

儿童患者术中低体温发生率及影响因素的Meta分析



蓝煌禄, 张思瑶, 王聪慧, 王继友, 韩蕊, 金春玉

哈尔滨医科大学附属第六医院手术室(哈尔滨 150023)

【摘要】目的 系统评价儿童患者术中低体温发生现状及其影响因素。**方法** 计算机检索中国知网、万方、维普、中国生物医学文献数据库、PubMed、Web of Science、Embase、The Cochrane Library、CINAHL 等数据库, 检索时限均为建库至 2025 年 3 月 7 日, 经文献筛选、文献质量评价、提取数据后使用 RevMan 5.4 进行 Meta 分析。**结果** 共纳入 22 篇文献, 包括 7 846 例患者。Meta 分析结果显示, 儿童患者术中低体温发生率为 45% [95%CI (34%, 55%)]。年龄 ≤ 1 岁 [OR=2.85, 95%CI (1.66, 4.87)]、体重 [SMD=-0.34, 95%CI (-0.59, -0.09)]、术前体温 [MD=-0.26, 95%CI (-0.36, -0.15)]、麻醉时间 [SMD=0.55, 95%CI (0.24, 0.85)]、ASA $\geq$ III 级 [OR=2.16, 95%CI (1.33, 3.51)]、手术时间 [SMD=0.41, 95%CI (0.11, 0.71)]、手术时间 ≥ 2 h [OR=2.07, 95%CI (1.52, 2.80)]、术中输血量 [SMD=0.52, 95%CI (0.31, 0.73)]、术中出血量 [SMD=0.45, 95%CI (0.17, 0.73)]、术中输血 [OR=3.18, 95%CI (2.29, 4.43)]、术中输血量 [SMD=0.66, 95%CI (0.29, 1.03)]、急诊手术 [OR=1.47, 95%CI (1.05, 2.04)] 是儿童患者术中低体温的影响因素。**结论** 儿童患者术中低体温发生率较高, 且影响因素众多, 应提升手术团队筛查能力, 早期识别高风险人群, 多学科协作共同制定个体化护理措施预防术中低体温的发生, 保障患儿术中安全。

【关键词】 儿童; 术中低体温; 发生率; 影响因素; Meta 分析

【中图分类号】 R473.72; R726 **【文献标识码】** A

Prevalence and influencing factors of intraoperative hypothermia in pediatric patients: a Meta-analysis

LAN Huanglu, ZHANG Siyao, WANG Conghui, WANG Jiyu, HAN Rui, JIN Chunyu

Operating Room, The Sixth Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150023, China

Corresponding author: JIN Chunyu, Email: janny95826@163.com

【Abstract】Objective To systematically review the current status and influencing factors of intraoperative hypothermia (IOH) in pediatric patients. **Methods** CNKI, WanFang, VIP, CBM, PubMed, Web of Science, Embase, The Cochrane Library, CINAHL and other databases were searched from database inception to March 7, 2025. After literature screening, quality assessment and data extraction, RevMan 5.4 was used for Meta-analysis. **Results** A total of 22 articles involving 7,846 patients were included. The results of Meta-analysis showed that the incidence of IOH in pediatric patients was 45% [95%CI (34%, 55%)]. Age ≤ 1 year [OR=2.85, 95%CI (1.66, 4.87)], weight [SMD=-0.34, 95%CI (-0.59, -0.09)], preoperative temperature [MD=-0.26, 95%CI (-0.36, -0.15)], anesthesia duration [SMD=0.55, 95%CI (0.24, 0.85)], ASA grade $\geq$ III [OR=2.16, 95%CI (1.33, 3.51)], surgery duration [SMD=0.41, 95%CI (0.11, 0.71)],

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202503002

基金项目: 哈尔滨医科大学研究生科研和实践创新项目 (YJSCX2024-124HYD)

通信作者: 金春玉, 主任护师, 硕士研究生导师, Email: janny95826@163.com

surgery duration ≥ 2 h [OR=2.07, 95%CI (1.52, 2.80)], intraoperative infusion volume [SMD=0.52, 95%CI (0.31, 0.73)], intraoperative blood loss [SMD=0.45, 95%CI (0.17, 0.73)], intraoperative blood transfusion [OR=3.18, 95%CI (2.29, 4.43)], intraoperative blood transfusion volume [SMD=0.66, 95%CI (0.29, 1.03)], and emergency surgery [OR=1.47, 95%CI (1.05, 2.04)] were significant influencing factors of IOH in pediatric patients. **Conclusion** The incidence of IOH in children is relatively high with many influencing factors. The screening ability of the surgical team should be improved to identify high-risk groups early, and collaborate with multiple disciplines to formulate individualized nursing interventions to prevent the occurrence of IOH and ensure the safety of children during surgery.

【Keywords】 Pediatric; Intraoperative hypothermia; Incidence; Influencing factors; Meta-analysis

术中低体温 (intraoperative hypothermia, IOH) 指非治疗性低体温干预下, 手术期间患者核心体温低于 36°C ^[1-3]; 部分研究将其定义为核心体温低于 36.5°C 或 35°C , 但持续时间标准尚未统一^[4-7]。IOH 常见于外科手术患者, 我国一项全国性调查结果显示, IOH 发生率为 44.3%^[8]。儿童患者由于各器官尚未完全发育成熟, 往往存在热量储备有限及体温调节机制不完善等问题, 其 IOH 发生率高达 22%~85%^[2]。研究表明, 即使轻度 IOH 也会增加各种并发症的发生风险, 对全身各器官功能造成不良影响^[9], 如凝血功能障碍、伤口感染风险增加、拔管时间延长、心血管事件发生风险显著上升等^[10-13], 从而延长患儿住院时间, 增加患儿及其家庭的经济负担。当前, 已有学者系统总结了成人患者 IOH 的影响因素^[14], 然而, 针对儿童高发人群, 尚缺乏充分的循证证据。近年来, 已有研究分析了儿童患者 IOH 的影响因素, 但存在样本量小、分析变量不够全面等不足, 研究结果不尽相同, 导致结论外推性有限。因此, 本研究通过 Meta 分析明确儿童患者 IOH 发生率及其影响因素, 旨在为临床医护工作者早期识别及制定个体化预防措施提供循证依据。

1 资料与方法

本研究已在 PROSPERO 平台进行注册 (注册号: CRD42024541329)。

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: ①研究对象为行外科手术的儿童患者, 年龄 ≤ 18 岁; ②研究内容为 IOH 的发生率及影响因素; ③研究类型为以中文或英文发表的队列研究或病例对照研究; ④结局指标为 IOH 发生及影响因素, 其中 IOH 诊断标准为核心体温 (肺动脉、食管下 1/3、鼻咽部、鼓膜)

或近似核心体温 (膀胱、直肠、口腔、腋窝) 低于 36°C 或 36.5°C , 持续时间不限。排除标准:

①非手术期间发生低体温; ②无法提取儿童患者相关数据; ③治疗性降低患儿体温的外科手术; ④无法获取全文或重复发表; ⑤研究方法不符或研究方案前后不一致。

1.2 文献检索策略

采用主题词与自由词相结合的方式系统检索中国知网、万方、维普、中国生物医学文献数据库、PubMed、Web of Science、Embase、The Cochrane Library、CINAHL 等中英文数据库, 通过检索 Google Scholar、ProQuest、中国优秀硕士学位论文全文数据库获得灰色文献, 并辅以滚雪球的方式补充检索纳入文献的参考文献。所有数据库初始检索时限为建库至 2024 年 3 月 26 日, 为确保研究结果时效性, 于 2025 年 3 月 7 日执行一次更新检索。中文检索词包括婴儿、新生儿、儿童、儿科、围手术期、低体温、低温、失温、影响因素、危险因素、病因等; 英文检索词包括 infant、neonate、child、pediatric、intraoperative、perioperative、hypothermia、unintended hypothermia、influence factors、risk factors、etiology 等。以 PubMed 为例, 检索策略见附件框 1。

1.3 文献筛选与资料提取

由 2 名接受过循证理论知识教育的研究者根据预先制定的纳排标准独立进行文献筛选和资料提取, 并交叉核对最终结果, 若出现不同意见, 先通过讨论解决, 无法统一则由第 3 名研究者协助仲裁。将检索获得的文献导入 NoteExpress 软件去除重复文献, 通过阅读题目和摘要进行初筛, 并进一步阅读全文进行复筛, 确定最终纳入的文献。资料提取内容包括第一作者、发表年份、国

家、研究类型、年龄范围、样本量、低体温发生率、低体温定义、测温部位、涉及的影响因素及对应数据等。

1.4 纳入研究的偏倚风险评价

由 2 名经过量表培训的研究者独立对最终纳入的文献进行偏倚风险评价,交叉核对结果,若出现评价结果不一致,进行协商讨论,无法达成统一意见则由第 3 名研究者协助判断。队列研究和病例对照研究采用纽卡斯尔-渥太华量表(the Newcastle-Ottawa Scale, NOS)^[15]进行文献质量评价,该量表共分为 3 个维度,包括研究人群选择(4 个条目,1 分/条目)、组间可比性(1 个条目,2 分/条目)、结果/暴露因素的测量(3 个条目,1 分/条目),总分 9 分,得分越高偏倚风险越低,0~3 分为低质量研究,4~6 分为中等质量研究,7~9 分为高质量研究。

1.5 统计学分析

采用 RevMan 5.4 进行 Meta 分析。计数数据采用比值比(odds ratio, OR)及 95%CI 作为合并效应量,计量数据采用标准化均数差(standard mean difference, SMD)或均数差(mean difference, MD)及 95%CI 作为合并效应量。数据转换原则^[16]为:计量数据在原始研究中仅报告中位数及四分位数时,首先进行偏度检测^[17],数据呈正态分布,使用 Tong 等^[18-19]提出的基于正态假设的数据转换公式(<https://www.math.hkbu.edu.hk/~tongt/papers/median2mean.html>);数据呈偏态分布,使用 Cai 等^[20]提出的基于未知数据分布的转换公式(<https://smcgrath.shinyapps.io/estmeansd/>)估计该变量的均数和标准差。以 Q 检验结合 I^2 值判断研究间异质性大小, $I^2 \leq 50\%$ 且 $P \geq 0.1$ 表示研究间异质性尚可,采用固定效应模型进行 Meta 分析; $I^2 > 50\%$ 且 $P < 0.1$ 表示研究间异质性较大,采用随机效应模型进行 Meta 分析。通过逐一剔除法和转换模型的方式分别对 IOH 发生率和影响因素进行敏感性分析,评估结果的稳定性。对纳入 ≥ 10 项研究的合并结果绘制漏斗图判断是否存在发表偏倚。以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献筛选流程及结果

通过系统检索共获得 1 647 篇文献,通过去

除重复文献初筛、阅读全文复筛后获得 90 篇文献,更新检索获得 5 篇文献^[21-25],最终纳入 22 篇文献^[6-7, 21-40]。文献筛选流程见图 1。

2.2 纳入文献基本特征与偏倚风险评价

纳入的 22 篇文献均为队列研究,其中前瞻性队列研究 7 篇^[6, 23, 25-28, 39],回顾性队列研究 15 篇^[7, 21-22, 24, 29-38, 40]。中文文献 12 篇^[7, 25-29, 32-34, 37-38, 40],英文文献 10 篇^[6, 21-24, 30-31, 35-36, 39]。原始研究样本量为 63~1 091 例,累计 7 846 例,其中 IOH 组 3 324 例,非 IOH 组 4 522 例,患儿 IOH 发生率为 15.33%~82.83%。其中 Okamura 等^[35]研究中 3 例(2.91%)患儿年龄超出本研究范围,为确保研究尽可能多地覆盖儿童所有年龄段,经小组成员充分讨论,最终予以纳入,文献基本特征见表 1。19 篇文献为高质量研究(7~9 分),3 篇文献为中等质量研究(4~6 分),详见附件表 1。

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 IOH 发生率及亚组分析

22 篇^[6-7, 21-40]文献的 23 项研究报告了患儿 IOH 发生率,各研究间存在异质性($I^2=99\%$, $P <$

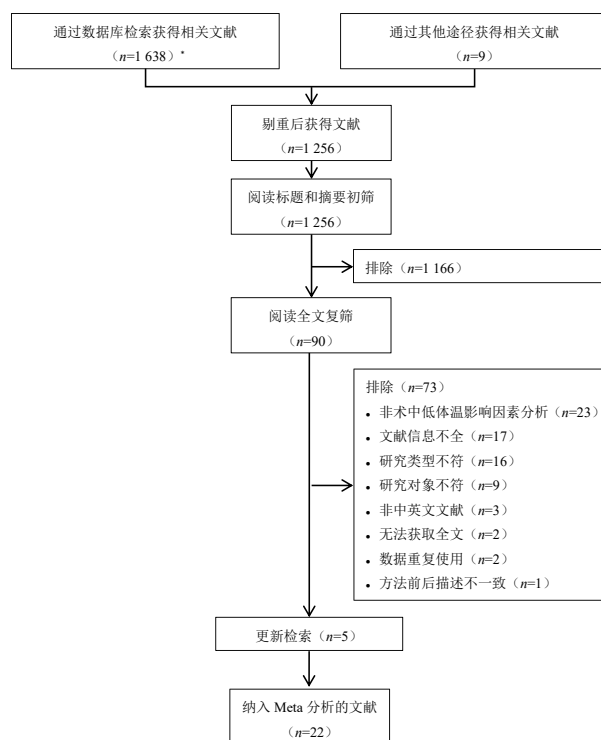


图1 文献筛选流程图

Figure 1. Flow chart for literature screening

注: *检索的数据库及检出文献数具体为中国知网($n=74$)、万方($n=568$)、维普($n=174$)、中国生物医学文献数据库($n=245$)、PubMed($n=25$)、The Cochrane Library($n=27$)、CINAHL($n=19$)、Web of Science($n=168$)、Embase($n=338$)。

表1 纳入文献基本特征
Table 1. Basic characteristics of included literature

纳入文献	国家	研究类型	年龄	病例组 (例)	对照组 (例)	低体温发生率 (%)	低体温定义	测温部位	影响因素
Dai 2024 ^[21]	中国	RCS	≤28天	513	135	79.17	<36 °C	食道或鼻咽	①③④⑥⑦⑧⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳
Li 2024 ^[22]	中国	RCS	≤28天	81	38	68.07	<36.5 °C	直肠	①③⑥⑦⑫⑬⑭⑮⑯⑰
Bitsa 2024 ^[23]	埃塞俄比亚	PCS	<18岁	211	188	52.88	<36 °C	腋窝	②③④⑧⑩⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
郑伟熙 2024 ^[25]	中国	PCS	<6岁	82	453	15.33	<5岁: <36.5 °C ≥5岁: <36 °C	食道或直肠	①④⑦⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
Guliyev 2024 ^[24]	土耳其	RCS	≤28天	34	29	53.97	<36 °C	食道或直肠	①③⑦⑧⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
曹义 2024 ^[7]	中国	RCS	≤14岁	109	208	34.38	<36 °C且≥30 min或两次 <36 °C且间隔≥30 min	鼻咽	①③④⑤⑦⑧⑩⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
Zhao 2023 ^[30]	中国	RCS	≤28天	415	86	82.83	<36 °C	食道或鼻咽	①③④⑧⑩⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳
刘婷 2023 ^[27]	中国	PCS	28天~1岁	226	364	38.31			
	中国	PCS	≤28天	62	44	58.49	<36 °C	鼻咽	①③④⑦⑧⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
Zhang 2023 ^[31]	中国	RCS	≤28天	325	76	81.05	<36 °C	食道	①③④⑦⑧⑩⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
李悦 2023 ^[28]	中国	PCS	≤14岁	178	494	26.49	<36 °C	鼻咽	①③⑤⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
曹义 2023 ^[29]	中国	RCS	≤16岁	59	120	32.96	<36 °C	鼻咽	②③⑤⑦⑧⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
郑靖雅 2023 ^[26]	中国	PCS	≤3岁	82	354	18.81	<36 °C	口腔	②③⑤⑥⑦⑧⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
周小松 2022 ^[32]	中国	RCS	-	147	53	73.50	<36 °C	鼻咽	①③④⑤⑦⑧⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
白海燕 2022 ^[34]	中国	RCS	3~9岁	78	132	37.14	<36 °C且≥30 min	鼻咽	①③④⑦⑧⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
季彬 2022 ^[33]	中国	RCS	≤18岁	188	898	17.31	<36 °C	直肠	②⑥⑦⑧⑩⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
Okamura 2021 ^[35]	日本	RCS	10~19岁	40	63	38.83	<36 °C	膀胱	①③④⑤⑦⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
Hu 2021 ^[36]	中国	RCS	≤14岁	35	162	17.77	<36 °C	食道	②③④⑨⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
朱继红 2018 ^[37]	中国	RCS	8月~14岁	193	257	42.89	<36 °C	鼻咽	①③④⑦⑧⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
林素羽 2016 ^[38]	中国	RCS	6月~14岁	100	86	53.76	<36 °C	鼻咽	①③④⑦⑧⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
Kioko 2013 ^[39]	肯尼亚	PCS	<12岁	30	70	30.00	<36 °C	鼓膜	①③⑤⑦⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱
徐善玉 2011 ^[40]	中国	RCS	3月~2岁	28	94	22.95	<36.5 °C	鼓膜	③⑫⑬
Pearce 2010 ^[6]	美国	PCS	≤18岁	108	118	47.49	<36 °C且>5 min	膀胱、食道或直肠	①④⑦⑧⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱

注: PCS: 前瞻性队列研究; RCS: 回顾性队列研究; ①年龄; ②年龄≤1岁; ③性别; ④体重; ⑤BMI; ⑥术前血红蛋白; ⑦术前体温; ⑧麻醉时间; ⑨麻醉方式; ⑩ASA分级; ⑪手术室温度; ⑫手术时间; ⑬手术时间≥2h; ⑭术中输血量; ⑮术中输血量; ⑯术中输血量; ⑰术中输血量; ⑱术中输血量; ⑲术中输血量; ⑳术中输血量; ㉑术中输血量; ㉒术中输血量; ㉓术中输血量; ㉔术中输血量; ㉕术中输血量; ㉖术中输血量; ㉗术中输血量; ㉘术中输血量; ㉙术中输血量; ㉚术中输血量; ㉛术中输血量; ㉜术中输血量; ㉝术中输血量; ㉞术中输血量; ㉟术中输血量; ㊱术中输血量; ㊲术中输血量; ㊳术中输血量; ㊴术中输血量; ㊵术中输血量; ㊶术中输血量; ㊷术中输血量; ㊸术中输血量; ㊹术中输血量; ㊺术中输血量; ㊻术中输血量; ㊼术中输血量; ㊽术中输血量; ㊾术中输血量; ㊿术中输血量; -未报告。

0.001), 随机效应模型分析显示, 儿童患者 IOH 发生率为 45% [95%CI (34%, 55%)], 见附件图 1。

根据发表时间、研究地点、研究类型进一步亚组分析, 各亚组异质性均较高 ($I^2=83\%\sim 99\%$, $P<0.001$), 随机效应模型分析显示, 发表时间 ≤ 5 年的研究中儿童 IOH 发生率为 46% [95%CI (33%, 59%)], 发表时间 > 5 年的研究 IOH 发生率为 40% [95%CI (30%, 50%)]; 中国儿童 IOH 发生率为 44% [95%CI (32%, 57%)], 其他国家发生率为 45% [95%CI (36%, 53%)]; 前瞻性研究 IOH 发生率为 35% [95%CI (24%, 47%)], 回顾性研究 IOH 发生率为 48% [95%CI (34%, 62%)], 见附件表 2。

2.3.2 IOH 的影响因素

为提高研究结果的可靠性, 本研究仅对纳入研究数 ≥ 3 项的影响因素进行效应量合并, 涉及 20 个潜在影响因素。Meta 分析结果显示, 年龄 ≤ 1 岁 [OR=2.85, 95%CI (1.66, 4.87)], $P<0.001$ 、体重 [SMD=-0.34, 95%CI

(-0.59, -0.09), $P=0.008$]、术前体温 [MD=-0.26, 95%CI (-0.36, -0.15)], $P<0.001$ 、麻醉时间 [SMD=0.55, 95%CI (0.24, 0.85)], $P<0.001$ 、ASA $\geq$ III 级 [OR=2.16, 95%CI (1.33, 3.51)], $P=0.002$ 、手术时间 [SMD=0.41, 95%CI (0.11, 0.71)], $P=0.008$ 、手术时间 ≥ 2 h [OR=2.07, 95%CI (1.52, 2.80)], $P<0.001$ 、术中输血量 [SMD=0.52, 95%CI (0.31, 0.73)], $P<0.001$ 、术中出血量 [SMD=0.45, 95%CI (0.17, 0.73)], $P=0.001$ 、术中输血 [OR=3.18, 95%CI (2.29, 4.43)], $P<0.001$ 、术中输血量 [SMD=0.66, 95%CI (0.29, 1.03)], $P<0.001$ 、急诊手术 [OR=1.47, 95%CI (1.05, 2.04)], $P=0.020$ 是儿童患者 IOH 的影响因素 ($P<0.05$), 详见表 2。

2.4 敏感性分析

采用逐一剔除法对儿童患者 IOH 发生率进行敏感性分析, 结果显示合并效应量为 43%~46%, 提示 IOH 发生率 Meta 分析结果较为稳定。通过

表2 患儿IOH影响因素Meta分析

Table 2. Meta-analysis of factors influencing intraoperative hypothermia in pediatric patients

影响因素	纳入文献（篇）	异质性检验		合并模型	效应量（95%CI）	P值
		I ² 值（%）	P值			
患儿相关因素						
年龄 [*]	13 ^[6, 21-22, 24-25, 27-28, 30, 32, 34, 37-39]	90	<0.001	随机	-0.15（-0.37, 0.06） ^a	0.170
年龄≤1岁	5 ^[23, 26, 29, 33, 36]	80	<0.001	随机	2.85（1.66, 4.87） ^c	<0.001
性别	19 ^[7, 21-24, 26-32, 34-40]	0	0.500	固定	0.91（0.81, 1.03） ^c	0.130
体重 [*]	12 ^[6-7, 21, 25, 27, 30-32, 34, 36-38]	93	<0.001	随机	-0.34（-0.59, -0.09） ^a	0.008
BMI [*]	5 ^[7, 26, 29, 32, 39]	66	0.020	随机	-0.39（-0.90, 0.12） ^b	0.130
术前血红蛋白	4 ^[21-22, 26, 33]	71	0.020	随机	-0.87（-4.75, 3.01） ^b	0.660
术前体温 [*]	16 ^[6-7, 21-22, 24-29, 32-34, 37-39]	95	<0.001	随机	-0.26（-0.36, -0.15） ^b	<0.001
麻醉相关因素						
麻醉时间 [*]	12 ^[6-7, 21, 24, 26-28, 30, 32-33, 37-38]	96	<0.001	随机	0.55（0.24, 0.85） ^a	<0.001
麻醉方式	3 ^[28, 36, 39]	66	0.050	随机	1.73（0.77, 3.89） ^c	0.190
ASA≥Ⅲ级 [*]	10 ^[6, 21, 23-26, 28, 30-31, 33]	82	<0.001	随机	2.16（1.33, 3.51） ^c	0.002
手术相关因素						
手术室温度	5 ^[24-26, 28, 39]	95	<0.001	随机	-0.22（-0.60, 0.17） ^b	0.270
手术时间 [*]	13 ^[7, 22, 24-28, 30, 32-33, 36-38]	95	<0.001	随机	0.41（0.11, 0.71） ^a	0.008
手术时间≥2 h	3 ^[23, 34, 40]	0	0.560	固定	2.07（1.52, 2.80） ^c	<0.001
术中输液量 [*]	14 ^[22, 24-32, 36-39]	89	<0.001	随机	0.52（0.31, 0.73） ^a	<0.001
术中出血量 [*]	10 ^[6-7, 21-22, 26, 30, 32-33, 37-38]	94	<0.001	随机	0.45（0.17, 0.73） ^a	0.001
手术方式	7 ^[21-22, 26-27, 30-31, 34]	64	0.007	随机	1.21（0.89, 1.66） ^c	0.230
术中输血 [*]	6 ^[6, 25-26, 28, 30-31]	0	0.460	固定	3.18（2.29, 4.43） ^c	<0.001
术中输血量	3 ^[27, 29, 38]	72	0.030	随机	0.66（0.29, 1.03） ^a	<0.001
术中主动保温措施	3 ^[25, 28, 36]	88	<0.001	随机	0.81（0.27, 2.42） ^c	0.710
急诊手术	4 ^[7, 21, 27, 30]	54	0.070	随机	1.47（1.05, 2.04） ^c	0.020

注: ^a.SMD; ^b.MD; ^c.OR; *存在部分文献受数据报告格式影响而未进行合并的情况。

转换模型的方式对 IOH 影响因素 Meta 分析结果进行敏感性分析,结果显示,本研究总结的 12 个影响因素在两种模型中的合并效应值接近,模型转换后效应量方向未发生改变,提示本研究结果稳定性较好,详见附件表 3。

2.5 发表偏倚

通过绘制漏斗图对纳入研究 ≥ 10 项的合并结果进行发表偏倚检验,结果显示,儿童 IOH 发生率、年龄、性别、体重、术中输血量指标各研究对应散点图围绕中心线大致呈对称分布,提示存在发表偏倚的可能性较小;术前体温、麻醉时间、ASA 分级、手术时间、术中出血量指标各研究对应散点图在中心线两侧呈不完全对称分布,提示可能存在发表偏倚,详见附件图 2、图 3。

3 讨论

本研究结果显示,儿童患者 IOH 发生率为 45%,与 Görges 等^[41]研究结果一致,略高于柯稳等^[42]对成人腹部手术患者 IOH 发生率的 Meta 分析结果 43%,但总体差异不明显,可能是由于患儿在术中更容易受到医护人员的关注,各项保温措施执行依从性普遍较高,从而在一定程度上降低了儿童 IOH 的发生风险,导致成人与儿童群体间发生率差异并不显著。

亚组分析结果显示,发表时间 ≤ 5 年的研究 IOH 发生率高于发表时间 > 5 年的研究,可能是发表时间 ≤ 5 年的研究中包含了较多的新生儿,其在既往研究中已被证实是 IOH 的独立危险因素^[43]。另外,发表时间 ≤ 5 年亚组纳入了 17 项研究,说明近年儿科领域 IOH 已受到广泛关注,但总体发生率仍居高不下,对儿童 IOH 干预效果未取得显著成效,提示儿童医务工作者仍需进一步加强患儿术中体温管理,提高早期识别和精准干预能力。国内外手术患儿 IOH 发生率大致相同,揭示儿童 IOH 是全球性现象,可通过搭建紧密的跨国交流平台,开展多中心、大样本研究,明确低体温的发生规律。与前瞻性研究相比,回顾性研究中儿童 IOH 发生率更高,可能是研究设计不同,导致信息偏倚、选择偏倚等情况的发生^[44]。

本研究结果表明,年龄 ≤ 1 岁是儿童患者发生 IOH 的危险因素,与既往研究结果一致^[33, 45]。Mekete 等^[46]研究指出,年龄越小面临的低体温风险越高。一项前瞻性队列研究发现,在 0~12

岁患儿中,新生儿和婴儿 IOH 发生率最高,达 83.3% 和 56.1%^[5]。与大龄儿童相比,新生儿及婴儿体温调节中枢尚未发育成熟,其主要产热器官棕色脂肪在麻醉药物作用下活性降低,导致产热效率下降难以应对寒冷刺激,从而诱发 IOH^[2, 30]。然而,在将年龄作为连续型变量进行合并时,结果并不显著,这可能意味着在较大年龄范围内的患儿群体中,年龄对 IOH 发生的影响较为均衡,从而掩盖了低龄对 IOH 的重要影响。因此,建议在未来的临床研究中,应对年龄变量进行多分类处理,分析不同年龄段患儿发生 IOH 的风险。黄晶等^[47]研究发现体重轻的患儿更容易发生 IOH,与本研究结论一致。考虑原因是体重较轻的患儿皮下脂肪层较薄,不足以提供足够的隔热保护,但儿童皮下血管网络分布较为密集,因此,容易通过皮肤丢失大量的热量。相关研究证实,无论是成人或儿童患者,术前低体温均是发生 IOH 的独立高风险因素^[32-33, 48-49],有 Meta 分析也验证了这一结论^[14-42]。既往研究发现,当患儿术前体温 < 36.2 °C 时,IOH 发生率显著升高^[50]。Sessler^[9]指出,未接受加温处理的手术患者在麻醉后体温通常会下降 1~2 °C。因此,术前体温低的患者更难以抵抗麻醉后体温的下降,更容易发生 IOH;而术前体温较高的患者其核心与外周之间的温度梯度较小,从而减少了核心热量的再分布^[51]。已有研究表明,术前预保温 30 min 外周增加的热量约为麻醉后 1 h 机体损失的热量^[1],即使预保温 10 min 也能在一定程度上提高术前体温^[52-53]。综上,研究结论提示外科手术团队应高度关注新生儿及婴儿群体,监测患儿进入手术室时的核心体温状况,有条件者可实施术前预保温加热 10 min 以上,提高患儿的热量储备和低体温阈值,更好地抵抗麻醉原因所致的热量损失。

本研究结果还显示,ASA $\geq$ III 级、麻醉时间长、手术时间长、手术时间 ≥ 2 h 是患儿发生 IOH 的危险因素,与既往研究结果一致^[5, 26, 30, 50]。本研究发现 ASA $\geq$ III 级的患者 IOH 发生风险是 ASA $<$ III 级的 2.16 倍。ASA 级别越高代表患者可能伴随的器官功能障碍越为严重,整体健康状况越差^[54],越可能出现机体代偿产热能力低下、体温调节功能减弱、对冷刺激反应不足等问题,增加 IOH 发生风险。郑靖雅等^[26]研究也表明,ASA 分级越高,IOH 发生率亦越高。麻醉时间

依赖于手术时间,手术时间越长,麻醉时间相应越长。相关研究指出,手术时间、麻醉时间超过 2 h 时 IOH 发生率明显升高,尤其是全身麻醉患者^[1]。Sultana 等^[50]研究显示,手术时间 > 60 min 时低体温发生风险增加 52%。提示医务人员需在术前准确评估患儿麻醉风险,并对手术时长进行预估,在保证安全的前提下尽量缩短手术时长,降低患儿 IOH 发生风险,护理人员则应加强术中巡视,确保非手术部位覆盖保暖布单,对于手术时间 ≥ 2 h 的患儿,可在说明书指导下正确使用主动加温系统,但必须要持续监测患儿核心体温,动态调整加温档位,避免医源性高热的发生^[2,55]。

本研究发现,术中出血量多是患儿发生 IOH 的危险因素。研究表明,IOH 影响血小板聚集和凝血因子的活性,造成凝血功能障碍,增加手术过程中的出血量,而深部脏器的失血将直接影响人体核心温度,进一步加重 IOH,形成恶性循环^[56]。另外,患儿有效循环血量较少,失血量较多时机体无法自身代偿,补液、输血需求也随之增加。一项 Meta 分析显示,即使是轻微的低体温也会导致失血量增加 16%,输血需求增加 22%^[57]。输血量、术中输血、输血量也是儿童 IOH 的危险因素。相关研究表明,静脉输注 1 000 mL 室温液体或 1 个单位冷藏于 2~6 °C 的血制品,可使一个 70 kg 体重的患者体温降低大约 0.25 °C^[9]。而一项针对儿童患者的研究显示,当输注液体 ≥ 500 mL 时,低体温风险增加 2.6 倍^[46]。提示手术室护士应密切关注手术进程,对出血量较大的患儿做好配血备血工作,积极将患儿体温维持在 36 °C 以上,对有大量液体需求的患儿,以及需要使用冷藏血制品的情况,应采取正确措施进行加温处理,减少因外源性液体因素导致的体温过低。

本研究结果还发现,急诊手术患儿 IOH 发生风险是择期手术患儿的 1.47 倍,与 Zhao 等^[30] 研究结果一致。与择期手术相比,急诊手术存在患者特征和系统运作方面的差异性^[58],患儿由于年龄较小,容易出现症征不符现象,而患儿处于急性生理应激状态,体温调节机制易受损,并可能伴发严重并发症,加大了手术难度。因此,建议医护人员提高对行急诊手术患儿的关注度,实施细致的术前评估,确保充分的体温管理和监测,加强手术团队间的沟通与协作,特别是在夜间手术或紧急情况下,避免出现意外并发症。

本研究存在一定局限:①未对年龄范围、疾病类型进行限定,目前对于儿童 IOH 的研究尚不充分,根据儿童不同成长阶段、疾病类型进行 Meta 分析的文献量不足,因此本研究仅探讨了儿童 IOH 的普适性影响因素;②本研究在结局指标测量、诊断标准、保温措施的实施、手术类型等方面存在较大异质性,无法进一步亚组分析,可能对研究结论造成偏倚;③多数原始研究对计量数据未行分类处理,导致本研究大部分计量变量无法确定分类阈值,可能会降低临床可操作性。

综上所述,儿童患者 IOH 发生率较高,年龄 ≤ 1 岁、体重、术前体温、麻醉时间、ASA $\geq$ III 级、手术时间、手术时间 ≥ 2 h、术中输血量、术中出血量、术中输血、术中输血量、急诊手术是儿童患者 IOH 的影响因素。儿童医护人员可重点评估本研究总结的影响因素,有针对性地采取保温措施,降低患儿 IOH 发生率。建议未来开展更多高质量大样本前瞻性队列研究,在此基础上,将来可对不同年龄段儿童 IOH 的影响因素进行 Meta 分析或构建风险预测模型,以更精准的识别高危人群。

附件见《医学新知》官网附录 (<https://yxxz.whuznhmedj.com/futureApi/storage/appendix/202503002.pdf>)

伦理声明:不适用

作者贡献:研究设计、文献查阅、筛选与质量评价:蓝煌禄、张思瑶、王聪慧;数据提取与核查:蓝煌禄、王继友、韩蕊;数据分析与论文撰写:蓝煌禄、张思瑶;研究指导、文章审阅:金春玉;基金支持:蓝煌禄

数据获取:本研究中使用的(或)分析的所有数据均包含在本文中

利益冲突声明:无

致谢:不适用

参考文献

- 1 国家麻醉专业质量控制中心.围术期患者低体温防治专家共识(2023版)[J].协和医学杂志,2023,14(4):734-743.[National Center for Quality Assurance of Anesthesia. 2023 Chinese expert consensus statement for prevention and management of perioperative hypothermia[J]. Medical Journal of Peking Union Medical College Hospital, 2023, 14(4): 734-743.] DOI: [10.12290/j.1674-1375.2023.14.04.0734](https://doi.org/10.12290/j.1674-1375.2023.14.04.0734)

- xhyxzz.2023-0266.
- 2 Nemeth M, Miller C, Brauer A. Perioperative hypothermia in children[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(14): 7541. DOI: [10.3390/ijerph18147541](#).
 - 3 中华护理学会. 成人术中非计划低体温预防与护理 [EB/OL]. [2024-11-23]. [Chinese Nursing Association. Prevention and nursing of intraoperative unplanned hypothermia for adult patients[EB/OL]. [2024-11-23]. <http://hltb.kxj.org.cn/uploads/admin/202410/670f34cf29fa4.pdf>
 - 4 Qiu Q, Yang Z, Zhang Y, et al. Reducing postoperative hypothermia in infants: quality improvement in China[J]. *Paediatr Anaesth*, 2024, 34(8): 773-782. DOI: [10.1111/pan.14910](#).
 - 5 Lai LL, See MH, Rampal S, et al. Significant factors influencing inadvertent hypothermia in pediatric anesthesia[J]. *J Clin Monit Comput*, 2019, 33(6): 1105-1112. DOI: [10.1007/s10877-019-00259-2](#).
 - 6 Pearce B, Christensen R, Voepel-Lewis T. Perioperative hypothermia in the pediatric population: prevalence, risk factors and outcomes[J]. *Journal of Anesthesia & Clinical Research*, 2010, 1(1). DOI: [10.4172/2155-6148.1000102](#).
 - 7 曹义, 彭玉娜, 胡芳, 等. 儿童肝移植非计划性术中低体温风险预测模型的构建及验证 [J]. 天津医科大学学报, 2024, 30(1): 6-10. [Cao Y, Peng YN, Hu F, et al. Construction and validation of a risk prediction model for pediatric liver transplantation with unplanned intraoperative hypothermia[J]. *Journal of Tianjin Medical University*, 2024, 30(1): 6-10.] DOI: [10.20135/j.issn.1006-8147.2024.01.0006](#).
 - 8 Yi J, Lei Y, Xu S, et al. Intraoperative hypothermia and its clinical outcomes in patients undergoing general anesthesia: national study in China[J]. *PLoS One*, 2017, 12(6): e177221. DOI: [10.1371/journal.pone.0177221](#).
 - 9 Sessler DI. Perioperative thermoregulation and heat balance[J]. *Lancet*, 2016, 387(10038): 2655-2664. DOI: [10.1016/S0140-6736\(15\)00981-2](#).
 - 10 赵佳莲, 张小蝶, 吴昊, 等. 新生儿非心脏手术中低体温对预后的影响 [J]. 中华医学杂志, 2024, 104(23): 2148-2153. [Zhao JL, Zhang XD, Wu H, et al. Association between intraoperative hypothermia and outcomes in neonatal patients undergoing non-cardiac surgery[J]. *National Medical Journal of China*, 2024, 104(23): 2148-2153.] DOI: [10.3760/cma.j.cn112137-20231120-01139](#).
 - 11 Wittenborn J, Clausen A, Zeppernick F, et al. Prevention of intraoperative hypothermia in laparoscopy by the use of body-temperature and humidified CO₂: a pilot study[J]. *Geburtshilfe Frauenheilkd*, 2019, 79(9): 969-975. DOI: [10.1055/a-0903-2638](#).
 - 12 Santos R, Boin I, Caruy C, et al. Randomized clinical study comparing active heating methods for prevention of intraoperative hypothermia in gastroenterology[J]. *Rev Lat Am Enfermagem*, 2019, 27: e3103. DOI: [10.1590/1518-8345.2589.3103](#).
 - 13 Fuernau G, Beck J, Desch S, et al. Mild hypothermia in cardiogenic shock complicating myocardial infarction[J]. *Circulation*, 2019, 139(4): 448-457. DOI: [10.1161/CIRCULATIONAHA.117.032722](#).
 - 14 熊璨, 高兴莲, 向御婷, 等. 成人手术患者术中低体温影响因素的 Meta 分析 [J]. 护理学报, 2018, 25(2): 48-53. [Xiong C, Gao XL, Xiang YT, et al. Meta-analysis of influencing factors of intraoperative hypothermia in adult surgical patients[J]. *Journal of Nursing*, 2018, 25(2): 48-53.] DOI: [10.16460/j.issn1008-9969.2018.02.048](#).
 - 15 Wells GA, Shea BJ, O'Connell D, et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of non-randomized studies in Meta-analysis[J]. *Appl Eng Agric*, 2014, 18(6): 727-734. <https://ohri.ca/en/who-we-are/core-facilities-and-platforms/ottawa-methods-centre/newcastle-ottawa-scale>
 - 16 罗德惠, 万翔, 刘际明, 等. 如何实现从样本量、中位数、极值或四分位数到均数与标准差的转换 [J]. 中国循证医学杂志, 2017, 17(11): 1350-1356. [Luo DH, Wan X, Liu JM, et al. How to estimate the sample mean and standard deviation from the sample size, median, extremes or quartiles?[J]. *Chinese Journal of Evidence-Based Medicine*, 2017, 17(11): 1350-1356.] DOI: [10.7507/1672-2531.201706060](#).
 - 17 Shi J, Luo D, Wan X, et al. Detecting the skewness of data from the five-number summary and its application in Meta-analysis[J]. *Stat Methods Med Res*, 2023, 32(7): 1338-1360. DOI: [10.1177/09622802231172043](#).
 - 18 Shi J, Luo D, Weng H, et al. Optimally estimating the sample standard deviation from the five-number summary[J]. *Res Synth Methods*, 2020, 11(5): 641-654. DOI: [10.1002/jrsm.1429](#).
 - 19 Luo D, Wan X, Liu J, et al. Optimally estimating the sample mean from the sample size, median, mid-range, and/or mid-quartile range[J]. *Stat Methods Med Res*, 2018, 27(6): 1785-1805. DOI: [10.1177/0962280216669183](#).
 - 20 Cai S, Zhou J, Pan J. Estimating the sample mean and standard deviation from order statistics and sample size in Meta-analysis[J]. *Stat Methods Med Res*, 2021, 30(12): 2701-2719. DOI: [10.1177/09622802211047348](#).
 - 21 Dai K, Liu Y, Qin L, et al. Analysis of the characteristic patterns and risk factors impacting the severity of intraoperative hypothermia in neonates[J]. *PeerJ*, 2024, 12: e18702. DOI: [10.7717/peerj.18702](#).
 - 22 Li B, Zhen H, Wu W, et al. Formulation and implementation of a risk prediction model for intraoperative hypothermia in neonates[J]. *Asian J Surg*, 2024, 47(9): 4243-4245. DOI: [10.1016/j.asjsur.2024.05.090](#).
 - 23 Bitsa Y, Belay A, Mulaw A, et al. Magnitude and associated factors of intraoperative hypothermia among pediatric patients undergoing elective surgery at Ayder comprehensive specialized hospital 2023: prospective observational cross-sectional study Tigray, Ethiopia[J]. *Ann Med Surg (Lond)*, 2024, 86(7): 3936-3944. DOI: [10.1097/MS9.0000000000002202](#).
 - 24 Guliyev E, Sahutoglu C, Bor C, et al. Newborns are prone to more hypothermia in the low temperature of operating rooms[J]. *J Pediatr*

- Res, 2024, 11(1): 30–37. DOI: [10.4274/jpr.galenos.2024.03710](https://doi.org/10.4274/jpr.galenos.2024.03710).
- 25 郑伟熙, 念金霞, 叶培英, 等. 小儿外科手术中低体温风险预测模型的构建及验证 [J]. 全科护理, 2024, 22(6): 1022–1026. [Zheng WX, Nian JX, Ye PY, et al. Construction and validation of a risk prediction model for hypothermia during pediatric surgery[J]. Chin Gen Pract Nurs, 2024, 22(6): 1022–1026.] DOI: [10.12104/j.issn.1674-4748.2024.06.007](https://doi.org/10.12104/j.issn.1674-4748.2024.06.007).
- 26 郑靖雅. 婴幼儿全麻术中低体温发生现状及影响因素分析[D]. 沈阳: 中国医科大学, 2023. [Zheng JY. Analysis of prevalence and influencing factors of hypothermia during general anesthesia in infants[D]. Shenyang: China Medical University, 2023.] DOI: [10.27652/d.cnki.gzyku.2023.001095](https://doi.org/10.27652/d.cnki.gzyku.2023.001095).
- 27 刘婷, 刘晓玲, 韩姗姗, 等. 新生儿腹部手术中低体温影响因素分析 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 医药卫生, 2023, (7): 7–10. [Liu T, Liu XL, Han SS, et al. Analysis of influencing factors of hypothermia during abdominal operation in neonates[J]. Chin Sci Technol J Database (Full Text Version) Med Health, 2023(7): 7–10.] <https://www.cqvip.com/doc/journal/1000003799730?sign=ae955bdf68fff04ff24e97f82202a0e846b8b5cfb3bab9133f1ced78add79a64&expireTime=1798382407668&resourceId=1000003799730>
- 28 李悦, 李丽, 房馨, 等. 手术患儿术中低体温风险预测模型的构建及验证 [J]. 齐鲁护理杂志, 2023, 29(8): 32–35. [Li Y, Li L, Fang X, et al. Construction and validation of a risk prediction model for intraoperative hypothermia in pediatric patients[J]. Journal of Qilu Nursing, 2023, 29(8): 32–35.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-7256.2023.08.010](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-7256.2023.08.010).
- 29 曹义, 彭玉娜, 王曼, 等. 肝移植患儿术中低体温发生现状及影响因素分析 [J]. 天津护理, 2023, 31(2): 146–149. [Cao Y, Peng YN, Wang M, et al. Analysis of the status and influencing factors of intraoperative hypothermia in pediatric patients undergoing liver transplantation[J]. Tianjin Journal of Nursing, 2023, 31(2): 146–149.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-9143.2023.02.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-9143.2023.02.005).
- 30 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. DOI: [10.3389/fped.2023.1113627](https://doi.org/10.3389/fped.2023.1113627).
- 31 Zhang MQ, Ying PD, Wang YJ, et al. Intraoperative hypothermia in the neonate population: risk factors, outcomes, and typical patterns[J]. J Clin Monit Comput, 2023, 37(1): 93–102. DOI: [10.1007/s10877-022-00863-9](https://doi.org/10.1007/s10877-022-00863-9).
- 32 周小松, 胡璟, 李多依, 等. 儿童脊柱侧弯矫形术围手术期低体温的相关因素分析 [J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21(9): 855–858. [Zhou XS, Hu J, Li DY, et al. Influencing factors for perioperative hypothermia in children undergoing scoliosis correction surgery[J]. Journal of Clinical Pediatric Surgery, 2022, 21(9): 855–858.] DOI: [10.3760/cma.j.cn101785-202110002-011](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn101785-202110002-011).
- 33 季彬, 徐维虹, 陈航, 等. 儿童术中低体温列线图预测模型构建 [J]. 护理学杂志, 2022, 37(1): 39–41. [Ji B, Xu WH, Chen H, et al. A nomogram model to predict intraoperative hypothermia in children[J]. Journal of Nursing Science, 2022, 37(1): 39–41.] DOI: [10.3870/j.issn.1001-4152.2022.01.039](https://doi.org/10.3870/j.issn.1001-4152.2022.01.039).
- 34 白海燕, 周建玲, 张莹, 等. 儿童术中低体温对凝血功能、炎症反应和术后感染发生的影响及术中低体温危险因素分析 [J]. 临床和实验医学杂志, 2022, 21(24): 2650–2654. [Bai HY, Zhou JL, Zhang Y, et al. Influence of intraoperative hypothermia on blood coagulation, inflammatory reaction and postoperative infection in children and analysis of risk factors of intraoperative hypothermia[J]. Journal of Clinical and Experimental Medicine, 2022, 21(24): 2650–2654.] DOI: [10.3969/j.issn.1671-4695.2022.24.020](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-4695.2022.24.020).
- 35 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. DOI: [10.22603/ssr.2020-0170](https://doi.org/10.22603/ssr.2020-0170).
- 36 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. DOI: [10.1136/wjps-2020-000141](https://doi.org/10.1136/wjps-2020-000141).
- 37 朱继红. 儿童腹腔镜术中低体温发生相关因素的调查 [J]. 解放军护理杂志, 2018, 35(11): 18–21. [Zhu JH. Related factors of hypothermia in children during laparoscopic operation[J]. Military Nursing, 2018, 35(11): 18–21.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-9993.2018.11.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-9993.2018.11.004).
- 38 林素羽, 孙广晓, 符琼燕, 等. 小儿腹腔镜手术中低体温的原因分析及护理对策 [J]. 西南国防医药, 2016, 26(10): 1211–1212. [Lin SY, Sun GX, Fu QY, et al. Analysis of causes of hypothermia and nursing strategies during pediatric laparoscopic surgery[J]. Medical Journal of National Defending Forces in Southwest China, 2016, 26(10): 1211–1212.] DOI: [10.3969/j.issn.1004-0188.2016.10.046](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-0188.2016.10.046).
- 39 Kioko PM, Olang P, Mwangi C, et al. The incidence and risk factors for intraoperative hypothermia among paediatric patients undergoing general anaesthesia at the Kenyatta national hospital[J]. East African Med J, 2013, 90(8): 241–247. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26866110/>
- 40 徐善玉, 黄俊平, 李英姿, 等. 28 例婴幼儿围手术期意外性体温过低的原因分析及护理干预 [J]. 护理实践与研究, 2011, 8(11): 15–16. [Xu SY, Huang JP, Li YZ, et al. The nursing intervention and cause analysis of 28 cases hypothermia infant during operation period[J]. Nursing Practice and Research, 2011, 8(11): 15–16.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-9676.2011.11.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-9676.2011.11.007).
- 41 Görges M, Afshar K, West N, et al. Integrating intraoperative physiology data into outcome analysis for the ACS pediatric national surgical quality improvement program[J]. Paediatr Anaesth, 2019, 29(1): 27–37. DOI: [10.1111/pan.13531](https://doi.org/10.1111/pan.13531).
- 42 柯稳, 高兴莲, 余文静, 等. 腹部手术患者术中低体温发生率及风险因素的 Meta 分析 [J]. 现代临床护理, 2022, 21(12): 52–61. [Ke W, Gao XL, Yu WJ, et al. Meta-analysis of the incidence and risk factors of postoperative hypothermia in adult abdominal

- surgery patients[J]. *Modern Clinical Nursing*, 2022, 21(12): 52–61.] DOI: [10.3969/j.issn.1671-8283.2022.12.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-8283.2022.12.009).
- 43 Gao Y, Fan J, Zhao J, et al. Risk factors for intraoperative hypothermia in infants during general anesthesia: a retrospective study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(34): e34935. DOI: [10.1097/MD.00000000000034935](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000034935).
- 44 景城阳, 胡晶, 廖星, 等. 病历回顾性研究的可视化分析及方法学刍议 [J]. *中国循证医学杂志*, 2023, 23(5): 588–600. [Jing CY, Hu J, Liao X, et al. Visual analysis and methodology of retrospective chart review[J]. *Chinese Journal of Evidence-Based Medicine*, 2023, 23(5): 588–600.] DOI: [10.7507/1672-2531.202303006](https://doi.org/10.7507/1672-2531.202303006).
- 45 黄一乐, 胡文娟. 手术患者术中低体温危险因素评价指标体系的构建 [J]. *中国实用护理杂志*, 2016, 32(35): 2727–2730. [Huang YL, Hu WJ. Development of risk factors evaluation index system for perioperative hypothermia[J]. *Chinese Journal of Practical Nursing*, 2016, 32(35): 2727–2730.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.1672-7088.2016.35.002](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1672-7088.2016.35.002).
- 46 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 (Lond)*, 2022, 75, 103338. DOI: [10.1016/j.amsu.2022.103338](https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.103338).
- 47 黄晶, 谢庆, 陈晓霞, 等. 新生儿体外循环术后低体温影响因素分析 [J]. *护理学杂志*, 2020, 35(13): 13–15. [Huang J, Xie Q, Chen XX, et al. Determinants of hypothermia in neonates after cardiopulmonary bypass[J]. *Journal of Nursing Science*, 2020, 35(13): 13–15.] DOI: [10.3870/j.issn.1001-4152.2020.13.013](https://doi.org/10.3870/j.issn.1001-4152.2020.13.013).
- 48 李丽, 颜艳, 房馨, 等. 腹腔镜手术患者术中低体温风险预测模型的构建及验证 [J]. *中华护理杂志*, 2022, 57(4): 463–468. [Li L, Yan Y, Fang X, et al. Establishment and validation of a risk prediction model for intraoperative hypothermia in patients undergoing laparoscopic surgery[J]. *Chinese Journal of Nursing*, 2022, 57(4): 463–468.] DOI: [10.3761/j.issn.0254-1769.2022.04.012](https://doi.org/10.3761/j.issn.0254-1769.2022.04.012).
- 49 普鹰, 张莹, 汤佳骏, 等. 腹腔镜手术患者术中低体温预测模型的构建及应用 [J]. *中华护理杂志*, 2019, 54(9): 1308–1312. [Pu Y, Zhang Y, Tang JJ, et al. Establishment and validation of a risk prediction model for intraoperative hypothermia in patients undergoing laparoscopic surgery[J]. *Chinese Journal of Nursing*, 2019, 54(9): 1308–1312.] DOI: [10.3761/j.issn.0254-1769.2019.09.005](https://doi.org/10.3761/j.issn.0254-1769.2019.09.005).
- 50 Sultana R, Allen JC, Siow YN, et al. Development of local guidelines to prevent perioperative hypothermia in children: a prospective observational cohort study[J]. *Can J Anaesth*, 2022, 69(11): 1360–1374. DOI: [10.1007/s12630-022-02317-x](https://doi.org/10.1007/s12630-022-02317-x).
- 51 Matsukawa T, Sessler DI, Christensen R, et al. Heat flow and distribution during epidural anesthesia[J]. *Anesthesiology*, 1995, 83(5): 961–967. DOI: [10.1097/0000542-199511000-00008](https://doi.org/10.1097/0000542-199511000-00008).
- 52 Van Duren A. Perioperative prewarming: heat transfer and physiology[J]. *AORN J*, 2022, 115(5): 407–422. DOI: [10.1002/aorn.13667](https://doi.org/10.1002/aorn.13667).
- 53 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 Pract*, 2023, 29(6): e13100. DOI: [10.1111/ijn.13100](https://doi.org/10.1111/ijn.13100).
- 54 Mayhew D, Mendonca V, Murthy B. A review of ASA physical status—historical perspectives and modern developments[J]. *Anaesthesia*, 2019, 74(3): 373–379. DOI: [10.1111/anae.14569](https://doi.org/10.1111/anae.14569).
- 55 Miller C, Bräuer A, Wieditz J, et al. Modeling iatrogenic intraoperative hyperthermia from external warming in children: a pooled analysis from two prospective observational studies[J]. *Pediatric Anesthesia*, 2023, 33(2): 114–122. DOI: [10.1111/pan.14580](https://doi.org/10.1111/pan.14580).
- 56 Trekova A, Stourac P. Influence of perioperative hypothermia on blood clotting in children[J]. *Bratisl Lek Listy*, 2018, 119(5): 294–297. DOI: [10.4149/BLL_2018_055](https://doi.org/10.4149/BLL_2018_055).
- 57 Rajagopalan S, Mascha E, Na J, et al. The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement[J]. *Anesthesiology*, 2008, 108(1): 71–77. DOI: [10.1097/01.anes.0000296719.73450.52](https://doi.org/10.1097/01.anes.0000296719.73450.52).
- 58 Columbus AB, Morris MA, Lilley EJ, et al. Critical differences between elective and emergency surgery: identifying domains for quality improvement in emergency general surgery[J]. *Surgery*, 2018, 163(4): 832–838. DOI: [10.1016/j.surg.2017.11.017](https://doi.org/10.1016/j.surg.2017.11.017).

收稿日期: 2025 年 03 月 01 日 修回日期: 2025 年 04 月 26 日
本文编辑: 李绪辉 曹 越

引用本文: 蓝煌禄, 张思瑶, 王聪慧, 等. 儿童患者术中低体温发生率及影响因素的Meta分析[J]. 医学新知, 2025, 35(12): 1444–1453. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202503002](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202503002).
Lan HL, Zhang SY, Wang CH, et al. Prevalence and influencing factors of intraoperative hypothermia in pediatric patients: a Meta-analysis[J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2025, 35(12): 1444–1453. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202503002](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202503002).