

预保温临床研究进展

杜佳慧, 高 慧*

延安大学附属医院, 麻醉科, 陕西 延安

收稿日期: 2024年3月23日; 录用日期: 2024年4月16日; 发布日期: 2024年4月24日

摘 要

围术期低体温发生率较高, 医务人员对于围术期低体温的认识不足, 术中保温并非适合所有病人, 预保温可减少麻醉引起的再分布性低体温, 并可减少围术期体温的波动, 减少围术期低体温发生率。本文通过概念、方法、温度三方面对预保温进行介绍, 提供了预保温最新研究进展; 并介绍了围术期体温监测方法供医务人员参考; 最后对目前预保温研究现状进行总结并提出意见。为接下来预保温的研究提供方向, 并提高医护人员对预保温的认识, 增加体温保护方法的多样性, 积极预防围术期低体温的发生。

关键词

围手术期, 低体温, 预保温, 预保温方法, 最佳温度

Advances in Pre-Warming Clinical Research

Jiahui Du, Hui Gao*

Department of Anaesthesia, Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Received: Mar. 23rd, 2024; accepted: Apr. 16th, 2024; published: Apr. 24th, 2024

Abstract

The incidence of perioperative hypothermia is relatively high, and medical personnel have insufficient understanding of perioperative hypothermia. Intraoperative insulation is not suitable for all patients. Pre insulation can reduce redistributive hypothermia caused by anesthesia, reduce fluctuations in perioperative body temperature, and reduce the incidence of perioperative hypothermia. This article introduces pre insulation from three aspects: concept, method, and temperature, providing the latest research progress on pre insulation, and introduces the methods of perioperative temperature monitoring for medical personnel to refer to; Finally, it summarizes the current research status of pre insulation and provides suggestions, providing direction for future research on pre insulation, improving medical staff's understanding of pre insulation, increasing

*通讯作者。

文章引用: 杜佳慧, 高慧. 预保温临床研究进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(4): 1788-1796.

DOI: 10.12677/acm.2024.1441226

the diversity of temperature protection methods, and actively preventing the occurrence of peri-operative hypothermia.

Keywords

Perioperative, Hypothermia, Pre-Insulation, Pre-Insulation Method, Optimum Temperature

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

围术期低体温是指在围术期医疗计划以外,各种原因导致的机体核心温度低于 36°C [1]。据文献报道,围术期低体温的发生率为7%~90% [2]。围术期低体温可以提高多种并发症的发生风险,比如寒颤[3]、药物代谢减慢[4]、苏醒时间延长[5]、凝血因子活性降低[6]、出血时间延长[7]、局部氧供减少[6] [8]、深静脉血栓形成风险增加[9]、心血管不良事件的风险增加[10]、脑血流量减少[11]、意识模糊及判断力损害等[12]。术中维持正常体温不但可以减少术后并发症,还可以缩短患者住院时间,加速患者康复[13]降低医疗费用,缓解患者消极情绪,减轻患者应激反应。目前常用预防围术期低体温的方法是在术中采取相应的保温措施来预防术中低体温的发生,但有文献表明,麻醉会使体温下降 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ [14],一旦术中发生低体温,会激活体内应激系统,此时进行保温为时已晚,升温将会变得更加困难。研究表明[15],30 min 预保温所增加的外周组织热量含量超过麻醉后第一个小时内正常重新分配的热量,所以提前预防低体温的发生至关重要。预保温[16]是近年来提出的一种预防术中低体温的护理方法,预保温不受手术部位、患者体位的限制,且大部分患者术前处于完全清醒状态,可以随时根据患者的体感调节保温的强度,避免患者局部的热损伤;并且术前预保温相比术中保温降低了保温引起的感染的风险,可以降低患者的医疗费用,降低医疗机构的耗材,符合我国目前发展中国家的现状。

目前已经有确切的证据证明预保温可以预防手术开始后1小时内低体温的发生[17]。但关于预保温的最佳时间和温度仍然存在争议。

2. 预保温概念

预保温指在麻醉诱导前对患者皮肤表面或外周组织进行加温,以增加外周组织热量储备,降低核心与外周的温度梯度,减少麻醉诱导后热量的再分布的一种保温方法。这种方法可以导致麻醉前血管扩张,因此由麻醉药物引起的诱导后血管扩张作用将会被减弱。此外,麻醉前使用血管扩张药物也可作为预保温的替代措施,其理论基础是使用血管扩张药物来替代麻醉诱导后的正常血管扩张,麻醉前患者可以通过机体正常的调节反应产生足够的热量保持核心体温。经过这一过程后,患者处于血管扩张状态,且中心到外周温度梯度缩小,减弱了麻醉诱导后的再分布性低体温[18]。药物预防低体温已经被 Vassilieff [19] 等的研究证实,但这一方法适用范围小,且有效性和安全性缺乏大量研究支持,目前主要是通过皮肤加温系统进行预保温。研究证实,预保温可明显提高患者麻醉后1h内的体温,减少围术期低体温的发生,减少术中出血,并缩短住院时间。在一项关于预保温预防围术期低体温的有效性研究中表示:使用强制空气加热系统预热患者可能有效减少围手术期体温过低。有一项发表在柳叶刀上的随机临床试验[20]表明,预保温可以降低手术部位感染发生率[20]。一项 meta 分析[21]显示,预保温可以将手术部位感染风险降

低 40%。

3. 预保温方法

随着医务工作者对术中低体温认知程度的增高, 各种低体温预防方法受到广泛关注。人体与外界的温度交换主要通过辐射(60%)、传导、对流和蒸发来进行热量交换[22]。通过上述每种方式造成的过度热损失都是不利于人体的, 应该消除。临床上存在预防低体温的方法主要有三种: 对手术室温度的控制, 主动保温及被动保温预防[23]。

3.1. 手术室温度的控制

手术室温度在控制感染、保持手术人员舒适度及患者保暖等方面都起着非常重要的作用[24]。感染是手术主要并发症和死亡原因之一, 温度是影响微生物活性的一个重要因素, 但有研究[25]表示手术室温度与湿度与手术部位感染并无确切关系。手术医师往往穿着多层手术衣, 长时间在手术灯下工作, 手术室温度过高, 容易出汗污染手术野, 而燥热也影响手术医师的工作情绪。有研究[26]显示, 当手术时间较长, 手术室温度 $> 21^{\circ}\text{C}$, 手术医师会有不适感。因此, 国外(美国)推荐的手术室温度标准普遍有所减低。但手术室的室温 $< 21^{\circ}\text{C}$ 时容易出现体温过低, 在手术室温度的控制上, 医生与患者所需温度似乎有所矛盾。

3.2. 主动保温

主动保温是指各种为患者增加热量储备的方法。目前临床上可使用的有电热毯、循环水床垫、液体加温、经皮穴位电刺激、充气式加温毯等。

3.2.1. 电热毯

电热毯的原理是利用电流通过导电材料产生的热量来加热。在一项老年人围术期用电热毯保暖减少并发症[27]的临床研究中表明麻醉期使用电热毯保暖有利于麻醉恢复与减少术后并发症, 提高患者满意度。但使用电热毯也具有有一些潜在危害及限制。在一项褥式医用升温毯对患者术中皮肤损伤的观察研究[28]中表明, 电热毯的间断使用及连续使用均可造成患者皮肤损伤。另外, 对于术中需要使用 X 射线机辅助诊断病人病情的手术, 使用电热毯会引起图像局部遮挡、模糊不清, 影响成像效果; 并且电热毯的金属丝在使用时会产生强烈的电磁辐射, 干扰手术室内的医疗设备, 引发人身财产安全问题[29]。

3.2.2. 循环水床垫

循环水床垫是一种通过温度恒定的循环温水对机体行辐射和传导加热, 是一种主动加温装置, 其碳纤维发热技术提供稳定、均匀的温度控制, 不会造成局部温度过高, 有效对患者体表进行升温和保温, 且价格相对低廉; 加热的能力取决于人体与毯子接触的面积。在一项临床研究[30]中表明: 使用循环水床垫保温可使手术开始 30 min 及术毕患者体温高于未保温患者, 循环水床垫可有效预防围术期低体温的发生; 可以缩短患者术后苏醒时间、肛门排气时间、起床开始活动时间以及住院天数; 并且可以降低血清 TNF- α 、IL-6、CRP 等炎症因子水平。有学者[31]在老年患者椎管内麻醉下膝关节置换术中对循环水床垫与充气式加温毯的效果, 结果显示循环水床垫与强制空气加热系统在保持体温方面一样有效。然而, 强制空气加热系统在降低麻醉后颤抖的发生率方面优于循环水床垫。

3.2.3. 液体加温

液体加温是指通过输入加热的液体而增加患者热量储备的方法。该方法需要在术前建立静脉通路, 快速输入温热液体, 不但可以提高患者热量储备, 还可以提前增加患者血容量, 使患者术中血流动力学更加平稳, 加温效果与输入液体量有关, 因此, 通过液体加温来提高术前患者体温, 增加患者热量储备

的方法产生作用有限,且不可无限制的输入液体,使用前需要评估患者心脏功能,尤其对于有心脏疾患的患者来说,此方法易增加心脏负担。有临床研究[32]表明在目标导向液体治疗的基础上对术中输液输血及冲洗液进行加温,能够有效维持患者围手术期的体温,保持内环境和凝血功能的稳定,优化术中体温管理。但是目前尚无明确的研究可以证实加温后的液体不会产生对机体有害的物质,并且需要考虑加热后的温热液体中加入药物是否产生变质。

3.2.4. 经皮穴位电刺激

经皮穴位电刺激[33]是经皮穴位电刺激是传统针灸穴位疗法与西医经皮电神经刺激疗法的结合,具有刺激穴位准确、无创、操作简便等优点。通过中医针刺或经皮穴位电刺激不但可以刺激机体释放镇痛物质(如内啡肽、5-HT等)降低痛觉敏感性,减少患者镇痛药物的用量,降低VAS评分[34];降低血清5-HT,MTL水平,降低患者PONV发生率,减轻PONV程度,维持血流动力稳定,减轻手术创伤[35];还可以调节胃肠功能,促进胃肠蠕动,利于早期排气排便,加速外科手术术后病人的恢复[36],另外,中医针刺或经皮穴位电刺激还可以温阳扶正,提升自身阳气和气血储备,从而通过自身调节来维持体温。有报道[33]称术前经皮穴位电刺激大椎和命门30min的患者离开准备间和入手术间时体温升高,延缓术中患者体温下降的速度。经30min穴位经皮电刺激后体温比对照组升高,有明确的预保温作用,增强了患者舒适度和满意度。但这种方法操作起来比较困难。

3.2.5. 充气式保温毯

充气式保温毯是一种强力空气加温装置,是利用空气的对流作用将主机产生的热空气经由管道输送至专用盖毯,使热量均匀分布于盖毯覆盖的体表,从而达到保暖或升温作用[37]。主要是由电热充气装置和保温毯组成,通过辐射和对流两种散热途径对患者皮肤加温,其对四肢的加温效果较对躯干更有效。可有效保护患者体温,缩短其术后苏醒时间,降低术后寒战发生率;可对患者免疫功能进行有效保护,缩短术后恢复时间;可显著提高外周皮肤温度,防止和减少体内热量向外周转移的现象出现,同时组织体内热量扩散至外周。

充气式温毯预保温是一种新型护理模式,该保温措施主要用于应对麻醉后体温的快速下降期。有研究[38]将充气式温毯预保温与常规护理相比较,结果显示充气式温毯预保温有助于减轻患者应激反应,改善凝血功能,减少不良事件。在一项关于使用充气式保温毯对老年人胃癌根治术炎症因子影响的研究[39]中表明应用充气式加温毯有助于老年胃癌根治术患者术中体温的稳定性,降低炎症因子水平,进而降低术后POCD的发生率,值得在临床中进一步推广应用。还有研究显示[40]充气式加温毯可以预防压疮的产生。另有研究[41]表明全程精细化护理联合充气式保温毯、加温仪可以降低老年股骨颈骨折患者下肢深静脉血栓发生率,改善术后寒战发生情况,加快患者康复进程。

3.2.6. 医用碳纤维加热垫

医用碳纤维加热垫[42]是一种将碳纤维发热技术与医用设备标准结合而成的产物。该设计主要由电源控制系统、调控面板、计算机辅助电路控制系统、数个独立加热区加热垫、温度调节及测量系统等部分构成。有研究[43]表示智能型医用碳纤维加热毯技术先进、使用安全,可有效减少患者围手术期低体温及寒战的发生,减轻术后患者疼痛,大大提高了护理质量及医疗效果。但碳纤维加热垫制作成本较高,难以普及。

3.3. 被动预防

被动保温是通过给患者体表覆盖棉被、棉毯等物以防止体温散失的方法。此方法只能减少热量散失,不能为患者增加有效的热量储备,对抗血管扩张引起的热量再分布。有研究[44]指出:与主动保温相比,

被动保温患者更容易发生围术期低体温, 术后寒战以及苏醒期躁动等不良反应风险增加, 麻醉后苏醒时间延长, 患者热舒适度下降。但将被动保温与主动保温联合应用具有较好的保温效果, 一项关于保温护理干预对全身麻醉患者苏醒及相关指标手术情况的影响的研究[45]表示: 可将被动保温与主动保温联合应用, 能有效缩短全身麻醉患者的手术时间, 维持患者在手术过程中的体温, 并促进患者术后的苏醒以及术后体温的恢复, 能有效预防患者在围术期出现低体温、寒战以及苏醒期躁动等不良反应, 同时能显著提高患者的护理满意度, 在维持良好的护患关系、取得患者配合以及促进患者术后恢复都有非常积极的作用。

4. 预保温时间

预保温的最佳时长还未达成统一标准。有学者研究[46]发现, 术前 1 h 的预保温对降低术中低体温发生具有良好效果, 但在临床实践中很难实现, 且可能造成患者不适感; 最近一项关于预防肝移植手术中体温过低的研究[47]建议的预保温时间为 30 min, 强制空气预热可降低术中低体温的发生率和持续时间, 主要通过防止核心到外周的热量再分布起作用; Bram 在一项研究[48]中表明在接受全髋关节置换术和全膝关节置换术的患者中, 使用强制空气预热 30 min 似乎可以有效降低体温过低和术后并发症; 也有研究[49]表示麻醉诱导前预保温 30 min 可改善围手术期核心温度和热舒适度, 但术后寒战发生率和严重程度并未改善; 另有研究[50]表示, 麻醉开始前 20 min 对产妇进行 38℃ 的充气加热可有效维持产妇围术期核心温度稳定, 减缓核心温度下降幅度, 减少围术期低体温的发生, 提高热舒适度。有研究[51]表示 10 分钟的预热可减少核心温度损失, 并有助于在乳腺癌手术期间维持正常的核心温度; 由于各项研究针对的手术类型及人群不同, 使用的保温时间不尽相同; 也有学者将不同预保温时间进行对比: 李靓[52]在观察不同时长的预保温对老年肝癌肝切除术患者体温及炎性因子的影响中表示: 术前进行 40 min 的预保温较 20 min 预保温对提高老年肝癌肝切除术患者入室时及切皮时的鼓膜温度具有积极作用, 并能减轻炎症反应, 降低低体温及术后并发症发生率, 相关研究支持这一观点[17]; Horn [53]等研究发现, 术前进行 10 min、20 min、30 min 的预保温, 患者核心体温及术中低体温的发生率方面并无显著差异; 这似乎说明 10 分钟的预保温也是可以的。然而有一项关于全身麻醉下预保温时间少于 60 min 随机对照试验[54]表明, 主动预热至少 15 分钟可减少再分配导致的体温过低及围术期低体温发生率, 但此研究仅有 15、30、45 三种时间段, 并未与 10 分钟的预保温进行比较, 所以 10 分钟的预保温也许仍然可以产生对抗麻醉后体温再分布的作用。

目前关于预保温的具体时间为 10~60 min 不等, 时间过长实施较为困难, 时间过短则难以达到预防围术期低体温发生的效果, 可根据围术期低体温预测模型[55], 根据术中低体温的发生率来选择不同的预保温时间及具体保温措施, 如在预计低体温发生率低的手术前预保温 10、20、30 min, 预计低体温发生率高的手术前预保温更久时间, 甚至使用预保温与术中保温相结合的措施来预防围术期体温过低。

5. 预保温温度

预保温的温度与时间是实施预保温的关键, 目前最常用的预保温温度有 43℃、38℃与 32℃。另一项临床研究[56]通过将未使用加温毯与使用 32℃、38℃及 43℃档位加温毯进行对比, 结果显示相较于未使用充气毯保温和充气毯设定温度为低挡(32℃)的患者, 设定温度在中、高档(38℃、43℃)的充气式加温毯应用于老年 TURP 患者的术中保温效果更好, 可以降低低体温发生率, 改善心理状态, 减轻恐惧及焦虑的不良情绪。由此可见, 32℃并无明显作用。一项随机对照试验[57]表示对于老年人来说, 使用 43℃的强制空气加温系统复温效果更好。有研究[58]证实了这一点, 该研究表明使用 43℃的预保温可有效降低围术期低体温发生率, 并缩短术后拔管时间, 降低苏醒期躁动及寒战发生率, 提高热舒适度。一项临床

研究表明[59]在维持核心体温的稳定、缩短术后苏醒时间及拔管时间方面, 43℃优于 38℃; 而在患者热舒适度方面, 38℃优于 43℃。然而, 在一项充气加热预保温对剖宫产产妇体温保护的临床研究[60]中表示使用 38℃预保温可有效维持围术期核心温度平稳并减少围术期低体温和寒战的发生, 提高热舒适度, 该项研究表明 38℃也可产生有效的预保温作用, 但在该项研究中并未与 43℃进行对比。一项研究[61]使用 38℃对患者进行预保温 60 min, 结果显示与未预保温相比, 可将围术期低体温发生率降低 25%。另有一项研究[62]表示使用 38℃进行预保温可达到较好的预防围术期低体温, 若术中发生低体温再使用 43℃进行加温, 进入恢复室时, 核心体温并无区别。据此, 可以将 43℃与 38℃联合使用, 根据患者情况及保温时机做出合适的选择。

关于预保温的温度设置并无统一论, 可以根据患者术前体温以及患者体温调节能力设置不同的预保温温度。术前核心温度过高的年轻患者可设置预保温温度 38℃; 而对于核心温度低的老年患者可设置 43℃为预保温温度。

6. 基于目前预保温的意见

目前有很多关于预保温方法及效果的研究, 充气式保温毯[63]用于预保温效果确切, 但充气式保温毯费用昂贵, 仅用于术前作为预保温会产生浪费, 此种保温方式[64]可用于围术期全程保温。使用液体加温可有效预防患者发生低体温, 促进其术后身体机能恢复[65], 可改善动脉血乳酸水平, 调节核心体温, 有良好的安全性, 且疗效优于棉被覆盖[66], 但使用液体加温进行预保温产生的效果与输血量有关, 对于心功能差的患者, 此方法效果甚微。术前及术中使用时使用循环水床垫保温[67]可维持体温稳定, 改善凝血功能, 减轻应激反应循环; 但水床垫设备占地面积较大, 使用不方便, 并且有感染的风险。有研究[68]表明使用多模式保温较单一模式保温更能维持患者体温的恒定, 减少失血量。可以根据患者及当地医疗机构具体情况选择更符合实际更有效的预保温方法。为减少预保温的成本而达到提高患者术前核心温度的效果, 可以让患者在麻醉前进入一个相对高温的术前准备间, 通过辐射提前为患者储备热量, 减少中枢与外周的温度梯度, 从而减弱麻醉诱导后血管扩张对患者体温再分布, 使患者体温尽量恒定, 对于时间不长, 且术中无需大量冲洗液的患者来说, 仅使用预保温即可预防术中低体温。

7. 总结

目前对于预保温的最佳时间及温度尚有争议, 尽管预保温作为一项体温保护措施已经写进了指南, 但目前还没有关于预保温实施策略的共识。各研究使用的加温设备、温度设置、保温时间不尽一致, 研究所选用的手术类型也各不相同, 造成结果的可比性差。考虑到我国人口众多, 医疗资源紧张, 可根据不同手术类型及人群选择适当的预保温时间及措施, 对于手术时间长, 预测围术期低体温发生率较高的患者可采用预保温 + 术中保温的方法预防围术期低体温, 力求患者围术期体温保持恒定, 避免患者寒颤, 促进患者预后。

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.
- [2] 代子一, 黄宇光. 围术期低体温有效预防策略的研究进展[J]. 临床麻醉学杂志, 2021, 37(5): 539-542.
- [3] 王杰, 刘辉, 汪志勇, 等. 氟比洛芬酯对行根治性胃切除的患者围术期体温及寒颤的影响[J/OL]. 重庆医学: 1-9, 2024-04-22. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.r.20240102.1601.018.html>
- [4] Zhou, J. and Poloyac, S.M. (2011) The Effect of Therapeutic Hypothermia on Drug Metabolism and Response: Cellular Mechanisms to Organ Function. *Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology*, 7, 803-816. <https://doi.org/10.1517/17425255.2011.574127>

- [5] 吴媚. 充气式加温毯对老年腹腔镜下结肠癌根治术患者术后免疫功能的影响[D]: [硕士学位论文]. 唐山: 华北理工大学, 2022.
- [6] Dobretsov, G.E., Kharitonov, I.G., Mishiev, V.E. and Vladimirov, I.A. (1975) [Relation between Fluorescence and Circular Dichroism of the Complex of the Fluorescence Probe 4-Dimethylaminochalcone with Serum Albumin]. *Biofizika*, **20**, 581-585.
- [7] Trckova, A. and Stourac, P. (2018) Influence of Perioperative Hypothermia on Blood Clotting in Children. *Bratislava Medical Journal*, **119**, 294-297. <https://doi.org/10.4149/BLL.2018.055>
- [8] Kondratiev, T.V., Flemming, K., Myhre, E.S.P., Sovershaev, M.A. and Tveita, T. (2006) Is Oxygen Supply a Limiting Factor for Survival during Rewarming from Profound Hypothermia? *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, **291**, H441-H450. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.01229.2005>
- [9] Li, L., Chen, X., Ma, W. and Li, Y. (2021) The Effects of Hypothermia in Thrombosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of Palliative Medicine*, **10**, 9564-9571. <https://doi.org/10.21037/apm-21-1925>
- [10] 杨京利, 马国平. 非心血管手术围术期心肌缺血危险因素的临床研究[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2014, 8(15): 2771-2774.
- [11] Russell-Buckland, J. and Tachtsidis, I. (2020) Developing a Model to Simulate the Effect of Hypothermia on Cerebral Blood Flow and Metabolism. In: Ryu, P.D., LaManna, J., Harrison, D. and Lee, S.S., Eds., *Oxygen Transport to Tissue XXI*, Springer International Publishing, Cham, 299-306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34461-0_38
- [12] 王炬, 王亚丽. 围术期低体温危害及防治相关问题的探讨[C]//中华护理学会. 中华护理学会第16届全国手术室护理学术交流会议论文汇编(下册): 2012年卷. 北京: 中华护理学会, 2012: 1180-1184.
- [13] 中华医学会外科学分会, 中华医学会麻醉学分会. 中国加速康复外科临床实践指南(2021版) [J]. 中国实用外科杂志, 2021, 41(9): 961-992.
- [14] 陈小明. 全麻期手术患者体温变化的临床观察[J]. 中国医药指南, 2013, 11(12): 426-427.
- [15] Sessler, D.I., Schroeder, M., Merrifield, B., Matsukawa, T. and Cheng, C. (1995) Optimal Duration and Temperature of Prewarming. *Anesthesiology*, **82**, 674-681.
- [16] 吕倩茹, 聂玲, 罗晓敏, 等. 麻醉前保温干预预防妇科腹腔镜手术围术期低体温与寒战的效果[J]. 海南医学, 2017, 28(9): 1547-1548.
- [17] 夏海燕. 麻醉前保温干预预防妇科腹腔镜手术围术期低体温与寒战的效果分析[J]. 临床医药文献电子杂志, 2018, 5(1): 98-99.
- [18] De Witte, J.L., Demeyer, C. and Vandemaele, E. (2010) Resistive-Heating or Forced-Air Warming for the Prevention of Redistribution Hypothermia. *Anesthesia & Analgesia*, **110**, 829-833. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181cb3ebf>
- [19] Vassilief, N., Rosencher, N., Sessler, D.I., Conseiller, C. and Lienhart, A. (1994) Nifedipine and Intraoperative Core Body Temperature in Humans. *Anesthesiology*, **80**, 123-128. <https://doi.org/10.1097/0000542-199401000-00019>
- [20] Melling, A.C., Ali, B., Scott, E.M., et al. (2001) Effects of Preoperative Warming on the Incidence of Wound Infection after Clean Surgery: A Randomised Controlled Trial. *The Lancet*, **358**, 876-880. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(01\)06071-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(01)06071-8)
- [21] Zheng, X.-Q., Huang, J.-F., Lin, J.-L., Chen, D. and Wu, A.-M. (2020) Effects of Preoperative Warming on the Occurrence of Surgical Site Infection: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Surgery*, **77**, 40-47. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2020.03.016>
- [22] 戈萌. 高温环境老年人平均皮肤温度及热舒适研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学, 2022.
- [23] 高洪莲, 韩杉, 蒙婷婷, 等. 妊娠期高血压疾病术中低体温的研究进展[J]. 护理研究, 2018, 32(15): 2325-2329.
- [24] 吉琦, 掌孝荣, 刘春霞. 手术室温度与感染及人体舒适度关系的研究现状[J]. 中华医院感染学杂志, 2012, 22(16): 3679-3680, 3632.
- [25] Hammond, J.B., Madura, G.M., Chang, Y.-H.H. Lim, E.S., Habermann, E., Cima, R., Colibaseanu, D., Siebeneck, E.T. and Etzioni, D.A. (2023) The Influence of Operating Room Temperature and Humidity on Surgical Site Infection: A Multisite ACS-NSQIP Analysis. *The American Journal of Surgery*, **226**, 840-844. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2023.06.039>
- [26] Brock, L. (1975) The Importance of Environmental Conditions, Especially Temperature, in the Operating Room and Intensive Care Ward. *British Journal of Surgery*, **62**, 253-258. <https://doi.org/10.1002/bjs.1800620402>
- [27] 陈宗洁, 王旭潮, 游先红. 老年人围术期用电热毯保暖减少并发症的临床观察[J]. 检验医学与临床, 2010, 7(23): 2643-2644.

- [28] 郑慕华, 李越颖, 胡文环, 等. 褥式医用升温毯对患者术中皮肤损伤因素观察及处理对策[J]. 河北医学, 2013, 19(12): 1899-1901.
- [29] 李瑾. 基于 STM32 的围术期病员加温系统的设计[D]: [硕士学位论文]. 镇江: 江苏大学, 2021.
- [30] 王恒, 范军, 薛典富, 等. 循环水床垫保温在胃肠癌患者加速康复外科中的应用效果[J]. 安徽医学, 2019, 40(7): 793-795.
- [31] Liu, P.L., Warren, T.M., Ostheimer, G.W., Weiss, J.B. and Liu, L.M. (1985) Foetal Monitoring in Parturients Undergoing Surgery Unrelated to Pregnancy. *Canadian Anaesthetists' Society Journal*, **32**, 525-532. <https://doi.org/10.1007/BF03010803>
- [32] 马文涓, 陈丽丽, 李丽. 加温联合目标导向液体治疗对肝包虫病患者围手术期体温及内稳态的影响[J]. 新疆医科大学学报, 2023, 46(2): 215-221.
- [33] 梁汉生, 李奕楠, 冯艺. 经皮穴位电刺激的麻醉前预保温作用观察[J]. 针刺研究, 2019, 44(10): 747-751.
- [34] 宋珂珂, 阳婷婷, 杨岚, 等. 经皮穴位电刺激联合硬膜外麻醉在分娩镇痛中的临床效果[J]. 重庆医学, 2023, 52(20): 3133-3136, 3141.
- [35] 王志明, 鲍杨, 祝义军, 等. 内关经皮穴位电刺激对老年日间手术患者术后恶心呕吐的预防效果及对应激反应指标、血清 5-羟色胺、胃动素的影响[J]. 河北中医, 2023, 45(9): 1549-1552, 1556.
- [36] 陈丽萍, 徐紫清, 侯怀晶, 等. 经皮穴位电刺激促进腹腔镜结直肠癌术后胃肠功能恢复的 Meta 分析[J]. 临床麻醉学杂志, 2023, 39(9): 952-958.
- [37] 钟昌艳, 易凤琼, 胡军, 等. 电阻加温垫与充气加温毯预防胸腔镜手术患者低体温效果比较[J]. 护理学杂志, 2019, 34(4): 39-41.
- [38] 杨菲, 郭青, 郭瑞娟, 等. 充气式温毯预保温结合预防性护理对胸腔镜下食管癌根治术患者应激反应及凝血功能的影响[J]. 临床医学研究与实践, 2023, 8(4): 132-134.
- [39] 唐成菊, 刘亚, 张臣艳. 充气式加温毯对老年胃癌根治术患者术后体温及炎症因子的影响[J]. 解放军护理杂志, 2019, 36(5): 51-53, 57.
- [40] 侍中兰. 充气式加温毯在手术患者预防压疮中的应用[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2015, 36(4): 583-584.
- [41] 王亭, 刘丽丽, 王丽艳. 全程精细化护理联合充气式保温毯、加温仪对老年股骨颈骨折患者术中下肢 DVT 风险的影响[J]. 医学理论与实践, 2021, 34(11): 1953-1955.
- [42] 闫鹏, 母心灵, 郑卫东, 等. 医用碳纤维恒温加热垫的设计与制作[J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(10): 1588-1593.
- [43] 闫鹏, 郑伟东, 谭云冰, 等. 智能型医用碳纤维加热毯预防围手术期寒战的临床观察[J]. 吉林医学, 2016, 37(6): 1332-1335.
- [44] 曾清, 李五星, 王会平, 等. 实施综合保温措施对控制腹腔镜结直肠癌患者围术期低体温效果的 Meta 分析[J]. 湖北科技学院学报(医学版), 2023, 37(4): 313-318.
- [45] 陈月芳, 吴姗梅. 保温护理干预对全身麻醉患者苏醒及相关指标手术情况的影响[J]. 吉林医学, 2023, 44(9): 2674-2677.
- [46] Camus, Y., Delva, E., Sessler D.I. and Lienhart, A. (1995) Pre-Induction Skin-Surface Warming Minimizes Intraoperative Core Hypothermia. *Journal of Clinical Anesthesia*, **7**, 384-388. [https://doi.org/10.1016/0952-8180\(95\)00051-I](https://doi.org/10.1016/0952-8180(95)00051-I)
- [47] Jung, E.O., Han, S., Lee, S., Choi, E.A., Ko, J.S., Gwak M.S. and Kim, G.S. (2023) Forced-Air Prewarming Prevents Hypothermia during Living Donor Liver Transplantation: A Randomized Controlled Trial. *Scientific Reports*, **13**, Article No. 3713. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23930-2>
- [48] Thiel, B., Mooijer, B.C., Kolff-Gart, A.S., Kerklaan, B.M., Rudolf, W.P., De Haan, P. and Siepel, M.A.M. (2020) Is Preoperative Forced-Air Warming Effective in the Prevention of Hypothermia in Orthopedic Surgical Patients? A Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Anesthesia*, **61**, Article 109633. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2019.109633>
- [49] Yan, X., Rui, Z., Na, L., Hou, C., Ren, C. and Xu, H. (2020) Effects of a Preoperative Forced-Air Warming System for Patients Undergoing Video-Assisted Thoracic Surgery. *Medicine*, **99**, e23424. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000023424>
- [50] 傅盈盈, 冯超男, 徐志华. 术前充气式加温毯预保温在剖宫产产妇中的应用[J]. 实用妇科内分泌电子杂志, 2023, 10(18): 34-37.
- [51] Kawanishi, R., Honda, Y., Bando, Y., Kakuta N. and Tanaka, K. (2023) Effect of 10-Minute Prewarming plus Intraoperative Co-Warming on Core Temperature Maintenance during Breast Surgery Compared to Intraoperative Co-Warming

- Alone: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Medical Investigation*, **70**, 74-79. <https://doi.org/10.2152/jmi.70.74>
- [52] 李靛, 王玲, 尹晓林. 不同时长预保温对老年肝癌肝切除术患者体温及炎症因子的影响研究[J]. 吉林医学, 2021, 42(10): 2528-2530.
- [53] Cremona, G., Higenbottam, T., Takao, M., Hall, L. and Bower, E.A. (1995) Exhaled Nitric Oxide in Isolated Pig Lungs. *Journal of Applied Physiology*, **78**, 59-63. <https://doi.org/10.1152/jappl.1995.78.1.59>
- [54] Becerra, Á., Valencia, L., Saavedra, P., Rodríguez-Pérez, A. and Villar, J. (2021) Effect of Prewarming on Body Temperature in Short-Term Bladder or Prostatic Transurethral Resection under General Anesthesia: A Randomized, Double-Blind, Controlled Trial. *Scientific Reports*, **11**, Article No. 20762. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00350-2>
- [55] 代子一. 验证围术期低体温预测 APP 的临床多中心、前瞻性、观察性队列研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京协和医学院, 2023.
- [56] 李丹, 刘霞, 闵霞, 等. 不同挡位充气式加温毯用于老年经尿道前列腺电切术患者的效果评价[J]. 加速康复外科杂志, 2022, 5(2): 62-66.
- [57] Xu, H., Xu, G., Ren, C., Liu, L. and Wei, L. (2019) Effect of Forced-Air Warming System in Prevention of Postoperative Hypothermia in Elderly Patients. *Medicine*, **98**, e15895.
- [58] 李林纹, 吴铭辛, 尚游. 预保温联合主动保温措施对老年腹腔镜直肠癌根治术患者术后恢复的临床观察[J]. 中国老年保健医学, 2023, 21(4): 77-79.
- [59] 刘婧. 不同温度预保温联合术中保温预防 TURP 患者术中低体温的效果研究[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州中医药大学, 2019.
- [60] 范芯岩. 充气加热预保温对剖宫产产妇体温保护的临床研究[D]: [硕士学位论文]. 延吉: 延边大学, 2021.
- [61] Andrzejowski, J., Hoyle, J., Eapen, G. and Turnbull, D. (2008) Effect of Prewarming on Post-Induction Core Temperature and the Incidence of Inadvertent Perioperative Hypothermia in Patients Undergoing General Anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*, **101**, 627-631. <https://doi.org/10.1093/bja/aen272>
- [62] Lauronen, S.-L., Kalliovalkama, J., Aho, A., Mäkinen, M.-T., Huhtala, H., Yli-Hankala, A.M. and Kalliomäki, M.-L. (2023) Self-Warming Blanket versus Forced-Air Warming Blanket during Total Knee Arthroplasty under Spinal Anaesthesia: A Randomised Non-Inferiority Trial. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, **67**, 1102-1109. <https://doi.org/10.1111/aas.14283>
- [63] Lier, M., Jebens, C., Lorey-Tews, A., Heyne, T., Kunze-Szikszay, N., Wieditz, J. and Bräuer, A. (2023) What Is the Best Way to Keep the Patient Warm during Technical Rescue? Results from Two Prospective Randomised Controlled Studies with Healthy Volunteers. *BMC Emergency Medicine*, **23**, Article No. 83. <https://doi.org/10.1186/s12873-023-00850-6>
- [64] 苏春燕, 吕志露, 黄之斌, 等. 充气式保温毯在腹腔镜下结肠癌手术术后复苏护理中的应用分析[J]. 妇幼护理, 2023, 3(8): 1876-1878.
- [65] 尤久梅, 张虹. 液体加温箱在腹腔镜胃肠癌术中的应用[J]. 医疗装备, 2022, 35(6): 181-183.
- [66] 贾娟. 损伤控制理念下术中液体加温在腹腔镜宫颈癌围术期中的应用[J]. 山东医学高等专科学校学报, 2023, 45(2): 130-132.
- [67] 朱媛媛, 王玉, 雷声云. 术前治疗性抚触结合术中循环水床垫保温对宫颈癌手术患者体温、凝血功能、应激反应的影响[J]. 临床医学研究与实践, 2022, 7(2): 133-135.
- [68] Gozubuyuk, E., Aygun, E., Basaran, I., Canbolat, N., Cavdaroglu B., Akgul T. and Buget, M.I. (2022) Effects of Changes in Body Temperature on Perioperative Bleeding in Adolescent Idiopathic Scoliosis Surgery. *Therapeutic Hypothermia and Temperature Management*, **12**, 146-154. <https://doi.org/10.1089/ther.2021.0016>