

· 综 述 ·

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.06.031

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250217.1736.012\(2025-02-17\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250217.1736.012(2025-02-17))

# 小儿围手术期低体温相关影响因素及干预的研究进展<sup>\*</sup>

吴 迪<sup>1</sup>,包晓航<sup>1</sup>,段光友<sup>2△</sup>

(1.陆军军医大学第二附属医院麻醉科,重庆 400037;2.重庆医科大学第二附属医院麻醉科,重庆 400072)

**[摘要]** 围手术期低体温是指核心体温低于 36℃,小儿低体温发生率更高。小儿低体温主要与婴幼儿体型较小、表面积与体重比值较大有关。虽然婴幼儿通过提高新陈代谢率和产热能力来适应较高的热损失,但由于调节范围较小,新陈代谢很快耗尽,因此仍有体温过低的风险。低体温发生可能增加儿科手术患者的围手术期并发症和死亡风险。作者基于小儿围手术期低体温的相关研究,对儿科患者围手术期低体温发生的原因及机制、危险因素和相关并发症进行概述,并提供了小儿围手术期低体温预防的管理建议。

**[关键词]** 围手术期;小儿;低体温;预防;综述

**[中图法分类号]** R72 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2025)06-1459-05

## Research progress on the impact factors and interventions of perioperative hypothermia in children<sup>\*</sup>

WU Di<sup>1</sup>,BAO Xiaohang<sup>1</sup>,DUAN Guangyou<sup>2△</sup>

(1. Department of Anesthesiology, the Second Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400037, China; 2. Department of Anesthesiology, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400072, China)

**[Abstract]** Perioperative hypothermia, defined as a core body temperature below 36℃, occurs more frequently in pediatric patients. This higher incidence in children is primarily attributed to their smaller body size and larger surface area-to-weight ratio. Although infants can adapt to higher heat loss by increasing metabolic rate and heat production capacity, their limited thermoregulatory capacity leads to rapid depletion of metabolic reserves, thereby increasing the risk of hypothermia. Hypothermia may elevate the rates of perioperative complications and mortality in pediatric surgical patients. Based on relevant studies, the author summarizes the etiology, mechanisms, risk factors, and complications of perioperative hypothermia in pediatric populations, while providing management recommendations for its prevention.

**[Key words]** perioperative period; pediatrics; hypothermia; prevention; review

围手术期低体温的定义是核心体温<36℃。然而,这一定义可能并不完全适用于 5 岁以下儿童(包括新生儿),其围手术期低体温的定义为核心体温<36.5℃<sup>[1]</sup>。有研究表明,近 70% 的患者在术中会出现低体温情况,小儿低体温的发生率高达 50%<sup>[2]</sup>。围手术期低体温与麻醉剂、输血静脉滴注、手术室温度、年龄、手术时间、手术类型、系统性疾病等多种因素有关<sup>[3]</sup>。

与成人比较,儿科患者(尤其是婴儿和新生儿)的头部和躯干区域皮肤覆盖范围更大、相对体重的表面积更大、皮肤结构更薄、皮下脂肪组织更少,热量丢失风险更大<sup>[2]</sup>。此外,大量输血、静脉滴注、失血或失液等因素都会增加围手术期体温过低的风险。围手术期低体温可导致不良事件的发生,包括寒战、凝血功

能障碍、药物作用时间延长及抗感染能力下降,甚至死亡<sup>[4]</sup>。此外,围手术期低体温也会引起术后药物代谢状态改变,导致苏醒延迟和不良心血管事件的发生<sup>[5]</sup>;围手术期低温还会延长恢复时间和住院时间,提高失血、手术部位感染发生率<sup>[3]</sup>。

研究表明,围手术期适当干预可有效抑制炎症反应<sup>[6]</sup>,减轻或避免与低体温有关的并发症<sup>[3]</sup>。因此,治疗和预防小儿围手术期低体温是围麻醉期的重要组成部分。本文旨在综述小儿围手术期低体温相关影响因素及干预措施的研究进展。

### 1 围手术期低体温发生的流行病学特征及机制

据估计,儿科围手术期低体温发生率为 4.2%~60.0%<sup>[7]</sup>。我国对于围手术期患者低体温的相关管理仍待完善,自 2017 年版专家共识发布以来,麻醉与

<sup>\*</sup> 基金项目:重庆市中青年医学高端人才项目(2021-056)。

<sup>△</sup> 通信作者,E-mail:duangy@hospital.cqmu.edu.cn。

外科为围手术期低体温治疗做出了努力,但主动保温率仍较低(仅为 26.3%)。2019—2021 年北京部分医院的统计结果表明,即使主动保温意识有所加强但患者围手术期低体温发生率仍高达 29.9%<sup>[8]</sup>,围手术期体温管理仍有待进一步加强。

小儿围手术期低体温的原因主要包括:(1)小儿体温调节能力较成人差;(2)小儿的体重与体表面积比值较成人低;(3)头部散失的热量增加;(4)小儿储存的皮下脂肪有限。因此,儿科患者围手术期低体温风险较高<sup>[9]</sup>。人体在体温过低时主要通过战栗产热和身体末梢动静脉分流血管收缩减少热量丢失<sup>[10]</sup>。但小儿,尤其是新生儿由于骨骼肌刺激的效应机制微乎其微,通过战栗产生的热量有限,主要依赖于非战栗产热。非战栗产热启动了一条由交感神经活动增加引发的神经内分泌途径,导致促甲状腺激素释放,随后通过甲状腺素的转化提高三碘甲状腺原氨酸水平,增加棕色脂肪组织中去甲肾上腺素的释放。这些途径会上调棕色脂肪组织中的热原蛋白,从而解除线粒体氧化磷酸化的耦合并产生热量<sup>[11]</sup>。此外,极低体重新生儿出生时血管收缩能力较差,无法通过外周血管收缩来保存热量。小儿会通过多种方式进行散热,包括辐射、对流、蒸发和传导散热<sup>[12]</sup>。此外,麻醉剂引起的体温调节中枢受损、对热量散失的正常反应受到抑制等因素也增加了小儿低体温发生可能性<sup>[13]</sup>。

## 2 围手术期低体温危险因素

小儿并不是成人的“缩小版”,小儿生理与发育情况与成人存在较大差异,因此围手术期低体温的发生率及危险因素也与成人存在差异,对于成人来说,入院时病情严重程度、是否存在神经系统疾病、男性、年龄较大、体重减轻、贫血、肾衰竭、糖尿病、手术时间、溶液温度、BMI 是围手术期低体温的危险因素<sup>[14-15]</sup>。目前,大多数研究表明手术类型、麻醉类型、年龄被认为是小儿围手术期低体温发生的危险因素<sup>[16]</sup>。

### 2.1 与患者相关因素

ZHAO 等<sup>[17]</sup>对行全身麻醉手术的新生儿和婴儿(28 d 至 1 个月龄)进行研究,发现新生儿低体温发生率远高于婴儿(82.83% vs. 38.31%),且体重较轻、手术时间较长、液体摄入量较多及未进行预加温管理是常见的危险因素。OKAMURA 等<sup>[4]</sup>研究表明,较低 BMI 和初始核心体温是术中体温过低的危险因素。MEKETE 等<sup>[13]</sup>研究表明,年龄、美国麻醉师协会分级是围手术期低体温的相关因素。

### 2.2 手术与麻醉因素

CUI 等<sup>[18]</sup>研究表明,接受消化道手术的新生儿低体温发生率高达 85%,低新鲜气体流量麻醉和手术时间长短与围手术期低体温有独立相关性。OKAMURA 等<sup>[4]</sup>在小儿脊柱侧弯畸形手术中研究了围手术期低体温的危险因素,结果表明,围手术期低体温的发生率为 38.8%,非青少年特发性脊柱侧弯是术中体温

过低的危险因素。SAHUTOGLU 等<sup>[19]</sup>研究发现,小儿包皮环切术中,低体温发生率为 39.0%,手术持续时间是体温过低的独立危险因素。MEKETE 等<sup>[13]</sup>进行的一项多中心横断面研究表明,在小儿择期手术中,围手术期低体温的发生率为 39.8%,室温、未加热的静脉滴注、静脉滴注量、手术时间和麻醉是围手术期低体温的相关因素。在小儿烧伤患者围手术期低体温发生率为 17.8%,且总烧伤表面积是围手术期低体温的重要危险因素<sup>[20]</sup>,该研究的围手术期低体温发生率相对低于上述其他研究,可能与术前上调手术室温度及预热加温有关。

## 3 围手术期低体温对小儿的不良影响

### 3.1 术后恶心呕吐

术后恶心呕吐是小儿手术和麻醉后最常见的并发症之一。恶心呕吐会延长患儿住院时间,也会对患者的治疗产生不利影响,患儿恶心呕吐发病率是成人的两倍<sup>[21]</sup>,手术类型、手术持续时间、麻醉剂和液体治疗都会对恶心呕吐产生影响,此外体温也可能对其有影响。一项前瞻性研究表明<sup>[2]</sup>,虽然体温 $<36^{\circ}\text{C}$ 会增加术后恶心的发生率,但不会导致呕吐发生率升高。

### 3.2 手术部位感染

在成人中,围手术期体温过低已被确定为手术部位感染的独立危险因素,且使用积极的身体加温技术维持术中正常体温可以降低手术部位感染发生率<sup>[22]</sup>,但在小儿中关于体温对手术部位感染的影响,研究结果并不一致。BENCE 等<sup>[22]</sup>和 BAUCOM 等<sup>[23]</sup>研究表明,围手术期低体温与手术部位感染风险增加无关。SIM 等<sup>[24]</sup>研究表明,体温正常组和低体温组手术部位相关感染率比较差异无统计学意义( $P<0.05$ )。WALKER 等<sup>[25]</sup>研究发现,术中体温升高与婴儿术后感染发生率增加相关;WAGNER 等<sup>[26]</sup>进行的一项病例对照研究表明,儿科患者围手术期体温过低与手术部位感染发生率呈负相关。有研究表明,患有腹裂的婴儿出现围手术期体温过低与手术部位感染风险增加相关<sup>[27]</sup>。因此,关于低体温对小儿术后手术部位感染的影响还需要大量研究进一步证实。

### 3.3 凝血功能

儿科患者是围手术期体温过低的高危人群,体温降低是手术期间和手术后患者可能发生凝血障碍的原因之一。凝血因子在  $37^{\circ}\text{C}$  时发挥最佳作用,体温 $<33^{\circ}\text{C}$ 时,会导致凝血因子功能下降和纤维蛋白原生成失败,同时抑制凝血酶、糖蛋白 I b-IX 复合物、血小板聚集和血栓素  $\text{B}_2$  的产生<sup>[28]</sup>。在温度逐渐降低的体外研究中,温度为  $33^{\circ}\text{C}$  时,凝血过程的破坏加剧,黏附和血小板聚集失效;温度 $<33^{\circ}\text{C}$ 时,酶活性出现紊乱<sup>[29]</sup>。

### 3.4 药物代谢

目前仅有少数研究涉及新生儿、小儿低体温期间相关药物(如庆大霉素、吗啡、咪达唑仑、苯巴比妥、氨

茶碱和托吡酯等)的药代动力学变化,且研究数量较少<sup>[30]</sup>。FAVIE 等<sup>[31]</sup>研究表明,低体温不会影响新生儿的苯巴比妥或咪达唑仑清除率,但会使咪达唑仑的代谢物 1-羟基咪达唑仑的清除率降低。此外,苯巴比妥与咪达唑仑联合应用可明显增加咪达唑仑清除率,这可能是因为苯巴比妥对咪达唑仑代谢发挥了诱导作用<sup>[32]</sup>。研究表明,低体温治疗期间新生儿吗啡及其代谢物的清除率降低;亦有研究表明,新生儿低体温期间庆大霉素清除率降低,但出生后第 5 天,清除率会提高 29%<sup>[33]</sup>。FRYMOYER 等<sup>[34]</sup>研究表明,新生儿低体温治疗期间,氨茶碱清除率降低,半衰期延长 50%。

### 3.5 其他影响

小儿先天性心脏病手术治疗期间,与低体温体外循环比较,正常体温体外循环可减少呼吸支持、缩短儿科重症监护病房停留时间并减少围手术期输血需求,从而降低后续成本<sup>[35]</sup>。一项大型系统综述显示,正常体温下的体外循环与传统的低体温下体外循环安全性相当,因此两者的影响可能需要前瞻性、多中心、随机对照研究进一步证实。

体温过低与死亡率和并发症发生率增加有关。BILLETER 等<sup>[14]</sup>研究表明,择期术中非低温患者的围手术期死亡率约为 4%,而围手术期低体温患者的围手术期死亡率约为 17%,且围手术期低体温患者并发症发生率高于非低体温患者(26.3% vs. 13.9%)。

## 4 低体温干预

麻醉诱导后核心体温会立即下降,这主要是由于体内热量从核心向外周重新分配。因此,围手术期需要采用多种措施进行联合干预,必要时使用药物防止围手术期低体温。术前需要积极宣教,围手术期进行体温监测并对已经发生低体温的患儿进行及时干预。

### 4.1 非药物干预

在非药物干预措施中,预防围手术期低体温主要包括被动保温和主动保温。研究表明,术前 30~60 min 的主动或被动保温可减少围手术期体温过低情况发生<sup>[3]</sup>。但被动保温的效果有限,通常需要结合主动保温措施才能有效维持患者正常体温。

#### 4.1.2 被动保温

对于患儿,适当调高室温( $\geq 24^{\circ}\text{C}$ )已被证明能有效避免儿童围手术期体温过低,也是外科护理质量指标的一部分<sup>[27]</sup>。而对特殊人群如早产儿、新生儿等更应该调高室温。隔热是一种外部(被动)、有效减少通过皮肤辐射和对流热损失的方法。各种材料可减少高达 30% 的热损失,隔热效果与覆盖面积和层数相关<sup>[10]</sup>。在小儿转运过程中,维持适当环境温度,尽可能地覆盖棉被,防止低体温环境暴露。但单纯的被动保温不足以防止围手术期低体温的发生,需要联合使用主动保温。

#### 4.1.3 主动保温

主动保温包括通过体外保温和体内保温。体外保温是通过体表的加温装置保温,如强制空气加温装置、循环水加温系统、加温毯等。强制空气加热装置是目前最常用的主动保温方式,其保温效果与保温部位、温度等有关。使用强制空气加热装置的对流加热非常具有针对性,因为患者损失的大部分热量是通过辐射和对流损失的<sup>[4]</sup>。与没有额外加温辅助装置的患者比较,术前使用强制空气加热毯可以降低接受择期脊柱融合手术的儿科患者体温过低的严重程度、发生率,缩短持续时间,减少不良事件的发生<sup>[36]</sup>。一项 meta 分析<sup>[37]</sup>显示,与常规加温干预措施比较,实验性加温干预措施(如强制空气加温、静脉滴注加温、预加温、预加热、保暖衣和隔热材料等)具有更优越的保温效果。LAU 等<sup>[38]</sup>研究表明,术前至少 30 min 的强制空气对流加温可减少术中整体低温暴露。尽管术前和术中强制空气加温后仍然会出现体温再分布过低的情况,但与单独术中强制空气加温比较,两者的联合应用可以更好地保持术中正常体温。周艳蓉<sup>[39]</sup>研究表明,小儿行骨折手术时,通过强制性加温装置达到的不同温度(32、38 和 43  $^{\circ}\text{C}$ )均能保障患儿在手术过程中生命体征平稳,改善麻醉诱导过程的低体温情况,且温度在 38  $^{\circ}\text{C}$  时效果最好,能明显抑制机体炎症反应。

此外,还可以通过体内加温的方式来干预低体温,如通过加温静脉滴注、输血装置、加温病灶内冲洗液等。研究表明,通过静脉输入 23  $^{\circ}\text{C}$  的 1 000 mL 液体,人体需要耗费 16 kcal 的热量才能将液体升温至 37  $^{\circ}\text{C}$ ,与此同时人体的体温也会下降 0.3  $^{\circ}\text{C}$ <sup>[40]</sup>。OKAMURAM 等<sup>[4]</sup>研究证明,使用加温静脉滴注、输血可有效防止围手术期低体温,但必须使用专用的加温静脉滴注装置,同时温度不可超过 41  $^{\circ}\text{C}$ 。此外,外科医生使用接近体温或略高于体温的加温冲洗液也可以在一定程度上防止围手术期低体温的发生。

HORN 等<sup>[41]</sup>对在全身麻醉下接受择期手术的患者进行了一项随机对照试验。结果显示,接受预热和未接受预热的患者之间核心温度存在明显差异,因此对于围手术期低体温、高风险患者应考虑在术前使用主动加温。主动加温在围手术期体温管理中具有重要作用,BEEDLE 等<sup>[7]</sup>研究表明,采用围手术期体温管理后,小儿围手术期低体温发生率由 16.3% 降至 1.84%。

### 4.2 药物干预

营养素(如氨基酸)可诱导产热,GUPTA 等<sup>[42]</sup>研究表明,术中输注氨基酸可作为预防围手术期低体温的一种替代方法。ROTH 等<sup>[43]</sup>研究表明,七氟醚吸入麻醉诱导或预防性应用去氧肾上腺素(丙泊酚静脉诱导前)均可有效减少再分布性低体温。此外,果糖可通过提高新陈代谢率和血管收缩阈值来增加术中核心温度<sup>[44]</sup>。

### 5 小 结

目前,小儿围手术期低体温发生率仍较高,临床应根据小儿不同的生理特点,针对性地做好低体温预防措施并及时纠正体温,以预防小儿术中凝血功能障碍及术后麻醉苏醒延迟、恶心呕吐、手术部位感染等。但目前有关围手术期小儿低体温的相关预防措施并未形成共识,小儿围手术期最佳体温尚不清楚,且关于小儿发生低体温的情况下如何有效干预的研究结果有限。未来应综合考虑低体温风险分层和临床获益等因素,探索围手术期不同阶段维持不同的体温对患儿预后的影响;也可通过多学科合作,为手术患儿制订个体化、全方位、可持续的围手术期体温管理策略,从而有效降低围手术期低体温的发生率。

### 参考文献

[1] SUN Z P, YANG D. Perioperative hypothermia in pediatric patients[J]. *Can J Anaesth*, 2023, 70 (8): 1405-1406.

[2] SUMER I, UYSAL H, YESILTAS S, et al. The effect of intraoperative body temperature on postoperative nausea and vomiting in pediatric patients[J]. *J Perianesth Nurs*, 2021, 36 (6): 706-710.

[3] ESEN O, YILMAZ G, AYDIN N. Perioperative hypothermia in pediatric patients operated in a tertiary care center: incidence and correlates [J]. *Pak J Med Sci*, 2020, 36(4): 793-798.

[4] OKAMURA M, SAITO W, MIYAGI M, et al. Incidence of unintentional intraoperative hypothermia in pediatric scoliosis surgery and associated preoperative risk factors[J]. *Spine Surg Relat Res*, 2021, 5(3): 154-159.

[5] FEYLING A C, KAMALO P D, HANCHE-OLSEN T, et al. Preventing hypothermia in pediatric neurosurgery in Africa: a randomized controlled non-inferiority trial of insulation versus active warming[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2024, 68 (2): 167-177.

[6] HE L, LIU P, WEN Y, et al. Effect of temperature maintenance by forced-air warming blankets of different temperatures on changes in inflammatory factors in children undergoing congenital hip dislocation surgery[J]. *Chin Med J*, 2020, 133(15): 1768-1773.

[7] BEEDLE S E, PHILLIPS A, WIGGINS S, et al. Preventing unplanned perioperative hypothermia in children[J]. *AORN J*, 2017, 105(2):

170-183.

[8] 陈颖,王莹,张越伦,等.全麻患者围手术期低体温风险预测模型的前瞻性、多中心研究[J]. *中国医学科学院学报*, 2022, 44(6): 1028-1032.

[9] WITT L, DENNHARDT N, EICH C, et al. Prevention of intraoperative hypothermia in neonates and infants: results of a prospective multicenter observational study with a new forced-air warming system with increased warm air flow[J]. *Paediatr Anaesth*, 2013, 23(6): 469-474.

[10] SESSLER D I. Perioperative thermoregulation and heat balance[J]. *Lancet*, 2016, 387 (10038): 2655-2664.

[11] NEMETH M, MILLER C, BRAUER A. Perioperative hypothermia in children[J]. *Int J Env Res Pub He*, 2021, 18(14): 7541.

[12] FEKEDE M S, SAHILE W A. Magnitude and associated factors of perioperative hypothermia in patients who underwent elective surgery at Tikur Anbessa Specialized Hospital. Addis Ababa, Ethiopia[J]. *Int J Med Sci Clin Invent*, 2019, 6(2): 4332-4336.

[13] MEKETE G, GEBEYEHU G, JEMAL S, et al. Magnitude and associated factors of intra-operative hypothermia among pediatric patients undergoing elective surgery: a multi-center cross-sectional study[J]. *Ann Med Surg*, 2022, 75: 103338.

[14] BILLETER A T, HOHMANN S F, DRUEN D, et al. Unintentional perioperative hypothermia is associated with severe complications and high mortality in elective operations[J]. *Surgery*, 2014, 156(5): 1245-1252.

[15] PARODI D, TOBAR C, VALDERRAMA J, et al. Hip arthroscopy and hypothermia[J]. *Arthroscopy*, 2012, 28(7): 924-928.

[16] LAI L L, SEE M H, RAMPAL S, et al. Significant factors influencing inadvertent hypothermia in pediatric anesthesia[J]. *J Clin Monit Comput*, 2019, 33(6): 1105-1112.

[17] ZHAO J, LE Z, CHU L, et al. Risk factors and outcomes of intraoperative hypothermia in neonatal and infant patients undergoing general anesthesia and surgery[J]. *Front Pediatr*, 2023, 11: 1113627.

[18] CUI Y, WANG Y, CAO R, et al. The low fresh gas flow anesthesia and hypothermia in neonates undergoing digestive surgeries: a retro-

- spective before-after study[J]. BMC Anesthesiol, 2020, 20(1):223.
- [19] SAHUTOGLU C, BOR C, DOKUMCU Z, et al. Is temperature monitoring necessary in pediatric circumcision? [J]. Eurasian J Med, 2022, 54(1):41-44.
- [20] HU Y, TIAN Y, ZHANG M, et al. Study of risk factors for intraoperative hypothermia during pediatric burn surgery[J]. World J Pediatr Surg, 2021, 4(1):e141.
- [21] SIMON R W. Pediatric postoperative nausea and vomiting: assessing the impact of evidence-based practice change[J]. AANA J, 2020, 88(4):264-271.
- [22] BENICE C M, LANDISCH R M, WU R, et al. Risk factors for perioperative hypothermia and infectious outcomes in gastroschisis patients [J]. J Pediatr Surg, 2021, 56(7):1107-1112.
- [23] BAUCOM R B, PHILLIPS S E, EHRENFELD J M, et al. Association of perioperative hypothermia during colectomy with surgical site infection[J]. JAMA Surg, 2015, 150(6):570-575.
- [24] SIM R, HALL N J, DE COPPI P, et al. Core temperature falls during laparotomy in infants with necrotizing enterocolitis[J]. Eur J Pediatr Surg, 2012, 22(1):45-49.
- [25] WALKER S, AMIN R, ARCA M J, et al. Effects of intraoperative temperatures on postoperative infections in infants and neonates [J]. J Pediatr Surg, 2020, 55(1):80-85.
- [26] WAGNER J P, VOSIK D M, ELLER M, et al. Unintended perioperative hypothermia and surgical site infection in children[J]. J Surg Res, 2022, 276:235-241.
- [27] LANDISCH R M, MASSOUMI R L, CHRISTENSEN M, et al. Infectious outcomes of gastroschisis patients with intraoperative hypothermia[J]. J Surg Res, 2017, 215:93-97.
- [28] PERLMAN R, CALLUM J, LAFLAMME C, et al. A recommended early goal-directed management guideline for the prevention of hypothermia-related transfusion, morbidity, and mortality in severely injured trauma patients[J]. Crit Care, 2016, 20(1):107.
- [29] TRCKOVA A, STOURAC P. Influence of perioperative hypothermia on blood clotting in children [J]. Bratisl Med J, 2018, 119(5):294-297.
- [30] POKORNA P, WILDSCHUT E D, VOBRUBA V, et al. The impact of hypothermia on the pharmacokinetics of drugs used in neonates and young infants [J]. Curr Pharm Des, 2015, 21(39):5705-5724.
- [31] FAVIE L M A, GROENENDAAL F, VAN DEN BROEK M P H, et al. Phenobarbital. Midazolam pharmacokinetics, effectiveness, and drug-drug interaction in asphyxiated neonates undergoing therapeutic hypothermia [J]. Neonatology, 2019, 116(2):154-162.
- [32] LUTZ I C, ALLEGAERT K, DE HOON J N, et al. Pharmacokinetics during therapeutic hypothermia for neonatal hypoxic ischaemic encephalopathy: a literature review[J]. BMJ Paediatr Open, 2020, 4(1):e685.
- [33] BIJLEVELD Y A, DE HAAN T R, VAN DER LEE H J, et al. Altered gentamicin pharmacokinetics in term neonates undergoing controlled hypothermia[J]. Br J Clin Pharmacol, 2016, 81(6):1067-1077.
- [34] FRYMOYER A, VAN MEURS K P, DROVER D R, et al. Theophylline dosing and pharmacokinetics for renal protection in neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy undergoing therapeutic hypothermia[J]. Pediatr Res, 2020, 88(6):871-877.
- [35] CORNO A F, BOSTOCK C, CHILES S D, et al. Comparison of early outcomes for normothermic and hypothermic cardiopulmonary bypass in children undergoing congenital heart surgery[J]. Front Pediatr, 2018, 6:219.
- [36] DUCIS K, SEIBOLD R D, BREMER T, et al. A standardized protocol to reduce preoperative hypothermia in pediatric spinal fusion surgery: a quality improvement initiative[J]. J Neurosurg Pediatr, 2021, 27(4):489-492.
- [37] XIONG Z, ZHU J, LI Q, et al. The effectiveness of warming approaches in preventing perioperative hypothermia: systematic review and meta-analysis[J]. Int J Nurs Practice, 2023, 29(6):e13100.
- [38] LAU A, LOWLAARVAR N, COOKE E M, et al. Effect of preoperative warming on intraoperative hypothermia: a randomized-controlled trial[J]. Can J Anesth, 2018, 65(9):1029-1040.
- [39] 周艳蓉. 不同保温温度对骨折手术患儿炎症反应与康复效果的影响[J]. 护理实践与研究, 2019, 16(24):118-120. (下转第 1469 页)