

临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.003415

肌肉超声回声联合血浆炎症因子对 ICUAW 诊断及预后评估的价值研究

陈 静¹, 朱 洁², 王 舒³, 张 容², 张翠萍⁴, 冯柯多², 雷 军², 王 沛²(1. 重庆市急救医疗中心超声科, 重庆 400014; 2. 重庆市急救医疗中心神经内科, 重庆 400014;
3. 重庆市急救医疗中心重症医学科, 重庆 400014; 4. 重庆市急救医疗中心呼吸内科, 重庆 400014)

【摘要】目的:探讨重症监护病房(intensive care unit, ICU)获得性肌无力(ICU acquired weakness, ICUAW)患者肌肉超声回声与血浆炎症因子的相关性,以及其对 ICUAW 的诊断价值和预后的预测价值。**方法:**选择重庆市急救医疗中心 ICU 住院患者, 分别在第 1、3、7 天使用床旁超声检测患者肌肉回声, 获得的总体肌肉回声评分(global muscle echogenicity score, GEM), 测定血清白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)和降钙素原(procalcitonin, PCT)浓度, 采用医学研究理事会肌力评分法(medical research council scales, MRC-ss)评估肌肉力量。根据患者入 ICU 第 7 天 MRC-ss 评分将患者分为 ICUAW 组和非 ICUAW 组, 分析比较 2 组患者 GEM、IL-6、PCT 的差异及各指标的相关性。利用受试者工作特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线分析以上参数对 ICUAW 诊断效能, 分析 GEM、IL-6、PCT 对 ICUAW 患者的预测预后价值。**结果:**ICUAW 组第 3 天 GEM、第 7 天 IL-6 浓度、GEM 高于非 ICUAW 组($P<0.05$)。GEM 与第 7 天 IL-6 水平呈正相关($r=0.221$), 第 7 天 GEM 与 MRC-ss 评分呈负相关($r=-0.581$)。ROC 曲线分析显示, 第 7 天 GEM 对 ICUAW 有诊断预测价值, ROC 曲线下面积(area under the curve, AUC)为 0.838, 使用 GEM、IL-6、PCT 联合诊断, AUC=0.885($P<0.05$)。ICUAW 组 Barthel 指数评分(Barthel index, BI)低于非 ICUAW 组, ICUAW 组中总体肌肉超声回声评分(global muscle echogenicity score, GEM)高的患者 BI 低于 GEM 低的患者($P<0.05$)。**结论:**ICU 住院患者 GEM 与 IL-6、PCT 浓度相关, 其对 ICUAW 具有一定的诊断价值, 并能够预测 ICUAW 患者的预后。

【关键词】ICU 获得性肌无力; 肌肉超声回声; 白细胞介素-6; 降钙素原; 医学研究理事会肌力评分法; 预后**【中图分类号】**R459.7**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2023-07-20

Diagnostic and prognostic value of muscle echogenicity combined with plasma inflammatory factors for intensive care unit-acquired weakness

Chen Jing¹, Zhu Jie², Wang Shu³, Zhang Rong², Zhang Cuiping⁴, Feng Keduo², Lei Jun², Wang Pei²(1. Department of Ultrasound, Chongqing Emergency Medical Center; 2. Department of Neurology, Chongqing Emergency Medical Center; 3. Intensive Care Unit, Chongqing Emergency Medical Center;
4. Department of Respiratory Medicine, Chongqing Emergency Medical Center)

【Abstract】Objective: To investigate the correlation between muscle echogenicity and plasma inflammatory factors in patients with intensive care unit-acquired weakness (ICUAW) and its diagnostic and prognostic value for ICUAW. **Methods:** Patients hospitalized in the intensive care unit (ICU) in Chongqing Emergency Medical Center were included. Their muscle echogenicity was measured using bedside ultrasonography on the 1st, 3rd, and 7th day, and the global muscle echogenicity (GME) score was assessed. Serum interleukin-6 (IL-6) and procalcitonin (PCT) levels were measured. Muscle strength was scored using the Medical Research Council Scale for Muscle Strength (MRC-ss). The patients were divided into ICUAW group and non-ICUAW group according to the MRC-ss score on the 7th day after admission to the ICU. We compared GME, IL-6, and PCT between the two groups, and analyzed their correlations with one another. Receiver operating characteristic (ROC) curves were generated to analyze the diagnostic efficacy and prognostic value of the above parameters for ICUAW. **Results:** The ICUAW group showed a significantly higher GME score on day 3 and a significantly higher IL-6 level and GME score on day 7 compared with the non-ICUAW group ($P<0.05$). On day 7, there was a significant positive correlation between the GME score and IL-6 level ($r=0.221$) and a significant negative correlation between the GME score and MRC-ss score ($r=-0.581$). The ROC curve analysis showed that the GME score on day 7 had diagnostic and predictive value for ICUAW, and the area under the ROC curve (AUC) was 0.838; the diagnostic AUC of the combination of GME score, IL-6, and PCT was 0.885 ($P<0.05$). The Barthel index (BI) score was significantly lower in the ICUAW group than in the non-ICUAW group, and in the ICUAW group, patients with a higher GME score had a significantly lower BI than those with a lower GME score ($P<0.05$). **Conclusion:**

作者介绍: 陈 静, Email: 790915538@qq.com,

研究方向: 腹部及肌骨超声研究。

通信作者: 朱 洁, Email: zhujie3485@sina.com。

基金项目: 重庆市科卫联合资助项目 (编号: 2022MSXM112)。

优先出版: <https://link.cnki.net/urlid/50.1046.R.20240122.0835.002>

(2024-01-23)

The GME score is related to plasma IL-6 and PCT levels in ICU patients, showing value for the diagnosis and outcome prediction of ICUAW.

【Key words】intensive care unit-acquired weakness; muscle echogenicity; interleukin-6; procalcitonin; Medical Research Council Scale for Muscle Strength; prognosis

近年来,随着连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)、体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)等各种新技术的使用重症监护病房(intensive care unit, ICU)患者的存活率得到极大提高,ICU 获得性肌无力(ICU acquired weakness, ICUAW)这一常见的危重疾病并发症越来越受到大家的关注。据统计在重症患者中发病率可高达 50%~100%^[1-2]。它的发生不仅会延长患者机械通气,增加住院死亡率,影响患者长期预后,还会造成患者出院后不同程度的功能障碍,需要更长的康复时间,给患者、家属及社会造成严重的经济负担^[3-4]。目前诊断 ICUAW 没有被普遍接受的金标准,故仅有小部分 ICUAW 患者得到了诊断^[5]。但 ICUAW 的早诊断对 ICUAW 的防治和预后至关重要。肌肉超声回声能准确反映肌肉结构改变,且与肌力相关^[6]。检测炎症因子被认为可辅助诊断神经系统疾病^[7],特别是临床中广泛应用的白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)和降钙素原(procalcitonin, PCT)。故本研究提出假设肌肉超声回声改变、IL-6 及 PCT 可能与 ICUAW 的发生及预后存在一定相关性,尝试使用肌肉超声回声联合血浆炎症因子来探索 ICUAW 的诊断及预后评估的新方法,并评估其用于诊断 ICUAW 的效用,及预后预测价值,以便及时制定临床干预措施。

1 资料与方法

1.1 一般资料

筛选 2021 年 6 月至 2022 年 9 月入住重庆市急救中心 ICU 的患者。纳入标准:年龄 ≥ 18 岁;意识状态水平能够配合完成简单肌力测定;入住 ICU 时 MRC-ss ≥ 48 分;ICU 住院时间 ≥ 7 d。排除标准:存在任何神经肌肉疾病病史;入院前有服用导致神经肌肉功能损害药物或服用糖皮质激素史;进行临床检查前 24 h 内给予了神经肌肉阻滞剂;具有糖尿病、酗酒、维生素缺乏、肾功能不全或化疗等多发神经疾病危险因素患者。本研究符合医学伦理学标准,经医院伦理委员会批准(批准号:2023-33)。所有患者均获得患者家属同意并签署知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 肌肉超声回声评估 使用 minray 9 超声诊断仪线阵探头(频率范围 5.0~10 MHz)在入住 ICU 后第 1 天、第 3 天、第 7 天对患者双侧肱二头肌、双侧肱桡肌、双侧股直肌和双侧胫骨前肌以上 8 块四肢肌肉进行了肌肉超声回声评估。以健康对照组的肌肉回声作为正常参照,肌肉回声测量方法:患者取平卧位,自然放松状态,肱二头肌的测量部位为肱骨中上 1/3 处,肱桡肌测量部位为桡骨中上 1/3 处,股直肌的测量部位为股骨中上 1/3 处,胫骨前肌的测量部位为胫骨中上 1/3 处,测量时超声探头与骨皮质垂直,轻轻接触不施加压

力,获取包括目标肌肉及骨质的横切面,稳定后立即存图,以避免探头位置变动影响测量结果。肌肉的回声根据以下标准按四级评分:1 级=肌肉回声正常,肌肉结构正常,邻近骨质回声正常,高回声的骨皮质清晰可见;2 级=肌肉回声增强,肌肉结构轻微改变,邻近骨质回声正常,高回声的骨皮质清晰可见;3 级=肌肉回声增强,肌肉结构中度改变,邻近骨质回声改变,高回声的骨皮质不完全可见;4 级=肌肉回声增强,肌肉结构严重改变,邻近骨质回声消失,高回声的骨皮质不可见。通过总结所有 8 块肌肉的回声等级,1 级 1 分,2 级 2 分,3 级 3 分,4 级 4 分,然后计算每个受试者 8 块肌肉超声回声评分总和,得到总体肌肉超声回声评分(global muscle echogenicity score, GEM)。

1.2.2 检测血浆炎症因子 IL-6、PCT 浓度 分别在患者入住 ICU 后第 1 天、第 3 天、第 7 天,收集空腹静脉血 5 mL,离心 10 min,静置后取血清,采用免疫荧光测定法测量 IL-6、PCT 浓度。

1.2.3 肌肉力量评定 在入住 ICU 后第 1 天、第 3 天、第 7 天进行肌肉超声检查肌肉回声之前,进行肌肉力量评定,肌力评定由 2 名经验丰富及经过专门培训的 ICU 医生或神经内科医生对所有患者进行标准化的临床神经检查。持续镇静、镇痛的患者在每次检查前至少有 2 h 的镇静假期,保持患者意识清醒状态且能有效配合,使用医学研究理事会肌力评分法(medical research council scales, MRC-ss)评估肌肉力量。MRC 评分法是通过对手腕、肘、肩、踝、膝及髋 6 个关节双侧 12 个肌群进行评估,将肌力分为 6 级,从 0 分(完全没有收缩反应)至 5 分(肌力完全正常),总分为 60 分,当 MRC 总分 <48 分即可诊断为 ICUAW。本研究中 2 名检查医生均评分 <48 分诊断为 ICUAW。

1.2.4 ICUAW 患者的预后随访 由本项目组的 ICU 医生或神经内科医生对 ICUAW 组的 46 例患者在出院后 6 个月通过对患者或其授权代表的标准化电话访谈,使用日常生活能力评估表^[8]进行 Barthel 指数评分(Barthel index, BI),评估结果分为 4 级,0 级:100 分,无需依赖,无需他人照顾;Ⅰ级:61~99 分为轻度依赖,部分需要他人照顾;Ⅱ级:41~60 分为中度依赖,大部分需要他人照顾;Ⅲ级: ≤ 40 分为重度依赖,完全需要他人照顾。评分越高表明患者的生活自理能力越强。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 23.0 统计学软件进行数据处理,计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验,计数资料用频数表示,采用卡方检验进行组间比较;服从正态分布的资料间的相关性比较采用 Pearson 相关性分析,而非正态分布资料间的相关性比较采用 Spearman 相关性分析;用受试者工作特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线分析应变参数诊断效能。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 一般临床资料的比较

经过纳排标准后入选患者 123 例,其中住院期间使用激素冲击治疗 14 例,第 3 天或第 7 天不能配合肌力检查 9 例,第 3 天或第 7 天无法完成完整的 4 组肌肉探查 5 例,治疗途中或

出院后 60 d 内死亡 7 例,出院后电话失访 2 例,最终入组 86 例,男性 51 例,女性 35 例。其中 ICUAW 组 41 例,非 ICUAW 组 45 例。2 组患者性别、年龄差异无统计学意义 ($P>0.05$),ICU 住院时间差异有统计学意义 ($P<0.05$),见表 1。

2.2 2 组患者 GEM、IL-6、PCT 及 MRC-ss 评分比较

2 组间比较发现,患者 GEM、IL-6、MRC-ss 评分在第 1 天差异无统计学意义 ($P>0.05$),而 ICUAW 组在第 3 天及第 7 天的 GEM、第 7 天的 IL-6 浓度高于非 ICUAW 组,第 7 天的 MRC-ss 评分低于非 ICUAW 组,差异有统计学意义 ($P<$

0.05),2 组血清 PCT 浓度均值随着 ICU 住院时间增加而减低,2 组之间 PCT 浓度未表现出明显差异。见表 1。ICU 患者随着住院时间增加超声肌肉评分表现为逐渐增加的趋势,在 ICUAW 患者中表现得更加明显(图 1)。ICUAW 组的肌肉回声变化具有对称性,首先是下肢肌肉回声发生改变。在 4 组肌肉中胫骨前肌和股直肌最先在第 3 天发生变化,且胫骨前肌的变化幅度最大,肱二头肌的变化最不明显(图 2)。

2.3 各组 GEM、IL-6、MRC-ss 评分、BI 之间的相关性分析

Pearson 相关性分析显示,在入住 ICU 第 7 天,GEM 与

表 1 两组患者基础资料及不同时间点 GEM、IL-6 及 MRC-ss 评分比较 ($\bar{x} \pm s; n/n$)

项目	ICUAW 组 ($n=41$)	非 ICUAW 组 ($n=45$)	F/χ^2 值	P 值
年龄(岁)	66.12 ± 10.87	66.36 ± 8.46	0.012	0.911
男/女	27/14	30/15	0.006	0.937
ICU 住院时间(d)	11.05 ± 3.11	9.22 ± 2.05	10.517	0.002
第 1 天 GEM	9.08 ± 1.41	9.12 ± 1.16	1.782	0.186
第 3 天 GEM	10.88 ± 2.10	9.60 ± 1.51	10.619	0.002
第 7 天 GEM	14.39 ± 2.29	11.56 ± 1.53	46.284	0.000
第 1 天 IL-6(pg/mL)	95.07 ± 134.15	61.42 ± 101.45	1.740	0.191
第 3 天 IL-6(pg/mL)	100.14 ± 134.27	58.49 ± 79.57	3.127	0.081
第 7 天 IL-6(pg/mL)	125.71 ± 210.34	50.72 ± 74.76	5.027	0.028
第 1 天 PCT(ng/mL)	8.41 ± 19.12	6.91 ± 11.56	0.196	0.659
第 3 天 PCT(ng/mL)	7.04 ± 12.69	6.95 ± 9.92	0.001	0.972
第 7 天 PCT(ng/mL)	5.51 ± 7.70	5.45 ± 7.83	0.001	0.972
第 1 天 MRC-ss	54.56 ± 2.75	54.87 ± 2.40	0.303	0.583
第 3 天 MRC-ss	50.07 ± 3.51	51.18 ± 2.60	2.779	0.099
第 7 天 MRC-ss	44.73 ± 2.59	50.73 ± 1.98	147.240	0.000
BI	50.24 ± 7.50	56.27 ± 8.00	12.897	0.001

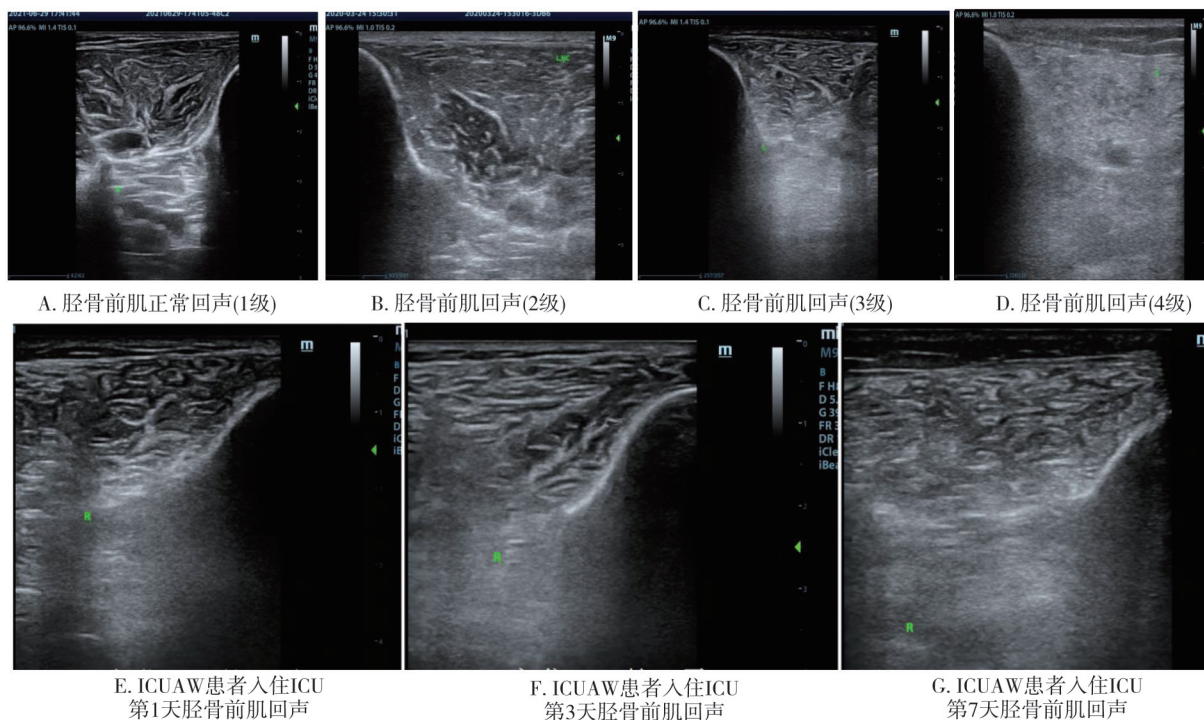


图 1 1 例 ICUAW 患者胫前肌超声回声表现

MRC-ss 之间呈负相关($r=-0.581, P=0.000$)、IL-6 与 MRC-ss 之间呈负相关($r=-0.362, P=0.001$), MRC-ss 与 BI 之间呈正相关($r=0.297, P=0.005$), GEM 与 IL-6、PCT 浓度之间呈正相关($r=0.221, P=0.041, r=0.266, P=0.013$), GEM、IL-6、PCT 与 BI 之间呈负相关($r=-0.320, -0.337, -0.333$, 均 $P<0.05$)。

2.4 GEM、IL-6、PCT 对 ICUAW 患者诊断价值分析

采用 ROC 曲线分析患者 GEM、IL-6、PCT 对 ICUAW 诊断的预测价值显示:第 7 天 GEM 的曲线下面积(area under the curve, AUC)为 0.838, 最佳截断值为 12 时, 敏感性 70.7%, 特异性为 84.8%, 95%CI=0.753~0.922。PCT、IL-6 对 ICUAW

的诊断价值较低($ACU=0.498, 0.493$)。联合检测以其中任一指标阳性则为阳性, 诊断 ICUAW 的诊断效能得以提高($AUC=0.885$), 见图 3。

2.5 GEM、PCT、IL-6 对 ICUAW 患者预后价值评估

根据 ROC 曲线对第 7 天 GEM 的最佳截断值取值水平, 将所有入组患者分为高回声组和低回声组, 比较 2 组的 BI 得出:高回声组的 BI 为 (50.03 ± 7.84) 明显低于低回声组的 BI (55.82 ± 7.82) , 差异有统计学意义($F=11.466, P=0.001$)。根据 ROC 曲线对 PCT、IL-6 的最佳截断值取值水平, 分为高浓度组与低浓度组, 低浓度组的 BI 均值均高于高浓度组, 但差异无统计学意义($P>0.05$), 见表 2。

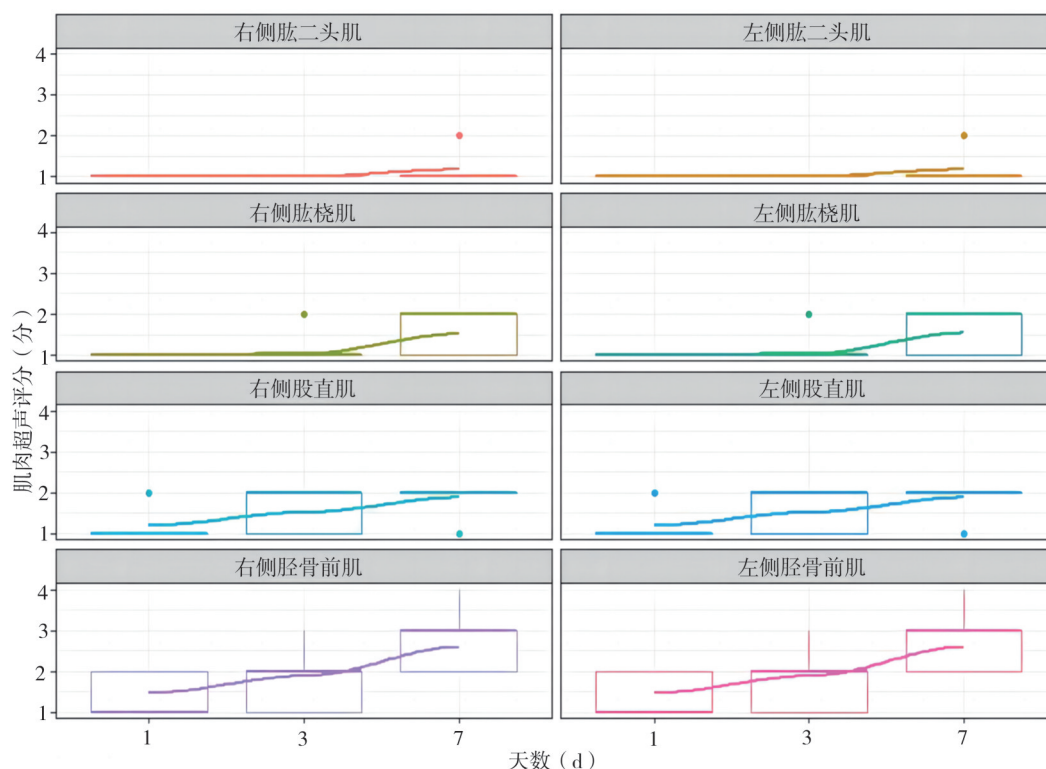


图 2 8 块肌肉随着住院时间增加的超声回声改变

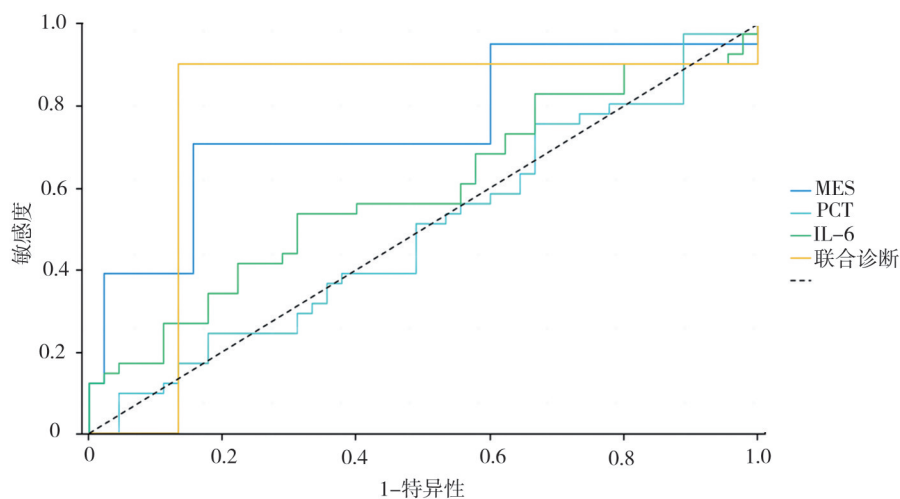


图 3 各指标诊断预测 ICUAW 的 ROC 曲线

表 2 不同肌肉回声、PCT、IL-6 水平的 BI 评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

项目	肌肉回声		PCT 浓度		IL-6 浓度	
	低肌肉回声组 (<i>n</i> =50)	高肌肉回声组 (<i>n</i> =36)	低 PCT 浓度组 (<i>n</i> =22)	高 PCT 浓度组 (<i>n</i> =64)	低 IL-6 浓度组 (<i>n</i> =48)	高 IL-6 浓度组 (<i>n</i> =38)
BI	55.82 ± 7.82	50.03 ± 7.84	54.18 ± 8.57	53.13 ± 7.58	56.15 ± 7.27	49.92 ± 8.29
<i>F</i> 值	11.466		-0.026		-0.205	
<i>P</i> 值	0.001		0.812		0.058	

3 讨 论

ICUAW 阻碍了 ICU 患者的治疗和康复,造成了对医疗资源的过度消耗,但其最佳诊断及标准仍在进一步探索中,早期诊断 ICUAW 后可以及时采取康复治疗、个体化控制血糖、合理使用镇静、阿片类和糖皮质激素等措施降低其严重程度和发生率^[9],同时神经、康复等多学科及时参与,早期采取电刺激、针灸、中药等方式也可以获得更好的功能恢复^[10]。目前肌力检测、神经电生理、生物阻抗谱、肌肉活检是常用的诊断方法,但患者意识障碍或镇痛镇静药物限制了肌力测定的使用,ICU 里复杂的机械环境及患者的水肿影响了电生理和生物阻抗谱的准确性,有创、昂贵、可能出现并发症及较高的专业要求限制了肌肉活检在临床的广泛应用。肌肉超声具有便捷、无创、无痛、允许在床边快速筛查等优点,能有效、可靠对肌肉进行定性、定量分析,为精准诊断 ICU 患者的肌肉疾病提供了新的方法。

本研究发现 ICUAW 组的 ICU 住院时间明显长于非 ICUAW 组,这与既往研究^[11]相符,ICUAW 会增加患者的住院时间,同时随着住院时间的延长,ICU 住院患者的 MRC-ss 逐渐减低,并在第 7 天 ICUAW 组及非 ICUAW 组的差异有统计学意义,可以认为住院时长也是 ICUAW 的危险因素之一。ICUAW 组的 IL-6 浓度随着时间的延长均值逐渐增高,且与 MRC-ss 具有相关性,这支持 ICUAW 发病可能与免疫介导有关的观点^[12]。IL-6 是一种前炎症介质,在感染早期就会释放^[13],具有较高的特异性。有研究认为患者体内高糖环境激活多元醇通路,造成代谢障碍,导致患者血清内炎症介质与细胞因子水平升高,体内长期处于微炎症反应代谢状态,造成血管内皮细胞损伤,外周血管舒缩功能紊乱,血液供应不足,外周神经脱髓鞘,轴突变性以及促发末梢神经炎发生是 ICUAW 的发病原因^[14],这似乎能解释本研究中 IL-6 水平与 MRC-ss 等多项指标相关。本研究未发现 PCT 与 MRC-ss、GEM 的相关关系,这与既往研究^[15]不一致,但是 PCT 浓度与 ICU 住院天数及 BI 相关,PCT 不是感染的特异性指标,在应激、创伤

及非感染性疾病中也可能升高^[16],这可能会干扰 PCT 与 ICUAW 的其他指标关系。

目前 ICUAW 的肌肉超声研究主要集中在测量肌肉横截面积和肌肉层厚度^[17-18],ICUAW 患者肌肉横截面积减少多发生在入住 ICU 后 7 d^[19],且水肿会影响面积的测量^[20]。有研究表明 ICUAW 患者肌肉活检显示肌肉被脂肪组织浸润和纤维化^[21-22],表现为肌纤维坏死和筋膜炎症^[23],病理表现为中性粒细胞浸润,纤维蛋白沉积和伴随的肌纤维坏死^[24-25],有学者认为周围神经病变与机体慢性微炎症反应、代谢紊乱、血管内皮损伤、氧化应激等多种因素相关^[26],这与本研究中 GEM 与 IL-6 水平呈正相关相符。有研究认为 ICUAW 的肌肉改变通常在近端更明显,故目前影像学对 ICUAW 肌肉改变的评估多集中在近端肌肉,特别是股直肌。但随着病情加重会逐渐累及到远端肌肉,同时也有学者认为首先受累的是远端肌肉^[27]。故本研究纳入了双侧肱二头肌、双侧肱桡肌、双侧股直肌和双侧胫骨前肌共四组 8 块肌肉进行全面、动态监测。本研究发现 ICU 患者 GEM 随着住院时间呈增加趋势,ICUAW 组从第 3 天开始表现出明显差异,第 7 天更明显,表明肌肉回声相比较于肌肉横截面或厚度可能会更早地提示 ICUAW 的病变。下肢肌肉超声回声较上肢更早发生在改变,远端肌肉回声较近端更先表现出回声增强,胫骨前肌和股直肌回声增加均可以作为早期有效的预警指标,胫骨前肌更敏感。

本研究是一项观察性研究,发现 GEM、PCT、IL-6 与 ICUAW 相关,将 GEM、PCT、IL-6 浓度联合检测能提高 ICUAW 的诊断效能,ICU 患者胫骨前肌超声回声增强可作为 ICUAW 的预警信号。同时高 GEM 患者预后较差,以上提示 GEM、IL-6、PCT 对 ICUAW 的诊断及预后具有一定的临床意义。本研究的不足之处是发现了 IL-6 与 ICUAW 患者的肌肉回声相关,未能进一步研究肌肉病理改变及内在机制,也未能证明他们之间的存在因果关系。本研究中肌肉超声回声采用分级法,在之后的研究中将通过软件计算对肌肉回声的灰度进行更准确和客观地量化,建立更精确的预警参考值。

参 考 文 献

- [1] 蔡 骋,朱鹏飞,许敏丹,等. ICU 获得性肌无力研究进展[J]. 现代医药卫生,2021,37(8):1323-1326.
- Cai C, Zhu PF, Xu MD, et al. Research progress of acquired myasthenia gravis in ICU[J]. J Mod Med Health, 2021, 37(8):1323-1326.
- [2] Thille AW, Boissier F, Muller M, et al. Role of ICU-acquired weakness on extubation outcome among patients at high risk of reintubation[J]. Crit Care, 2020, 24(1):86.
- [3] 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.
- Qiu Y, Jiang L, Xi XM. Study on early morbidity and prognosis of ICU acquired muscle weakness in patients undergoing mechanical ventilation [J]. Chinese Critical Care Medicine, 2019, 31(7):821-826.
- [4] van Wagenberg L, Witteveen E, Wieske L, et al. Causes of mortality in ICU-acquired weakness[J]. J Intensive Care Med, 2020, 35(3):293-296.
- [5] Meyer-Frießem CH, Malewicz NM, Rath S, et al. Incidence, time course and influence on quality of life of intensive care unit-acquired weakness symptoms in long-term intensive care survivors[J]. J Intensive Care Med, 2021, 36(11):1313-1322.
- [6] Jacob I, Francis P, Jones G, et al. Comment on: application of ultrasound for muscle assessment in sarcopenia: towards standardized measurements and Application of ultrasound for muscle assessment in sarcopenia: 2020 SARCUS update[J]. Eur Geriatr Med, 2022, 13(1):305-306.
- [7] Akinremi AA, Erinle OA, Hamzat TK. ICU-acquired weakness: a multicentre survey of knowledge among ICU clinicians in South-Western Nigeria[J]. Niger J Clin Pract, 2019, 22(9):1229-1235.
- [8] Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: the barthel index [J]. Md State Med J, 1965, 14:61-65.
- [9] 滕娅均,苏美仙,张 颖. ICU 获得性肌无力的诊断及治疗进展 [J]. 中国现代医药杂志, 2022, 24(1):103-108.
- Teng YJ, Su MX, Zhang Y. Progress in diagnosis and treatment of acquired myasthenia gravis in ICU[J]. Mod Med J China, 2022, 24(1):103-108.
- [10] 尹思舒. 超声剪切波弹性成像评价重症监护室获得性肌无力 [D]. 广州:南方医科大学, 2022.
- Yin SS. Evaluation of intensive care unit acquired weakness by ultrasound shear wave elastography[D]. Guangzhou: Southern Medical University, 2022.
- [11] Qiu Y, Jiang L, Xi XM. Early incidence and prognosis of ICU-acquired weakness in mechanical ventilation patients[J]. Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue, 2019, 31(7):821-826.
- [12] Witteveen E, Wieske L, van der Poll T, et al. Increased early systemic inflammation in ICU-acquired weakness: A prospective observational cohort study[J]. Crit Care Med, 2017, 45(6):972-979.
- [13] 袁鼎山,李爱林. PCT、IL-6 及 CRP 对脓毒症的诊断价值[J]. 中国现代医学杂志, 2018, 28(32):86-90.
- Yuan DS, Li AL. Value of PCT, IL-6 and CRP in diagnosis of sepsis[J]. Mod Med J China, 2018, 28(32):86-90.
- [14] Qu GB, Wang LL, Tang X, et al. The association between vitamin D level and diabetic peripheral neuropathy in patients with type 2 diabetes mellitus: an update systematic review and meta-analysis[J]. J Clin Transl Endocrinol, 2017, 9:25-31.
- [15] Patejdl R, Walter U, Rosener S, et al. Muscular ultrasound, syndecan-1 and procalcitonin serum levels to assess intensive care unit-acquired weakness[J]. Can J Neurol Sci, 2019, 46(2):234-242.
- [16] 窦 悦,孙晓旭. 血清 PCT 联合 CRP 检测对脓毒症的诊断价值[J]. 医学综述, 2021, 27(7):1448-1451, 1456.
- Dou Y, Sun XX. Diagnostic value of serum PCT combined with CRP in patients with sepsis[J]. Med Recapitul, 2021, 27(7):1448-1451, 1456.
- [17] 曾小敏,何 波. 腰椎旁肌肉退变的影像学评估及进展[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41(1):182-186.
- Zeng XM, He B. Imaging evaluation and progress of paralumbar muscle degeneration[J]. J Clin Radiol, 2022, 41(1):182-186.
- [18] 王茂生. 脾虚证 ICU 获得性肌无力与超声下肢肌横截面积的相关性分析[D]. 广州:广州中医药大学, 2019.
- Wang MS. Association between Spleen deficiency syndrome in patients who develop ICU-acquired weakness and ultrasound cross-sectional area of the rectus femoris[D]. Guangzhou: Guangzhou University of Chinese Medicine, 2019.
- [19] 谢永鹏,钱 颖,袁 刚,等. 竖脊肌横截面积联合血清 GDF-15 对 ICU 机械通气患者获得性肌无力诊断及预后评估价值研究[J]. 中华急诊医学杂志, 2020, 29(8):1059-1065.
- Xie YP, Qian Y, Yuan G, et al. Utility of cross-sectional area of erector spinae muscle combined with serum GDF-15 for the diagnosis and prognosis assessment of ICU-acquired weakness in mechanically ventilated patients[J]. Chin J Emerg Med, 2020, 29(8):1059-1065.
- [20] Baggerman MR, van Dijk DPJ, Winkens B, et al. Edema in critically ill patients leads to overestimation of skeletal muscle mass measurements using computed tomography scans[J]. Nutrition, 2021, 89:111238.
- [21] Fernandez CE, Franz CK, Ko JH, et al. Imaging review of peripheral nerve injuries in patients with COVID-19[J]. Radiology, 2021, 298(3):E117-E130.
- [22] Kayim Yildiz O, Yildiz B, Avci O, et al. Clinical, neurophysiological and neuroimaging findings of critical illness myopathy after COVID-19[J]. Cureus, 2021, 13(3):e13807.
- [23] Puthucheary ZA, Phadke R, Rawal J, et al. Qualitative ultrasound in acute critical illness muscle wasting[J]. Crit Care Med, 2015, 43(8):1603-1611.
- [24] Gadermayr M, Disch C, Müller M, et al. A comprehensive study on automated muscle segmentation for assessing fat infiltration in neuromuscular diseases[J]. Magn Reson Imaging, 2018, 48:20-26.
- [25] Grimm A, Heiling, Schumacher U, et al. Ultrasound differentiation of axonal and demyelinating neuropathies[J]. Muscle Nerve, 2014, 50(6):976-983.
- [26] Zhang BJ, Zhao WL, Tu JL, et al. The relationship between serum 25-hydroxyvitamin D concentration and type 2 diabetic peripheral neuropathy: a systematic review and a meta-analysis[J]. Medicine, 2019, 98(48):e18118.
- [27] Kramer CL. Intensive care unit-acquired weakness[J]. Neurol Clin, 2017, 35(4):723-736.

(责任编辑:曾 玲)