

DOI:10.13350/j.cjpb.260213

• 论著 •

坏死性小肠结肠炎患儿肠道病原菌分布特征 及其与肠道氧饱和度动态变化分析*

羊玲**, 曹祥, 李文琳, 庄太平
(海南省妇女儿童医学中心, 海南海口 570000)

【摘要】 **目的** 探究坏死性小肠结肠炎(Necrotizing enterocolitis, NEC)患儿肠道病原菌的分布特征,分析其与肠道氧饱和度动态变化的关联,为 NEC 的临床诊断、治疗及病情评估提供依据。 **方法** 选取 2021 年 1 月至 2024 年 12 月本中心新生儿科 38 例 NEC 患儿作为病例组,99 例同期非 NEC 患儿作为对照组。采集两组患儿粪便标本,进行病原菌鉴定、药敏试验及毒力基因检测,同时采用近红外光谱技术动态监测肠道氧饱和度,分析病原菌分布与肠道氧饱和度的关系。 **结果** 病例组粪便病原菌阳性率(84.21%)及混合感染率(31.25%)显著高于对照组(46.46%、10.87%)($P < 0.05$)。病例组病原菌以革兰阴性菌为主(75.56%),主要为大肠埃希菌(26.67%)和肺炎克雷伯菌(22.22%);对照组以革兰阳性菌为主(51.92%),主要为凝固酶阴性葡萄球菌(21.15%)和粪肠球菌(19.23%),两组在革兰阴性菌、大肠埃希菌、革兰阳性菌构成比差异显著($P < 0.05$)。病例组 12 株大肠埃希菌对氨苄西林耐药率 100%,对头孢噻肟耐药率 58.33%,33.33% 检出 *eae A* 毒力基因,未检出 *stx 1/stx 2*。病例组肠道氧饱和度最低值、最高值及平均值均显著低于对照组($P < 0.05$)。Pearson 相关性分析显示,肺炎克雷伯菌、大肠埃希菌检出密度与肠道氧饱和度最低水平呈强负相关($r = -0.983, -0.970, P < 0.05$)。3 例手术患儿中,坏死肠段肠道氧饱和度显著低于邻近正常肠管($P < 0.05$),术前肠道氧最低值部位与术中坏死肠段吻合度 66.67%。 **结论** NEC 患儿肠道病原菌分布具有特定特征,且主要病原菌密度与肠道氧饱和度动态变化密切相关,肠道氧饱和度可作为 NEC 病情评估的潜在指标。

【关键词】 坏死性小肠结肠炎;病原菌分布特征;肠道氧饱和度

【文献标识码】 A **【文章编号】** 1673-5234(2026)02-0206-05

[Journal of Pathogen Biology. 2026 Feb.;21(02):206-210.]

Analysis of distribution characteristics of intestinal pathogens and their correlation with dynamic changes of intestinal oxygen saturation in children with necrotizing enterocolitis

YANG Ling, CAO Xiang, LI Wenlin, ZHUANG Taiing (Hainan Provincial Women's and Children's Medical Center, Haikou 570000, China)***

【Abstract】 **Objective** To explore the distribution characteristics of intestinal pathogens in children with necrotizing enterocolitis (NEC) and analyze their correlation with dynamic changes in intestinal oxygen saturation, so as to provide a basis for clinical diagnosis, treatment, and condition assessment of NEC. **Methods** A total of 38 NEC children in the Neonatology Department of our center from January 2021 to December 2024 were selected as the case group, and 99 non-NEC children during the same period were selected as the control group. Fecal samples from both groups were collected for pathogen identification, drug sensitivity testing, and virulence gene detection. Meanwhile, near-infrared spectroscopy was used to dynamically monitor intestinal oxygen saturation, and the relationship between pathogen distribution and intestinal oxygen saturation was analyzed. **Results** The positive rate of fecal pathogens (84.21%) and mixed infection rate (31.25%) in the case group were significantly higher than those in the control group (46.46%, 10.87%) ($P < 0.05$). Pathogens in the case group were mainly gram-negative bacteria (75.56%), mainly *Escherichia coli* (26.67%) and *Klebsiella pneumoniae* (22.22%); the control group was mainly gram-positive bacteria (51.92%), mainly coagulase-negative staphylococci (21.15%) and *Enterococcus faecalis* (19.23%). There were significant differences in the composition ratios of gram-negative bacteria, *E. coli*, and gram-positive bacteria between the two groups ($P < 0.05$). In the case group, 12 strains of *E. coli* showed 100% resistance to ampicillin, 58.33% resistance to cefotaxime, 33.33% detected the *eae A* virulence gene, and no *stx 1/stx 2* was detected. The minimum, maximum, and average values of intestinal oxygen saturation in the case group were significantly lower than those in the control group ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed that the detection density of *Klebsiella pneumoniae* and *E. coli* was strongly

* **【基金项目】** 海南省自然科学基金高层次人才项目(No. 821RC758)。

** **【通信作者(简介)]** 羊玲(1971-),女,海南儋州人,医学硕士,主任医师,研究方向:新生儿疾病。E-mail:lingyangxsher001@sina.com

negatively correlated with the minimum level of intestinal oxygen saturation ($r=-0.983, -0.970, P<0.05$). Among the 3 children who underwent surgery, the intestinal oxygen saturation of the necrotic intestinal segment was significantly lower than that of the adjacent normal intestinal tube ($P<0.05$), and the coincidence rate between the site of the minimum preoperative intestinal oxygen value and the intraoperative necrotic intestinal segment was 66.67%. **Conclusion** The distribution of intestinal pathogens in NEC children has specific characteristics, and the density of main pathogens is closely related to the dynamic changes of intestinal oxygen saturation. Intestinal oxygen saturation can be used as a potential indicator for NEC condition assessment.

【Keywords】 necrotizing enterocolitis; pathogen distribution characteristics; intestinal oxygen saturation

随着新生儿重症监护病房(Neonatal Intensive Care Unit, NICU)救治技术的不断娴熟,早产儿已逐渐成为NICU中最重要的被救治人群。早产儿救治存活率也在不断增加,但早产儿的不良预后也受到高度的关注^[1]。坏死性小肠结肠炎(Necrotizing enterocolitis, NEC)是新生儿期常见的严重胃肠道急症,尤其多见于早产儿,其发病率和病死率均较高,严重威胁新生儿的生命健康^[2]。据美国NICHD统计,活产儿NEC的发病率为0.5%~3%,占NICU患儿总数的2%~5%,其中90%为早产儿,极低出生体重儿患病率为7%~10%^[3]。NEC造成的高病死率和病残率一直未得到明显改善,对早产尤其是超早产儿近期及远期的预后造成极大的影响。NEC的发病机制复杂,目前尚未完全阐明,一般认为与肠道菌群失衡、肠黏膜缺血缺氧、免疫功能低下等多种因素综合作用有关^[4]。肠道病原菌的定植与感染在NEC的发生发展过程中可能扮演着重要角色,不同病原菌的分布特征及其致病性差异可能影响疾病的进程和预后。

近年来,随着微生物检验技术的进步,NEC患儿肠道病原菌的研究越来越受到重视,然而不同地区、不同研究中心的结果存在一定的差异性,有关病原菌与肠组织氧供的相互关系较少被报道。肠道氧饱和度是反映肠组织氧供及氧化代谢状况的重要指标,动态的肠道氧饱和度变化可能和肠组织改变的病理生理状况直接相关。近红外光谱技术的运用使得新生儿肠道氧饱和度的实时监测成为了可能,有助于新生儿肠组织早发性的缺血缺氧的检测。本研究通过对海南省妇女儿童医学中心NEC患儿及非NEC患儿的肠道病原菌进行分离鉴定,分析其肠道病原菌分布及耐药性、毒力基因状况,并探讨病原菌与肠道氧饱和度动态变化的关联,以期为NEC的早期诊断、合理选择使用抗菌药物及病情评估提供一定的理论基础。

对象与方法

1 研究对象

选择2021年1月1日至2024年12月31日在海南省妇女儿童医学中心新生儿科住院治疗的患儿,其中明确诊断NEC(病例组)38例,手术3例,取同期未

患NEC患儿99例为对照组。病例组纳入标准:(1)符合NEC相关诊断标准^[5];(2)胎龄28~36⁺⁶周;(3)监护人同意参加本研究并签署知情同意书。对照组纳入标准:(1)胎龄28~36⁺⁶周;(2)因非肠道疾病入院;(3)无肠道感染症状及体征。排除标准:(1)合并严重并发症患儿;(2)无法接受手术治疗;(3)随访资料不全和中途退出者。

2 标本采集与处理

由专业医护人员使用无菌棉签采集患儿新鲜粪便标本,置于无菌密封容器中,标注患儿姓名、住院号、采集时间,2 h内送至实验室进行处理。将粪便标本用无菌生理盐水稀释成1:10的混悬液,充分振荡混匀后,取100 μ L混悬液分别接种于血琼脂平板、麦康凯琼脂平板、SS琼脂平板、巧克力琼脂平板等,37 $^{\circ}$ C、5% CO₂培养箱中培养24~48 h,观察菌落形态。对于疑似病原菌菌落,进行纯化培养,挑取单个菌落用于后续鉴定。

3 病原菌鉴定及药敏试验

采用VITEK2Compact全自动微生物鉴定系统(法国生物梅里埃公司)鉴定纯化的菌落,仪器操作参照说明书,通过细菌生化反应等特征分析判定病原菌种属。复核鉴定结果,保证鉴定准确。对于病例组检出的大肠埃希菌,采用纸片扩散法进行药敏试验,依照美国临床和实验室标准协会(CLSI)2023年版进行操作,检测氨苄西林、头孢噻肟、头孢他啶、哌拉西林/他唑巴坦、氨曲南、亚胺培南、美罗培南、环丙沙星、阿米卡星等抗菌药物耐药性。将大肠埃希菌菌液浓度调至0.5麦氏浊度,均匀涂布MH琼脂平板,贴上相应抗菌药物纸片,37 $^{\circ}$ C培养18~24 h,测量抑菌环直径。根据CLSI判定大肠埃希菌对该抗菌药物耐药,质控菌株为大肠埃希菌ATCC25922,保证药敏结果准确。对纯化培养的病原菌,采用10倍梯度稀释法计数菌落形成单位(colony-forming unit, CFU)。取100 μ L 1:1000稀释的菌液接种于相应琼脂平板,37 $^{\circ}$ C培养24 h后计数菌落数,计算每克粪便中病原菌的CFU(CFU/g),作为病原菌密度指标。

4 毒力基因检测

采用聚合酶链反应(PCR)方法检测病例组 12 株大肠埃希菌的 *eae A*、*stx 1*、*stx 2* 毒力基因。

4.1 模板 DNA 提取 使用细菌基因组 DNA 提取试剂盒(天根生化科技有限公司)提取大肠埃希菌的基因组 DNA,具体操作按照试剂盒说明书进行。

4.2 引物设计及反应体系 根据 GenBank 中公布的 *eae A*、*stx 1*、*stx 2* 基因序列,由上海生工生物工程股份有限公司设计并合成引物。PCR 反应体系:2×Taq PCR MasterMix 12.5 μL,上游引物(10 μmol/L)1 μL,下游引物(10 μmol/L)1 μL,模板 DNA 2 μL,ddH₂O 8.5 μL,总反应体积 25 μL。

4.3 PCR 反应条件 95 °C 预变性 5 min;95 °C 变性 30 s,退火(*eae A* 基因退火温度 58 °C,*stx 1* 基因退火温度 56 °C,*stx 2* 基因退火温度 55 °C)30 s,72 °C 延伸 30 s,共 35 个循环;72 °C 终延伸 7 min。

4.4 结果判断 取 PCR 产物 5 μL,经 1.5% 琼脂糖凝胶电泳,紫外灯下观察结果。出现与目的片段大小一致的特异性条带即为阳性,否则为阴性。

5 肠道氧饱和度检测

使用近红外光谱技术对两组患儿进行肠道氧饱和度动态监测,每 2 h 监测一次,连续监测 72 h。因新生儿腹腔小,选择探头放置部位为脐部下方处,水平摆放,所得数据即代表该处腹腔血氧饱和度,接近肠道的血氧饱和度。记录每次监测的肠道氧饱和度值,计算每位患儿的肠道氧饱和度最低值、最高值及平均值。对于手术病例,在手术过程中分别检测坏死肠段及邻近正常肠管的肠道氧饱和度,同时记录术前肠道氧最低值部位与术中坏死肠段的吻合情况。吻合情况判定标准:(1)吻合:术前肠道氧最低值部位与术中坏死肠段的解剖位置完全一致;(2)部分吻合:术前肠道氧最低值部位与术中坏死肠段的解剖位置部分重叠(重叠范围<50%)。

6 统计学分析

采用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析。计数资料以例数(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验;计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;采用 Pearson 相关性分析病原菌密度与肠道氧饱和度的相关性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1 肠道病原菌分布特征

病例组粪便病原菌阳性 32 例,阳性率为 84.21% (32/38),对照组粪便病原菌阳性 46 例,阳性率为 46.46% (46/99),病例组粪便病原菌阳性率显著高于对照组($\chi^2 = 15.956, P < 0.05$)。病例组共分离病原

菌 45 株,对照组共分离病原菌 52 株。病例组中 10 例为 2 株及 2 株以上混合感染(31.25%,10/32),对照组中 5 例为混合感染(10.87%,5/46),病例组混合感染率显著高于对照组($\chi^2 = 5.047, P < 0.05$)。病例组病原菌以革兰阴性菌为主,占比 75.56% (34/45),主要为大肠埃希菌(26.67%,12/45)和肺炎克雷伯菌(22.22%,10/45);革兰阳性菌占比 24.44% (11/45),主要为凝固酶阴性葡萄球菌(13.33%,6/45)。对照组病原菌以革兰阳性菌为主,占比 51.92% (27/52),主要为凝固酶阴性葡萄球菌(21.15%,11/52)和粪肠球菌(19.23%,10/52);革兰阴性菌占比 48.08% (25/52),主要为肺炎克雷伯菌(15.38%,8/52)。两组病原菌中革兰阴性菌、大肠埃希菌、革兰阳性菌构成比差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 两组患儿肠道病原菌分布对比
Table 1 Comparison of intestinal pathogen distribution between the two groups of children

病原菌	病例组(n=45)		对照组(n=52)		χ^2	P 值
	菌株	构成比 (%)	菌株	构成比 (%)		
革兰阴性菌	34	75.56	25	48.08	7.644	0.006
大肠埃希菌	12	26.67	5	9.62	4.852	0.028
肺炎克雷伯菌	10	22.22	8	15.38	0.746	0.388
阴沟肠杆菌	5	11.11	6	11.54	0.004	0.947
铜绿假单胞菌	3	6.67	4	7.69	0.038	0.846
鲍曼不动杆菌	4	8.89	2	3.85	1.057	0.304
革兰阳性菌	11	24.44	27	51.92	7.644	0.006
凝固酶阴性葡萄球菌	6	13.33	11	21.15	1.021	0.312
粪肠球菌	3	6.67	10	19.23	3.281	0.070
唾液链球菌	2	4.44	6	11.54	1.604	0.205

2 大肠埃希菌耐药性及毒力基因分析

对病例组患儿检出的 12 株大肠埃希菌进行药敏试验,结果显示,对氨苄西林耐药率达 100% (12/12),对头孢噻肟的耐药率为 58.33% (7/12),对哌拉西林/他唑巴坦、亚胺培南、阿米卡星的耐药率低于 10%,均为 8.33% (1/12),对头孢他啶、氨基糖苷、环丙沙星耐药率分别为 33.33% (4/12)、25.00% (3/12)、41.67% (5/12)。未检出对美罗培南的耐药株。12 株大肠埃希菌中 *eae A* 阳性 4 株(33.33%,4/12),未检出 *stx 1*/*stx 2*。

3 肠道氧饱和度动态变化

病例组肠道氧饱和度最低值为(26.42±6.01)%,最高值为(59.13±6.12)%,平均值为(43.32±5.32)%。对照组肠道氧饱和度最低值为(36.91±7.56)%,最高值为(64.01±5.03)%,平均值为(50.29±5.89)%。病例组各项肠道氧饱和度指标均显著低于对照组,差异均有统计学意义($t = -8.484, -4.780, -8.202$,均 $P < 0.05$)。

4 病原菌与肠道氧饱和度的关联分析

4.1 相关性分析 经 Pearson 相关性分析显示,病例组肺炎克雷伯菌阳性患儿肺炎克雷伯菌检出密度与肠道氧饱和度最低水平呈强负相关($r = -0.983, P < 0.05$),大肠埃希菌次之($r = -0.970, P < 0.05$),凝固酶阴性葡萄球菌无显著相关性($r = 0.131, P > 0.05$)。

4.2 手术病例验证 3例手术患儿中,坏死肠段肠道氧饱和度水平平均值为(22.0 ± 2.65)%,邻近正常肠管肠道氧饱和度水平平均值为(45.67 ± 3.06)%,坏死肠段肠道氧饱和度水平显著降低($t = -10.143, P < 0.05$)。2例患儿术前肠道氧最低值部位与术中坏死肠段吻合,吻合度为 66.67%(2/3)。

讨 论

新生儿 NEC 具有较高的致死率与致残率,尽管经过数十年研究,其病因尚未完全明确,可能涉及早产、黏膜损伤、病原菌入侵和肠内喂养方式等多方面因素,这些因素共同作用导致易感宿主肠道损伤和炎症级联反应^[6-7]。病因的不确定性是导致 NEC 治疗在数十年间未取得重大进步的主要原因,目前 NEC 仍是新生儿重症监护室(NICU)住院病人发病死亡的主要原因^[8]。据统计,NEC 患儿因手术切除大部分坏死肠管是短肠综合征最常见的诱因,需手术治疗的 NEC 患儿更易发生神经系统发育不良等远期不良结局,严重影响生存质量,给患儿家庭及社会带来沉重负担^[9]。近红外光谱技术(NIRS)在肠系膜血氧饱和度监测中的应用为 NEC 诊疗提供了新思路。研究表明,NIRS 可通过测定肠道血液循环状态提示疾病严重程度,对新生儿坏死性小肠结肠炎治疗方式选择有参考价值。

本研究显示病例组粪便病原菌阳性率和混合感染率均高于对照组,提示肠道病原菌感染、混合感染与 NEC 的患病可能相关,这与既往多数研究结果相似,提示肠道菌群紊乱和过度繁殖的病原菌可能作为 NEC 的发病诱因之一发挥作用^[10]。从病原菌分布看,病例组主要病原菌为革兰阴性菌,其中大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌是病例组的两个主要菌群,而对照组主要病原菌为革兰阳性菌,为凝固酶阴性葡萄球菌和粪肠球菌。这类菌群的分布差异在统计学有意义,提示革兰阴性菌特别是大肠埃希菌和肺炎克雷伯菌可能在 NEC 的病理发病过程中起到重要角色。大肠埃希菌可通过分泌多种毒力因子损伤肠黏膜屏障,肺炎克雷伯菌的高致病性和高耐药性也可能导致更严重的肠黏膜炎症,促进 NEC 发展^[11-12]。

本研究中,病例组检出的 12 株大肠埃希菌对氨苄西林的耐药率高达 100%,对头孢噻肟的耐药率为 58.33%,而对哌拉西林/他唑巴坦、亚胺培南、阿米卡星等药物的耐药率较低,未检出对美罗培南的耐药株。

这一结果反映了当前 NEC 患儿中大肠埃希菌的耐药现状,氨苄西林等传统 β -内酰胺类抗生素的耐药率极高,临床治疗中应避免盲目使用,可优先选择耐药率较低的碳青霉烯类或含酶抑制剂的复合抗菌药物。毒力基因检测发现,33.33%的大肠埃希菌携带 *eae A* 基因,未检出 *stx 1/stx 2* 基因。*eae A* 基因编码的紧密黏附素可使细菌紧密黏附于肠上皮细胞,破坏肠黏膜屏障,促进细菌的定植和侵袭^[13]。而 *stx 1/stx 2* 基因主要与出血性肠炎相关,本研究未检出,提示该地区 NEC 患儿中大肠埃希菌的致病性主要与黏附损伤有关,而非产志贺毒素。

在本研究中,病例组肠道氧饱和度最低值、最高值、均值均低于对照组,提示 NEC 患儿存在肠组织氧供不足,可能是由于 NEC 患儿存在肠黏膜缺血缺氧,导致肠组织氧摄取及利用障碍,进一步使肠道氧饱和度降低^[14]。3例手术病例的结果进一步表明坏死肠段肠道氧饱和度低于邻近的正常肠管,且术前肠道氧的最低值部位与术中坏死肠段部分吻合(66.67%),提示肠道氧饱和度的动态改变可一定程度上反映肠组织的病理损伤程度,可能成为评估 NEC 病情严重程度的潜在参考指标。需注意的是,本研究中手术病例仅 3 例,样本量较小,尽管观察到坏死肠段肠道氧饱和度显著降低且术前肠道氧最低部位与坏死肠段存在一定吻合度,但该结果的统计学检验效力有限,可能受个体差异或抽样偏差影响。未来需扩大手术病例样本量,结合多中心研究进一步验证肠道氧饱和度与坏死肠段定位的关联,以提高结果的可靠性。本研究中肠道氧饱和度与病原菌密度间及手术病例验证结果进一步支持了 NIRS 监测评估 NEC 病情的价值意义,对选择优化治疗提供实验依据。Pearson 相关性分析提示病例组中肺炎克雷伯菌及大肠埃希菌检出密度与肠道氧饱和度最低水平存在强的相关性,而凝固酶阴性葡萄球菌与肠道氧饱和度无相关性,提示不是所有肠道病原菌与肠道氧饱和度的变化相关,且存在特异的病原菌(肺炎克雷伯菌、大肠埃希菌)可能通过某种因素影响肠组织的氧供。推测上述病原菌可能通过分泌的毒素、炎症反应等导致肠黏膜的血管收缩、微循环障碍,从而减少肠组织的血液灌注量和氧供使肠道氧饱和度降低。而凝固酶阴性葡萄球菌作为条件致病菌,其致病性相对较弱,可能对肠组织氧供影响较小。NEC 会引起肠道组织的炎症、坏死和损伤,其病理生理过程与肠道氧饱和度变化密切相关。当肠道发生病变时,局部血管受累导致血液循环障碍,影响氧气的运输和释放;血管内皮细胞受损后可形成微血栓,同时炎症反应激活凝血系统,进一步加重组织血液灌注和氧供障碍,导致组织氧饱和度值降低^[15-16]。此外,NEC 患儿肠壁水肿会

增加氧气从血管向组织细胞扩散的距离,使组织细胞获得的氧气减少,进一步降低组织氧饱和度。因此,通过近红外光谱技术监测肠道氧饱和度,可为早产儿 NEC 的发生提供临床预判依据。

综上所述,NEC 患儿肠道病原菌分布具有特定特征性,病原菌以大肠埃希菌与肺炎克雷伯菌为主,且其数量与肠道氧饱和度的动态变化相关性较大。肠道氧饱和度监测可为病情评估提供辅助性的参考信息,根据 NEC 的病情和 NIRS 的判断有利于临床的治疗方案优化,从而为改善患儿预后提供借鉴。

【参考文献】

- [1] 李娜,张睿,戴士俊,等. 早期补充维生素 D 对早产儿免疫功能指标的干预效果分析[J]. 中国病原生物学杂志,2025,20(8):1005-1009,1015.
- [2] Yu D, Yang H, Zhong C, et al. Pneumonia, lymphocytes and C-reactive protein are valuable tests for predicting surgical intervention in necrotizing enterocolitis[J]. *Front Pediatr*, 2023, 11(10):1123-1127.
- [3] Jones I, Hall NJ. Contemporary outcomes for infants with necrotizing enterocolitis—a systematic review[J]. *J Pediatr*, 2020, 220(1):86-92.
- [4] Klerk DH, Pl sch T, Verkaik-Schakel RN, et al. DNA methylation of TLR4, VEGFA, and DEFA5 is associated with necrotizing enterocolitis in preterm infants[J]. *Front Pediatr*, 2021, 9(6):630-638.
- [5] Remon J, Kampanatkosol R, Kaul RR, et al. Acute drop in blood monocyte count differentiates NEC from other causes of feeding intolerance[J]. *J Perinatol*, 2014, 34(7):549-554.
- [6] Nanthakumar NN, Fusunyan RD, Sanderson IR, et al. Neonatal necrotizing enterocolitis: An update on pathophysiology, treatment, and prevention[J]. *Front Pediatr*, 2024, 12(3):385-389.
- [7] oze JC, Leclercq A, Salleron J, et al. Rapid standardized enteral feeding strategy in preterm infants: association with necrotizing enterocolitis risk[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2022, 75(2):163-171.
- [8] 陈嘉雯,谢伊玲,杨勇. 新生儿坏死性小肠结肠炎患儿的临床特点及早发型患儿的危险因素分析[J]. 中国妇幼保健,2024,39(12):2248-2251.
- [9] Wadhawan R, Hintz SR, Blakely ML, et al. Neurodevelopmental outcomes of extremely low birth weight infants with spontaneous intestinal perforation or surgical necrotizing enterocolitis[J]. *J Perinatol*, 2014, 34(1):64-70.
- [10] Guthrie RL, Balish E, Warner BB. The role of the intestinal microbiome in necrotizing enterocolitis[J]. *Semin Perinatol*, 2024, 49(3):312-318.
- [11] Berseth CL, Abrams SA, Baker RD, et al. Pathogenesis of necrotizing enterocolitis: A multifactorial perspective [J]. *J Pediatr*, 2023(1):16-23.
- [12] Sodhi CP, Bhandari V, Puthalia S, et al. Necrotizing enterocolitis and the microbiome: current Status and future directions[J]. *J Infect Dis*, 2020, 223(3):257-265.
- [13] Martin CR, Walsh MC. Necrotizing enterocolitis: Recent advances in pathogenesis and management[J]. *Semin Perinatol*, 2020, 44(1):103-123.
- [14] Akotia E, Thayyil S, Sollano JD, et al. Early cerebral and intestinal oxygenation in the risk assessment of necrotizing enterocolitis in preterm infants[J]. *Early Hum Dev*, 2022, 5(10):1055-1059.
- [15] 李拓,张倩,陈道芒. 儿童急性肠系膜淋巴结炎超声诊断与肠道病原体感染的病原学分析[J]. 中国病原生物学杂志,2025,20(2):225-229.
- [16] Palleri E, Wackernagel D, Wester T. Low splanchnic oxygenation and risk for necrotizing enterocolitis in extremely preterm newborns[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nut*, 2020, 71(3):401-406.
- [21] Yu X, Tang W, Bai C, et al. A predictive model for intraabdominal infection after radical gastrectomy in elderly patients[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2024, 103(11):e37489.
- [22] Seidelman JL, Mantyh CR, Anderson DJ. Surgical site infection prevention: A review[J]. *JAMA*, 2023, 329(3):244-252.
- [23] Alelign D, Tena T, Tadesse D, et al. Bacteriological profiles, antimicrobial susceptibility patterns, and associated factors in patients undergoing orthopedic surgery with suspicion of surgical site infection at arba minch general hospital in Southern Ethiopia [J]. *Infect Drug Resist*, 2022, 15:2427-2443.
- [24] Aghayants S, Zhu J, Yu J, et al. The emerging modulators of non-coding RNAs in diabetic wound healing [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2024, 15:1465975.
- [25] Huang L, Yin Y, Liao Y, et al. Risk factors for postoperative urinary retention in patients undergoing colorectal surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2022, 37(12):2409-2420.
- [26] 涂丽香,王凤玲,朱晓松,等. 后外侧入路腰椎融合手术部位感染的危险因素和干预措施研究[J]. 重庆医学,2025,54(3):625-629,634.
- [27] 赵晓勇,刘弘扬,任原. 老年股骨转子间骨折手术部位感染的风险预测[J]. 安徽医学,2024,45(12):1523-1527.
- [28] Takayasu S, Kageyama K, Daimon M. Advances in molecular pathophysiology and targeted therapy for cushing's disease[J]. *Cancers (Basel)*, 2023, 15(2):496.

【收稿日期】 2025-08-18 【修回日期】 2025-11-06

【收稿日期】 2025-07-16 【修回日期】 2025-10-04

(上接 215 页)