

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.09.012  
文章编号: 1005-8982 (2024) 09-0084-06

临床研究·论著

## 神经元特异性烯醇化酶及乳酸水平与新生儿窒息心肌损伤严重程度的关系\*

韩聪, 王娜

(1. 常州市妇幼保健院 儿科, 江苏 常州 213000; 2. 常州市第四人民医院 儿科, 江苏 常州 213001)

**摘要: 目的** 探讨神经元特异性烯醇化酶(NSE)和乳酸水平在评估新生儿窒息后心肌损伤严重程度中的应用价值。**方法** 回顾性分析2020年10月—2023年10月常州市妇幼保健院收治的120例新生儿窒息合并心肌损伤的患儿。根据心肌损伤标志物心肌钙蛋白I(cTnI)水平,将患儿分为轻度组(79例)和重度组(41例),并选取同期在该院出生的60例健康新生儿作为对照组。比较3组的血清NSE、乳酸、脑钠肽及乳酸脱氢酶(LDH)水平。采用Spearman相关性分析血清NSE、乳酸与心肌损伤标志物的相关性;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析这些指标对新生儿窒息心肌损伤严重程度的诊断价值。**结果** 重度组的NSE和乳酸水平高于轻度组和对照组( $P < 0.05$ ),且轻度组的NSE和乳酸水平高于对照组( $P < 0.05$ )。NSE与cTnI、脑钠肽及LDH呈正相关( $r_s = 0.604, 0.596$ 和 $0.631$ ,均 $P < 0.05$ ),乳酸与cTnI、脑钠肽及LDH呈正相关( $r_s = 0.748, 0.666$ 和 $0.738$ ,均 $P < 0.05$ )。NSE和乳酸在诊断心肌损伤严重程度时具有较高的敏感性[95.1%(95% CI: 0.835, 0.994)]和特异性[93.7%(95% CI: 0.858, 0.979)]。**结论** NSE和乳酸可作为评估新生儿窒息后心肌损伤严重程度的有效生物标志物,有助于临床医师在早期进行风险评估和制订合适的治疗策略。

**关键词:** 新生儿窒息; 心肌损伤; 神经元特异性烯醇化酶; 乳酸; 严重程度

**中图分类号:** R722.12

**文献标识码:** A

## The relationship of neuron specific enolase and lactate levels with the severity of neonatal asphyxia myocardial injury\*

Han Cong, Wang Na

(1. Department of Pediatrics, Changzhou Maternal and Child Health Hospital, Changzhou, Jiangsu 213000, China; 2. Department of Pediatrics, Changzhou Fourth People's Hospital, Changzhou, Jiangsu 213001, China)

**Abstract: Objective** To investigate the application value of neuron-specific enolase (NSE) and lactate levels in assessing the severity of myocardial injury following neonatal asphyxia. **Method** A retrospective analysis was conducted on 120 neonates with asphyxia and associated myocardial injury treated at Changzhou Maternal and Child Health Care Hospital from October 2020 to October 2023. Based on the levels of cardiac troponin I (cTnI), a myocardial injury biomarker, patients were divided into a mild group (79 cases) and a severe group (41 cases). Additionally, 60 healthy neonates born during the same period served as the control group. Serum levels of NSE, lactate, brain natriuretic peptide, and lactate dehydrogenase were compared among the three groups. Spearman's correlation analysis was used to examine the relationship between serum NSE, lactate, and myocardial injury markers. Receiver operating characteristic (ROC) curves were drawn to analyze the diagnostic value of these

收稿日期: 2023-11-09

\* 基金项目: 江苏省自然科学基金面上基金(No: BK20201175); 江苏省妇幼健康科研项目(No: F202067)

indicators in assessing the severity of myocardial injury in neonates with asphyxia. **Result** The levels of NSE and lactate were higher in the severe group compared to the mild and control groups ( $P < 0.05$ ), and also higher in the mild group compared to the control group ( $P < 0.05$ ). NSE showed positive correlations with cTnI, brain natriuretic peptide, and lactate dehydrogenase ( $r_s = 0.604, 0.596, \text{ and } 0.631$ , respectively, all  $P < 0.05$ ). Lactate also showed positive correlations with these myocardial injury markers ( $r_s = 0.748, 0.666, \text{ and } 0.738$ , respectively, all  $P < 0.05$ ). NSE and lactate demonstrated high sensitivity [95.1% (95% CI: 0.835, 0.994)] and specificity [93.7% (95% CI: 0.858, 0.979)] in diagnosing the severity of myocardial injury. **Conclusion** NSE and lactate can serve as effective biomarkers for assessing the severity of myocardial injury following neonatal asphyxia, aiding clinicians in early risk assessment and in devising appropriate treatment strategies.

**Keywords:** neonatal asphyxia; myocardial injury; neuron-specific enolase; lactate; severity

新生儿窒息是婴儿期最常见的紧急情况之一,其可能导致严重的心肌损伤,对新生儿的健康产生长期的负面影响<sup>[1-2]</sup>。临床评估和监测新生儿窒息后心肌损伤的严重程度对于指导治疗和预测预后至关重要<sup>[3]</sup>。然而,目前缺乏简便且有效的生物标志物来评估心肌损伤的严重程度。近年来,神经元特异性烯醇化酶(neuron-specific enolase, NSE)和乳酸在心脏病理生理学中的作用受到越来越多的关注<sup>[4]</sup>。NSE作为一种存在于神经元和神经内分泌细胞中的酶,其在脑损伤和其他神经系统疾病中的水平变化已被广泛研究<sup>[5]</sup>。相比之下,对于NSE在心肌损伤中的作用及其与乳酸水平关系的研究较为有限。乳酸作为代谢紊乱的一个关键指标,其在心肌缺氧和损伤中的水平上升可能反映细胞代谢状态和能量平衡的变化<sup>[6]</sup>。本研究旨在探讨NSE和乳酸水平与新生儿窒息后心肌损伤严重程度的关系,期望能够提供更多关于这些生物标志物在新生儿心肌损伤评估中的潜在应用,为临床医师提供更为准确的工具来评估和管理新生儿窒息后的心脏健康状况。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

本研究选取2020年10月—2023年10月常州市妇幼保健院收治的120例新生儿窒息合并心肌损伤的患儿作为研究对象。根据心肌损伤标志物心肌钙蛋白I(cardiac Troponin I, cTn I)的水平,将患儿分为轻度组(79例)和重度组(41例)。同时,选取同期出生的60例健康新生儿作为对照组。轻度组男性42例(53.16%),女性37例(46.84%);平均出生体重( $2.81 \pm 0.39$ )kg;平均出生时长38周。重度组男性22例(53.66%),女性19例(46.34%);平均出

生体重( $2.79 \pm 0.41$ )kg,平均出生时长37周。对照组男性31例(51.67%),女性29例(48.33%);平均出生体重( $3.03 \pm 0.49$ )kg,平均出生时长39周。3组的性别、年龄及其他一般资料比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。

### 1.2 纳入与排除标准

纳入标准:①根据临床和实验室标准,明确诊断为新生儿窒息。②通过cTn I等心肌损伤生化标志物的升高来确认心肌损伤。③家长或法定监护人书面同意。排除标准:①有严重先天性心脏病、遗传性代谢疾病或其他重大系统性疾病的新生儿。②早产儿、极低体重儿或巨大儿。③母亲孕期有严重感染、药物滥用、慢性疾病(如高血压、糖尿病)等。④研究前接受过可能影响心肌损伤或神经元特异性烯醇化酶和乳酸水平的治疗。⑤无法获得完整的临床或实验室数据的患儿。

### 1.3 方法

1.3.1 酶联免疫吸附试验(enzyme linked immunosorbent assay, ELISA)检测cTn I和NSE水平 诊断新生儿窒息合并心肌损伤后立即采集静脉血,并将血液样本置于含有抗凝剂的试管,3 000 r/min离心10 min取血清。按照ELISA试剂盒(德国Sigma-Aldrich公司)的说明书准备所需试剂和样本。将血清样本和对应的标准品依次加入ELISA板的孔中,加入检测抗体,与cTn I或NSE特异性结合的酶标记抗体,孵育1~2 h,使抗体与抗原充分结合,清洗ELISA板去除未结合的物质,加入显色剂,该物质与酶标记抗体反应产生颜色变化,终止反应,并在微孔板阅读器中读取吸光度。根据标准曲线计算样本中的cTn I和NSE浓度<sup>[7]</sup>。

1.3.2 酶动力学法检测乳酸和乳酸脱氢酶(lactate dehydrogenase, LDH)水平 诊断新生儿窒息合并心

肌损伤后采集新生儿静脉血,3 000 r/min 离心 10 min 取血清。使用自动生化分析仪[WD-480, 维尔医疗技术(云南)有限公司],准备反应混合物,将血清样本加入反应混合物中,在分析仪器中进行温度控制和时间监控的反应,通过测定反应混合物的光密度变化来确定乳酸和LDH浓度<sup>[8]</sup>。

**1.3.3 化学发光免疫分析法检测脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)** 诊断新生儿窒息合并心肌损伤后采集新生儿静脉血,3 000 r/min 离心 10 min 取血清。根据化学发光免疫分析仪器(德国西门子公司,IMMULITE 2000 Xpi)的说明书准备试剂和样本,将血清样本加入含有BNP特异性抗体的反应管中,加入带有化学发光标记的二次抗体,孵育,允许抗原-抗体复合物形成。使用化学发光仪器检测并记录发光强度<sup>[9]</sup>。

#### 1.4 评价指标及作用

①cTn I, 作为心肌损伤的主要生化标志物,用于区分心肌损伤的严重程度。②血清NSE, 作为神经损伤的指标, 评估其与心肌损伤之间的相关性。③血清乳酸, 反映组织缺氧程度, 与新生儿窒息后心肌损伤严重程度有关。④血清脑钠肽, 作为心脏应激和心脏功能不全的生化指标, 用于评估心肌损伤。⑤血清LDH, 作为细胞损伤的通用指标, 用于评估心肌细胞的损伤程度。

#### 1.5 统计学方法

数据分析采用SPSS 26.0统计软件。计数资料

以构成比(%)表示,比较用 $\chi^2$ 检验;计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,比较用方差分析,两两比较用LSD-*t*检验;相关性分析采用Spearman法;绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 各组NSE及乳酸水平比较

各组NSE、乳酸水平比较,经方差分析,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。重度组NSE、乳酸水平均高于轻度组和对照组( $P < 0.05$ ),轻度组NSE、乳酸水平均高于对照组( $P < 0.05$ )。见表1。

表1 各组NSE及乳酸水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	NSE/( $\mu\text{g/L}$ )	乳酸/(mmol/L)
对照组	60	0.37 $\pm$ 0.10	4.71 $\pm$ 0.66
轻度组	79	1.39 $\pm$ 1.10 <sup>①</sup>	6.28 $\pm$ 0.81 <sup>①</sup>
重度组	41	4.02 $\pm$ 1.73 <sup>①②</sup>	9.07 $\pm$ 1.28 <sup>①②</sup>
<i>F</i> 值		137.659	288.829
<i>P</i> 值		0.000	0.000

注:①与对照组比较, $P < 0.05$ ;②与轻度组比较, $P < 0.05$ 。

### 2.2 各组cTn I、脑钠肽及LDH水平比较

各组cTn I、脑钠肽、LDH水平比较,经方差分析,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。重度组的cTn I、脑钠肽、LDH水平均高于轻度组和对照组( $P < 0.05$ ),轻度组的cTn I、脑钠肽、LDH水平均高于对照组( $P < 0.05$ )。见表2。

表2 各组cTn I、脑钠肽及LDH水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	cTn I/(pg/mL)	脑钠肽/(ng/L)	LDH/(ng/L)
对照组	60	71.57 $\pm$ 3.88	30.45 $\pm$ 5.10	174.71 $\pm$ 19.66
轻度组	79	104.78 $\pm$ 9.48 <sup>①</sup>	51.39 $\pm$ 6.04 <sup>①</sup>	416.28 $\pm$ 20.81 <sup>①</sup>
重度组	41	163.49 $\pm$ 12.99 <sup>①②</sup>	84.02 $\pm$ 9.73 <sup>①②</sup>	549.07 $\pm$ 22.28 <sup>①②</sup>
<i>F</i> 值		1 247.900	757.727	4 364.090
<i>P</i> 值		0.000	0.000	0.000

注:①与对照组比较, $P < 0.05$ ;②与轻度组比较, $P < 0.05$ 。

### 2.3 NSE及乳酸与新生儿窒息心肌损伤严重程度的相关性

NSE与cTn I、脑钠肽及LDH均呈正相关( $P < 0.05$ ),乳酸与cTn I、脑钠肽及LDH均呈正相关( $P < 0.05$ )。见表3。

表3 NSE及乳酸与新生儿窒息心肌损伤严重程度的相关性

指标	cTn I		脑钠肽		LDH	
	$r_s$ 值	<i>P</i> 值	$r_s$ 值	<i>P</i> 值	$r_s$ 值	<i>P</i> 值
NSE	0.604	0.000	0.596	0.000	0.631	0.000
乳酸	0.748	0.000	0.666	0.000	0.738	0.000

### 2.4 NSE及乳酸诊断新生儿窒息心肌损伤严重程度的价值

NSE诊断新生儿窒息心肌损伤严重程度的敏感性为63.4%,特异性为92.4%,曲线下面积为0.821;

乳酸诊断新生儿窒息心肌损伤严重程度的敏感性为85.4%,特异性为84.8%,曲线下面积为0.884;两者联合的敏感性为95.1%,特异性为93.7%,曲线下面积为0.977。见表4和图1。

表4 NSE及乳酸诊断新生儿窒息心肌损伤严重程度的效能分析

指标	最佳截断值	敏感性/ %	95% CI		特异性/ %	95% CI		约登指数	曲线下 面积	95% CI	
			下限	上限		下限	上限			下限	上限
NSE	3.22	63.4	0.469	0.779	92.4	0.842	0.972	0.558	0.821	0.737	0.905
乳酸	7.21	85.4	0.708	0.944	84.8	0.750	0.919	0.702	0.884	0.813	0.956
联合	-	95.1	0.835	0.994	93.7	0.858	0.979	0.888	0.977	0.950	0.999

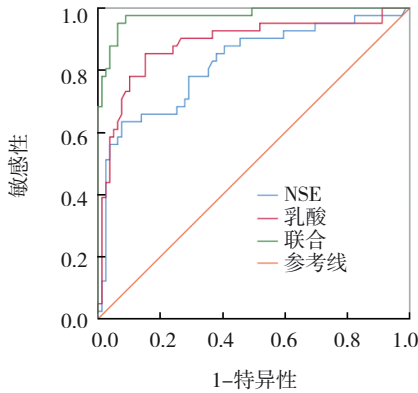


图1 NSE、乳酸及其联合诊断新生儿窒息心肌损伤严重程度的ROC曲线

### 3 讨论

新生儿窒息是指新生儿在出生过程中或出生后立刻出现的严重呼吸障碍,导致血氧饱和度降低和二氧化碳积聚,这种情况可能引起多器官,包括心脏的损伤<sup>[10-12]</sup>。心肌损伤是窒息的重要临床后果之一,可能导致短期和长期的心脏问题,甚至在严重情况下导致新生儿死亡<sup>[13-14]</sup>。NSE是一种主要在神经细胞中发现的酶,通常用作神经系统损伤的生化标志物。在新生儿窒息情况下,NSE水平的升高可能反映由缺氧导致的脑损伤程度,同时也可能与其他器官(如心脏)的损伤相关<sup>[15-16]</sup>。乳酸是细胞代谢过程中的产物,尤其是在缺氧条件下。在新生儿窒息的情况下,组织缺氧导致乳酸水平升高,其反映了全身的代谢应激状态<sup>[17]</sup>。乳酸水平的测定有助于评估新生儿的代谢状态和窒息的严重程度。研究NSE和乳酸水平与新生儿窒息心肌损伤之间的关系对于理解窒息的生物学机制

至关重要。通过监测这些生物标志物,医生可能能够更准确地评估窒息的严重程度,预测心肌损伤的风险,从而提前采取适当的治疗措施。此外,这些标志物也可能帮助在临床上对窒息新生儿的治疗效果进行监测和评估。

本研究结果发现,重度组患者cTn I、脑钠肽、LDH水平均高于轻度组和对照组;而轻度组患者的上述指标也均高于对照组。从而证实了其作为评估心肌损伤严重程度的生物标志物的潜力。孔凡玲等<sup>[18]</sup>研究发现,新生儿窒息会导致心肌损伤标志物显著升高,窒息程度越重,心肌损伤也越严重。早期给予磷酸肌酸钠干预治疗可以有效降低心肌损伤标志物水平,改善心电图异常,显示出其对心肌的保护作用。冯祖章等<sup>[19]</sup>发现,新生儿窒息会导致心肌损伤,且重度窒息造成的心肌损伤更加严重。血乳酸和心肌酶水平的检测有助于临床诊断新生儿窒息和判断其严重程度。NSE和乳酸水平与cTn I、脑钠肽及LDH等心肌损伤标志物呈正相关。这进一步支持了NSE和乳酸在心肌损伤评估中的重要性。在新生儿窒息期间,脑缺氧缺血情况导致脑细胞,特别是神经细胞的损伤,从而导致NSE释放入血液循环<sup>[20-22]</sup>。NSE水平的升高反映了脑细胞的损伤程度,这与心肌损伤相关,因为心脏和大脑在氧气需求方面相似,都对缺氧极为敏感。新生儿窒息导致全身组织和器官,包括心脏和大脑,经历缺氧状态,这促进了无氧代谢,进而导致乳酸水平升高<sup>[23]</sup>。乳酸水平的升高反映了组织缺氧的严重程度,而心肌作为高度依赖

氧气的组织,对缺氧特别敏感,因此乳酸水平可以间接反映心肌损伤的程度<sup>[24]</sup>。新生儿窒息导致的脑缺氧也伴随着全身其他重要器官(如心脏)的缺氧。心肌细胞在缺氧条件下不能有效进行氧气代谢,从而导致心肌细胞损伤或死亡,释放心肌损伤相关的酶和蛋白<sup>[25]</sup>。ROC曲线分析显示,NSE和乳酸联合使用在诊断新生儿窒息后心肌损伤严重程度时具有较高的敏感性和特异性,这表明在临床实践中,NSE和乳酸可以作为有效的标志物来辅助诊断和评估窒息新生儿的心肌损伤程度。NSE和乳酸水平的测定对于新生儿窒息后心肌损伤的早期诊断和风险评估具有重要的临床意义,可能改善患儿预后。

综上所述,NSE和乳酸作为评估新生儿窒息后心肌损伤严重程度的生物标志物,具有显著的临床应用价值。NSE和乳酸不仅能够帮助临床医师早期诊断心肌损伤,而且还有助于对病情严重程度的评估,为制订合适的治疗策略提供重要依据。

#### 参 考 文 献 :

- [1] 金芳,陈宇,刘一勋,等.湖北恩施土家族苗族自治州新生儿窒息危险因素分析及列线图预测模型的构建:一项多中心研究[J].中国当代儿科杂志,2023,25(7):697-704.
- [2] LU W, HU M J, ZHU D D, et al. Clinical characteristics and prognosis of pregnancy-related acute kidney injury: a case series study[J]. *Int Urol Nephrol*, 2023, 55(9): 2249-2255.
- [3] KOCABIYIK B, GUMUS E, ABAS B I, et al. Human Wharton-Jelly mesenchymal stromal cells reversed apoptosis and prevented multi-organ damage in a newborn model of experimental asphyxia[J]. *J Obstet Gynaecol*, 2023, 42(8): 3568-3576.
- [4] OBLING L E R, BESKE R P, MEYER M A S, et al. Prehospital high-dose methylprednisolone in resuscitated out-of-hospital cardiac arrest patients (STEROHCA): a randomized clinical trial[J]. *Intensive Care Med*, 2023, 49(12): 1467-1478.
- [5] CHIPERI L E, HUȚANU A, TECAR C, et al. Serum markers of brain injury in pediatric patients with congenital heart defects undergoing cardiac surgery: diagnostic and prognostic role[J]. *Clin Pract*, 2023, 13(5): 1253-1265.
- [6] YADAV M K, TIWARI S K. Methods for determination of antimicrobial activity of bacteriocins of lactic acid bacteria[J]. *Microbiology*, 2023, 92(6): 745-765.
- [7] 王皓冬,姚超群,樊吉文,等.制备金纳米棒标记的免疫层析试纸条用于临床血清样本中心肌肌钙蛋白I的快速检测[J].分析化学,2023,51(6):945-953.
- [8] 张利.容量目标通气联合肺泡表面活性物质治疗新生儿呼吸窘迫综合症的疗效分析[J].中国现代医学杂志,2019,29(12):106-109.
- [9] 张沛瑶,童媛媛,李艺萱,等.血清NT-proBNP浓度对新生儿心脏手术后AKI的预测价值:基于pROCK标准[J].中华麻醉学杂志,2022,42(4):389-393.
- [10] WELZEL B, SCHMIDT R, JOHNE M, et al. Midazolam prevents the adverse outcome of neonatal asphyxia[J]. *Ann Neurol*, 2023, 93(2): 226-243.
- [11] 陈俊,严争,刘凡.新生儿窒息后脑损伤外周血S100 $\beta$ 、GFAP的变化及临床意义[J].河北医科大学学报,2021,42(2):172-176.
- [12] FENG F, XU D, SHAO Y. A new biomarker neuropeptide Y and bioinformatics analysis of intrahepatic cholestasis of pregnancy[J]. *J Obstet Gynaecol Res*, 2022, 48(7): 1648-1657.
- [13] 陈晓玲,邓颖云,邢舒旺.IL-6、HMGB1、S100B及NSE与新生儿窒息后脑损伤的相关性分析[J].中国现代医学杂志,2021,31(19):33-37.
- [14] 黄菲玲,胡惠英,张素菡,等.移动医疗用于妊娠期糖尿病规范化管理的效果[J].中国医学科学院学报,2021,43(4):551-557.
- [15] TZIAKOURI A, NOVY J, BEN-HAMOUDA N, et al. Relationship between serum neuron-specific enolase and EEG after cardiac arrest: a reappraisal[J]. *Clin Neurophysiol*, 2023, 151: 100-106.
- [16] JIA X, WANG W Q, LIANG J W, et al. Application of amide proton transfer imaging to pretreatment risk stratification of childhood neuroblastoma: comparison with neuron-specific enolase[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2023, 13(5): 3001-3012.
- [17] LITKE Q, WAHBI M, KONTOPOULOU M, et al. Epoxidized canola oil as an environmentally friendly compatibilizer for blending poly(lactic acid) and poly(butylene adipate-co-terephthalate)[J]. *J Mater Sci*, 2023, 58(46): 17691-17710.
- [18] 孔凡玲,胡绍举,刘宽,等.新生儿窒息后对心肌损伤标志物的影响以及磷酸肌酸钠的干预效果分析[J].广东医学,2018,39(9):1398-1401.
- [19] 冯祖章,孙莉.新生儿窒息与血乳酸和心肌酶水平的相关性分析[J].中国儿童保健杂志,2020,28(11):1283-1285.
- [20] 宋佳玉,郭敬,姜春明.钙感受受体通过JNK途径参与内毒素心肌损伤[J].中国应用生理学杂志,2021,37(5):538-542.
- [21] NOBRE PACÍFICO PEREIRA K H, HIBARU V Y, FUCHS K D M, et al. Use of cardiac troponin I (cTnI) levels to diagnose severe hypoxia and myocardial injury induced by perinatal asphyxia in neonatal dogs[J]. *Theriogenology*, 2022, 180: 146-153.
- [22] JIANG L, LI Y N, ZHANG Z, et al. Use of high-sensitivity cardiac troponin I levels for early diagnosis of myocardial injury after neonatal asphyxia[J]. *J Int Med Res*, 2019, 47(7):

- 3234-3242.
- [23] GAZNABI S, MIRANDA J, LORENZATTI D, et al. Multimodality imaging in aortic stenosis: beyond the valve - focusing on the myocardium[J]. *Interv Cardiol Clin*, 2024, 13(1): 101-114.
- [24] LI J L, GONG Y J, WANG Y R, et al. Classification of regulatory T cells and their role in myocardial ischemia-reperfusion injury[J]. *J Mol Cell Cardiol*, 2024, 186: 94-106.
- [25] CHEW M S, LONGROIS D. Cost-effectiveness of detection of peri-operative myocardial injury: beat to the punch or jumping

the gun[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2023, 40(12): 886-887.

(张西倩 编辑)

**本文引用格式:** 韩聪,王娜. 神经元特异性烯醇化酶及乳酸水平与新生儿窒息心肌损伤严重程度的关系[J]. *中国现代医学杂志*, 2024, 34(9): 84-89.

**Cite this article as:** HAN C, WANG N. The relationship of neuron specific enolase and lactate levels with the severity of neonatal asphyxia myocardial injury[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2024, 34(9): 84-89.