doi:10.11659/jjssx.11E023049

·临床研究·

病房全程管理的内外科嵌合模式下新生儿术后不良事件的危险因素分析

蒋 攀[1],黄 瀚[2] (1.四川大学华西医院麻醉科,四川 成都 610041;2.四川大学华西第二医院麻醉科,四川 成都 610044)

[摘 要] **目的** 总结四川大学华西第二医院病房全程管理的内外科嵌合模式下新生儿外科术后不良事件的发生情况,并分析影响术后不良事件的危险因素。**方法** 纳入2019年1月至2021年12月在四川大学华西第二医院接受外科手术的272例新生儿。记录术后综合不良事件的发生情况,并根据并发症发生情况将患儿分为有症状组和无症状组。通过单因素与多因素分析影响新生儿外科手术后不良事件的高危因素。**结果** 术后共有108例新生儿发生综合不良事件。单因素分析结果显示,有症状组与无症状组男性患儿占比,胎龄,出生体质量,产后1 min Apgar评分,术前诊断为坏死性小肠炎或/和消化道穿孔、早产儿、低出生体质量儿患儿占比,入手术室时机控呼吸患儿占比、平均动脉压(MAP),急诊手术患儿占比,术中输注红细胞悬液比较,差异均有统计学意义(P<0.05)。多因素*Logistic*回归分析结果表明:胎龄过小(OR=0.972,95%CI=0.950~0.994,P=0.014)与入手术室时的MAP过低(OR=0.955,95%CI:0.919~0.993,P=0.019)是影响新生儿术后不良事件发生的独立危险因素。**结论** 病房全程管理的内外科嵌合模式下胎龄过小与入手术室MAP过低是影响新生儿术后不良事件发生的独立危险因素,提高产前诊断措施,优化胎儿子宫内及子宫外生长时间以降低胎龄带来的相关影响,提高新生儿入手术室时血压或许能降低新生儿术后不良事件的发生率,改善长期预后。

[关键词] 新生儿;外科手术;术后不良结局;危险因素

[中图分类号] R614.2 [文献标志码] A [收稿日期] 2023-11-11

Risk factors analysis of postoperative adverse events in newborns under the integrated management of internal and external departments in the ward

JIANG Pan[1], HUANG Han[2] (1. Department of Anesthesiology, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu Sichuan 610041, China; 2. Department of Anesthesiology, West China Second University Hospital, Sichuan University, Chengdu Sichuan 610044, China)

Abstract: Objective To summarize the occurrence of postoperative adverse events in neonatal surgery under the integrated management of internal and external departments in the ward of West China Second University Hospital, Sichuan University, and analyze the risk factors affecting postoperative adverse events. **Methods** A total of 272 newborns who underwent surgical procedures in West China Second University Hospital, Sichuan University from January 2019 to December 2021 were included. The occurrence of postoperative comprehensive adverse events was recorded, and the newborns were divided into the symptomatic group and the asymptomatic group according to the occurrence of complications. The high-risk factors that affecting postoperative adverse events in neonatally surgical procedures were analyzed by univariate analysis and multivariate analysis. **Results** There were 108 newborns experienced comprehensive adverse events after surgery. The results of univariate analysis showed that there were statistically significant differences in the proportion of male newborns, gestational age, birth weight, Apgar score 1 minute postpartum, the proportion of newborns with preoperative diagnosis of necrotizing small enteritis or/and gastrointestinal perforation, premature infants and low birth weight infants, the proportion of newborns with respiratory control when admitted to the operating room and mean arterial pressure (MAP), the proportion of newborns underdoing emergency surgery, and intraoperative infusion of red blood cell suspension between the two groups (P<0.05). The results of multivariate *Logistic* regression analysis showed that the small gestational age (OR=0.972, 95%CI=0.950~0.994, P=0.014) and low MAP when admitted to the operating room (OR=0.955, 95%CI: 0.919~0.993, P=0.019) were the independent risk factors affecting the occurrence of postoperative adverse events in newborns. **Conclusion** Under the integrated management of internal and external departments in the ward, the small gestational age and low MAP when admitted to the operating room are the independent risk factors for the occurrence of postoperative adverse events in newborns. Improving the prenatal diagnostic measures and optimizing the time of fetal growth in and out of utero to reduce the associated effects of gestational age, and increasing the neonatal blood pressure when admitted to the operating room may reduce the incidence of postoperative adverse events in newborns and improve long-term prognosis.

Keywords: newborns; surgery; adverse postoperative outcomes; risk factors

[通信作者] 黄 瀚,E-mail:han.huang@scu.edu.cn

新生儿是围术期不良事件发生的高危人群,由于其各器官的结构和功能发育不成熟,对外界应激反应代偿能力小,特别是手术应激的作用很容易使呼吸、循环及水电解质平衡发生变化[1],因此,围术期更容易发生重要脏器损伤、感染甚至死亡等不良事件。据报道,新生儿外科手术后病死率可达46.7%[2]。目前,已有研究针对新生儿手术后并发症的相关高危因素进行分析,以期改善新生儿外科手术结局。然而,鉴于不同医院新生儿围术期管理模式不同,既往研究的结果存在较大差异[2-6]。而我院开展的基于新生儿病房全程管理的新生儿内外科嵌合模式,亦有别于传统的新生儿外科病房的管理模式。为了更好地了解基于新生儿病房全程管理的新生儿内外科嵌合模式下,新生儿外科手术后不良事件的发生率及其危险因素,本研究将分析我院新生儿术后出现的不良事件及其潜在的影响因素,以指导临床实施针对性措施,改善新生儿预后。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性选择2019年1月至2021年12月在四川大学华西第二医院接受手术治疗的272例新生儿,经筛选最终纳入232例。其中男151例;剖宫产分娩155例;早产儿72例,低出生体质量儿55例;急诊手术56例,开放手术226例。中位胎龄为267(252,275)d,中位出生体质量为2 940(2 365,3 297)g,产后1 min中位Apgar评分为9(9,10)分。手术时新生儿中位日龄为2(1,7)d,入室时平均动脉压(mean arterial pressure,MAP)为(53.50±8.89)mmHg。中位手术时间为65(45,95)min,中位麻醉时间为130(96,165)min。本研究已获得四川大学华西第二医院医学伦理委员会审批[医学科研2022伦审批第(317)号]。

纳入标准:①出生28 d内;②在全身麻醉下接受手术治疗。排除标准:①入院前已在外院接受手术治疗;②接受心脏手术。

1.2 数据提取

提取患儿以下信息:①人口统计学资料,包括性别、日龄、胎龄、出生体质量;②出生情况,包括分娩方式及产后1 min、5 min、10 min的Apgar评分;③术前诊断;④入手术室时基本情况,包括呼吸方式、生命体征;⑤手术相关指标,包括急诊手术、开放手术、手术部位、手术时间、麻醉时间、术中出入量(晶体液、胶体液、红细胞悬液、血浆、血小板为入量;出血量与尿量为出量)。

记录新生儿综合不良事件的发生情况,即出现以下任一或多项结局指标多为发生综合不良事件:术后30 d内死亡;肝功能不全、肾功能不全、呼吸暂停、低氧血症、术后再次插管、再次手术、术后感染(其中肝肾功能不全、呼吸暂停均由病房医师根据相应标准明确诊断;外周血氧饱和度低于90%诊断为低氧血症;术后出现手术部位感染、感染性休克、肺部感染均定义为术后感染,其中肺部感染有明确影像学证据)。

1.3 统计学方法

使用R 4.3.1对数据进行统计学分析。采用*Shapiro-Wilk*法检验连续变量是否符合正态分布,符合正态分布的连续变量采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示;不符合正态分布的连续变量采用中位数(四分位间距)表示。分类变量以率(%)描述,采用χ^2检验。当数据缺失值小于样本量10%时,采用序列平均值填补。单因素分析中正态性分布的连续变量采用t检验,偏态分布的连续变量采用*Mann-Whitney*秩和检验。采用多因素*Logistic*回归模型分析新生儿不良事件发生的危险因素。采用限制性立方样条(restricted cubic spline,RCS)判断危险因素对结局指标的影响情况。使用*P*值、*OR*值、95%*CI*描述回归分析及限制性立方样条结果,$P<0.05$为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 术后综合不良事件的发生情况

术后共有108例(46.55%)新生儿发生综合不良事件,其中22例死亡,57例出现低氧血症,10例发生肝功能不全,8例肾功能不全,13例呼吸暂停,19例术后再次插管,7例再次手术,63例术后感染。

2.2 术后综合不良事件的单因素分析

根据是否发生综合不良事件将患儿分为有症状组与无症状组。针对综合不良事件的危险因素进行单因素分析,结果显示,2组男性,术前诊断为坏死性小肠炎或/和消化道穿孔、早产儿、低出生体质量儿,入手术室时机控呼吸、MAP,急诊手术,胎龄,出生体质量,产后1 min Apgar评分,术中输注红细胞悬液比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表1。

2.3 术后综合不良事件的多因素分析

将单因素分析中$P<0.1$的指标纳入多因素*Logistic*回归分析,结果表明:胎龄过小(*OR*=0.972,95%*CI*=0.950~0.994,*P*=0.014)、入手术室时MAP过低(*OR*=0.955,95%*CI*:0.919~0.993,*P*=0.019)是新生儿术后发生综合不良事件的独立危险因素,见表2。利用限制性立方样条分析发现,当胎龄小于267 d时,发生

表1 围术期不良事件高危因素的单因素分析

变量		无症状组（n=124）	有症状组（n=108）	P
男性[例(%)]		77(62.1)	74(68.5)	0.036
日龄(d)		2(1,6)	2(1,8)	0.638
胎龄(d)		270（260,277）	259（243,273）	<0.001
出生体质量(g)		3 100（2 663,3 400）	2 585（2 060,3 138）	<0.001
Apgar评分	产后1 min	10(9,10)	9(8,10)	0.009
	产后5 min	10(10,10)	10(9,10)	0.185
	产后10 min	10(10,10)	10(10,10)	0.184
剖宫产[例(%)]		86(69.4)	69(63.9)	0.378
术前诊断[例(%)]	消化道畸形	89(71.8)	71(65.7)	0.322
	骶尾部占位	3(2.4)	0(0)	0.296
	坏死性小肠炎或/和消化道穿孔	15(12.2)	25(23.4)	0.026
	早产儿	20(16.1)	41(38.0)	<0.001
	低出生体质量儿	8(6.5)	24(22.2)	0.001
	肺炎	28(22.6)	36(33.6)	0.061
	败血症	8(6.5)	10(9.3)	0.425
	卵圆孔未闭	12(9.7)	10(9.3)	0.914
入手术室时生命体征	机控呼吸[例(%)]	9(7.3)	29(26.9)	<0.001
	心率(次/分)	150（139,160）	150（138,160）	0.664
	呼吸频率(次/分)	37(30,42)	38(30,45)	0.782
	MAP(mmHg)	55.3±8.6	51.4±8.8	0.001
急诊手术[例(%)]		22(17.7)	34(31.5)	0.015
开放手术[例(%)]		121(97.6)	105(97.2)	1.000
手术部位[例(%)]	经胸	14(11.3)	22(20.4)	0.057
	经腹	88(71.0)	77(71.3)	0.956
	经会阴	14(11.3)	8(7.4)	0.314
	经骶尾部	3(2.4)	0(0)	0.296
	其他部位	6(4.8)	2(1.9)	0.377
手术时间(min)		65(45,95)	60(45,93)	0.793
麻醉时间(min)		133（100,165）	130（95,164）	0.796
晶体量(mL)		40(20,60)	35(20,59)	0.607
胶体量(mL)		5(0,25)	0(0,20)	0.318
红细胞悬液(mL)		0(0,0)	0(0,0)	0.019
血浆(mL)		0(0,0)	0(0,0)	0.489
血小板(mL)		0(0,0)	0(0,0)	0.284
出血量(mL)		3(1,5)	3(2,5)	0.083
尿量(mL)		0(0,0)	0(0,0)	0.086

术后不良事件的风险随胎龄的减小而增加（OR=1.005,95%CI:0.992 6~1.108 7），见图1；入手术室时MAP低于53 mmHg，发生术后不良事件的风险随MAP的降低而增加（OR=1.001 5,95%CI:0.990 5~1.012 7），见图2。

3 讨论

本研究发现新生儿外科手术后总体病死率为9.48%，综合不良事件发生率高达46.55%，主要为呼吸系统相关并发症，其次为感染、肝肾功能不全；胎龄过小与入手术室时的MAP过低是新生儿发生术后不良事件的独立危险因素。

胎龄通常被定义为孕产妇末次月经第1天起至胎儿分娩时的时间，即胎儿在母体内生长发育的时间。

表2 术后综合不良事件的多因素分析

变量	β	SE	$Wald\chi^2$	OR	95%CI	P
性别	0.230	0.324	0.507	1.259	0.068~2.374	0.477
日龄	0.014	0.018	0.590	1.014	0.979~1.050	0.442
胎龄	−0.029	0.012	6.044	0.972	0.950~0.994	0.014
产后1 min Apgar评分	−0.141	0.139	1.027	0.868	0.661~1.141	0.311
坏死性小肠炎或/和消化道穿孔	−0.121	0.489	0.061	0.886	0.340~2.312	0.805
早产儿	0.098	0.490	0.040	1.103	0.422~2.880	0.842
低出生体质量儿	−0.303	0.571	0.281	0.739	0.241~2.264	0.596
肺炎	−0.437	0.357	1.498	0.646	0.321~1.300	0.221
急诊手术	−0.251	0.408	0.378	0.778	0.350~1.730	0.538
经胸手术	−0.471	0.466	1.021	0.624	0.250~1.557	0.312
入手术室时机控呼吸	−0.697	0.510	1.868	0.498	0.183~1.353	0.172
输注红细胞悬液	0.027	0.014	3.639	1.027	0.999~1.056	0.056
出血量	−0.008	0.033	0.056	0.992	0.930~1.059	0.813
尿量	−0.044	0.040	1.212	0.957	0.884~1.035	0.271
入手术室时MAP	−0.046	0.020	5.463	0.955	0.919~0.993	0.019

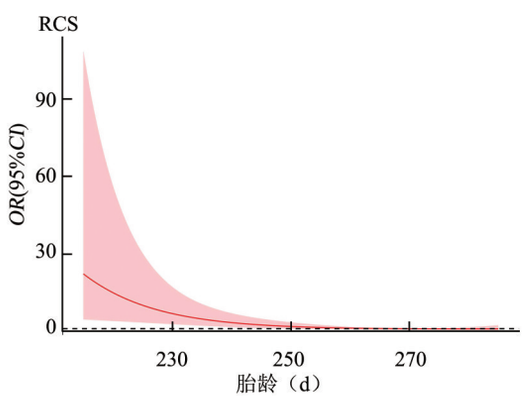


图1 胎龄与术后不良事件的相关性

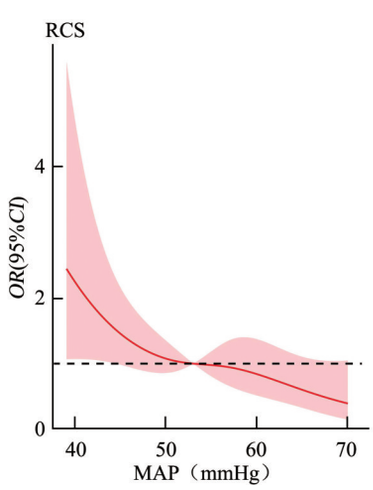


图2 MAP与术后不良事件的相关性

本研究结果显示，胎龄小于267 d（38周）时，新生儿发生综合术后不良事件的风险随胎龄的减小而增加。众所周知，胎龄28~37周出生的患儿被定义为早产儿，而此前的研究一致认为早产是影响新生儿术后发生

不良事件的危险因素，且胎龄越小风险越高[3-4,6-8]。分析其原因，胎龄越小，患儿器官系统发育越不完善，往往合并多种疾病。有研究显示，早产儿非心脏手术的住院病死率是足月儿的5倍（10.5% *vs* 2.0%），且早产儿发生动脉导管未闭、肺动脉高压、肺部疾病、术后呼吸暂停、肠道疾病的风险均高于足月儿[9-14]。早产儿的呼吸控制系统不成熟，易出现呼吸暂停，在手术应激、低体温、麻醉药物的作用下甚至容易产生致死性呼吸暂停[9]。据报道，几乎所有胎龄小于28周的新生儿都有呼吸暂停相关症状，胎龄为34周时可降至20%左右，胎龄超过34周可降至10%以下[12]。另外，早产儿患喉软化症、气管软化症、气道狭窄和声门下狭窄的风险更高，导致气道内径减小及气道阻力升高，呼吸做功增加，呼吸肌更容易疲劳。这些可能都是早产儿更易患肺部疾病的原因，也是本研究中新生儿术后呼吸系统相关并发症为术后主要不良事件的原因。坏死性小肠结肠炎主要与早产和低出生体质量有关，其特征是不同程度的肠道坏死，常并发穿孔和暴发性败血症，近10%的新生儿会出现大面积的肠道受累，需要大面积切除肠道，有可能导致短肠综合征，从而导致新生儿恢复与生长缓慢[3,13-16]。这也是本研究感染与肝肾功能不全等不良事件发生率较高的原因。本研究发现，胎龄37~38周的患儿是术后综合不良事件发生的高危人群，分析其原因可能是本研究采用的病房全程管理的内外科嵌合模式有关。在此模式下，若患儿无明显急诊手术指征，医生常延长其术前住院时间（如针对早产儿，待其生长至足月胎龄再行手术）、予以插管纠正呼吸衰竭、积极抗感染改善肺部疾病等术前优化措施，但这些措施似乎产生了混杂作用，掩盖了早产儿产生的不良影响，这也是本研究中早产儿并非危险因素的原因；但本研究中胎龄过低是综合不良事件发生的危险因素，且胎龄小于267 d时，发生术后不良事件的风险随胎龄的减小而增加，说明即便纠正胎龄，原始胎龄过低造成的影响仍持续到术后，难以改善。因此，对于<38周的不同胎龄组产生的术后影响还需进行亚组分析，进一步探讨其影响。

关于新生儿麻醉的研究重点集中在预防缺氧和维持心率上，而对血压和器官流量充足性的关注较少[17]。有研究证实MAP对早产儿脑氧合有影响[18]，早期连续动态血压监测可预测极早产儿足月时的MRI脑损伤[19]。本研究发现入手术室时MAP低是新生儿术后不良事件的独立危险因素，MAP低于53 mmHg时，发生不良事件的风险增加，这或许能为麻醉管理提供一定理论依据。

对于新生儿的血压干预一直存在争议，有研究建议，当新生儿MAP低于胎龄时或低于30 mmHg应进行扩容或升压治疗[20]。一项大型前瞻性多中心队列研究显示，积极使用扩容或升压药治疗极低胎龄新生儿早期低血压对于出生后24月龄生长发育迟缓没有改善，这表明早期积极的血压干预似乎益处不大[21]。有研究认为，儿茶酚胺类药物的使用可改善大循环功能，提高先天性膈疝儿童的MAP和心率，但会损伤微循环，导致预后不良[22]。这可能是因为新生儿心脏在儿茶酚胺的作用下很容易出现心肌损伤和能量底物消耗[16]。Ismail等[23]在用亚甲蓝与加压素类似物治疗早产儿难治性脓毒性休克时发现，这些药物可显著改善MAP，显著降低去甲肾上腺素需求并减少副作用。目前四川大学华西第二医院常用的改善新生儿血压的血管活性药物为儿茶酚胺类药物，这可能在一定程度上减少了新生儿术后不良事件的发生，使用亚甲蓝与加压素类似药物来改善血压的方法也值得借鉴。有研究认为，检测血清miR-16表达水平对新生儿败血症患儿发生心功能障碍有一定诊断价值[24]。如果有类似检测手段，早期检测并干预或许能更大程度保证器官灌注。

本研究是依据新生儿入手术室时收缩压和舒张压间接计算MAP[MAP=（收缩压+2×舒张压）/3]。有研究认为，新生儿的桡动脉压力波不同于成人，上述MAP的计算可能不准确[25]；但也有研究认为在全身麻醉下的足月儿中，示波法无创和有创动脉内血压监测的MAP几乎是一致的[26]。da Costa等[27]则认为生命最初24 h内脑血管反应强度确定最佳MAP是可行的。如何更好地监测与维持血压和器官流量充足性还有待进一步探索。

在国内，传统上新生儿外科从属于小儿外科或普通外科，术前患儿一般情况的管理与优化主要由外科医师管理，根据术中情况选择术后回外科病房或是转入NICU。而我院创新使用的新生儿病房一体化管理模式则是新生儿从入院开始即收入专业的新生儿病房，由专业的新生儿内科医师进行管理。在此基础上，再由新生儿外科医师和麻醉医师从各自的专业角度出发，优化术前管理。术后患儿全部回到新生儿病房进行统一管理，实现了围术期一体化一贯制管理。本研究纳入的所有患儿，均由同一组新生儿医师进行管理，最大程度上保证了医疗实践的一致性，围术期新生儿病死率也明显低于世界平均水平[28]。且此管理模式在国内尚不多见。然而本研究为单中心研究，不能完全反映整个地区人群的水平；且本研究为回顾性病例对照研究，患儿疾病诊断来源于病案首页的主要诊断，结果存在一定偏倚。此模式的具体优势还有待

进行前瞻性、多中心研究进行横向对比。

综上所述,新生儿仍是术后发生不良事件的高风险人群,提高产前诊断措施、优化胎儿子宫内及子宫外生产时间以改善胎龄带来的相关影响,提高新生儿入手术室时血压或许能降低新生儿术后不良事件的发生率,改善长期预后。

[参考文献]

[1] 常 晶. 新生儿38例麻醉体会[J]. 局解手术学杂志,2001,10(3):317-318.

[2] Nasr V, Staffa SJ, Zurakowski D, et al. Pediatric risk stratification is improved by integrating both patient comorbidities and intrinsic surgical risk [J]. Anesthesiology, 2019, 130 (6) : 971-980. doi: 10.1097/ALN.0000000000002659.

[3] Catré D, Lopes MF, Madrigal A, et al. Predictors of major postoperative complications in neonatal surgery[J]. Rev Col Bras Cir, 2013, 40 (5):363-369. doi: 10.1590/s0100-69912013000500003.

[4] Lillehei C, Gauvreau K, Jenkins KJ, et al. Risk adjustment for neonatal surgery: a method for comparison of in-hospital mortality[J]. Pediatrics, 2012,130(3):e568-e574. doi: 10.1542/peds.2011-3647.

[5] Stey AM, Kenney BD, Moss RL, et al. A risk calculator predicting postoperative adverse events in neonates undergoing major abdominal or thoracic surgery[J]. J Pediatr Surg, 2015, 50(6):987-991. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2015.03.023.

[6] Michelet D, Brasher C, Ben Kaddour H, et al. Postoperative complications following neonatal and infant surgery: common events and predictive factors[J]. Anaesth Crit Care Pain Med, 2017, 36(3): 163-169. doi: 10.1016/j.accpm.2016.05.012.

[7] Weinberg AC, Huang L, Jiang H, et al. Perioperative risk factors for major complications in pediatric surgery: a study in surgical risk assessment for children[J]. J Am Coll Surg, 2011, 212(5):768-778. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2011.02.006.

[8] Skertich NJ, Ingram ME, Ritz E, et al. The influence of prematurity on neonatal surgical morbidity and mortality[J]. J Pediatr Surg, 2020, 55(12):2608-2613. doi:10.1016/j.jpedsurg.2020.03.024.

[9] Kuan CC, Shaw SJ. Anesthesia for major surgery in the neonate[J]. Anesthesiology, 2020, 38 (1) : 1-18. doi: 10.1016/j.anclin.2019.10.001.

[10] McCann ME, Soriano SG. Progress in anesthesia and management of the newborn surgical patient[J]. Semin Pediatr Surg, 2014, 23(5): 244-248. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2014.09.003.

[11] Wang CH, Du LZ, Ma XL, et al. Analysis of in hospital neonatal death in the tertiary neonatal intensive care unit in China: a multicenter retrospective study[J]. Chin Med J, 2016, 129(22): 2652-2658. doi: 10.4103/0366-6999.193458.

[12] Erickson G, Dobson NR, Hunt CE. Immature control of breathing and apnea of prematurity: the known and unknown[J]. J Perinatol, 2021,41(9):2111-2123. doi: 10.1038/s41372-021-01010-z.

[13] Gephart SM, McGrath JM, Effken JA, et al. Necrotizing enterocolitis risk: state of the science[J]. Adv Neonatal Care, 2012, 12(2): 77-89. doi: 10.1097/ANC.0b013e31824cee94.

[14] Eicher C, Seitz G, Bevot A, et al. Surgical management of extremely low birth weight infants with neonatal bowel perforation: a single center experience and a review of the literature[J]. Neonatology, 2012,101(4):285-292. doi: 10.1159/000335325.

[15] Alganabi M, Lee C, Bindi E, et al. Recent advances in understanding necrotizing enterocolitis[J]. F1000Res, 2019, 8: F1000 Faculty Rev-107. doi: 10.12688/f1000research.17228.1.

[16] Pierro A. The surgical management of necrotising enterocolitis[J]. Early Hum Dev, 2005, 81 (1) : 79-85. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2004.10.018.

[17] Wolf AR, Humphry AT. Limitations and vulnerabilities of the neonatal cardiovascular system: considerations for anesthetic management [J]. Pediatr Anesth, 2014, 24(1): 5-9. doi: 10.1111/pan.12290.

[18] Baik N, Urlesberger B, Schwaberger B, et al. Blood pressure during the immediate neonatal transition: is the mean arterial blood pressure relevant for the cerebral regional oxygenation? [J]. Neonatology, 2017,112(2):97-102. doi: 10.1159/000455965.

[19] Butticci R, Habre C, Hernandez A, et al. Early arterial pressure monitoring and term-equivalent age MRI findings in very preterm infants [J]. Pediatr Res, 2022, 92 (3) : 822-828. doi: 10.1038/s41390-021-01839-2.

[20] Binder-Heschl C, Urlesberger B, Schwaberger B, et al. Borderline hypotension: how does it influence cerebral regional tissue oxygenation in preterm infants? [J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2016,29(14):2341-2346. doi: 10.3109/14767058.2015.1085020.

[21] Logan JW, O'Shea TM, Allred EN, et al. Early postnatal hypotension and developmental delay at 24 months of age among extremely low gestational age newborns[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2011, 96(5): F321-F328. doi: 10.1136/adc.2010.183335.

[22] Buijs EAB, Reiss IKM, Kraemer U, et al. Increasing mean arterial blood pressure and heart rate with catecholaminergic drugs does not improve the microcirculation in children with congenital diaphragmatic hernia: a prospective cohort study[J]. Pediatr Crit Care Med, 2014, 15 (4) : 343-354. doi: 10.1097/PCC.0000000000000105.

[23] Ismail R, Awad H, Allam R, et al. Methylene blue versus vasopressin analog for refractory septic shock in the preterm neonate: a randomized controlled trial[J]. Neonatal Perinatal Med, 2022, 15(2): 265-273. doi: 10.3233/NPM-210824.

[24] 祁宏亮, 李莎莎, 武彦秋, 等. 血清miR-16与新生儿败血症患儿心功能障碍及炎症反应的关系[J]. 局解手术学杂志, 2022,31(2):132-136. doi:10.11659/jjssx.08E021016.

[25] Gevers M, Hack WW, Ree EF, et al. Calculated mean arterial blood pressure in critically ill neonates[J]. Basic Res Cardiol, 1993, 88 (1):80-85. doi: 10.1007/BF00788533.

[26] Fujii T, Nishiwaki K. Comparing oscillometric noninvasive and invasive intra-arterial blood pressure monitoring in term neonates under general anesthesia: a retrospective study [J]. Paediatr Anaesth, 2020, 30(12):1396-1401. doi: 10.1111/pan.14020.

[27] da Costa CS, Czosnyka M, Smielewski P, et al. Optimal mean arterial blood pressure in extremely preterm infants within the first 24 hours of life[J]. J Pediatr, 2018, 203: 242-248. doi: 10.1016/j.jpeds.2018.07.096.

[28] Hasan MS, Islam N, Mitul AR. Neonatal surgical morbidity and mortality at a single tertiary center in a low- and middle-income country: a retrospective study of clinical outcomes[J]. Front Surg, 2022,9:817528. doi: 10.3389/fsurg.2022.817528.

(编辑:杨 颖)