长时间的卧床休息、镇静药物、肌松药物造成肌肉电活动抑制都会导致肌肉萎缩,炎症、应激、糖皮质激素的应用和神经损伤等可快速、加重肌肉萎缩。肌肉萎缩的直接后果是 ICU-AW、机械通气的脱机困难及病死率的升高^[1,3-4]。ICU-AW 在机械通气患者中较常见,APACHE II 评分、合并 MODS 等是 ICU-AW 发病的相关因素^[5]。并且迄今为止,还没有一种干预措施能够普遍、持续地预防严重疾病期间的肌肉丢失,或者在重症监护病房出院后提高其恢复能力,从而改善身体机能^[6]。

评价肌肉萎缩的方法有许多,如电阻抗、肌电

图、肌肉活检、肌肉超声等。目前,评估骨骼肌的最高准确度和再现性的工具是 CT 和 MRI 测量方法^[7];对机械通气的患者而言,CT 检查更为便捷并可以精确定位。但由于肌肉具体作用和生理活动功能不同,骨骼肌质量降低程度在不同类型肌肉中是不同的;抗重力肌主要维持人体正常姿势和对抗重力,比其他肌群更能反映肌肉消耗情况。竖脊肌为脊柱后方的长肌,下起骶骨背面,上达枕骨后方,其主要作用是使脊柱后伸和仰头,是强有力的伸肌,对保持人体的姿势有着重要的作用,是重要的抗重力肌肉。我们的研究选择双侧竖脊肌横截面积减少率(%)作为肌肉萎缩的指标,探讨肌肉萎缩在评估接受机械通气治疗患者病情、预测预后中的价值。

本研究采用回顾性分析方法,选取近 3 年在我院 ICU 接受机械通气的患者为研究对象,测量患者入院时和入院 7~10 d 内 CT 胸 12 椎体水平 ESM_{CSA},按照 2 次 ESM_{CSA} 减少率进行分组,比较各组间的病情危重程度、预后、肌力评分、营养程度的差异。既往的研究表明,肌肉萎缩的程度与器官衰竭数量有关,单器官衰竭患者呈现有限肌肉萎缩,多器官衰竭则导致更明显的肌肉消耗,在第 1 周末肌肉的损失常超过 15%^[8-9];我们就是据此把第 2 次测量点界定在 7~10 d,并选取 10%和 20%作为分组的界值。

本研究共有 111 例患者符合纳入排除标准,其中 A 组 47 例,B 组 46 例,C 组 18 例,组间比较及两两比较表明 3 组间的 APACHE II 评分、SOFA 评分差异具有统计学意义,表明肌肉萎缩严重患者的病情更为严重。本研究中有 33 例患者出现 ICU-AW(29.73%),与文献报道^[10]一致;有 27 例患者出现脱机困难(24.32%),进一步组间比较显示各组 ICU-AW 和脱机困难发生率的差异具有统计学意义($P < 0.01$),其中 C 组患者 ICU-AW 和脱机困难发生率分别是高达 77.78%和 55.56%;说明肌肉消耗可导致 ICU-AW 和脱机困难,肌肉萎缩越严重 ICU-AW 和脱机困难发生率越高。本组患者总的病死率为 27.03%(30/111),A 组、B 组和 C 组患者病死率分别为 10.64%、32.61%和 55.56%,组间差异有统计学意义,提示肌肉消耗越严重预后越差。考虑到很多危重患者因死亡造成机械通气时间、住 ICU 时间和住院时间短,为具有可比性,我们将其换算成为 28 d 内无需呼吸机天数、90 d 内无需收住 ICU 天数、90 d 内存活天数进行统计学分析,结果显示 3 组间差异仍具有统计学意义,证明 ESM_{CSA} 减少率能够准确地预测预后。

ROC 曲线显示, APACHE II 评分、SOFA 评分及 ESM_{CSA} 减少率的曲线下面积分别是 0.778、0.737 和 0.759, 对接受呼吸机辅助呼吸的危重症患者预后具有一定的预测价值; 因为分组后病例较少, 未统计分组后 ROC 曲线下面积, 未能显示 ESM_{CSA} 减少率在预测预后方面的优势。

前白蛋白是反应近期蛋白合成代谢的重要指标, 既往研究也发现, 对危重症患者进行营养支持、且营养状态的改善并不能阻止患者肌肉损耗的过程^[11]。本研究 3 组患者的前白蛋白差异并无统计学意义, 与上述研究的结论一致。

综上所述, 通过 CT 图像测量胸 12 椎体水平 ESM_{CSA} 计算其在 7~10 d 内的减少率(%), 可以准确评估机械通气患者肌肉损耗程度和疾病的严重程度, 预测 ICU-AW 和脱机困难的概率, 预测患者的预后。ESM_{CSA} 具有客观可重复的优势值得临床使用。本研究的局限性是回顾性研究, 第 2 次测量的时间是在一个区间内, 可能影响其精准性。

参考文献

- [1] Batt J, Herridge M, Dos Santos C. Mechanism of ICU-acquired weakness: skeletal muscle loss in critical illness[J]. *Intensive Care Med*, 2017, 43(12): 1844—1846.
- [2] Yang T, Li Z, Jiang L, et al. Risk factors for intensive care unit-acquired weakness: A systematic review and meta-analysis[J]. *Acta Neurol Scand*, 2018, 138(2): 104—114.
- [3] Moisey LL, Mourtzakis M, Cotton BA, et al. Nutrition and Rehabilitation Investigators Consortium (NUTRIC). Skeletal muscle predicts ventilator-free days, ICU-free days, and mortality in elderly ICU patients [J]. *Crit Care*, 2013, 17(5): R206.
- [4] De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Sharshar T, et al. Does ICU-acquired paresis lengthen weaning from mechanical ventilation? [J]. *Intensive Care Med*, 2004, 30(6): 1117—1121.
- [5] 邱昱, 姜利, 席修明. 机械通气患者 ICU 获得性肌无力早期发病率及预后研究[J]. *中华危重病急救医学*, 2019, 31(7): 821—826.
- [6] De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Sharshar T, et al. Does ICU-acquired paresis lengthen weaning from mechanical ventilation? [J]. *Intensive Care Med*, 2004, 30(6): 1117—1121.
- [7] Bittner EA, Martyn JA, George E, et al. Measurement of muscle strength in the intensive care unit [J]. *Crit Care Med*, 2009, 37(10 Suppl): S321—330.
- [8] Vesali RF, Cibicek N, Jakobsson T, et al. Protein metabolism in leg muscle following an endotoxin injection in healthy volunteers [J]. *Clin Sci (Lond)*, 2009, 118(6): 421—427.
- [9] Weiss G, Ganz T, Goodnough LT. Anemia of inflammation [J]. *Blood*, 2019, 133(1): 40—50.
- [10] Ali NA, O'Brien JM Jr, Hoffmann SP, et al. Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2008, 178(3): 261—268.
- [11] Hermans G, Casaer MP, Clerckx B, et al. Effect of tolerating macronutrient deficit on the development of intensive-care unit acquired weakness: a subanalysis of the EPaNIC trial [J]. *Lancet Respir Med*, 2013, 1(8): 621—629.

(收稿日期: 2020-04-21)