

· 循证医学 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2026.03.028

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20251010.1656.002\(2025-10-10\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20251010.1656.002(2025-10-10))

## 围手术期无创与有创系统体温监测结果一致性比较及对 护理影响的范围综述\*

向娅<sup>1</sup> 韦云师<sup>2</sup> 陆启祥<sup>2</sup> 廖秋姣<sup>3</sup> 刘芳印<sup>4△</sup>

(1. 右江民族医学院护理学院, 广西百色 533000; 2. 右江民族医学院附属医院手术室, 广西百色 533000; 3. 右江民族医学院附属医院关节外科, 广西百色 533000; 4. 右江民族医学院附属医院护理部, 广西百色 533000)

**[摘要]** **目的** 比较围手术期无创与有创体温监测的一致性, 评估不同测量方式对护理工作及患者结局的影响。**方法** 根据范围综述框架, 计算机全面检索 PubMed、Cochrane Library、Embase、Web of Science、Ovid、中国知网、万方、维普等数据库, 获取相关研究文献。检索时限为建库至 2025 年 4 月。**结果** 共纳入 21 篇文献, 汇总出常用的无创体温监测系统包括零热通量技术、无线口服体温传感器、无线可穿戴核心体温传感器、红外耳温计、红外扫描技术, 其中零热通量技术与有创体温监测的一致性最佳。**结论** 无创体温监测凭借其在测量方式、测量连续性、测量时间上的优势, 可提高护理效率, 减轻护士操作负担, 并改善患者舒适度, 减少低体温及相关并发症的发生风险。

**[关键词]** 围手术期体温监测; 无创体温监测; 有创体温监测; 一致性评估; 范围综述

**[中图法分类号]** R472 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2026)03-0638-06

## Comparison of consistency between non-invasive and invasive temperature monitoring during the perioperative period and its nursing implications: a scoping review\*

XIANG Ya<sup>1</sup>, WEI Yunshi<sup>2</sup>, LU Qixiang<sup>2</sup>, LIAO Qiujiào<sup>3</sup>, LIU Fangyin<sup>4△</sup>

(1. School of Nursing, Youjiang Medical University for Nationalities, Baise, Guangxi 533000, China; 2. Operating Room, Affiliated Hospital of Youjiang Medical University for Nationalities, Baise, Guangxi 533000, China; 3. Department of Joint Surgery, Affiliated Hospital of Youjiang Medical University for Nationalities, Baise, Guangxi 533000, China; 4. Department of Nursing, Affiliated Hospital of Youjiang Medical University for Nationalities, Baise, Guangxi 533000, China)

**[Abstract]** **Objective** To compare the consistency of non-invasive and invasive temperature monitoring during the perioperative period, and evaluate its impact on nursing care and patient outcomes. **Methods** According to the scoping review framework, a comprehensive computer-based search was conducted in PubMed, Cochrane Library, Embase, Web of Science, Ovid, CNKI, Wanfang Data, and VIP databases to retrieve relevant studies. The search period covered from the inception of each database to April 2025. **Results** A total of 21 articles were included. Commonly used non-invasive temperature monitoring systems included zero heat flux technology, wireless oral temperature sensor, wireless wearable core temperature sensor, infrared tympanic thermometers, and infrared scanning technology. Among them, zero heat flux technology demonstrated the best consistency with invasive temperature monitoring. **Conclusion** Non-invasive temperature monitoring offers advantages in measurement methodology, continuity, and time efficiency, which can improve nursing efficiency, reduce the operational burden on nursing staff, enhance patient comfort, and decrease the risk of hypothermia and associated complications.

**[Key words]** perioperative temperature monitoring; noninvasive temperature monitoring; invasive temperature monitoring; consistency assessment; scoping review

体温是人体五大生命体征之一,在加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)临床实践中,预防与控制围手术期低体温是其核心管理内容之一<sup>[1]</sup>。低体温是指核心体温低于 36 ℃ 的现象,是手术患者除发热反应、恶性高热外最常见的体温调节功能障碍<sup>[2-3]</sup>。国外围手术期低体温发生率约为 70%,国内为 44.3%~72.7%<sup>[4-5]</sup>。低体温可引发多种并发症,包括增加手术部位感染风险、延长麻醉药物作用时间、损伤凝血功能、增加出血量及输血需求、影响药物代谢、延长术后恢复时间等<sup>[6]</sup>。有创体温监测无法用于围手术期常规及长期监测,原因在于有创体温监测需在患者麻醉后植入探头,可能导致感染、食管穿孔、鼓膜损伤等并发症,且患者舒适度差,也不适用于清醒患者,无法用于移动监测,还会增加护士植入、维护及记录的工作量。此外,其术前及麻醉恢复期需依赖其他方法监测体温,易导致有创体温监测中断<sup>[7-8]</sup>。无创体温监测设备因操作简便、测量准确、可自动持续记录体温数据等特点,正逐渐替代传统体温监测工具<sup>[9]</sup>。本研究系统比较围手术期无创与有创体温监测系统的一致性,评估不同监测方式对护理实践及患者结局的影响,探讨无创监测替代有创监测的可行性,旨在优化护理流程、提高工作效率、改善患者舒适度、减少低体温及并发症的发生风险,为临床护理提供循证依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 确定研究问题

(1)无创与有创体温监测系统的体温监测结果一致性;(2)无创体温监测系统能否提高护理工作效率、改善患者临床结局。

### 1.2 文献检索策略

通过主题词联合自由词制定检索策略,在PubMed、Cochran Library、Embase、Web of Science、Ovid、CNKI、万方、VIP 等数据库中筛选文献,检索时限为建库至 2025 年 4 月。检索词包括“围手术期”“术中”“术后”“无创体温监测”“非侵入性体温监测”“连续体温监测”“零热通量”“双传感器”“无线体温监测”“红外测温”“低体温”“核心体温”“中心体温”“体温管理”“体温监测”及其相关英文名词。

### 1.3 文献纳入与排除标准

根据“PCC”原则<sup>[10]</sup>并结合研究目的确立纳入标准。(1)研究对象(participants):围手术期患者(涵盖全年龄段、不同手术类型及麻醉恢复期);(2)概念(concept):无创体温监测系统、有创体温监测系统;(3)情景(context):围手术期全程(术前、术中、术后)体温管理场景;(4)研究类型:直接比较无创与有创体温监测结果一致性的原始研究(含随机对照研究、观察性研究、诊断性研究)。排除标准:(1)非中英文文

献;(2)无法获取全文;(3)综述或会议论文。

### 1.4 文献筛选与数据提取

将检索所得文献导入 NoteExpress 软件,去掉重复文献后,由 2 名研究者独立筛选并提取数据;若存在分歧,需与第 3 名研究者协商确定是否纳入。提取信息包括作者、国家、研究对象、应用场景、样本量、无创体温监测系统、有创体温监测系统、平均偏差、一致性界限(limits of agreement, LOA)、Lin 氏一致性相关系数(concordance correlation coefficient, CCC)。

## 2 结果

### 2.1 文献检索结果

初步检索文献 705 篇,剔除重复文献 80 篇,阅读标题和摘要剔除 576 篇,阅读全文后剔除 28 篇,最终获得 21 篇文献<sup>[11-31]</sup>,见图 1。

### 2.2 纳入文献的基本特征

纳入的 21 项研究均为英文,有 20 项为前瞻性观察性研究<sup>[11-16,18-31]</sup>,1 项为横断面观察性研究<sup>[17]</sup>。纳入文献的基本特征见表 1。

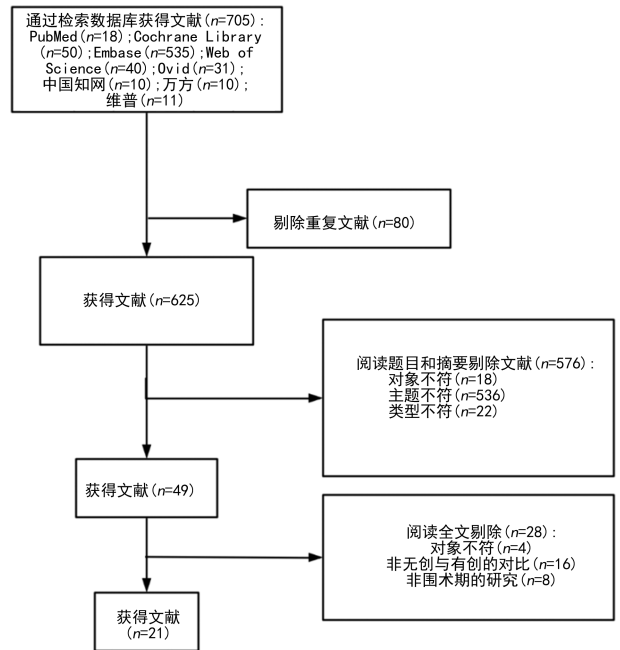


图 1 文献筛选流程

### 2.3 体温监测系统的种类

纳入的 21 项研究中,无创体温监测种类包含:(1)零热通量技术,3M<sup>TM</sup> SpotOn<sup>TM</sup> 体温监测系统<sup>[15,18,25,28,31]</sup>、3M<sup>TM</sup> Bair Hugger<sup>TM</sup> 温度监测系统<sup>[12-13,19-21,23-24,29-30]</sup>、Temple Touch Pro<sup>TM</sup> 体温计<sup>[16,27]</sup>、Tcore<sup>TM</sup> 体温计<sup>[14,22]</sup>;(2)无线口服体温传感器,CorTemp<sup>TM</sup> 无线口服体温传感器<sup>[21]</sup>;(3)红外耳温计,Braun Thermo Scan Pro 4000/6000 红外耳温计<sup>[11,17]</sup>;(4)无线可穿戴核心体温传感器,iThermonitor 无线腋下温度传感器<sup>[26]</sup>;(5)红外扫描技术,Temporal Scanner<sup>TM</sup> 额头颞动脉温度系统<sup>[11]</sup>。有创体温监测种类包含:肺动脉导管探头<sup>[22,25]</sup>、食管温度探

头<sup>[12,16,18-21,23-24,26-27,29-31]</sup>、鼻咽温度探头<sup>[11,13,17,28]</sup>、鼓膜温度探头<sup>[15]</sup>、膀胱温度探头<sup>[15,26,30]</sup>、口咽温度探头<sup>[13,22]</sup>、直肠温度探头<sup>[14,27,30]</sup>。

## 2.4 无创与有创体温监测系统体温监测结果的一致性分析

### 2.4.1 应用人群

纳入的 21 项研究中,无创与有创体温监测系统的一致性覆盖了成人与儿童两大群体。成人方面,在心脏手术患者中<sup>[22,25]</sup>,3M SpotOn™ 体温监测系统

与肺动脉导管探头或食管温度探头的平均偏差绝对值不足 0.2 °C;非心脏手术成人及妇科患者亦呈现相似趋势<sup>[13,17,19,31]</sup>。儿童方面,Tcore™ 体温计与直肠温度探头测量结果的偏差为 0.413 °C;3M SpotOn™ 体温监测系统与食管/鼻咽温度探头的偏差为 -0.39~-0.07 °C<sup>[18,28]</sup>,提示年龄差异并未放大误差,围手术期患者均能从无创监测中获得与有创监测相近的温度读数。

表 1 纳入文献的基本特征

作者	国家	研究对象	样本量 (n)	情景	无创检测系统	有创检测系统	平均偏差(°C)	LOA	CCC
AYKANAT 等 <sup>[11]</sup>	澳大利亚	择期手术成年患者	100	麻醉复苏室	①②	③	①③:0.15; ②③:0.13	①③:±1.4; ②③:±1.15	未提及
OH 等 <sup>[12]</sup>	韩国	骨科手术成年患者	20	术中	④	⑤	0.14	±1.44	未提及
WEST 等 <sup>[13]</sup>	加拿大	非心脏手术 I~III 级患者	194	术中	④	③⑥	③:-0.06; ⑥:0	③:-0.71~0.58; ⑥:-0.56~0.57	③:0.816 (0.800~0.830); ⑥:0.885 (0.840~0.870)
ZEINER 等 <sup>[14]</sup>	奥地利	儿科手术患者	51	术中	⑦	⑧	0.413	-0.741~1.567	未提及
PARK 等 <sup>[15]</sup>	韩国	择期手术成年患者	45	术中	⑨	⑩⑪	⑩:-0.28; ⑪:0.07	⑩:±0.61;⑪:±0.58	未提及
BRAUERA 等 <sup>[16]</sup>	德国	择期手术成年患者	100	术中	⑫	⑤	-0.04	-0.99~0.91	未提及
WAN 等 <sup>[17]</sup>	中国	成年妇科手术患者	56	术前、术中、术后	⑬	③	术前:0.22; 术中:0.13; 术后:0.06	±0.5	未提及
SANG 等 <sup>[18]</sup>	韩国	儿科手术患者	49	术中	⑨	⑤	-0.07	-0.41~0.28	0.93(0.92~0.94)
LIANG 等 <sup>[19]</sup>	中国	大型非心脏手术成年患者	103	术中	④	⑤	-0.03	-0.52~0.47	0.9(0.89~0.92)
MUNDAY 等 <sup>[20]</sup>	澳大利亚	骨科手术患者	30	术中	④	⑤	0.14	-0.71~1.04	0.75(0.63~0.84)
JACK 等 <sup>[21]</sup>	英国	择期手术成年患者	29	术中	④⑭	⑤	④⑤:0.02; ⑭⑤:0.42	④⑤:-0.5~0.5; ⑭⑤:-2.4~3.2	未提及
SASTRE 等 <sup>[22]</sup>	西班牙	心脏外科手术患者	40	术前、术中、术后	⑦	⑥⑮	⑥:-0.2; ⑮:-0.2	⑥:±1.09;⑮:±1.16	⑥:0.84 (0.83~0.86); ⑮:0.60 (0.56~0.64)
SILVASTI-LUNDELL 等 <sup>[23]</sup>	芬兰	开颅手术患者	99	术中	④	⑤	0.1	-0.7~0.8	0.85(0.84~0.86)
NEMETH 等 <sup>[24]</sup>	德国	儿科手术患者	100	术中	④	⑤	0.26	-0.11~0.62	0.89(0.87~0.91)
VERHEYDEN 等 <sup>[25]</sup>	比利时	心脏手术患者	40	术中	⑨	⑮	-0.06	±0.89	0.73(0.72~0.74)
DAI 等 <sup>[26]</sup>	中国	腹腔镜直肠手术	82	术中	⑯	⑤⑰	⑤:0.05; ⑰:0.28	⑤:-0.48~0.56; ⑰:-0.39~0.94	⑤:0.842 (0.831~0.851); ⑰:0.688 (0.673~0.703)
FUJII 等 <sup>[27]</sup>	日本	非心脏儿科手术患者	40	术中	⑫	⑤⑧	⑤:0.09; ⑧:0.41	⑤:-0.48~0.65; ⑧:-0.35~1.17	未提及

续表 1 纳入文献的基本特征( $n=21$ )

作者	国家	研究对象	样本量 ( $n$ )	情景	无创检测系统	有创检测系统	平均偏差( $^{\circ}\text{C}$ )	LOA	CCC
BRANDES 等 <sup>[28]</sup>	德国	儿科手术患者	47	术中	⑦⑨	③	⑦: -0.39; ⑨: -0.09	⑦: -1.12~0.35; ⑨: -0.88~0.71	⑦: 0.95 (0.93~0.96); ⑨: 0.95(0.92~0.96)
MORETTINI 等 <sup>[29]</sup>	意大利	择期手术成年患者	99	术中	④	⑤	0.005	-0.49~0.50	0.89(0.80~0.94)
WAGNER 等 <sup>[30]</sup>	美国	神经重症患者	20	术中	④	⑤⑧⑩	⑤: 0.31; ⑧: 0.16; ⑩: 0.20	⑤: 0.31 ± 1.06; ⑧: 0.16 ± 0.59; ⑩: 0.20 ± 0.78	未提及
BOISSON 等 <sup>[31]</sup>	法国	择期手术成年患者	49	术中	⑨	⑤	0.1	±0.5	未提及

①: Temporal Scanner<sup>TM</sup> 额头颞动脉温度系统; ②: Braun Thermo Scan Pro 6000 红外耳温计; ③: 鼻咽温度探头; ④: 3M<sup>TM</sup> Bair Hugger<sup>TM</sup> 保温系统; ⑤: 食管温度探头; ⑥: 口咽温度探头; ⑦: Tcore<sup>TM</sup> 体温计; ⑧: 直肠温度探头; ⑨: 3M<sup>TM</sup> SpotOn<sup>TM</sup> 体温监测系统; ⑩: 鼓膜温度探头; ⑪: 膀胱温度探头; ⑫: Temple Touch Pro<sup>TM</sup> 体温计; ⑬: Braun Thermo Scan Pro 4000 红外耳温计; ⑭: CorTemp<sup>TM</sup> 无线口服体温传感器; ⑮: 肺动脉导管探头; ⑯: iThermonitor 无线腋下温度传感器。

#### 2.4.2 应用背景

21 项研究中有 18 项聚焦术中<sup>[12-16, 18-21, 23-31]</sup>, 3 项延伸至术前或术后麻醉复苏室<sup>[11, 17, 22]</sup>。术中低体温风险高、干扰因素复杂, 但零热通量技术的 3M<sup>TM</sup> Bair Hugger<sup>TM</sup> 温度监测系统、Tcore<sup>TM</sup> 体温计与肺动脉导管探头、食管温度探头、膀胱温度探头等比较, 平均偏差大多不足  $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ , LOA 也不足  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。术后麻醉复苏室中<sup>[11]</sup>, Temporal Scanner<sup>TM</sup> 额头颞动脉温度系统与鼻咽/膀胱温度探头的偏差仅为  $0.13\sim 0.19^{\circ}\text{C}$ 。此外, 不同麻醉深度、手术体位及体外循环并未明显破坏一致性。

#### 2.4.3 样本量

21 项研究的样本量为 20~194 例, 结果呈现随样本量增加后一致性趋于稳定的趋势。小样本量研究(20~50 例)多聚焦儿科或神经重症, 偏差偶有波动, WAGNER 等<sup>[30]</sup>样本量为 20 例, 温度偏差为  $0.16\sim 0.31^{\circ}\text{C}$ , 但仍在临床可接受范围。中等样本量( $> 50\sim 100$  例)显示更窄的 LOA, SILVASTI-LUNDELL 等<sup>[23]</sup>样本量为 99 例, 零热通量技术与食管温度探头 LOA 为  $-0.7\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ , 相关系数为 0.85。大样本量研究进一步将 LOA 压缩至  $-0.49\sim 0.50^{\circ}\text{C}$ <sup>[13, 29]</sup>, 且 Lin 氏 CCC 普遍  $> 0.8$ 。值得注意的是, 多中心数据亦证实, 随着样本量扩大, 95%CI 逐渐收窄, 提示无创监测的可靠性在真实临床环境中可被进一步验证。因此, 无论单中心小样本量还是多中心大样本量, 围手术期无创与有创体温监测系统均表现出良好且可重复的一致性, 这为护理决策提供了稳健依据。

### 3 讨论

在围手术期核心体温监测中, 体温监测方法的一致性至关重要。章明阳等<sup>[32]</sup>对广东省 85 家医院的调

查结果显示, 仅 30.59% 的三级医院实现围手术期体温监测方法统一。测量结果的高度一致性是无创技术用于临床的关键, 也为精准围手术期体温管理提供基础。本研究结果显示, 零热通量设备与食管、肺动脉温度探头等表现出高度一致性, 偏差为  $-0.07\sim 0.26^{\circ}\text{C}$ , CCC 为  $0.73\sim 0.93$ 。然而, 不同无创技术的一致性存在差异: 红外耳温计和 Temporal Scanner<sup>TM</sup> 额头颞动脉温度系统的 LOA 相对较宽<sup>[11]</sup>, 主要适用于术前筛查或术后体温辅助评估; 零热通量设备的 LOA 更窄, 更适用于术中核心体温监测。使用零热通量设备时需注意: (1) 护理人员需接受标准化培训, 确保测量准确性与一致性; (2) 传感器置于患者右眼眶上方; (3) 皮肤准备, 放置传感器前用乙醇清洁前额皮肤, 保证传感器与皮肤良好接触, 避免皮肤褶皱影响结果; (4) 记录时间, 放置传感器后需运行  $3\sim 5$  min 达到热平衡, 方可记录核心体温; (5) 环境干扰, 零热通量系统的准确性可能受外部温度变化及传感器附近气流影响, 需用手术巾隔离患者头部以减少干扰<sup>[16, 19, 25]</sup>。零热通量技术可提供连续体温数据, 便于护理人员在低体温发生初期及时采取调节室温、主动加温等保暖措施<sup>[33]</sup>, 避免传统间断监测导致的干预延迟, 提升患者舒适度与安全性。此外, 无创技术简化了护理操作流程, 减少了护士在设备准备维护及记录上的工作量, 提高了护理效率, 使护理人员能将更多时间与精力投入到患者其他护理工作中。

无创体温监测设备通过流程简化与自动化操作, 能提升围手术期护理效率。术前阶段: 口服传感器只需患者术前吞服<sup>[21]</sup>; 红外扫描技术通过扫描额部颞动脉测量体温, 因 LOA 较宽, 可用于术前体温异常的快速筛查<sup>[11]</sup>。术中阶段: 传统有创操作需麻醉后插入相应的体温监测探头, 无创体温监测系统避免了护士在

设备准备及患者体位调整上耗费时间;连续监测替代了繁琐的间断测量,零热通量贴附后可持续工作 4~6 h<sup>[25]</sup>,护士无须再每 15~30 分钟手动测温 1 次。无线探头设计降低了设备维护需求,省去了固定管路防止移位及消毒(如膀胱探头所需的无菌操作)等环节<sup>[8]</sup>,减少了对术中护理流程的干扰。术后阶段:专家建议麻醉复苏室中需每 15~30 分钟测温 1 次<sup>[34]</sup>,而无线腋下传感器具备实时预警功能,可在低体温事件发生时自动报警,有助于护士主动发现患者体温变化,减少体温评估中频繁复测的次数,缓解麻醉复苏室人力资源紧张的压力<sup>[35]</sup>。患者术后返回病房后,仍需持续监测体温变化,无创体温监测设备的远程监护功能可将患者体温数据直接传输至护士工作站并自动生成趋势图<sup>[36]</sup>,减少护士往返病房记录数据的时间,从而提升工作效率。

无创设备可有效避免有创探头植入相关并发症(如感染、食管穿孔、鼓膜损伤等)<sup>[7]</sup>,采用皮肤贴片或非接触式红外测温方法,降低创伤相关感染风险并提高患者舒适度,还可减少因插管操作需暴露直肠、尿道等隐私部位而给患者带来的尴尬及不适感<sup>[37]</sup>。袁琳琳等<sup>[38]</sup>研究表明,对老年开腹手术患者采用无线连续体温监测,可及时预警低体温发生,使护理人员在体温下降初期即可采取干预措施,不仅使低体温发生率下降 21%、凝血功能异常风险降低 33%,还减少了并发症发生,提高了患者舒适度。患者围手术期发生非计划性低体温,不仅会延长住院时间,增加额外护理成本及低体温并发症相关治疗费用,还会因减缓麻醉药物和镇痛药代谢而可能需额外拮抗剂或呼吸支持,同时增加间接成本及再入院风险,增加患者心理压力与经济负担<sup>[2]</sup>。

综上所述,零热通量无创体温监测与有创方法一致性高,LOA 符合要求,可替代食管或肺动脉探头用于围手术期连续测温;红外耳/颞动脉测温仅适合筛查。无创系统操作简便,可连续记录、自动预警,减轻护士负担并降低患者低体温及相关并发症风险,建议优先选用零热通量技术,并在中国人群中进一步验证。

**利益冲突:**所有作者声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] BRUSTIA R, MONSEL A, SKURZAK S, et al. Guidelines for perioperative care for liver transplantation: enhanced recovery after surgery (ERAS) recommendations [J]. *Transplantation*, 2022, 106(3): 552-561.
- [2] TERRI L. Guidelines in practice: hypothermia prevention [J]. *AORN J*, 2020, 111(6): 653-666.
- [3] STEVEN R I, DANIEL I S. Perioperative thermoregulation and temperature monitoring [J]. *Anesthesiol Clin*, 2006, 24(4): 823-837.
- [4] YI J, LEI Y J, XU S Y, et al. Intraoperative hypothermia and its clinical outcomes in patients undergoing general anesthesia: national study in China [J]. *PLoS One*, 2017, 12(6): e177221.
- [5] LI Y N, LIANG H S, FENG Y. Prevalence and multivariable factors associated with inadvertent intraoperative hypothermia in video-assisted thoracoscopic surgery: a single-center retrospective study [J]. *BMC Anesthesiol*, 2020, 20(1): 25.
- [6] SIMEGN G D, BAYABLE S D, FETENE M B. Prevention and management of perioperative hypothermia in adult elective surgical patients: a systematic review [J]. *Ann Med Surg (Lond)*, 2021, 72: 103059.
- [7] HYMCZAK H, GOLAB A, MENDRALA K, et al. Core temperature measurement-principles of correct measurement, problems, and complications [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(20): 10606.
- [8] MUSTAFA N, SAFII N S, JAFFAR A, et al. Malay version of the mhealth app usability questionnaire (M-MAUQ): translation, adaptation, and validation study [J]. *JMIR Mhealth Uhealth*, 2021, 9(2): e24457.
- [9] 曹芳, 刘少星, 谢科宇. 无创体温监测系统在围手术期中的应用研究进展 [J]. *中国医学装备*, 2021, 18(8): 202-206.
- [10] PETERS M, MARNIE C, TRICCO A C, et al. Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews [J]. *JBMI Evid Implement*, 2021, 19(1): 3-10.
- [11] AYKANAT V M, BROADBENT E, PEYTON P J. Reliability of alternative devices for postoperative patient temperature measurement: two prospective, observational studies [J]. *Anaesthesia*, 2021, 76(4): 514-519.
- [12] OH K S, PARK Y H, BAEK C, et al. Application of the Bair Hugger™ core body temperature at wrist region with upper body warming blanket: a prospective observational study [J]. *Anesth Pain Med (Seoul)*, 2024, 19(1): 35-43.
- [13] WEST N, COOKE E, MORSE D, et al. Zero-heat-flux core temperature monitoring system:

- an observational secondary analysis to evaluate agreement with naso-/oropharyngeal probe during anesthesia[J]. *J Clin Monit Comput*, 2020, 34(5):1121-1129.
- [14] ZEINER S, ZADRAZIL M, WILLSCHKE H, et al. Accuracy of a dual-sensor heat-flux (DHF) non-invasive core temperature sensor in pediatric patients undergoing surgery[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(22):7018.
- [15] PARK C, KIM T, OH S, et al. Prospective comparative analysis of zero-heat-flux thermometer (SpotOn<sup>®</sup>) compared with tympanic thermometer and bladder thermometer in extremely aged patients undergoing lower extremity orthopedic surgery[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(42):e35593.
- [16] BRAUER A, FAZLIU A, BRANDES I F, et al. Evaluation of the Temple Touch Pro<sup>™</sup> noninvasive core-temperature monitoring system in 100 adults under general anesthesia: a prospective comparison with esophageal temperature[J]. *J Clin Monit Comput*, 2023, 37(1):29-36.
- [17] WAN L, SHEN P Y, ZHANG S X, et al. Agreement of infrared ear temperature with nasopharyngeal temperature and diagnostic performance on hypothermia in general anesthetized patients[J]. *J Chin Med Assoc*, 2022, 85(11):1093-1097.
- [18] SANG B H, LEE C, LEE D Y. Prospective comparative analysis of noninvasive body temperature monitoring using zero heat flux technology (SpotOn sensor) compared with esophageal temperature monitoring during pediatric surgery[J]. *PLoS One*, 2022, 17(8):e0272720.
- [19] LIANG H, WANG J Y, LIANG Y, et al. Agreement of zero-heat-flux thermometry with the esophageal and tympanic core temperature measurement in patient receiving major surgery[J]. *J Clin Monit Comput*, 2024, 38(1):197-203.
- [20] MUNDAY J, HIGGINS N, JONES L, et al. Zero-heat-flux and esophageal temperature monitoring in orthopedic surgery: an observational study[J]. *J Multidiscip Healthc*, 2021, 14:1819-1827.
- [21] JACK J M, ELLICOTT H, JONES C I, et al. Determining the accuracy of zero-flux and ingestible thermometers in the peri-operative setting[J]. *J Clin Monit Comput*, 2019, 33(6):1113-1118.
- [22] SASTRE J A, PASCUAL M J, LOPEZ T. Evaluation of the novel non-invasive zero-heat-flux Tcore<sup>™</sup> thermometer in cardiac surgical patients[J]. *J Clin Monit Comput*, 2019, 33(1):165-172.
- [23] SILVASTI-LUNDELL M, MAKKONEN O, KIVISAARI R, et al. Zero-heat-flux thermometry over the carotid artery in assessment of core temperature in craniotomy patients[J]. *J Clin Monit Comput*, 2023, 37(5):1153-1159.
- [24] NEMETH M, LOVRIC M, ASENDORF T, et al. Intraoperative zero-heat-flux thermometry overestimates esophageal temperature by 0.26 °C: an observational study in 100 infants and young children[J]. *J Clin Monit Comput*, 2021, 35(6):1445-1451.
- [25] VERHEYDEN C, NEYRINCK A, LAENEN A, et al. Clinical evaluation of a cutaneous zero-heat-flux thermometer during cardiac surgery[J]. *J Clin Monit Comput*, 2022, 36(5):1279-1287.
- [26] DAI Y, LUO M, LIU F, et al. Temperature measurements of a wearable and wireless axillary sensor iThermonitor but not a bladder probe represents the core temperature during laparoscopic rectal surgery[J]. *J Clin Monit Comput*, 2023, 37(1):303-309.
- [27] FUJII T, TAKAKURA M, TANIGUCHI T, et al. Accuracy of non-invasive core temperature monitoring in infant and toddler patients: a prospective observational study[J]. *J Anesth*, 2024, 38(6):848-854.
- [28] BRANDES I F, TIRILOMIS T, NEMETH M, et al. Intraoperative zero-heat-flux thermometry overestimates nasopharyngeal temperature by 0.39 °C: an observational study in patients undergoing congenital heart surgery[J]. *J Clin Monit Comput*, 2025, 39(1):205-215.
- [29] MORETTINI E, TURCHINI F, TOFANI L, et al. Intraoperative core temperature monitoring: accuracy and precision of zero-heat flux heated controlled servo sensor compared with esophageal temperature during major surgery; the ES-OSPO study[J]. *J Clin Monit Comput*, 2020, 34(5):1111-1119.