doi:10.11659/jjssx.04E025118

·临床研究·

一种基于PDCA循环和德尔菲法构建的保温方案在全身麻醉下胸腔镜肺癌根治术中的应用

陈梅花,徐雪芬 (苏州市中医医院麻醉科,江苏 苏州 215000)

[摘 要] **目的** 基于计划-执行-检查-处理(PDCA)循环和德尔菲法构建创新保温方案,并探讨该保温方案在全身麻醉下胸腔镜肺癌根治术中的应用效果。**方法** 选取2022年3月至2023年9月于我院行全身麻醉下胸腔镜肺癌根治术的患者102例,随机分为观察组52例和对照组50例。对照组患者采取常规手术保温措施,观察组患者采取基于PDCA循环和德尔菲法构建的创新保温方案。比较2组患者围术期体温、术后寒战发生率、术后Ramsay评分、麻醉恢复质量量表(QoR-40)评分。**结果** 麻醉后10 min、30 min、60 min以及术毕,观察组患者的体温均高于对照组($P<0.05$)。观察组患者术后寒战发生率为5.77%,低于对照组的20.00%($P<0.05$)。观察组患者术后Ramsay评分为1分的比例为7.69%,低于对照组的24.00%($P<0.05$)。观察组患者QoR-40中的情绪状态评分、身体舒适度评分以及总分均高于对照组($P<0.05$)。**结论** 基于PDCA循环和德尔菲法构建的创新保温方案可维持全身麻醉下胸腔镜肺癌根治术患者的术中体温稳定,减少寒战发生,麻醉恢复质量更好。

[关键词] 全身麻醉;胸腔镜;肺癌根治术;保温;寒战;躁动
[中图分类号] R614.2 [文献标志码] A [收稿日期] 2025-04-22

Application of innovative heat preservation scheme based on PDCA cycle and Delphi method in the thoracoscopic radical resection of pulmonary carcinoma under general anesthesia

CHEN Mei-hua, XU Xue-fen (Department of Anesthesiology, Suzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Suzhou Jiangsu 215000, China)

Abstract: Objective The innovative heat preservation scheme was constructed based on plan-do-check-action (PDCA) cycle and Delphi method, and the application effect of this heat preservation scheme in thoracoscopic radical resection of pulmonary carcinoma under general anesthesia was explored. **Methods** A total of 102 patients who underwent thoracoscopic radical resection of pulmonary carcinoma under general anesthesia from March 2022 to September 2023 were selected and randomly divided into the observation group (52 cases) and the control group (50 cases). Patients in the control group received routine intraoperative warming measures, while patients in the observation group received innovative heat preservation scheme based on PDCA cycle and Delphi method. The perioperative body temperature, the incidence of postoperative shivering, the postoperative Ramsay scores, and the quality of recovery-40 questionnaire (QoR-40) scores were compared between the two groups. **Results** At 10 minutes, 30 minutes, 60 minutes after anesthesia and at the end of the operation, the body temperatures of patients in the observation group were higher than those in the control group ($P<0.05$). The incidence of postoperative shivering of patients in the observation group was 5.77%, which was lower than 20.00% in the control group ($P<0.05$). The proportion of patients in the observation group with a Ramsay score of 1 after surgery was 7.69%, which was lower than 24.00% in the control group ($P<0.05$). The emotional state score, physical comfort score and total score in the QoR-40 of patients in the observation group were all higher than those in the control group ($P<0.05$). **Conclusion** The innovative heat preservation scheme constructed based on PDCA cycle and Delphi method can maintain the intraoperative body temperature stability of patients undergoing thoracoscopic radical resection of pulmonary carcinoma under general anesthesia, reduce the occurrence of shivering, and improve the quality of anesthesia recovery.

Keywords: general anesthesia; thoracoscope; radical resection of pulmonary carcinoma; heat preservation; shivering; agitation

围术期低体温是外科手术患者的常见不良反应,其中全身麻醉下胸腔镜肺癌根治术患者发生低体温的风险尤为突出,这是由于该手术麻醉时间较长、术中胸腔开放、建立气腹等导致机体核心热量大量丢失,且肺癌患者通常年龄较大或合并基础疾病,故这类手术患者更容易发生围术期低体温[1]。在全身麻醉状态下,机体代谢率下降导致产热减少,外周血管扩张导致散热增加,加之体温调节中枢被抑制,因此患者易发生体温持续降低[2-3]。围术期低体温可导致多种手术并发症,增加术后心血管事件、切口感染、切口出血的发生风险,而且还会增加患者麻醉苏醒期躁动发生率,影响麻醉恢复[4-5]。目前临床上广泛采用的围术期保温措施主要包括控制室内温度、输液加温、保温毯等,多限于被动保温,主动保温措施尚未普及,也

尚无规范的保温管理体系[6-8]。而且现有保温措施缺乏系统性管理,不同医疗机构对保温时机的界定标准不一,缺乏对术中低体温动态监测与干预的标准化流程,保温效果评估多停留在体温数值监测,缺乏对镇静评估、麻醉恢复质量等指标的综合分析。本研究基于计划-执行-检查-处理(plan-do-check-action,PDCA)循环和德尔菲法构建创新保温方案,从多角度分析术中保温不当的原因,重点应用基于充气加热系统的胸部手术保温衣、腔镜手术用保温杯、灌洗加温仪为患者提供术中保温,探讨基于PDCA循环和德尔菲法构建的创新保温方案对全身麻醉下胸腔镜肺癌根治术患者体温、寒战发生率的影响,以期完善国内围术期保温技术的规范化应用,填补国内围术期保温标准化管理的空白,提升医疗质量。

1 资料与方法

1.1 临床资料

采用便利抽样选取2022年3月至2023年9月于我院行全身麻醉下胸腔镜肺癌根治术的102例患者行前瞻性研究。纳入标准:①行胸腔镜肺癌根治术;②年龄<80岁;③麻醉分级为Ⅱ~Ⅲ级,能够耐受手术和麻醉;④术前体温36.0~37.5 ℃(耳温枪测量)。排除标准:①合并感染性疾病、甲状腺功能异常、风湿免疫性疾病、血液病等;②存在皮肤疾病引起的发热;③自主神经功能紊乱;④近1个月内存在不明原因的低热;⑤认知功能障碍;⑥有精神病史。样本量计算参考公式 $n_1=[Z_{\alpha/2}\sqrt{p(1-p)(1+c)/c}+Z_{\beta}\sqrt{p_1(1-p_1)+p_2(1-p_2)/c}\,]^2/(p_1-p_2)^2$,$n_1$为观察组样本量,设定检验水准$\alpha$=0.05,$\beta$=0.10,$Z$=1.96,$Z_{\beta}$=1.28。本课题组前期做了小样本的临床预实验(观察组10例,对照组10例),麻醉的安全性良好,无不良事件,临床预实验初步结论为有效,观察组有效率为90%,对照组有效率为60%。根据预实验设定p_1=0.9,p_2=0.6,$p=(p_1+p_2)/2$=0.75,两样本量比值c=1。根据公式计算可得n_1=41,观察组和对照组各41例。考虑到样本的剔除和脱落,为了减少误差,样本量再扩大20%,最后确定观察组和对照组各50例,总样本量至少应为100例。实际选取102例患者,采用随机数字表法分为观察组52例和对照组50例。观察组中男36例,女16例;年龄42~75岁,平均(61.57±5.82)岁;麻醉分级Ⅱ级12例,Ⅲ级40例;术中静脉输液量(1 043.48±215.33)mL,术中冲洗液量(2.64±0.52)L,麻醉时间(105.33±21.48)min。对照组中男33例,女17例;年龄46~77岁,平均(62.94±5.35)岁;麻醉分级Ⅱ级8例,Ⅲ级42例;术中静脉输液量(1 105.20±243.16)mL,术中冲洗液量(2.73±0.56)L,麻醉时间(112.75±24.65)min。2组患者一般资料比较,差异无统计学意义(P>0.05)。本研究通过我院医学伦理委员会批准(批准号:2022WW01440),患者均签署对本研究的知情同意书。

1.2 对照组保温方案

对照组患者采取常规手术保温措施,具体包括:①术前提前调整室内温度。手术室内温度控制在22~24 ℃,湿度控制在60%~70%。②术中以及术后输液加温。使用输液加温装置,确保静脉输注的液体加温至37 ℃。③术中保温毯保暖。使用Bair Hugger一次性充气式保温毯(美国3M公司),该设备由主机、充气式保温毯、体温探头组成,体温探头可自行检测患者体温,并上传至系统,系统则根据患者体温自动调节末端输出温度(高、中、低三档)。对于仰卧位的患者,将保温毯覆盖于髂嵴至双足之间;对于侧卧位的患者,在上半身将保温毯覆盖于患者的颈后部、背部和两臂,避开手术区域,在下半身将保温毯覆盖于髂嵴至双足之间。术后普通毛毯保暖,送患者回病房。

1.3 观察组保温方案

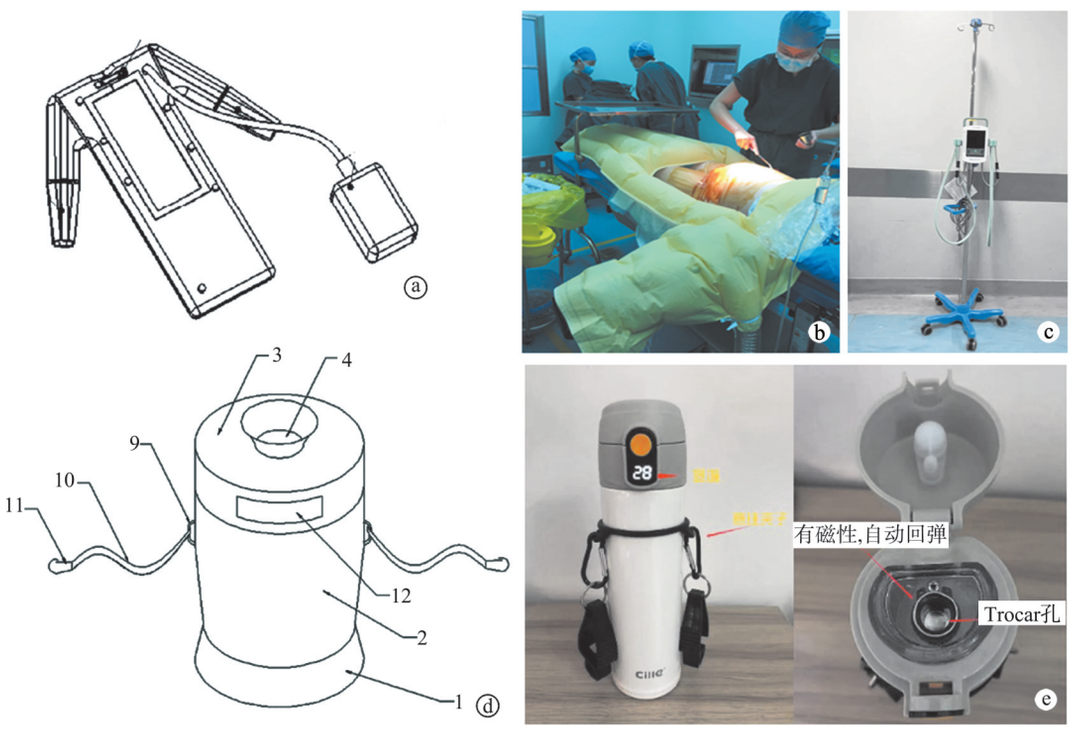
观察组患者采用基于PDCA循环和德尔菲法构建的创新保温方案,措施如下。

成立体温管理小组:在研究开始前成立体温管理小组,包括麻醉医师3名、麻醉护士3名、手术室护士6名、胸外科医师1名。

保温管理评估流程:①术前评估。采用低体温风险概率评分表[9]评估患者发生低体温的风险。术前保温原则:若患者术前核心体温(肛温)<36 ℃应在麻醉诱导前20 min主动保温。②术中评估。使用新型无线体温传感器,每隔15 min定期监测患者体温。术中保温原则:患者核心体温(肛温)≥36 ℃才可实施麻醉诱导;预计手术时间<30 min且低体温风险高危的患者,在麻醉诱导前20 min采用充气加热系统的胸部手术保温衣;预计手术时间≥30 min的患者,无论风险如何均在麻醉诱导前20 min采用充气加热系统的胸部手术保温衣;预计输液>500 mL的患者应将静脉输注的液体加温至37 ℃。术中冲洗液加温措施:使用腔镜手术用保温杯将所有术中冲洗液加温至38 ℃。③术后评估:患者进入麻醉恢复室,每隔15 min定期监测患者体温。术后保温原则:若患者核心体温(肛温)≥36 ℃,使用普通毛毯保温,患者可离开麻醉恢复室;若患者核心体温(肛温)<36 ℃应主动保温,推荐使用压

力暖风毯、输液加温设备。

创新保温方案主要设备(图1):①基于充气加热系统的胸部手术保温衣(新型专利技术,专利号:CN202121676781.8):包括躯干保温组件、右臂保温组件、左臂保温组件及胸腹髋部保温组件。采用魔术贴设计,可以随意调节大小,连接带之间留有空隙,便于放置各种管路,并设计了防水层,可以避免冲洗液浸湿手臂。②腔镜手术用保温杯(新型专利技术,专利号:CN202221294035.7):包括保温杯体、杯盖、吸水件和乳胶活瓣,保温杯体内设有顶部开口的空腔,杯盖设在保温杯体的顶部,杯盖中心设有开口,开口与空腔连通,杯盖的开口内固定有乳胶活瓣,吸水件固定在保温杯体的外侧壁上。③灌洗加温仪(北京依露得力医疗器械有限公司):包括加热系统、温度控制系统、储液罐、输液管、控制面板,可快速加热灌洗液,精确调节并维持灌洗液的温度,能耗低,而且温度控制系统可以确保灌洗液温度稳定,具备过热保护功能,可避免烫伤。



a:基于充气加热系统的胸部手术保温衣专利设计图;b:基于充气加热系统的胸部手术保温衣实物图;c:灌洗加温仪实物图;d:腔镜手术用保温杯专利设计图;e:腔镜手术用保温杯实物图 1:杯底;2:杯身;3:杯沿;4:Trocar孔;9:挂绳环;10:绳子;11:粘扣带;12:温度显示屏

图1 创新保温方案主要设备

1.4 观察指标

主要观察指标包括围术期体温,次要观察指标包括术后寒战发生情况、镇静情况、麻醉恢复质量。①围术期体温:测量患者术前、麻醉后10 min、麻醉后30 min、麻醉后60 min、术毕、术后30 min的体温。术中体温通过非切口侧腋下贴附的无线传感器记录,数据每5 min同步至麻醉监护系统,术前以及术后使用水银体温计测量腋下体温。②术后寒战:评估患者术后麻醉苏醒期的寒战分级[10],并计算寒战发生率。0级,无寒战,无外周血管收缩或汗毛竖起;Ⅰ级,存在外周血管收缩或汗毛竖起,但无肌肉群颤抖,可能伴有面部或颈部的轻微抽动;Ⅱ级,部分肌肉群颤抖,患者呈间断性发抖;Ⅲ级,肢体持续痉挛性抖动。③镇静情况:在麻醉苏醒期采用Ramsay评分评估患者镇静情况。1分,患者焦虑躁动不安;2分,患者配合指令,有定向力,安静;3分,患者对指令有反应;4分,患者嗜睡,轻扣眉间或听觉刺激反应敏捷;5分,患者昏睡,轻扣眉间或听觉刺激反应迟钝;6分,患者昏迷,无任何反应。④麻醉恢复质量:术后1 d,采用麻醉恢复质量量表(quality of recovery-40 questionnaire,QoR-40)[11]评估患者麻醉恢复质量。QoR-40量表包括5个维度:情绪状态(9个条目)、身体舒适度(12个条目)、自理能力(5个条目)、心理支持(7个条目)、疼痛(7个条目),共40个条目。每个条目评分1~5分,总分40~200分,分数越高表示麻醉恢复质量越好。

1.5 统计学方法

数据使用SPSS 28.0软件进行统计分析。计量资料包括体温、QoR-40评分,均呈正态性分布,以均数±

标准差($\bar{x}\pm s$)表示,2组患者多时间点围术期体温比较采用重复测量方差分析,2组患者QoR-40评分比较采用独立样本t检验。计数资料包括寒战发生率、Ramsay评分,以率(%)表示,组间比较采用χ^2检验。P<0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围术期体温比较

术前以及术后30 min,2组患者体温比较差异无统计学意义(P>0.05);麻醉后10 min、30 min、60 min以及术毕,观察组患者的体温均高于对照组(P<0.05)。观察组患者麻醉后10 min、30 min的体温明显低于术前(P<0.05);对照组患者麻醉后10 min、麻醉后30 min、麻醉后60 min、术毕、术后30 min的体温明显低于术前(P<0.05)。2组患者围术期体温在重复测量方差分析的组间、时间以及交互效应方面比较,差异均具有统计学意义(P<0.05),见表1。

表1 2组患者围术期体温比较($\bar{x}\pm s$,℃)

组别	n	术前	麻醉后10 min	麻醉后30 min	麻醉后60 min	术毕	术后30 min
观察组	52	36.44±0.39	36.30±0.22*#	36.25±0.17*#	36.33±0.20*	36.35±0.26*	36.40±0.31
对照组	50	36.50±0.34	36.18±0.27#	36.13±0.23#	36.18±0.26#	36.21±0.24#	36.32±0.29#
F				$F_{组间}$=14.021,$F_{时间}$=17.462,$F_{交互}$=3.111			
P				$P_{组间}$<0.001,$P_{时间}$<0.001,$P_{交互}$=0.012			

*:与对照组比较,P<0.05;#:与术前比较,P<0.05

2.2 术后寒战发生情况比较

观察组患者术后寒战发生率低于对照组,差异有统计学意义(χ^2=4.642,P=0.031),见表2。

表2 2组患者术后寒战发生情况比较[例(%)]

组别	n	寒战分级				寒战发生
		0级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	
观察组	52	49(94.23)	3(5.77)	0(0)	0(0)	3(5.77)*
对照组	50	40(80.00)	8(16.00)	2(4.00)	0(0)	10(20.00)

*:与对照组比较,P<0.05

2.3 术后Ramsay评分比较

观察组术后Ramsay评分为1分的患者比例低于对照组,差异有统计学意义(χ^2=5.126,P=0.024),见表3。

2.4 术后QoR-40评分比较

观察组患者QoR-40中的情绪状态评分、身体舒适度评分以及总分均高于对照组,差异有统计学意义(P<0.05),见表4。

表3 2组患者术后Ramsay评分比较[例(%)]

组别	n	1分	2分	3分	4分	5分	6分
观察组	52	4(7.69)*	19(36.54)	25(48.08)	3(5.77)	1(1.92)	0(0)
对照组	50	12(24.00)	16(32.00)	18(36.00)	4(8.00)	0(0)	0(0)

*:与对照组比较,P<0.05

表4 2组患者术后QoR-40评分比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	n	情绪状态	身体舒适度	自理能力	心理支持	疼痛	总分
观察组	52	36.78±6.10*	48.03±8.14*	21.37±4.26	27.33±4.92	24.93±6.52	158.44±27.25*
对照组	50	33.64±5.42	43.59±7.26	20.43±4.18	26.10±5.16	23.68±6.44	147.43±24.59
t		2.744	2.903	1.124	1.232	0.974	2.140
P		0.007	0.005	0.264	0.221	0.333	0.035

*:与对照组比较,P<0.05

3 讨论

随着快速康复外科理念的普及,手术患者体温管理已成为重要环节,其中如何避免围术期低体温成为目前亟待解决的问题。文献报道,围术期低体温发生率为7%~44%,不同地区和医院存在较大差异[12-13]。

本研究从研究理论上进行创新,应用PDCA循环质量改进法,从多角度分析术中保温不当的原因,逐一列出了全身麻醉下胸腔镜肺癌根治术体温管理落实不到位的原因,主要包括麻醉医生未及时评估患者体温、保暖用具选用不当、手术灌洗液未加温、护士术前评估不完善、保温流程不完善等,并通过咨询国内三甲医院手术室、麻醉科、胸外科等科室主任以及国内知名医学院校的教授共计20人,经过2轮修订,最后形成创新保温方案,术前、术中、术后均实施针对性的保温措施,重点应用基于充气加热系统的胸部手术保温衣、腔镜手术用保温杯、灌洗加温仪为患者提供术中保温,从而保障患者围术期体温稳定。

本研究结果显示,与常规手术保温措施相比,实

施创新保温方案的患者在麻醉后10 min、30 min、60 min以及术毕的体温均明显较高，而且体温波动幅度更小，寒战发生率明显较低，说明创新保温方案管理有利于维持稳定的术中体温，避免围术期低体温，降低寒战发生率，这与杨继平等[14]和Xu等[15]的研究报道相符。其主要原因是本研究应用了新型保温技术，其中基于充气加热系统的胸部手术保温衣通过辐射和对流传导方式，在手术全程维持体表温度梯度，减少了30%以上的经皮肤热辐射损失，同时，基于充气加热系统的胸部手术保温衣比普通保温衣或者保温毯具有更好的保暖性和安全性，比充气式保温毯具有更好的贴合度，可以使患者在术中能够较长时间地维持理想体温。而腔镜手术用保温杯、灌洗加温仪可将胸腔灌洗液温度稳定在37~38 ℃，且保温时间长，可避免低温液体输入导致的体内热量消耗，从而避免体温下降后脊髓反射介导的寒战反应；同时，医师无需因温度不合适而频繁更换灌洗液，有利于保持手术连贯性，尤其适用于持续时间较长的腔镜手术；此外，温度合适的灌洗液还能预防内窥镜镜头表面冷凝起雾，减少对术野清晰度的影响，具有多重优势。

本研究结果显示，与常规手术保温措施相比，实施创新保温方案的患者在术后麻醉苏醒期Ramsay评分为1分的比例也明显较低，说明创新保温方案的镇静效果较好，这与Shirozu等[16]的研究报道相符。由于低体温会明显降低肝药酶活性，导致镇静药物代谢受阻，药物清除率下降，进而造成镇静药物在体内蓄积，同时，低体温还会降低脑组织代谢率，减弱其对镇静药物的反应性，从而削弱镇静效果，使得麻醉深度难以精准调控[17-18]。采取创新保温方案，应用基于充气加热系统的胸部手术保温衣、腔镜手术用保温杯、灌洗加温仪为患者提供术中保温后，患者的体温得到明显改善，可以有效地维持围术期体温稳定，避免了低体温导致的镇静药物清除率下降，提高了脑组织对镇静药物的反应性，从而有利于维持良好的镇静效果。

由于术后1 d是评估麻醉和手术早期应激反应及恢复质量的关键时期，故本研究对比2组患者术后1 d的QoR-40评分，结果显示观察组患者QoR-40中的情绪状态评分、身体舒适度评分以及总分均高于对照组，说明体温管理有效改善了患者麻醉恢复质量。主要原因是本研究中所使用的新型保温技术能将患者核心体温维持在正常范围，使细胞色素酶活性保持在正常水平，加速麻醉药物的代谢清除率，从而缩短自主呼吸恢复时间，使患者尽快苏醒；同时，维持围术期体温稳定可使器官保持最佳灌注状态，促进肌松药物的代谢，有效抑制低温诱导的炎症反应，减少脑组织氧化应激损伤及术后谵妄，从而提升患者麻醉恢复质量。

然而本研究也具有一定局限性，受临床条件以及地区病例来源的限制，纳入的样本量较小，统计分析可能存在偏倚。今后还需多中心、大样本的临床研究进一步探讨新型保温设备的术中保温效果。

综上所述，全身麻醉下胸腔镜肺癌根治术患者采取基于PDCA循环和德尔菲法构建的创新保温方案可维持术中体温稳定，减少寒战发生，麻醉恢复质量更好。目前围术期体温管理仍属于新兴领域，操作流程仍有待规范，建议临床对不同基础疾病的患者实行针对性体温管理，综合考虑低体温风险分层和临床效益等因素，多学科协作制定个体化、全方位、可持续的围术期体温管理策略，并将基于充气加热系统的胸部手术保温衣、腔镜手术用保温杯、灌洗加温仪等多种新型保温设备在临床中推广应用。

[参考文献]

[1] Simegn GD, Bayable SD, Fetene MB. Prevention and management of perioperative hypothermia in adult elective surgical patients: a systematic review[J]. Ann Med Surg, 2021, 14(72): 1030-1039. doi: 10.1016/j.amsu.2021.103059.

[2] Rauch S, Miller C, Bräuer A, et al. Perioperative hypothermia-a narrative review[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(16): 8749-8752. doi: 10.3390/ijerph18168749.

[3] Tveita T, Sieck GC. Physiological impact of hypothermia: the good, the bad, and the ugly[J]. Physiology, 2022, 37(2): 69-87. doi: 10.1152/physiol.00025.2021.

[4] Gocoł R, Hudziak D, Bis J, et al. The role of deep hypothermia in cardiac surgery[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(13): 7061-7065. doi: 10.3390/ijerph18137061.

[5] Rösli D, Schnüriger B, Candinas D, et al. The impact of accidental hypothermia on mortality in trauma patients overall and patients with traumatic brain injury specifically: a systematic review and meta-analysis[J]. World J Surg, 2020, 44(12): 4106-4117. doi: 10.1007/s00268-020-05750-5.

[6] Yoo JH, Ok SY, Kim SH, et al. Efficacy of active forced air warming during induction of anesthesia to prevent inadvertent perioperative hypothermia in intraoperative warming patients: comparison with passive warming, a randomized controlled trial[J]. Medicine, 2021, 100(12): 2523-2525. doi: 10.1097/MD.0000000000025235.

[7] Sessler DI, Pei L, Li K, et al. Aggressive intraoperative warming versus routine thermal management during non-cardiac surgery (PROTECT): a multicentre, parallel group, superiority trial[J]. Lancet, 2022, 399(10337): 1799-1808. doi: 10.1016/S0140-6736(22)00560-8.

[8] Link T. Guidelines in practice: hypothermia prevention[J]. AORN J, 2020, 111(6): 653-666. doi: 10.1002/aorn.13038.

[9] 李 珊, 马红利. 低体温风险概率评分表在预防围术期非计划性低体温中的应用[J]. 检验医学与临床, 2021, 18(5): 660-662. doi: 10.3969/j.issn.1672-9455.2021.05.024.