

· 临床论著 ·

# 运动性横纹肌溶解症致急性肾损伤的预测指标

邵琦<sup>1,2</sup>, 尹磊<sup>2</sup>, 高亮<sup>2</sup>

1. 青岛大学, 山东 青岛 266021; 2. 青岛大学附属医院急诊科, 山东 青岛 266003

**摘要:** **目的** 探讨运动性横纹肌溶解症(ERB)的发病特点及肌酸激酶(CK)、肌红蛋白/肌酸激酶(Mb/CK)等指标对 ERB 患者合并急性肾损伤(AKI)的预测价值。**方法** 回顾性分析 2013 年 1 月至 2022 年 9 月青岛大学附属医院收治的 154 例 ERB 患者的临床资料,根据是否合并 AKI 分为 AKI 组( $n=35$ )和非 AKI 组( $n=119$ ),收集肌酐、CK 等实验室指标。采用单因素和多因素 logistic 回归模型分析影响 ERB 患者是否合并 AKI 的危险因素,绘制受试者工作特征曲线(ROC 曲线)评估相关指标的预测价值。应用 Spearman 相关分析法分析其与血肌酐的相关性。**结果** 154 例 ERB 患者主要临床表现为肌肉疼痛(140 例),肢体乏力(69 例),浓茶色尿(36 例)。非 AKI 组的 CK、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、天门冬氨酸氨基转移酶(AST)、丙氨酸氨基转移酶(ALT)显著高于 AKI 组( $P<0.05$ );AKI 组的肌酐、乳酸脱氢酶(LDH)、胱抑素 C、Mb/CK、肌酐/胱抑素 C 高于非 AKI 组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。ERB 患者的 Mb/CK( $r=0.297, P<0.001$ )、胱抑素 C( $r=0.419, P<0.001$ )与血肌酐呈正相关,与 CK( $r=-0.191, P=0.018$ )、CK-MB( $r=-0.200, P=0.013$ )、ALT( $r=-0.271, P=0.001$ )、AST( $r=-0.308, P<0.001$ )均呈负相关。多因素 logistic 回归分析显示 LDH [1.001(1.001~1.001)]、Mb/CK[1.010(1.006~1.014)]、胱抑素 C [1.031(1.011~1.050)]、肌酐/肌酐[1.007(1.001~1.013)]、肌酐/胱抑素 C [1.008(1.000~1.015)]是 ERB 患者合并 AKI 的独立危险因素( $P<0.05$ )。ROC 曲线分析显示肌酐(AUC=0.753)、Mb/CK(AUC=0.989)、LDH(AUC=0.800)、CK(AUC=0.815)、ALT(AUC=0.667)、AST(AUC=0.694)、胱抑素 C(AUC=0.673)、肌酐/胱抑素 C(AUC=0.702)、CK-MB(AUC=0.752)对预测 ERB 患者是否合并 AKI 具有一定价值( $P<0.05$ ),其中 Mb/CK 预测效能最佳。**结论** LDH、Mb/CK、胱抑素 C、肌酐/肌酐、肌酐/胱抑素 C 是影响 ERB 患者是否合并 AKI 的独立危险因素,肌酐、LDH、CK、ALT、AST、CK-MB、胱抑素 C、Mb/CK、肌酐/胱抑素 C 可作为预测 ERB 患者合并 AKI 风险的评价指标;其中 Mb/CK、肌酐/胱抑素 C 为新型预测指标。

**关键词:** 横纹肌溶解; 肌酐; 肌酸激酶; 肌红蛋白; 胱抑素 C; 急性肾损伤; 乳酸脱氢酶; 丙氨酸氨基转移酶; 天门冬氨酸氨基转移酶

中图分类号: R685.5 文献标识码: A 文章编号: 1674-8182(2024)06-0929-05

## Predictive indicators of acute kidney injury caused by exertional rhabdomyolysis

SHAO Qi\*, YIN Lei, GAO Liang

\* Qingdao University, Qingdao, Shandong 266021, China

Corresponding author: YIN Lei, E-mail: pumayl@163.com

**Abstract: Objective** To investigate the characteristics of exertional rhabdomyolysis (ERB) and the predictive value of creatine kinase (CK), myoglobin/creatinine (Mb/CK) ratio and other indicators for ERB patients with acute renal injury (AKI). **Methods** The clinical data of 154 patients with ERB admitted to the Affiliated Hospital of Qingdao University from January 2013 to September 2022 were retrospectively analyzed. The patients were divided into AKI group ( $n=35$ ) and non-AKI group ( $n=119$ ) according to whether AKI was combined. Creatinine, CK and other laboratory indicators were collected. Univariate and multivariate logistic regression models were used to analyze the risk factors for AKI in ERB patients. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to evaluate the predictive value of related

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2024.06.040

通信作者: 尹磊, E-mail: pumayl@163.com

数字出版日期: 2024-01-24 19:15:27

数字出版网址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1811.R.20240123.1348.001.html>

indicators, and the correlation between each indicator and serum creatinine was analyzed by Spearman correlation analysis. **Results** The main clinical manifestations of 154 ERB patients were muscle pain (140 cases), limb weakness (69 cases), and dark brown urine (36 cases). The levels of CK, creatine kinase isoenzyme (CK-MB), aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT) in non-AKI group were significantly higher than those in AKI group ( $P < 0.05$ ). The levels of creatinine, lactate dehydrogenase (LDH), cystatin C, Mb/CK and creatinine/cystatin C in AKI group were higher than those in non-AKI group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). In ERB patients, Mb/CK ( $r = 0.297, P < 0.001$ ), cystatin C ( $r = 0.419, P < 0.001$ ) were positively correlated with serum creatinine, and CK ( $r = -0.191, P = 0.018$ ), CK-MB ( $r = -0.200, P = 0.013$ ), ALT ( $r = -0.271, P = 0.001$ ), AST ( $r = -0.308, P < 0.001$ ) were negatively correlated with serum creatinine. Multivariate logistic regression analysis showed that LDH [1.001 (1.001-1.001)], Mb/CK [1.010 (1.006-1.014)], cystatin C [1.031 (1.011-1.050)], Mb/creatinine [1.007 (1.001-1.013)], creatinine/cystatin C [1.008 (1.000-1.015)] were independent risk factors for AKI in ERB patients ( $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed creatinine (AUC = 0.753), Mb/CK (AUC = 0.989), LDH (AUC = 0.800), CK (AUC = 0.815), ALT (AUC = 0.667), AST (AUC = 0.694), cystatin C (AUC = 0.673), creatinine/cystatin C (AUC = 0.702), and CK-MB (AUC = 0.752) had certain value in predicting whether patients with ERB had AKI ( $P < 0.05$ ), and Mb/CK had the best predictive efficacy. **Conclusion** LDH, Mb/CK, Cystatin C, Mb/creatinine, and creatinine/cystatin C are independent risk factors for ERB patients with AKI. Creatinine, LDH, CK, ALT, AST, CK-MB, cystatin C, Mb/CK, and creatinine/cystatin C can be used as evaluation indicators for predicting the risk of ERB patients with AKI. Among them, Mb/CK and creatinine/cystatin C are new predictive indicators.

**Keywords:** Rhabdomyolysis; Creatinine; Creatine kinase; Myoglobin; Cystatin C; Acute kidney injury; Lactate dehydrogenase; Alanine aminotransferase; Aspartate aminotransferase

运动性横纹肌溶解症(exertional rhabdomyolysis, ERB)是指大量运动后肌纤维崩解断裂导致的骨骼肌结构损伤,横纹肌细胞破坏,导致细胞的内含物质大量外泄,电解质、肌红蛋白(myoglobin, Mb)及其他肌浆蛋白释放到循环中<sup>[1-2]</sup>,引起器官功能紊乱或障碍的临床综合征,合并急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)的重症患者死亡率可高达59%。目前常将血清肌酸激酶(creatine kinase, CK)水平超过正常上限5倍(1 000 u/L)作为诊断横纹肌溶解综合征(rhabdomyolysis, RM)的标准<sup>[3]</sup>。临床上ERB的早期症状并不典型,因此容易漏诊、误诊,影响疾病预后。本文回顾性分析近9年青岛大学附属医院收治的154例ERB患者的临床资料,总结分析如下。

## 1 资料和方法

1.1 临床资料 回顾性分析2013年1月至2022年9月就诊于青岛大学附属医院的154例ERB患者,其中男性患者114例(74.0%),女性患者40例(26.0%)。入院患者主要临床表现为肌肉疼痛(140例)、肢体乏力(69例)、浓茶色尿(36例),平均发病年龄28岁,入院后完善血常规、Mb、CK、肝肾功能等常规实验室检查。纳入标准:(1)具备大活动量运动的诱发因素;(2)血清CK水平超过正常上限5倍(1 000 u/L)。排除标准:(1)3年内有过严重外伤史;(2)既往有骨骼

肌疾病;(3)既往心肝肾等器官功能不全;(4)既往有服用阿托伐他汀等调脂药。

1.2 观测指标 收集患者的基本资料包括性别、年龄、既往史及药物使用史以及入院后24 h以内的血清钠、肌酐、Mb、CK、肌酐、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、天门冬氨酸氨基转移酶(aspartate transaminase, AST)、丙氨酸氨基转移酶(alanine transaminase, ALT)、胱抑素C、乳酸脱氢酶(lactic acid dehydrogenase, LDH)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)等实验室指标。

1.3 分组情况 将154例ERB患者根据是否合并AKI分为AKI组(35例)和非AKI组(119例),其中AKI的诊断标准为<sup>[4]</sup>:(1)血肌酐48 h内增高 $> 0.3 \text{ mg/dL}$ ;(2)推断或已知7 d内血清肌酐 $\geq$ 基础值1.5倍;(3)尿量持续6 h $< 0.5 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

1.4 统计学方法 应用SPSS 26.0软件进行数据分析。非正态分布的计量资料使用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,两组间比较采用Wilcoxon秩和检验;计数资料以例(%)表示,比较采用 $\chi^2$ 检验。采用Spearman相关分析法分析ERB患者各指标与血肌酐的相关性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。采用单因素和多因素logistic回归分析ERB患者合并AKI的独立危险因素,绘制受试者工作特征(ROC)曲线评价独立危险因素单独及联合检测对ERB患者合并AKI的预测价值。

$P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 AKI组和非AKI组基线资料比较 AKI组共35例患者,非AKI组共119例患者,非AKI组的CK、CK-MB、AST、ALT显著高于AKI组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );合并AKI组的肌酐、LDH、胱抑素C、Mb/CK、肌酐/胱抑素C高于非AKI组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );两组间患者的年龄、性别、是否合并糖尿病、Mb、LDL-C、血清钠、Mb/肌酐等实验室指标比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表1。

2.2 相关性分析 ERB患者的Mb/CK、胱抑素C与血肌酐呈正相关( $P < 0.05$ );CK、CK-MB、ALT、AST与血肌酐均呈负相关( $P < 0.05$ );而Mb、血清钠、LDL-C、LDH则与血肌酐无相关性( $P > 0.05$ )。

见表2。

2.3 ERB患者合并AKI的危险因素分析 以ERB患者是否合并AKI为因变量(未合并=0,合并=1),ALT、AST、CK-MB、LDH、Mb、胱抑素C及Mb/CK为自变量(除Mb/CK放大1000倍、胱抑素C放大100倍计算,余均按实际数值大小),采用logistic回归分析显示:LDH、Mb/CK、胱抑素C、Mb/肌酐、肌酐/胱抑素C是影响ERB患者是否合并AKI的独立危险因素( $P < 0.05$ )。见表3。

2.4 ROC曲线分析 肌酐、Mb/CK、LDH、CK、ALT、AST、胱抑素C、肌酐/胱抑素C、CK-MB对ERB患者是否合并AKI具有一定预测价值( $P < 0.05$ ),其中Mb/CK预测效能最佳,ROC曲线下面积(AUC)为0.989,95%CI为0.973~1.000;最佳截断值为0.199,灵敏度100%,特异度97.5%。见表4,图1。

表1 AKI组和非AKI组患者临床资料比较 [ $M(P_{25}, P_{75})$ ]

Tab. 1 Comparison of clinical data between AKI group and unconsolidated AKI group patients [ $M(P_{25}, P_{75})$ ]

项目	AKI组( $n=35$ )	非AKI组( $n=119$ )	$Z/\chi^2/t$ 值	$P$ 值
年龄(岁)	21(19,27)	24(18,30)	1.012	0.312
男性[例(%)]	27(77.1)	87(73.1)	0.229	0.632
CK(u/L)	3 918.00(1 662.00, 22 248.40)	49 246.00(21 959.40, 90 839.00)	5.663	<0.001
肌酐( $\mu\text{mol/L}$ )	93.00(74.29, 176.40)	69.69(58.14, 84.00)	4.542	<0.001
Mb(ng/mL)	1 589.00(464.00, 6 790.00)	890.00(455.00, 3 535.00)	1.731	0.083
ALT(u/L)	126.00(28.00, 364.80)	240.30(151.00, 388.0)	3.007	0.003
AST(u/L)	42.00(48.00, 898.00)	816.00(346.00, 1 359.00)	3.481	<0.001
LDH(u/L)	1 995.00(1 427.00, 2 876.00)	546.00(325.00, 1 080.00)	5.387	<0.001
LDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	2.17 $\pm$ 0.63	2.31 $\pm$ 0.58	1.239	0.217
Mb/肌酐	14.90(4.15, 63.70)	14.03(6.73, 48.85)	0.416	0.677
血清钠(mmol/L)	141.40(139.40, 142.80)	141.00(139.20, 143.00)	0.078	0.938
Mb/CK	0.30(0.23, 0.43)	0.03(0.01, 0.08)	8.789	<0.001
胱抑素C(mg/L)	0.89(0.77, 1.02)	0.78(0.70, 0.88)	3.109	0.002
CK-MB(u/L)	105.00(25.00, 323.00)	413.00(208.00, 889.00)	4.523	<0.001
糖尿病[例(%)]	3(8.6)	3(2.5)	2.644	0.104
肌酐/胱抑素C	110.92(88.56, 155.71)	91.51(75.06, 101.35)	3.628	<0.001

表2 实验室指标与肌酐的相关性分析

Tab. 2 Correlation analysis between laboratory indicators and creatinine

指标	$r$ 值	$P$ 值	指标	$r$ 值	$P$ 值
Mb/CK	0.297	<0.001	AST	-0.308	<0.001
CK	-0.191	0.018	LDH	0.025	0.757
CK-MB	-0.200	0.013	血清钠	-0.028	0.728
Mb	0.088	0.277	LDL-C	0.060	0.463
ALT	-0.271	0.001	胱抑素C	0.419	<0.001

表3 ERB患者合并AKI危险因素的logistic回归分析

Tab. 3 Logistic regression analysis of risk factors for AKI in ERB patients

项目	$\beta$	SE	Wald值	OR值	95%CI	$P$ 值
ALT	-0.004	0.001	7.415	0.996	0.994~0.999	0.006
AST	-0.001	<0.001	7.775	0.999	0.998~1.000	0.005
CK-MB	-0.002	0.001	9.882	0.998	0.996~0.999	0.002
Mb/CK	0.010	0.002	24.752	1.010	1.006~1.014	<0.001
LDH	0.001	<0.001	24.886	1.001	1.001~1.001	<0.001
Mb	<0.001	<0.001	10.183	1.000	1.000~1.000	<0.001
胱抑素C	0.030	0.010	9.741	1.031	1.011~1.050	0.002
Mb/肌酐	0.007	0.003	4.911	1.007	1.001~1.013	0.027
肌酐/胱抑素C	0.008	0.004	4.150	1.008	1.000~1.015	0.042

表 4 各危险因素对 ERB 患者合并 AKI 风险的预测价值

Tab. 4 Predictive value of various risk factors for the risk of combined AKI in ERB patients

危险因素	AUC	95%CI	P 值	最佳截断值	敏感度 (%)	特异度 (%)
肌酐	0.753	0.650~0.856	<0.001	81.50	71.40	73.90
Mb	0.596	0.480~0.713	0.083	5 584.50 ng/mL	34.30	89.10
Mb/CK	0.989	0.973~1.000	<0.001	0.20	100.00	97.50
Mb/肌酐	0.523	0.404~0.642	0.677	54.05	31.40	82.40
LDH	0.800	0.707~0.893	<0.001	1 340.10 u/L	80.00	82.40
CK	0.815	0.727~0.903	<0.001	9 114.95 u/L	88.20	68.60
ALT	0.667	0.552~0.783	0.003	92.50 u/L	88.20	48.6
AST	0.694	0.587~0.801	<0.001	570.00 u/L	63.90	71.40
胱抑素 C	0.673	0.567~0.779	0.002	0.86 mg/L	60.00	69.70
肌酐/胱抑素 C	0.702	0.593~0.811	<0.001	106.64	57.10	81.50
CK-MB	0.752	0.659~0.845	<0.001	140.00 u/L	81.50	68.60

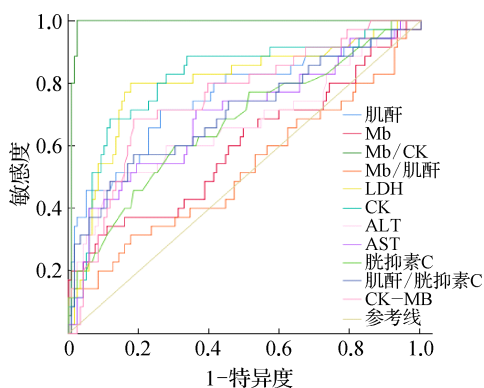


图 1 各危险因素预测 ERB 患者合并 AKI 的 ROC 曲线

Fig. 1 ROC curve of ERB patients with combined AKI predicted by various risk factors

### 3 讨论

ERB 常见于青少年,临床表现为肌肉疼痛、肢体乏力及浓茶色尿,AKI 是最严重的并发症之一。RM 患者合并 AKI 的风险约为 7%~10%<sup>[2]</sup>,而关于 ERB 患者合并 AKI 风险的文章较少,故本文针对 ERB 群体进行探讨。本研究中 ERB 患者 AKI 发病率为 22.7%,高于 10%,考虑不同病因患者群体发病率有所波动。ERB 最常发生于耐力运动<sup>[5]</sup>,发病机制或与高热、肌肉缺氧、缺血及缺血再灌注损伤、细胞内钙超载、自由基损伤有关<sup>[6-7]</sup>。

胱抑素 C 是一种半胱氨酸蛋白酶抑制剂,不受肌肉或饮食的影响且与年龄、性别的相关性不强,故可以比肌酐更灵敏地捕捉早期肾损伤<sup>[8]</sup>。LDH 是一种含锌糖酵解酶,分布在心、肝、肾及肌肉组织中,机体存在炎症时 LDH 常升高。本研究显示,合并 AKI 组的肌酐、LDH、胱抑素 C、Mb/CK、肌酐/胱抑素 C 均高于未合并组,提示它们升高时,肾损伤风险增加。合并 AKI 组 LDH 略高于未合并组,考虑剧烈运动后

细胞损伤使其释放入血<sup>[9]</sup>;而两组 LDH 值均高于正常,可能是运动致肌肉损伤且机体应激所引起。

本文相关性分析提示 CK 与肌酐呈负相关;Mb/CK、胱抑素 C 与其呈正相关。肌肉损伤时细胞破裂,血清 CK 水平升高,有文章将 30 例 ERB 患者作为研究对象,发现 CK 值低反而会增大 AKI 风险<sup>[10]</sup>,本文结果与其一致。也有文章提出 CK/肌酐越高,运动能力越低<sup>[11]</sup>,此观点需更大样本量来验证。logistic 回归分析显示胱抑素 C 是 ERB 患者合并 AKI 的最强独立危险因素而 Mb 为非危险因素。Mb 存在于心肌和骨骼肌内,其峰值出现早、代谢较快,且 ERB 早期不易识别,故可能错过最佳检测时期,导致本研究未发现 Mb 与 ERB 患者合并 AKI 风险的相关性。

有研究提出 RM 患者合并 AKI 的风险与 Mb/CK 呈正相关( $P<0.01$ )<sup>[12]</sup>。本文 ROC 曲线示肌酐、Mb/CK、LDH、CK、胱抑素 C、肌酐/胱抑素 C、ALT、AST、CK-MB 对 ERB 患者是否合并 AKI 具有一定预测价值,其中 Mb/CK 预测效能最佳,AUC 为 0.989,最佳截断值为 0.20,故当 Mb/CK 超过 0.20 时合并 AKI 的风险显著增加。肌酐/胱抑素 C 最近被确定为低骨骼肌质量的标志<sup>[13]</sup>,即肌肉减少指数(SI),SI 的 AUC 为 0.702,最佳临界值为 106.64,该比值越大表示肌肉损伤越严重,肾损伤风险越高。

ERB 的治疗包括:(1) 去除病因;(2) 液体复苏:建议使用 $<5.5 \text{ mL}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 的液体复苏,以防出现肺水肿、医源性高氯性代谢性酸中毒<sup>[14-15]</sup>。(3) 碱化尿液:碳酸氢盐可升高尿 pH 值,不利于 Mb 与 T-H 蛋白相互作用,减少 Mb 沉淀及肾损伤,但合并低钙血症者应谨慎使用<sup>[15-16]</sup>。(4) 药物治疗:如乌司他丁此种丝氨酸蛋白酶抑制剂<sup>[17]</sup>、别嘌醇、氯化亚锡等<sup>[18]</sup>。(5) 连续性肾脏替代治疗(CRRT):血流动力学不稳定且电解质紊乱时推荐使用<sup>[19]</sup>。有研究发现接受了 CRRT 的患者肌酐、Mb 和电解质水平有所改善,但死亡率不变<sup>[20]</sup>。2022 年美国创伤外科协会(AAST)重症监护委员会 RM 临床共识指南提出,连续性或间歇性肾脏替代治疗在 RM 中对预防 AKI 没有任何作用<sup>[21]</sup>。因此早期实施 CRRT 是否可有效预防 AKI 和多脏器功能障碍仍有争议,且不同治疗模式及剂量对溶质清除效果仍需进一步探索。

综上所述,ERB 不易早识别、早诊断、早治疗,AKI 为严重并发症之一。当肌酐、LDH,尤其是胱抑素 C 升高时要警惕 AKI 的发生。LDH、胱抑素 C、Mb/肌酐、肌酐/胱抑素 C 及 Mb/CK 是 ERB 患者合并 AKI 的独立危险因素,肌酐、LDH、CK、Mb/CK、

ALT、AST、CK-MB、胱抑素 C 及肌酐/胱抑素 C 对 ERB 患者是否合并 AKI 具有一定预测价值,其中 Mb/CK 和肌酐/胱抑素 C 为新型预测指标, Mb/CK 预测效能最佳,高于 0.20 时风险显著增加。肌酐/胱抑素 C 作为新提出的肌肉减少标志可以早期识别、预测 AKI,有助于早期实施预防措施,改善患者预后。对于 ERB 患者应制定个体化治疗方案,改善死亡率。不过本研究为回顾性研究,缺乏对患者的远期预后随访,且样本量偏少,后期可开展前瞻性研究及加强随访,进一步探讨 Mb/CK、肌酐/胱抑素 C 对 ERB 患者合并 AKI 风险的预测价值及应用该指标识别早期干预患者的预后情况。

利益冲突 无

#### 参考文献

- [1] 闫蕾,武宜.运动性横纹肌溶解症临床及 MRI 特点分析[J].医学理论与实践,2021,34(19):3433-3435.  
Yan L, Wu Y. Clinical and MRI features of exercise-induced rhabdomyolysis[J]. J Med Theory Pract, 2021, 34(19): 3433-3435.
- [2] Bosch X, Poch E, Grau JM. Rhabdomyolysis and acute kidney injury[J]. N Engl J Med, 2009, 361(1): 62-72.
- [3] Michelsen J, Cordtz J, Liboriussen L, et al. Prevention of rhabdomyolysis-induced acute kidney injury-A DASAIM/DSIT clinical practice guideline[J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2019, 63(5): 576-586.
- [4] Palevsky PM, Liu KD, Brophy PD, et al. KDOQI US commentary on the 2012 KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury[J]. Am J Kidney Dis, 2013, 61(5): 649-672.
- [5] Luetmer MT, Boettcher BJ, Franco JM, et al. Exertional rhabdomyolysis: a retrospective population-based study[J]. Med Sci Sports Exer, 2020, 52(3): 608-615.
- [6] Heard H, Barker J. Recognizing, diagnosing, and treating rhabdomyolysis[J]. JAAPA, 2016, 29(5): 29-32.
- [7] Petejova N, Martinek A. Acute kidney injury due to rhabdomyolysis and renal replacement therapy: a critical review[J]. Crit Care, 2014, 18(3): 224.
- [8] Costanzo MR, Barasch J. Creatinine and cystatin C: not the troponin of the kidney[J]. Circulation, 2018, 137(19): 2029-2031.
- [9] 冯喜娜.乳酸脱氢酶、天冬氨酸转氨酶、C 反应蛋白对小儿难治性肺炎支原体肺炎的早期诊断价值分析[J].辽宁医学杂志, 2023, 37(2): 84-87.  
Feng XN. Value of lactate dehydrogenase, aspartate aminotransferase and C-reactive protein in early diagnosis of refractory *Mycoplasma pneumoniae* in children[J]. Med J Liaoning, 2023, 37(2): 84-87.
- [10] Oh RC, Arter JL, Tigliano SM, et al. Exertional rhabdomyolysis: a case series of 30 hospitalized patients[J]. Mil Med, 2015, 180(2): 201-207.
- [11] van de Velde NM, Koeks Z, Signorelli M, et al. Longitudinal assessment of creatine kinase, creatine/creatinine<sub>ratio</sub>, and myostatin as monitoring biomarkers in Becker muscular dystrophy[J]. Neurology, 2023, 100(9): e975-e984.
- [12] Vangstad M, Bjornaas MA, Jacobsen D. Rhabdomyolysis: a 10-year retrospective study of patients treated in a medical department[J]. Eur J Emerg Med, 2019, 26(3): 199-204.
- [13] Lin YL, Chang IC, Liou HH, et al. Serum indices based on creatinine and cystatin C predict mortality in patients with non-dialysis chronic kidney disease[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 16863.
- [14] Long B, Koyfman A, Gottlieb M. An evidence-based narrative review of the emergency department evaluation and management of rhabdomyolysis[J]. Am J Emerg Med, 2019, 37(3): 518-523.
- [15] Kim HW, Kim S, Ohn JH, et al. Role of bicarbonate and volume therapy in the prevention of acute kidney injury in rhabdomyolysis: a retrospective propensity score-matched cohort study[J]. Kidney Res Clin Pract, 2022, 41(3): 310-321.
- [16] Manis T, George-Varghese B, Kashani J. Rhabdomyolysis - Go big or go home[J]. Am J Emerg Med, 2019, 37(12): 2194-2196.
- [17] Wang JX, Xu GW, Jin H, et al. Ulinastatin alleviates rhabdomyolysis-induced acute kidney injury by suppressing inflammation and apoptosis via inhibiting TLR4/NF-κB signaling pathway[J]. Inflammation, 2022, 45(5): 2052-2065.
- [18] 靳衡,刘起辉,孙可可,等.横纹肌溶解症常见并发症及治疗进展[J].天津医药,2023,51(3):329-332.  
Jin H, Liu QH, Sun KK, et al. Advances in complications and management of rhabdomyolysis[J]. Tianjin Med J, 2023, 51(3): 329-332.
- [19] Ren LJ, Wei CY, Wei F, et al. A case report of rhabdomyolysis and osteofascial compartment syndrome in a patient with hypothyroidism and diabetes[J]. BMC Endocr Disord, 2021, 21(1): 212.
- [20] Li XY, Bai M, Yu Y, et al. Earlier continuous renal replacement therapy is associated with reduced mortality in rhabdomyolysis patients[J]. Ren Fail, 2022, 44(1): 1743-1753.
- [21] Kodadek L, Carmichael Li SP, Seshadri A, et al. Rhabdomyolysis: an American association for the surgery of trauma critical care committee clinical consensus document[J]. Trauma Surg Acute Care Open, 2022, 7(1): e000836.

收稿日期:2023-08-30 修回日期:2023-11-18 编辑:叶小舟