

床旁腹部超声联合血乳酸水平在新生儿坏死性小肠结肠炎治疗中的临床应用*

陈蕾 李悦东 张琳 潘健崧 李炎

(梅州市人民医院新生儿科, 广东 梅州 514000)

【摘要】 目的 探究床旁腹部超声联合乳酸水平在新生儿坏死性小肠结肠炎(NEC)治疗中的预测价值。方法 回顾性收集 2019 年 2 月—2024 年 12 月在本院新生儿科住院确诊为 NEC 且符合纳入标准的患儿 94 例,根据是否进行治疗方式分为保守治疗组 70 例和手术治疗组 24 例。采用单因素分析比较两组患儿的临床资料;多因素 Logistic 回归分析 NEC 患儿治疗方式的危险因素;ROC 曲线分析相关指标的预测价值。结果 手术治疗组的母亲围产期病史占比均显著低于保守治疗组($P < 0.05$);手术治疗组的乳酸水平显著高于保守治疗组($P < 0.05$)。乳酸水平、腹部超声结果、CRP 水平均为 NEC 患儿手术治疗的独立影响因素($P < 0.05$)。ROC 曲线分析显示,腹部超声结果、乳酸水平、CRP 水平都具有一定的预测价值,曲线下面积(AUC)分别 0.774、0.842、0.737,两两联合预测结果中以腹部超声结果和乳酸联合的预测价值最高(AUC=0.896),敏感度与特异度分别为 0.871 与 0.875,三者联合的 AUC 为 0.917。结论 腹部超声结果、乳酸水平、CRP 水平可用于识别高风险 NEC 患儿坏死性小肠结肠炎,腹部超声结果联合乳酸水平两者联合应用的诊断灵敏度和特异度能达较高水平,有助于临床识别手术干预时机。

【关键词】 坏死性小肠结肠炎;手术治疗;床旁腹部超声;乳酸;预测价值

【中图分类号】 R722.1 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2026.05.019

Clinical application analysis of bedside abdominal ultrasound combined with blood lactate level in the treatment of neonatal necrotizing enterocolitis

CHEN Lei, LI Yuedong, ZHANG Lin, PAN Jiansong, LI Yan

(Department of Neonatology, Meizhou People's Hospital, Meizhou 514000, Guangdong, China)

【Abstract】 **Objective** To investigate the predictive value of bedside abdominal ultrasound combined with lactate levels in the treatment of neonatal necrotizing enterocolitis (NEC). **Methods** A retrospective collection was conducted of 94 neonates diagnosed with NEC and meeting the inclusion criteria in Department of Neonatology at Meizhou People's Hospital from February 2019 to December 2024. The neonates were divided into two groups based on their treatment methods: the conservative treatment group (70 cases) and the surgical treatment group (24 cases). Clinical data of the two groups were compared using univariate analysis. Multivariate logistic regression analysis was used to identify risk factors for the treatment methods in NEC patients. The predictive value of related indicators was analyzed using ROC curves. **Results** The proportion of perinatal medical history in the surgical treatment group was significantly lower than that in the conservative treatment group ($P < 0.05$). Lactate levels were significantly higher in the surgical treatment group than in the conservative treatment group ($P < 0.05$). Lactate levels, abdominal ultrasound findings, and CRP levels were identified as independent influencing factors for surgical treatment in NEC patients ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that abdominal ultrasound findings, lactate levels, and CRP levels all had certain predictive values, with AUC values of 0.774, 0.842, and 0.737, respectively. The combination of abdominal ultrasound findings and lactate levels had the highest predictive value (AUC=0.896), with a sensitivity of 0.871 and specificity of 0.875. The AUC for the combined use of all three indicators was 0.917. **Conclusion** Abdominal ultrasound findings, lactate levels, and CRP

基金项目:广东省医学科学技术研究基金项目(B2015143);梅州市科技计划项目(2024C0301062)

引用本文:陈蕾,李悦东,张琳,等.床旁腹部超声联合血乳酸水平在新生儿坏死性小肠结肠炎治疗中的临床应用[J].西部医学,2026,38(5):741-746. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2026.05.019

levels can be used to identify high-risk NEC patients. The combined application of these indicators can achieve a high level of diagnostic sensitivity and specificity, which is helpful for clinicians to identify the timing of surgical intervention.

【Key words】 Necrotizing enterocolitis; Surgical; Bedside abdominal ultrasound; Lactic acid; Predictive value

坏死性小肠结肠炎(Neonatal necrotizing enterocolitis, NEC)是新生儿最常见和最严重的胃肠道疾病之一。近年来,临床上对 NEC 的认知程度随新生儿重症监护病房救治水平提高而提高,但临床诊疗效果不尽如人意,NEC 患儿死亡率仍高达 30%^[1-2]。对于保守治疗无效的 NEC 患儿,手术切除坏死肠组织是常规治疗方案,但临床上患儿出现绝对手术指征时病情已经非常严重,手术预后差。而临床中需手术治疗的 NEC 患儿与保守治疗的 NEC 患儿相比,早期临床症状无特异性。有研究报道了超声检查之于 NEC 患儿手术决策的意义,但单纯依靠超声指征结果不足以对病情的轻重程度进行准确评估^[3-5]。此外,有研究发现,NEC 患儿在发病早期动脉血乳酸水平上升,该指标与肠道损伤程度呈正相关^[6]。因此,本研究旨在对高风险 NEC 患儿手术治疗的危险因素,探讨床旁腹部超声联合乳酸水平对 NEC 患儿确定手术干预时机的预测价值,为 NEC 临床治疗方案制定提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取 2019 年 2 月—2024 年 12 月在本院新生儿科住院确诊为 NEC 且符合纳入标准的患儿 94 例,按治疗方式将患儿分为保守治疗组 70 例与手术治疗组 24 例。纳入标准:①入院日龄 \leq 28 天。②符合《实用新生儿学》第五版的 NEC 诊断标准^[7]。③临床资料完整。④家属知情同意。排除标准:①合并先天性消化道畸形、严重先天缺陷及遗传代谢性疾病。②家长放弃治疗。本研究通过本院伦理委员会批准(审批号:梅市伦审 2024-C-276)。

1.2 方法

1.2.1 临床资料收集 收集患儿临床资料,包括:①一般资料:性别、出生体重、胎龄、是否为试管婴儿、NEC 诊断日龄、1 min 及 5 min 的 Apgar 评分、出生时是否窒息、有无动脉导管未闭(PDA,定义为心脏超声明确提示心脏结构异常)、脐静脉置管、NEC 起病前输血情况(输血包括红细胞、新鲜冰冻血浆、血小板输注)及呼吸机使用情况(分为未使用、使用)、NEC 起病时合并并发症(并发症包括休克、凝血功能障碍、败血症、呼吸衰竭及电解质紊乱)、酸中毒情况(酸中毒包括代谢酸中毒及呼吸性酸中毒)。②患儿母亲资料:母亲年龄、分娩方式(分为顺产及剖腹产)、围产期病史、羊水状况(羊水异常包括羊水混浊、羊水量过少与

颜色异常)、脐带状况(脐带异常包括绕颈、打结、细小)。③检查指标:腹部超声结果(疾病或病变定义为:肠蠕动减弱、肠壁血流灌注减少、肠壁增厚及肠壁积气)、乳酸水平、白细胞指数(WBC)、血小板(定义 $<100 \times 10^9/L$ 为血小板减少、 $\geq 100 \times 10^9/L$ 为血小板正常)、贫血(定义 HGB <145 g/L 为贫血, ≥ 145 g/L 为正常)、C 反应蛋白(CRP,定义 <10 mg/L 为正常, ≥ 10 mg/L 为升高)、降钙素原(PCT,定义 <0.5 ng/mL 为正常, ≥ 0.5 ng/mL 为升高)。以上指标均参照《实用新生儿学》第五版^[7]。

1.2.2 Apgar 评分 由美国麻醉学家 Virginia Apgar 提出的标准化评估工具,用于评估新生儿出生后 1、5、10 min 的生命体征,主要用于判断新生儿是否存在窒息、窒息程度以及复苏效果。8~10 分为正常新生儿;4~7 分为轻度窒息;0~3 分为重度窒息^[8]。

1.2.3 床旁腹部超声检测 所有患儿取仰卧位,患儿家属协助固定体位,采用彩色多普勒超声诊断仪线阵探头进行检查,观察患儿腹腔内有无肠蠕动减弱、肠壁血流灌注减少、肠壁增厚及肠壁积气等情况。

1.2.4 实验室检查指标 采集确诊 NEC 患儿的桡静脉血 2 mL 进行血常规检查,CRP、PCT 水平采用 ELISA 法进行检测;采集 NEC 患儿确诊 24 h 内动脉血 1 mL,使用 MEDICA EasyStat 血气分析仪进行乳酸水平检测。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 26.0 软件、R4.4.2 及 R studio 软件进行统计学分析。计数资料以频数 n (%)表示,采用 χ^2 检验,若超过 20% 单元格的期望频数(T) <5 ,则采用 Fisher 确切概率法;计量资料符合正态分布者采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,采用两独立样本 t 检验;非正态分布者采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用 Mann-Whitney U 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。将有统计学意义的变量进行多因素 Logistic 回归分析,多个自变量间的共线性评估依据容差及方差膨胀因子(Variance Inflation Factor, VIF),若容差 <0.1 且 $VIF > 10$ 则认为存在共线性。由受试者工作特征(ROC)曲线分析各危险因素对 NEC 患儿手术治疗的预测价值。

2 结果

2.1 两组 NEC 患儿的临床资料比较 临床资料比较结果显示,两组患儿的出生体重、胎龄、围产期病史、出生时是否窒息、合并并发症、腹部超声结果、脐

静脉置管、NEC 前输血情况、NEC 前呼吸支持使用情况、乳酸、血小板、CRP 和 PCT 差异均具有显著性 ($P < 0.05$), 见表 1。

表 1 两组 NEC 患儿的临床资料比较 [$M(P_{25}, P_{75}), n(\times 10^{-2}), (\bar{x} \pm s)$]
Table 1 Comparison of clinical data between the two groups of NEC children

变量	保守治疗组 (n=70)	手术治疗组 (n=24)	t/ χ^2 /Z	P	变量	保守治疗组 (n=70)	手术治疗组 (n=24)	t/ χ^2 /Z	P
性别			$\chi^2=0.007$	0.932	Apgar 1min 评分(分)	8.50 (7.25, 9.75)	9.00 (9.00, 9.00)	Z=-1.846	0.065
女	24 (34.29)	8 (33.33)			Apgar 5min 评分(分)	9.00 (8.00, 10.00)	10.00 (9.00, 10.00)	Z=-1.856	0.063
男	46 (65.71)	16 (66.67)			脐静脉置管			$\chi^2=4.635$	0.031
出生体重(kg)	1.45 (0.99, 2.30)	2.66 (1.90, 2.94)	Z=-3.257	0.001	否	38 (54.29)	19 (79.17)		
胎龄(周)	31.50 (29.00, 36.75)	37.00 (33.75, 39.00)	Z=-3.157	0.002	是	32 (45.71)	5 (20.83)		
母亲年龄(岁)	30.80±4.54	29.50±6.26	t=0.936	0.356	NEC 诊断日龄(d)	15.00 (6.00, 25.00)	9.50 (4.75, 19.00)	Z=-1.459	0.145
围产期病史			$\chi^2=2.763$	0.019	NEC 前输血情况			$\chi^2=8.305$	0.004
无	30 (42.86)	15 (62.50)			未输血	46 (65.71)	23 (95.83)		
有	40 (57.14)	9 (37.50)			输血	24 (34.29)	1 (4.17)		
羊水状况			$\chi^2=0.052$	0.820	NEC 前呼吸支持使用情况			$\chi^2=11.624$	0.001
正常	61 (87.14)	22 (91.67)			未使用	17 (10.00)	15 (50.00)		
异常	9 (12.86)	2 (8.33)			使用	53 (50.00)	9 (37.50)		
脐带状况			$\chi^2=0.000$	1.000	乳酸(mmol/L)	1.34 (0.86, 1.97)	2.27 (1.83, 3.30)	Z=-4.978	<0.001
正常	63 (90.00)	22 (91.67)			酸中毒			$\chi^2=0.528$	0.468
异常	7 (10.00)	2 (8.33)			否	64 (91.43)	20 (83.33)		
分娩方式			$\chi^2=0.047$	0.829	是	6 (8.57)	4 (16.67)		
顺产	42 (60.00)	15 (62.50)			WBC($\times 10^9/L$)	10.75 (7.43, 13.10)	10.45 (6.73, 14.68)	Z=0.000	1.000
剖腹产	28 (40.00)	9 (37.50)			血小板			$\chi^2=4.340$	0.037
是否试管婴儿			$\chi^2=3.223$	0.073	血小板减少	3 (4.29)	5 (20.83)		
否	52 (74.29)	22 (91.67)			血小板正常	67 (95.71)	19 (79.17)		
是	18 (25.71)	2 (8.33)			CRP			$\chi^2=16.315$	<0.001
出生时是否窒息			$\chi^2=4.172$	0.041	正常	39 (55.71)	2 (8.33)		
否	56 (80.00)	24 (100.00)			升高	31 (44.29)	22 (91.67)		
是	14 (20.00)	0 (0.00)			PCT			$\chi^2=9.743$	0.002
PDA			$\chi^2=0.928$	0.335	正常	34 (48.57)	3 (12.50)		
否	45 (64.29)	18 (75.00)			升高	36 (51.43)	21 (87.50)		
是	25 (35.71)	6 (25.00)			贫血			$\chi^2=0.000$	1.000
合并并发症			$\chi^2=12.907$	<0.001	是	57 (81.43)	19 (79.17)		
否	47 (67.14)	6 (25.00)			否	13 (18.57)	5 (20.83)		
是	23 (32.86)	18 (75.00)							
腹部超声结果			$\chi^2=22.780$	<0.001					
无明显疾病或病变	53 (75.71)	5 (20.83)							
存在疾病或病变	17 (24.29)	19 (79.17)							

2.2 NEC 患儿手术治疗影响因素的多因素 Logistic 回归分析 共线性分析结果显示, 将单因素分析后有统计学差异的指标纳入多因素 Logistic 回归分析中, 其中出生体重与胎龄之间存在共线性, 综合考虑剔除胎龄, 剩余 12 个指标 VIF 为 1.206~3.881, 容差为 0.258~0.829, 不存在共线性。以治疗方式为因变量, 12 个存在显著性差异的指标作为自变量, 回归分析结果显示, 腹部超声结果、酸中毒、CRP 是 NEC 患儿手术治疗的独立危险因素, 见表 2、3。

2.3 各独立危险因素对 NEC 患儿手术治疗的预测价值 以腹部超声结果、乳酸、CRP 水平为检验变量, 以治疗方式为状态变量(手术治疗=1, 保守治疗=0)

表 2 变量赋值表

Table 2 Variable assignment table

变量	赋值
出生体重	原值输入
围产期病史	0=无, 1=有
出生时是否窒息	0=否, 1=是
合并并发症	0=否, 1=是
腹部超声结果	0=无疾病或病变, 1=存在疾病或病变
脐静脉置管	0=否, 1=是
NEC 前输血情况	0=未输血, 1=输血
NEC 前呼吸支持使用情况	0=未使用, 1=使用
乳酸	原值输入
血小板	0=血小板减少, 1=血小板正常
CRP	0=正常, 1=升高
PCT	0=正常, 1=升高

表 3 Logistic 回归分析结果

Table 3 Logistic regression analysis results

变量	β	S.E	Wald	P	OR (95%CI)
常量	-6.001	1.464	-4.098	<0.001	-
腹部超声结果	2.354	0.760	3.099	0.002	10.529(2.375~46.671)
乳酸	1.269	0.479	2.648	0.008	3.556(1.391~9.092)
CRP	2.445	0.945	2.586	0.010	11.528(1.807~73.521)

表 4 腹部超声结果、乳酸、CRP 水平及其联合对 NEC 患儿手术治疗的预测价值

Table 4 Predictive value of abdominal ultrasound results, lactate and CRP levels and their combination for surgical treatment of NEC children

变量	AUC	S.E	P	95%CI		敏感度	特异度	约登指数
				下限	上限			
腹部彩超结果	0.774	0.057	<0.001	0.663	0.885	0.757	0.792	0.549
乳酸	0.842	0.041	<0.001	0.760	0.923	0.600	0.958	0.558
CRP	0.737	0.054	0.001	0.632	0.842	0.557	0.917	0.474
腹部超声结果 & 乳酸	0.896	0.036	<0.001	0.825	0.966	0.871	0.875	0.746
腹部超声结果 & CRP	0.869	0.045	<0.001	0.781	0.957	0.914	0.750	0.664
CRP & 乳酸	0.880	0.038	<0.001	0.806	0.953	0.757	0.917	0.674
三者联合	0.917	0.035	<0.001	0.849	0.986	0.957	0.833	0.790

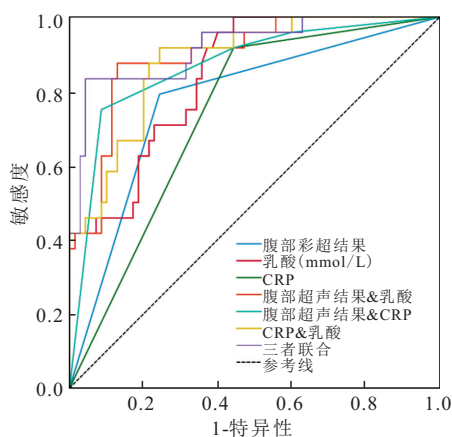


图 1 ROC 曲线

Figure 1 ROC curve

3 讨论

NEC 在早产儿的发病率为 1%~5%，在极低出生体重的新生儿中病死率可以达到 30%，是一种严重威胁患儿生命的急腹症，临床上 20%~40% 的患儿需要外科治疗，本研究中 NEC 患儿进行手术治疗的比例达到了 25.53% (24/94)，与既往研究结果一致^[9-10]。目前肠穿孔为世界公认的 NEC 绝对手术指征，临床征象进行性加重如酸中毒、休克等为手术干预的相对指征^[11-12]。但 NEC 患儿发生肠穿孔时腹腔污染和病情更重，增加手术治疗及预后的难度，且术后存活患儿中高达 25% 留下长期后遗症，如短肠综合征、肠狭窄、生长发育迟缓等，为患儿家庭带来沉重的经济负担^[13-14]。但需要外科干预的 NEC 患儿在发病早期临床症状较为隐匿，往往表现出嗜睡、低血压等非特异

绘制 ROC 曲线。结果显示，腹部超声结果、乳酸、CRP 水平预测 NEC 患儿手术治疗的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.774、0.842、0.737；两两联合预测的 AUC 分别为 0.896、0.869、0.880，腹部超声与乳酸联合的 AUC 值最高，敏感度与特异度为 0.871、0.875；三者联合预测的 AUC 为 0.917，三者联合预测的 AUC 大于单独或两两联合预测的 AUC。见表 4、图 1。

性感染症状，消化道症状易被误认为重症感染或脓毒血症，容易延误外科干预时间^[15]。因此，尽早确认外科干预时机具有重要的临床意义。本研究通过回顾性分析采用不同治疗方式的 NEC 患儿临床资料，探究 NEC 患儿手术治疗的危险因素，并进一步分析相关因素的预测价值，以期为临床提供参考。

对比不同治疗方式的 NEC 患儿临床资料，结果显示两组患儿的出生体重、胎龄、围产期病史、出生时是否窒息、合并并发症、腹部超声结果、脐静脉置管、NEC 前输血情况、NEC 前呼吸支持使用情况、乳酸、血小板、CRP 和 PCT 存在显著差异。进一步多因素回归分析显示，腹部超声是 NEC 患儿手术治疗独立危险因素。有研究发现^[16]，腹部超声在 NEC 患儿中的诊断价值高，可早期诊断 NEC 患儿的严重程度。这是由于腹部超声能直接观察肠道病变，如肠壁厚度、肠管积气、腹水等情况，当这些指标异常达到一定程度，提示肠道病变严重，往往需要手术干预来解决肠道坏死、穿孔等问题。乳酸是 NEC 患儿手术治疗独立危险因素。乳酸作为反映组织缺氧和代谢紊乱的重要指标，其水平升高表明患儿体内存在严重的代谢异常，可能预示着肠道组织缺血缺氧严重，常规保守治疗难以改善，需要手术来挽救肠道功能^[17]。CRP 水平是 NEC 患儿手术治疗独立危险因素。有研究发现^[18]，炎症因子中 CRP 的高低可以直接反映 NEC 患儿病情发展情况。由于 CRP 是一种急性时相蛋白，在炎症反应中显著升高，高水平的 CRP 意味着患儿体内炎症反应剧烈，肠道炎症严重，这也增加了手术治疗

的必要性^[19-20]。但也有研究表明^[21],单因素结果中 CRP 具有显著差异,多因素分析结果中并没有列为独立影响因素。这是由于多因素分析旨在综合考虑多个因素对结局的作用,会校正其他因素的影响。CRP 未被列为独立影响因素,可能是因为它与其他因素存在较强的相关性。

进一步探究各个独立危险因素的预测价值,乳酸的预测 AUC 最大,为 0.842;腹部超声结果次之, AUC 为 0.774。近年来超声诊断 NEC 的技术日臻完善,对肠壁增厚、肠蠕动减弱、肠壁血流灌注减少等肠管坏死征象的判断敏感度明显高于腹部 X 线。同时有报道高频超声对 NEC 急性期是否需要手术治疗有较高的预测效能^[22]。本研究使用的床旁多普勒超声具有无创伤、无辐射、实时性、可多次重复的优点,对肠管形态及病理变化观察更全面、准确。但也有报道称肠壁增厚、高灌注与手术治疗不相关,肠管病变征象的出现不足以对 NEC 患儿的病情轻重进行准确评估^[3]。常用的实验室指标虽然并非诊断 NEC 的特异性指标,但动态监测其水平变化可以评估疾病的进展情况。在本研究中,采用手术治疗的 NEC 患儿在发病时,乳酸水平显著升高;且手术治疗组存在更多病例表现出高 CRP、PCT 水平、低血小板和血红蛋白水平的患儿。此前也有报道发现 NEC 患儿乳酸水平与住院死亡率相关,CRP 与 NEC 的发生和预后有关^[22]。NEC 发病过程中,因肠道黏膜受损导致肠壁通透性增加,引发全身炎症反应,组织代谢率增加,细胞缺氧加重,导致 NEC 患儿体内乳酸累积。且 NEC 患儿常合并贫血症状,本研究中 NEC 患儿的贫血率高达 80.85%,低血红蛋白水平会影响肠道供氧,加重无氧代谢与乳酸堆积,故乳酸水平可以在一定程度上反映病情的严重程度^[23]。同时本研究发现保守治疗组在术前输血率要高于手术治疗组,输血与 NEC 的相关性也颇受临床关注,但输血为 NEC 的危险因素还是保护因素尚无定论^[24]。结合本研究结果,合理的输血策略可能是降低输血相关性 NEC 发生的有效措施。CRP 作为炎症相关指标可以反映患儿机体整体的炎症状态,可作为判断 NEC 严重程度的指标^[25]。各指标两两联合预测 ROC 曲线结果显示,床旁腹部超声结果联合乳酸水平的 AUC 最大(0.896),约登指数 > 0.7(0.746),接近三者联合 ROC 曲线的 AUC(0.917)及约登指数(0.790),具有较高的预测价值,在实际应用中具有较高的准确性和可靠性。因此,床旁腹部超声联合实验室生化指标可以提高 NEC 患儿手术治疗的预测准确性,是辅助判断手术时机可行的措施。

此外,因本研究作为回顾性研究,纳入的指标与样本量有限,未能进一步构建预测模型并进行验证,后续将扩大研究范围及样本量,进一步探讨 NEC 患儿手术治疗的危险因素,构建预测效能更高的预测模型,为确定 NEC 患儿手术治疗时机提供参考。

4 结论

采用手术治疗的 NEC 患儿的母亲围产期病史、NEC 起病时合并并发症、血小板减少、腹部超声结果存在疾病或病变、NEC 前未脐静脉置管、未输血、未使用呼吸机、CRP 升高、PCT 升高的占比更高,并且胎龄更大、体重更重、乳酸水平更高。其中腹部超声结果显示存在疾病或病变、乳酸水平、CRP 增高为 NEC 患儿手术治疗的独立影响因素,腹部超声结果联合乳酸水平的预测价值较高,可作为早期判断 NEC 是否需要手术治疗的辅助工具。

【参考文献】

- [1] LI J C, ZHOU J J, WENG J W, *et al.* Rapidly progressive necrotizing enterocolitis: risk factors and a predictive model[J]. *Pediatr Res*, 2025, 97(3): 1058-1064.
- [2] 胡路遥, 尚彪, 明欣, 等. 动脉血气分析、PLR 及 NLR 在新生儿坏死性小肠结肠炎的变化及临床意义[J]. *西部医学*, 2025, 37(3): 431-435.
- [3] 马亚, 王峥嵘, 刘琴, 等. 超声检查对新生儿坏死性小肠结肠炎手术决策的意义探讨[J]. *临床小儿外科杂志*, 2022, 21(4): 325-330.
- [4] PROVITERA L, TOMASELLI A, ALGIERI F, *et al.* Gut microbiota-derived metabolites and their role in the pathogenesis of necrotizing enterocolitis in preterm infants: a narrative review[J]. *Metabolites*, 2024, 14(11): 570.
- [5] CHEN J Y, MU F T, GAO K, *et al.* Value of abdominal ultrasonography in predicting intestinal resection for premature infants with necrotizing enterocolitis[J]. *BMC Gastroenterol*, 2022, 22(1): 524.
- [6] 韩金宝, 曹剑英, 刘钢, 等. 伴有血流动力学改变的先天性心脏病继发生坏死性小肠结肠炎的临床特点和结局[J]. *中华小儿外科杂志*, 2023, 44(4): 308-312.
- [7] 邵肖梅, 叶鸿瑁, 丘小汕. *实用新生儿学*[M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2019.
- [8] GRÜNEBAUM A, BORNSTEIN E, DUDENHAUSEN J W, *et al.* Hidden in plain sight in the delivery room - the Apgar score is biased[J]. *J Perinat Med*, 2023, 51(5): 628-633.
- [9] 孙晓娟, 郝庆飞, 程秀永. 早产儿坏死性小肠结肠炎手术治疗的危险因素分析[J]. *医药论坛杂志*, 2023, 44(9): 47-51.
- [10] 甘馨, 李娟. 新生儿坏死性小肠结肠炎研究进展[J]. *中国当代儿科杂志*, 2018, 20(2): 164-168, F0003.
- [11] 李薇, 唐维兵. 新生儿坏死性小肠结肠炎的早期诊断与手术时机选择[J]. *中国实用儿科杂志*, 2024, 39(5): 330-334.
- [12] BETHELL G S, HALL N J. Recent advances in our understanding of NEC diagnosis, prognosis and surgical approach[J].

- Front Pediatr, 2023, 11: 1229850.
- [13] HUANG S, YITAYEW M, ROZYCKI H J. The contribution of low Apgar scores in identifying neonates with short-term morbidities in a large single center cohort[J]. J Perinatol, 2024, 44(6): 865-872.
- [14] JONES I H, HALL N J. Contemporary outcomes for infants with necrotizing enterocolitis—a systematic review[J]. J Pediatr, 2020, 220: 86-92. e3.
- [15] THAKKAR H S, LAKHOO K. The surgical management of necrotising enterocolitis (NEC)[J]. Early Hum Dev, 2016, 97: 25-28.
- [16] 杨怡, 谢承, 黄圣余, 等. 床旁高频超声与 X 线平片在新生儿坏死性小肠结肠炎中的诊断价值对比[J]. 中国现代药物应用, 2024, 18(23): 63-66.
- [17] SOKOU R, MANTZIOS P, PALIOURA A E, *et al.* Diagnostic and prognostic value of hematological parameters in necrotizing enterocolitis: a systematic review[J]. J Clin Med, 2025, 14(7): 2530.
- [18] 张婕, 苗耐英, 李欢, 等. 小剂量多巴胺辅助治疗新生儿坏死性小肠结肠炎的临床疗效及对炎症因子水平的影响[J]. 儿科药理学杂志, 2025, 31(1): 41-44.
- [19] ZENG L, LIU W, LI Y, *et al.* CCL3 as a novel biomarker in the diagnosis of necrotizing enterocolitis [J]. BMC Pediatr, 2024, 24(1): 843.
- [20] RUAN L, CHEN G Y, LIU Z, *et al.* The combination of procalcitonin and C-reactive protein or presepsin alone improves the accuracy of diagnosis of neonatal sepsis: a meta-analysis and systematic review[J]. Crit Care, 2018, 22(1): 316.
- [21] 董婷, 孙靛静, 崔盈盈. 新生儿坏死性小肠结肠炎肠穿孔风险预测模型的构建及验证[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2025, 20(2): 192-196.
- [22] LI B, CHEN Y Z, YANG Z, *et al.* Lactate/albumin ratio as a prognostic biomarker for in-hospital mortality in pediatric patients with necrotizing enterocolitis[J]. BMC Pediatr, 2025, 25(1): 93.
- [23] 刘丹丹, 钟小林, 曹文宇, 等. 细胞焦亡在肠道炎性损伤中作用的研究进展[J]. 中南大学学报(医学版), 2023, 48(2): 252-259.
- [24] 雷小平, 罗丽娟. 输血相关性坏死性小肠结肠炎的思考[J]. 临床儿科杂志, 2022, 40(9): 647-653.
- [25] GARG B D, SHARMA D, BANSAL A. Biomarkers of necrotizing enterocolitis: a review of literature [J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2018, 31(22): 3051-3064.
- (收稿日期: 2025-09-12; 修回日期: 2025-12-11; 编辑: 张翰林)

(上接第 740 页)

- [10] 李萌, 孙爱娜, 高雅. 初产妇分娩 72h 内泌乳启动延迟发生情况及影响因素[J]. 中国计划生育学杂志, 2025, 33(1): 226-229.
- [11] 海迪, 袁凤霞, 王婷. 80 例产科监护室妊娠期糖尿病产妇泌乳启动延迟及影响因素分析[J]. 广州医药, 2024, 55(6): 628-632.
- [12] SEGURA-PÉREZ S, RICHTER L, RHODES E C, *et al.* Risk factors for self-reported insufficient milk during the first 6 months of life: a systematic review[J]. Matern Child Nutr, 2022, 18(Suppl 3): e13353.
- [13] 王丽娟, 邹敏, 何孟亭, 等. 产妇泌乳启动延迟管理的证据总结[J]. 中国护理管理, 2023, 23(4): 551-556.
- [14] 陈佐倩, 杨振宇, 赖建强, 等. 母乳宏量营养素水平与婴儿生长发育关系的研究[J]. 中国食物与营养, 2024, 30(4): 83-88.
- [15] BALLARD O, MORROW A L. Human milk composition nutrients and bioactive factors[J]. Pediatr Clin N Am, 2013, 60(1): 49-74.
- [16] 林怀美, 陈淑音, 林跃进, 等. 母乳成分分析与乳母膳食的相关性研究[J]. 基层医学论坛, 2021, 25(29): 4147-4149.
- [17] DING Y, YANG Y, XU F P, *et al.* Association between dietary fatty acid patterns based on principal component analysis and fatty acid compositions of serum and breast milk in lactating mothers in Nanjing, China[J]. Food Funct, 2021, 12(18): 8704-8714.
- [18] 庞艳, 林芳初, 李媛, 等. 母乳生物标志物在泌乳启动测定中的应用进展[J]. 广西医学, 2021, 43(13): 1636-1639.
- [19] KOMATSU Y, WADA Y, TABATA F, *et al.* Associations between maternal diet, human milk macronutrients, and breastfed infant growth during the first month of life in the SMILE iwamizawa in Japan[J]. Nutrients, 2023, 15(3): 654.
- [20] 逯通, 田慧敏, 于苗, 等. 乳母膳食和乳汁成分与婴儿生长发育的关系分析[J]. 吉林大学学报(医学版), 2019, 45(4): 950-954.
- [21] BOSS M, GARDNER H, HARTMANN P. Normal human lactation: closing the gap[J]. F1000Research, 2018, 7: 801.
- [22] 赵臻, 王丹, 王青云, 等. 黑龙江省哈尔滨市母乳中矿物质含量的检测[J]. 中国乳业, 2020(3): 71-73.
- [23] ARYEETAY R N O, MARQUIS G S, BRAKHOIAPA L, *et al.* Subclinical mastitis may not reduce breastmilk intake during established lactation [J]. Breastfeed Med, 2009, 4(3): 161-166.
- [24] MURASE M, WAGNER E A, J CHANTRY C, *et al.* The relation between breast milk sodium to potassium ratio and maternal report of a milk supply concern[J]. J Pediatr, 2017, 181: 294-297. e3.
- [25] KULSKI J K, HARTMANN P E. Changes in human milk composition during the initiation of lactation[J]. Aust J Exp Biol Med Sci, 1981, 59(1): 101-114.
- [26] MORTON J A. The clinical usefulness of breast milk sodium in the assessment of lactogenesis[J]. Pediatrics, 1994, 93(5): 802-806.
- (收稿日期: 2025-04-01; 修回日期: 2025-09-10; 编辑: 张翰林)