

[临床研究]

感染高危儿脐血培养对新生儿早发型败血症的预测价值

张春梅¹, 王彤², 付辉³

(唐山市妇幼保健院 1.产科; 2.新生儿科; 3.儿科, 河北 唐山 063000)

[摘要]目的 评估感染高危儿中脐血培养对新生儿早发型败血症(EOS)的预测价值。方法 选取2021年1月至2022年12月期间,在唐山市妇幼保健院出生、孕周 ≥ 28 周且母亲可疑或确诊宫内感染病史的感染高危儿为研究对象,行脐血培养(UCBC)。依据UCBC结果,分为UCBC阳性病例组和UCBC阴性病例组。收集研究对象的各项临床指标、理化检验结果及新生儿结局。使用 t 检验、 χ^2 检验比较UCBC阳性病例组与阴性病例组各指标差异。计算UCBC对EOS的敏感性、特异性、阳性预测值和阴性预测值。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析脐血培养对EOS的诊断价值。结果 本研究共纳入536例感染高危儿脐血培养样本,除4例样本污染外,UCBC阳性病例组60例(11.3%),培养菌种19种,其中以大肠埃希菌最多(51.7%),UCBC阴性病例组472例(88.7%)。UCBC阳性与阴性病例组在分娩方式和新生儿转归比较有统计学差异($\chi^2 = 23.514$ 和6.35, $P < 0.05$)。532例研究对象中临床诊断早发型败血症4例(0.75%),其中UCBC阳性组1例,为肺炎克雷伯氏菌感染,UCBC阴性组3例。UCBC诊断EOS的敏感性为25.0%、特异性为88.8%、阳性预测值(PPV)为1.7%,阴性预测值(NPV)为99.4%、ROC曲线下面积(AUC)为0.569。EOS患儿中,UCBC阳性患儿预后最差,UCBC阴性患儿经治疗后预后均较好。结论 脐血培养尚不能作为早发型败血症诊断的有效预测指标,但脐血培养阴性结果可作为早发型败血症的排除指标。脐血培养污染率高,尤以阴道分娩更为明显,临床上应严格消毒后进行采血。重点监测早产儿及极低出生体重儿的脐血培养结果。

[关键词]感染高危儿;新生儿;脐血培养;早发败血症;预测价值

Doi:10.3969/j.issn.1673-5293.2025.01.001

[中图分类号]R174.6

[文献标识码]A

[文章编号]1673-5293(2025)01-0001-06

The predictive value of umbilical cord blood culture in high-risk infants with infection for early onset sepsis in neonates

ZHANG Chunmei¹, WANG Tong², FU Hui³

(1.Department of Obstetrics, Tangshan Maternity and Child Health Care Hospital, Hebei Tangshan 063000, China;

2.Department of Neonatology, Tangshan Maternity and Child Health Care Hospital, Hebei Tangshan 063000, China;

3.Department of Pediatrics, Tangshan Maternity and Child Health Care Hospital, Hebei Tangshan 063000, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the predictive value of umbilical cord blood culture (UCBC) for early-onset neonatal sepsis (EOS) in high-risk neonates. **Methods** Neonates born between January 2021 and December 2022 at Tangshan Maternal and Child Health Care Hospital with a gestational age ≥ 28 weeks and a history of suspected or confirmed intrauterine infection in the mother were included as high-risk neonates. UCBC was performed, and based on the results, the neonates were divided into a UCBC-positive group and a UCBC-negative group. Clinical indicators, laboratory test results, and neonatal outcomes were collected. Differences between the two groups were compared using t -tests and χ^2 tests. Sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) of UCBC for EOS were calculated. Receiver operating characteristic (ROC) curves were plotted to analyze the diagnostic value of UCBC for EOS. **Results** A total of 536 high-risk neonates' UCBC samples were included in this study. After excluding 4 contaminated samples, the UCBC-positive group consisted of 60 cases (11.3%) with 19 different pathogens identified, with *Escherichia coli* being the most common (51.7%). The UCBC-negative group included 472 cases (88.7%). Statistically significant differences were found between the two groups regarding delivery mode and neonatal outcomes ($\chi^2 = 23.514$ and 6.35, respectively, $P < 0.05$). Among the 532 study participants, 4 cases (0.75%) were clinically diagnosed with EOS, including 1 case in the UCBC-positive group (*Klebsiella pneumoniae* infection) and 3 cases in the UCBC-negative group. The sensitivity of

[收稿日期]2024-03-05

[基金项目]河北省2023年度医学科学研究课题计划(20231765)

[作者简介]张春梅(1982—),女,副主任医师,主要从事母胎医学相关研究。

[通讯作者]付辉,副主任医师。

UCBC for diagnosing EOS was 25.0%, specificity was 88.8%, PPV was 1.7%, NPV was 99.4%, and the area under the ROC curve (AUC) was 0.569. In EOS cases, those with UCBC-positive results had the worst prognosis, while UCBC-negative infants had a better prognosis after treatment. **Conclusion** Umbilical cord blood culture cannot be used as an effective predictive indicator for the diagnosis of early-onset sepsis. However, a negative UCBC result can be used as an exclusion criterion for EOS. The contamination rate of UCBC is high, especially with vaginal delivery, and strict disinfection procedures should be followed during blood collection. Special attention should be paid to monitoring UCBC results in preterm infants and extremely low birth weight infants.

[Key words] high-risk infants for infection; neonate; umbilical cord blood culture; early-onset sepsis; predictive value

新生儿败血症是新生儿死亡的主要原因之一,其死亡率在 11%~19% 之间^[1]。根据发病时间不同,新生儿败血症可分为早发型败血症(early-onset sepsis, EOS),发生于出生 3 天内和晚发型败血症(late-onset sepsis, LOS),发生于出生 3 天后。由于 EOS 体征和症状缺乏特异性,早期诊断和及时治疗面临挑战。血培养作为 EOS 诊断的金标准,但由于新生儿采血量不足、技术要求高以及产前、产时抗生素的暴露等因素,导致新生儿的血培养阳性率较低。研究显示, EOS 血培养阳性率仅 4% 左右^[2],此外,血培养存在明显的延迟效应,可能影响 EOS 患儿的及时治疗,从而影响预后。因此,寻找高敏感性和特异性的诊断指标对 EOS 的早期诊断及改善预后尤为重要。大多数 EOS 病例与母体病原菌垂直传播相关(如产前或产时感染),其高危因素包括母体绒毛膜羊膜炎、胎膜早破 ≥ 18 h、阴道 B 组链球菌(group B streptococcus, GBS)定植等^[3-4]。脐血作为新生儿与母体分离后最早获得的血液,具有血量充足、采集技术要求低、采集时间统一、新生儿无痛苦等优势。近年来,脐血培养(umbilical cord blood culture, UCBC)引起了广泛关注,但其能否替代外周静脉血培养(peripheral venous blood culture, PVBC)作为 EOS 的预测性诊断指标尚无定论,目前尚缺乏充足数据支持 UCBC 在新生儿败血症诊治中的常规应用。因此,本研究通过回顾性收集唐山市妇幼保健院 2021 年 1 月至 2022 年 12 月采集的感染高危儿脐血培养病例,以探讨脐血培养对早发型败血症的预测价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2021 年 1 月至 2022 年 12 月在唐山市妇幼保健院产科分娩,且母亲可疑或确诊宫内感染的高危儿为研究对象,出生后立即行脐血采集并送检培

养,共纳入 536 例。所有研究对象均知情同意参加本研究,本研究已经通过伦理审批(批号:2022-018-01)。纳入标准:妊娠孕周 ≥ 28 周,且母亲可疑或确诊宫内感染病史(包括以下至少一项高危因素):①感染高危儿母亲确诊阴道 GBS 筛查阳性;②胎膜早破 ≥ 18 小时;③产前和(或)产时发热;④羊水污染、浑浊、有异味。排除标准:妊娠孕周 < 28 周,母亲无宫内感染因素。

1.2 诊断标准

依据《新生儿败血症诊断及治疗专家共识(2019 年版)》^[3],新生儿 EOS 的诊断标准为:(1)临床诊断:有临床异常表现,同时满足下列条件中任何一项,①血液非特异性检查 ≥ 2 项阳性,②脑脊液检查为化脓性脑膜炎改变,③血中检出致病菌 DNA。(2)确定诊断:有临床表现,血培养或脑脊液(或其他无菌腔液)培养阳性。

1.3 观察指标

收集入组病例的各项临床指标,包括:孕妇年龄、分娩孕周、分娩方式、胎膜早破时间、胎盘病理、宫腔及阴道分泌物培养结果;新生儿的出生体重、脐血培养结果、外周血培养结果、临床诊断及新生儿结局。本研究中脐血培养为胎儿娩出断脐前常规消毒后立即行脐静脉血穿刺抽血送检培养,外周血培养为入组病例转入新生儿重症监护病房(neonatal intensive care unit, NICU)后采集静脉血进行培养,0~7 天内培养有菌生长视为血培养阳性,报警时间越短临床意义越大。

在 536 例 UCBC 样本中,4 例报告为污染,故有效 UCBC 样本共 532 例,依据 UCBC 结果,分为 UCBC 阳性病例组 60 例(11.3%, 60/532),UCBC 阴性病例组 472 例(88.7%, 472/532)。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析,符合

正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较进行 t 检验;计数资料以例数(百分率)[$n(\%)$]表示,组间率的比较采用 χ^2 检验。比较 UCBC 阳性与阴性病例在孕妇年龄、胎龄、母体孕期合并症、脐血阳性报警时间、新生儿出生体重、新生儿转归等方面中的差异。绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,分析曲线下面积(area under the curve, AUC)以评估诊断效能,计算 UCBC 对 EOS 的敏感性、特异性、阳性预测值和阴性预测值,计算公式如下:敏感性=真阳性数/(真阳性数+假阴性数),特异性=真阴性数/(真阴性数+假阳性数),阳性预测值(positive predictive value, PPV)=真阳性数/(真阳性数+假阳性数),阴性预测值(negative predictive value, NPV)=真阴性数/(真阴性数+假阴性数),以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 入组病例及 UCBC 培养结果

依据 UCBC 结果,UCBC 阳性病例组 60 例(11.3%, 60/532),UCBC 阴性病例组 472 例(88.7%, 472/532)。

阴道 GBS 阳性、胎膜早破、产前或产时发热,及羊水污染、有异味入组情况,见表 1。不同入组指标之间存在交叉病例,数据无法满足二分类分组的要求,因此无法进行卡方检验。

表 1 入组病例及 UCBC 结果[$n(\%)$]

Table 1 Inclusion cases and UCBC results [$n(\%)$]

入组指标	UCBC		总计 ($n=532$)
	阳性病例组 ($n=60$)	阴性病例组 ($n=472$)	
阴道 GBS 阳性	14(23.3)	118(25.0)	132(24.8)
胎膜早破	32(53.3)	239(50.6)	271(50.9)
产前或产时发热	19(31.7)	65(13.4)	84(15.8)
羊水污染、有异味	5(8.3)	46(9.7)	51(9.6)

2.2 UCBC 阳性与阴性病例组在各项临床指标中的比较

UCBC 阳性与阴性病例组在分娩方式比较,差异有统计学差异($\chi^2 = 23.514, P < 0.001$)。UCBC 阳性病例组,经阴道分娩(86.7%)比例高于 UCBC 阴性病例组(53.8%),剖宫产(13.3%)比例低于 UCBC 阴性病例组(46.2%)。

UCBC 阳性与阴性病例组在新生儿转归比较,差异有统计学意义($\chi^2 = 6.350, P < 0.05$)。UCBC 阳性病例中,转入 NICU(48.3%)比例高于 UCBC 阴性病例组(32.0%),产科病房观察(51.7%)比例高于 UCBC 阴性病例组(68.0%)。

UCBC 阳性与 UCBC 阴性病例组在孕妇年龄、胎龄、母体孕期合并症、脐血阳性报警时间和新生儿出生体重方面比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

表 2 UCBC 阳性和阴性病例组各项临床指标比较[$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

Table 2 Comparison of general data of UCBC positive and negative groups [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

指标	UCBC		t/χ^2	P
	阳性病例组($n=60$)	阴性病例组($n=472$)		
孕妇年龄(岁)	31.8 ± 3.8	32.2 ± 3.7	-0.760 *	0.448
胎龄(周)			2.013 #	0.156
≥ 37 周	36(60.0)	326(69.1)		
< 37 周	24(40.0)	146(30.9)		
脐血阳性报警时间(天)	0.78 ± 1.05	—	—	—
新生儿出生体重(g)	$2\,867.5 \pm 829.0$	$2\,952.4 \pm 755.9$	-0.810 *	0.418
新生儿转归			6.350 #	0.012
入住 NICU	29(48.3)	151(32.0)		
产科病房	31(51.7)	321(68.0)		
分娩方式			23.514 #	< 0.001
阴道分娩	52(86.7)	254(53.8)		
剖宫产	8(13.3)	218(46.2)		

注: * 为 t 值, # 为 χ^2 值。

2.3 UCBC 阳性病例组菌种分布情况

UCBC 阳性病例组共培养出菌种 19 种,平均报警时间 0.78 天(0.08~6.45 天)。其中以大肠埃希菌最多,占 51.7%(31/60);其次为粪肠球菌,占 6.7%

(4/60);另有大肠埃希菌合并尿肠球菌 2 例。白色念珠菌、肺炎克雷伯菌、光滑念珠菌、路邓葡萄球菌、尿肠球菌各 2 例,其余菌种各 1 例,见表 3。

表 3 60 例 UCBC 阳性菌种[n(%)]
Table 3 60 UCBC-positive strains [n(%)]

培养菌种	数量(%)	培养菌种	数量(%)	培养菌种	数量(%)
大肠埃希菌	31(51.7)	路邓葡萄球菌	2(3.3)	金黄色葡萄球菌	1(1.7)
粪肠球菌	4(6.7)	尿肠球菌	2(3.3)	克氏(差异)柠檬酸杆菌	1(1.7)
表皮葡萄球菌	3(5.0)	阴沟肠球菌	1(1.7)	摩氏摩根菌摩根亚种	1(1.7)
白色念珠菌	2(3.3)	鹌鹑肠球菌	1(1.7)	鸟肠球菌	1(1.7)
大肠埃希菌合并尿肠球菌	2(3.3)	短小短芽孢杆菌	1(1.7)	人葡萄球菌	1(1.7)
肺炎克雷伯氏菌	2(3.3)	发酵乳杆菌	1(1.7)		
光滑念珠菌	2(3.3)	放线菌属	1(1.7)		

2.4 UCBC 对 EOS 的区分度

532 例感染高危儿中临床诊断早发型败血症 4 例(0.75%),其中 UCBC 阳性 1 例,UCBC 阴性 3 例。UCBC 诊断 EOS 的敏感度为 25.0%、特异性为 88.8%、阳性预测值为 1.7%,阴性预测值为 99.4%。AUC 值为 0.569,见表 4 和图 1。

表 4 532 例 UCBC 与 EOS 情况
Table 4 UCBC and EOS status in 532 cases

EOS	UCBC		合计
	阴性	阳性	
是	3(FN#)	1(TP#)	4
否	469(TN#)	59(FP#)	528
合计	472	60	532

注:TN:true negative,真阴性;FP:false positive,假阳性;TP:true positive,真阳性;FN:false negative,假阴性。

2.5 4 例 EOS 患儿预后情况

4 例 EOS 患儿中,有 3 例为早产儿,其中 1 例为极低出生体重儿,4 例 EOS 患儿中也仅有此患儿 UCBC 阳性,为肺炎克雷伯氏菌感染,其预后最差,

入住 NICU 后 7 天后家属放弃治疗;3 例 UCBC 培养阴性的患儿经治疗后预后均较好。

4 例 EOS 患者中,有 3 例合并胎膜早破,1 例足月儿因活跃期停滞中转剖宫产(产程>24 小时)。其中仅 1 例 PVBC 培养阳性,见表 5。

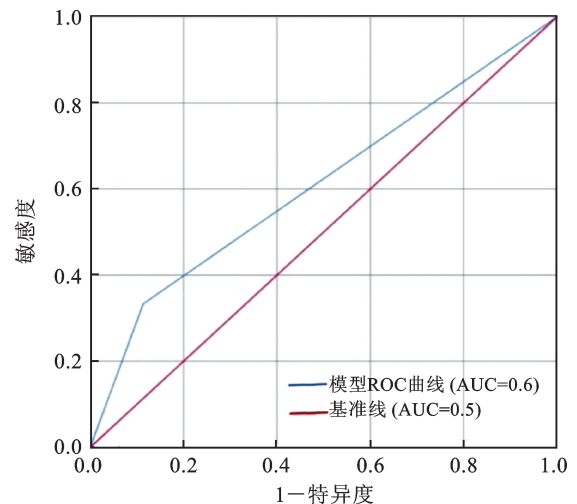


图 1 UCBC 对 EOS 的预测的 ROC 曲线

Fig.1 ROC cure of UCBC for predicting EOS

表 5 4 例 EOS 患儿情况

Table 5 Situation of 4 cases of EOS

胎龄(周)	分娩方式	高危因素	出生体重(g)	UCBC	PVBC	新生儿结局
32	阴道分娩	早产,胎膜早破 3 小时	1 560	阴性	解没食子酸链球菌	入住 NICU 20 天好转出院
33	阴道分娩	早产,极低出生体重儿	1 030	肺炎克雷伯氏菌	阴性	入住 NICU 7 天家属放弃治疗
30	剖宫产	早产,胎膜早破 80 小时	1 400	阴性	阴性	入住 NICU 34 天好转出院
40	剖宫产	胎膜早破 23 小时,活跃期停滞中转剖宫产	3 820	阴性	阴性	入住 NICU 9 天好转出院

3 讨论

3.1 EOS 的诊断困境

EOS 诊断的金标准为 PVBC 阳性,但 EOS 的患儿中 PVBC 阳性率却并不高^[5-6]。在发展中国家,PVBC 阴性败血症占大多数^[7]。本研究中,4 例 EOS 仅 1 例 PVBC 阳性,其余 3 例均依靠临床诊断确诊。PVBC 阳性率低可能受新生儿尤其是低出生体重儿取血量的限制,导致 PVBC 的敏感性较差,故临床上要求血培养每次抽血量要求不少于 1mL,然而这一做法可能造成新生儿尤其低出生体重儿的医源性贫血。

EOS 评估的目的不仅是为降低 EOS 相关的发病率和死亡率,还可避免不必要的抗生素的滥用。在实际临床诊疗中,虽然 PVBC 培养常常阴性,但在高危儿中广谱抗生素的经验性应用却很常见,造成严重的不良后果:包括破坏胃肠道和黏膜益生菌的定植、坏死性小肠结肠炎、侵袭性真菌感染和抗生素耐药性等增加^[8-10]。因此寻找一种早期、敏感、特异的诊断指标,将能指导临床医生谨慎使用抗生素的发生。

降钙素原(procalcitonin,PCT)和 C-反应蛋白(C-reactive protein,CRP)是临床上常用的 EOS 诊断的非特异性指标^[11],但这两种标志物在新生儿出生时不会明显升高,而是随着时间的进展出现逐渐升高的趋势,因此需要多次采血观察其变化趋势才能对早期感染有诊断价值^[12]。虽然也有其他几种潜在的标志物(如细胞因子白细胞介素-6 和细胞表面抗原等)对 EOS 具有较好的诊断价值,但大多数标志物是常规实验室难以获得的。

3.2 UCBC 替代 PVBC 的可能性

脐血作为胎儿脱离母体后最早容易获得的、且来源充足的血液,采集过程对新生儿没有痛苦,脐血检测也避免了新生儿出生后预防性抗生素使用的干扰^[13]。刘慧等^[14]学者认为新生儿脐血与外周血有较大的相似性,UCBC 可以作为 PVBC 的有效的替代品。也有研究^[15]表明 UCBC 诊断高危 EOS 的敏感性为 80%,特异性为 91.43%,培养的菌种与 PVBC 样本相似。同样 Greer 等^[16]研究显示胎儿脐静脉血培养能培养出真正的病原体,可作为外周血培养的合适的第二来源。本文利用脐血这一特点进

行研究,新生儿出生后立即行脐静脉血采集,536 例样本均采血成功,样本量充足,且操作简单,无过高技术要求,大大减少了经济成本及时间成本。尽管 UCBC 替代 PVBC 具有可行性,但其污染率是不容忽视的问题。

3.3 UCBC 诊断 EOS 的局限性

Pollin 等^[17]研究显示,在 200 份 UCBC 样本中有 6 份阳性,其中 2 份被认为是污染物。Meena 等^[18]研究亦显示,虽然与 PVBC 相比,UCBC 诊断 EOS 具有 100%的敏感性和 94.9%的特异性,分娩时采集的 UCBC 可作为 PVBC 的可靠替代品,但也指出如果没有适当的无菌技术,脐血污染的风险比外周静脉血高。Madhava 等^[19]的研究认为 UCBC 样品的污染是不常见的,UCBC 可用于败血症的筛查。本研究中,UCBC 总污染率为 11.8%(63/536),在 60 例 UCBC 阳性病例中,仅 1 例金标准诊断 EOS,其余 59 例为假阳性,分析其原因,考虑为脐血标本受母体会阴及皮肤等部位污染所致。在 59 例假阳性病例中,51 例为阴道分娩,8 例为剖宫产,推测经阴道分娩后脐血标本采集更容易受到污染。也有研究^[20]显示,使用 UCBC 诊断足月儿 EOS 是可行的,在不增加抗生素使用时间的情况下,通过使用无菌技术,可以将污染降至最低。因此,我们认为脐血采集前对采血区域进行严格的消毒,对于确保无污染且有临床意义的结果至关重要。

3.4 UCBC 对 EOS 的诊断价值

UCBC 阴性可以作为 EOS 的排除指标。本研究结果显示,UCBC 对 EOS 诊断特异性为 88.8%、阴性预测值为 99.4%,敏感性为 25.0%、阳性预测值为 1.7%。与本文研究结果相似,既往研究^[13]报道 UCBC 的特异性和阴性预测值高于敏感性和阳性预测值,UCBC 在排除新生儿败血症方面比常规诊断有用。在本研究中,UCBC 阳性病例的 NICU 入住率达 48.3%,远远高于 UCBC 阴性病例的 32%,UCBC 假阳性率(本研究为 98.3%)过高,若将 UCBC 作为 EOS 的预测指标,会导致过高的 NICU 入住率、抗生素使用率,也会增加经济负担等。同时,在本研究中,仅有的 1 例临床诊断 EOS 患儿同时 UCBC 阳性,该患儿为极低出生体重儿,该患儿预后也最差,因此我们认为有必要对极低出生体重儿

的 UCBC 阳性引起足够的重视,早期足量广谱的抗生素的使用,也许会改变临床结局。

综上所述,UCBC 尚不能作为 EOS 诊断的有效预测指标,但阴性结果可以作为 EOS 排除的检查;在临床工作中,如果需要采集脐带血,要改变脐血取样方式,严格消毒后进行采血、行细菌培养;重点监测早产儿及极低出生体重儿的脐血培养结果。本研究中 EOS 样本量较小,为了更科学地评估 UCBC 对 EOS 的诊断价值,还需要多中心、大样本量做进一步研究。

[参考文献]

- [1] Fleischmann-Struzek C, Goldfarb D M, Schlattmann P, et al. The global burden of pediatric and neonatal sepsis: a systematic review[J]. *Lancet Respir Med*, 2018, 6(3): 223-230.
- [2] Yu H, Wei X D, Hong Y J, et al. Multiplex cytokine profiling identifies interleukin-27 as a novel biomarker for neonatal early onset sepsis[J]. *Shock*, 2016, 47(2): 140-147.
- [3] 史源. 新生儿败血症诊断及治疗专家共识(2019 版)解读[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2020, 35(11): 801-804.
- [4] 杜晨, 徐征, 夏兰兰, 等. 新生儿脐血中 Cyt-C 和 ELR 及 sTNFR-Ⅱ 对早发型败血症发病风险的预测价值[J]. *中国妇幼健康研究*, 2023, 34(8): 14.
- [5] Mukhopadhyay S, Puopolo K M. Clinical and microbiologic characteristics of early-onset sepsis among very low birth weight infants: opportunities for anti-biotic stewardship[J]. *Pediatr Infect Dis J*, 2017, 36(5): 477-481.
- [6] Flannery D D, Puopolo K M. Neonatal early-onset sepsis[J]. *Neoreviews*, 2022, 23(11): 756-770.
- [7] Scheer C S, Fuchs C, Grundling M, et al. Impact of antibiotic administration on blood culture positivity at the beginning of sepsis: a prospective clinical cohort study[J]. *Clin Microbiol Infect*, 2019, 25(3): 326-331.
- [8] 孙玄, 专晨昱, 肖均萍, 等. 生后抗生素暴露对早产儿肠道微生物生态的影响[J]. *中华围产医学杂志*, 2018, 21(7): 458-464.
- [9] Kuppala V S, Meinen-Derr J, Morrow A L, et al. Prolonged initial empirical antibiotic treatment is associated with adverse outcomes in premature infants[J]. *J Pediatr*, 2011, 159(5): 720-725.
- [10] 刘俐. 关注早产儿早发型败血症抗生素的使用[J]. *当代儿科杂志*, 2020, 22(1): 9-11.
- [11] Memar M Y, Alizadeh N, Varshochi M, et al. Immunologic biomarkers for diagnostic of early-onset neonatal sepsis[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2019, 32(1): 143-153.
- [12] 血清降钙素原检测在儿童感染性疾病中的临床应用专家共识[J]. *中华儿科杂志*, 2019, 57(1): 9-15.
- [13] 武爱荣, 李维玲. 妊娠期感染产单核细胞李斯特菌的临床诊疗分析及其新生儿预后[J]. *中国妇幼健康研究*, 2018, 29(12): 1599.
- [14] 刘慧, 刘建宏, 段艳红, 等. 脐带采血与外周采血对极低出生体重儿住院期间输血及并发症的影响[J]. *中华围产医学杂志*, 2021, 24(12): 903-910.
- [15] Meena R, Meena K K, Athwani V, et al. Umbilical cord blood culture in diagnosis of early onset neonatal sepsis[J]. *Indian J Pediatr*, 2020, 87(10): 793-797.
- [16] Greer R, Safarulla A, Koeppl R, et al. Can fetal umbilical venous blood be a reliable source for admission complete blood count and culture in NICU patients? [J]. *Neonatology*, 2019, 115(1): 49-58.
- [17] Polin J I, Knox I, Baumgart S, et al. Use of umbilical cord blood culture for detection of neonatal bacteremia[J]. *Obstet Gynecol*, 1981, 57(2): 233-237.
- [18] Meena J, Charles M, Ali A, et al. Utility of cord blood culture in early onset neonatal sepsis[J]. *Australas Med J*, 2015, 8(8): 263-267.
- [19] Madhava R, Beeram, Cheryl Loughran, Cheryl Cipriani, et al. Utilization of umbilical cord blood for the evaluation of group B streptococcal sepsis screening[J]. *Clin Pediatr(Phila)*, 2012, 51(5): 447-453.
- [20] Quinones Cardona V, Lowery V, Cooperberg D, et al. Eliminating contamination in umbilical cord blood culture sampling for early-onset neonatal sepsis[J]. *Front Pediatr*, 2021, 9: 794710.

[专业责任编辑: 李小权]

[中文编辑: 牛 惠; 英文编辑: 方 柳]