

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2019.03.044

围术期体温监测及保温的现状分析*

王杰 马雪松 樊桂波 张丽娜 戚思华[△]

(哈尔滨医科大学附属第四医院麻醉科 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要: 体温是人体重要的生命体征,其过低或过高都会对患者的预后造成不利影响,在临床中最常见也最容易被忽视的是围术期低体温。围术期长时间的体温过低会引起麻醉苏醒延迟、心律失常、影响切口愈合等多种并发症,增加死亡率,延迟出院时间。体温监测及相应的保温措施对于防治低体温至关重要,围术期及时有效地体温监测能反映病人术中病情的变化,但目前临床中对体温的监控却普遍重视不足。本文对近年来临床常用的体温监测方法及保温手段做一综述。

关键词: 围术期;核心体温;监测方法;保温

中图分类号: R339.6; R619 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6273(2019)03-583-04

Analysis of Temperature Monitoring and Heat Preservation in Perioperative Period*

WANG Jie, MA Xue-song, FAN Gui-bo, ZHANG Li-na, QI Si-hua[△]

(Department of Anesthesiology, the Fourth Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin, Heilongjiang, 150001, China)

ABSTRACT: Temperature is human body's important vital signs, body temperature too low or too high will cause adverse effect on the prognosis of patients, the most common of which in clinical is perioperative hypothermia. Perioperative hypothermia for too long can cause a variety of complications including anesthesia awakening delay, arrhythmia, affect the wound healing, then increase the mortality, and delay the discharge time. Temperature monitoring and the corresponding insulation measures for the prevention and treatment of low temperature is essential. Timely and effective monitoring of the body temperature can reflect the changes of diseases perioperatively. This article will review the commonly used temperature monitoring methods and insulation means in recent years.

Key words: Perioperative; Core body temperature; Monitoring method; Insulation

Chinese Library Classification(CLC): R339.6; R619 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2019)03-583-04

前言

生理情况下,机体通过产热和散热间的动态平衡以及体温调节机制维持正常体温。在围手术期,由于手术、麻醉或患者本身的因素使该平衡部分破坏,引起体温升高或降低。一些具有遗传高代谢性肌肉疾病的患者,在挥发性麻醉药和去极化肌松药的诱发作用下,可能发生体温急剧快速增高,临床中极其罕见。围术期最容易发生且易被忽视的体温变化是低体温,围术期低体温定义为机体核心温度低于 36°C ,其发生率是60%到90%^[1]。研究表明,低体温会引发多种并发症,如麻醉苏醒延迟、严重心律失常等,影响患者预后。加强围术期体温监测及保温管理,对及时发现及防治低体温,加强患者术后恢复、减少围术期并发症,进而降低死亡率至关重要。

1 低体温的原因及并发症

未接受保温措施的全麻患者,术中体温变化大体上可分为三个阶段:在麻醉后的第一个小时(第一相)核心体温一般会下

降 $1-2^{\circ}\text{C}$,麻醉诱导引起外周血管扩张使体热从核心向体表重新分布,可以解释第一相中绝大多数的早期体温下降,其中急性热量丢失也起到小部分作用;随后的3-4小时(第二相)体温进一步逐渐下降,这个过程中起主要作用的是持续向外周环境丢失热量,包括呼气时经气管插管带走体内热量、手术应激、切口散热、体腔冲洗以及体表向周围环境的辐射散热等因素;体温下降直至达到一个平衡点(第三相),热量的丢失和产生平衡^[2]。椎管内麻醉与全麻导致低体温的机制相似,都是通过血管扩张和体内的热量再分布实现的。区域阻滞会干扰阻滞区域的温度感受器,但其影响范围较全身麻醉小^[3]。此外术中大量输注未经加热的晶体液和血液制品,可引起体热丧失,室温下每输入1单位冰冻血液,体温降低 0.25°C ^[4]。

低体温在某些情况下是对机体有利的,如可减少氧耗、降低细胞代谢率、脑保护等。但围术期长时间的体温过低也会对机体造成不利影响。围术期低体温会增加心脏不良事件的发生率,有研究指出,核心体温每下降 1.4°C ,心肌缺血的发生率增加三倍^[5];低体温会抑制窦房结功能、减慢传导、降低周围循环

* 基金项目:国家自然科学基金项目(81271456)

作者简介:王杰(1989-),硕士研究生,主要研究方向:麻醉学,E-mail: wangjiehayida@aliyun.com

[△] 通讯作者:戚思华(1965-),博士生导师,教授,主要研究方向:麻醉学,E-mail: qisihua2007@sina.com,电话:18845071056

(收稿日期:2018-03-25 接受日期:2018-04-24)

灌注^[9]。

低温可使凝血酶原的酶动力学活性降低,损伤血小板凝血功能,抑制凝血级联反应,增加术中出血量以及输血需求^[6]。低温会抑制机体免疫功能,抑制T细胞介导的抗体产生和中性粒细胞非特异性氧化杀伤作用,以及降低皮下组织的血供及氧供,进而增加切口感染的发生率^[7]。低温可通过多种因素使肌松药、静脉麻醉药、吸入麻醉药的药效延长,致使麻醉苏醒延迟,延缓患者的康复,延长住院时间,增加治疗费用^[8]。

2 围术期体温监测方法

目前体温监测最常见的测温工具是电子温度计,其中最常用的类型是热敏电阻和温差电偶温度计;还可选择红外线鼓膜温度计。正常体温调节分为三个阶段:传入信号、中枢调节以及传出反应,由于温度传入信号大部分来自深腹部、胸部组织、脊髓及脑,故没有哪一种组织可称作“标准温度”。但中心组织温差很少超过0.2℃,故可以通过测量肺动脉、食管、直肠或鼻咽等部位的温度进行核心温度估计。

2.1 侵入性测温

2.1.1 血管内测温 血管内测温是通过肺动脉漂浮导管尖端连接温度传感器,进行肺动脉内温度测量的方法,能迅速而准确地反映核心温度的变化,是临床上公认的体温测量的“金标准”^[9],经常用作其他测温方法的参考。在进行脉搏指数连续心排量(pulse-induced contour cardiac output, PICCO)监测时通过股动脉置管也可以进行血管内温度的监测。Krizanac 等的研究表明,心脏骤停病人亚低温治疗期间肺动脉温度与股动脉温度仅相差(0.0±0.1)℃^[10]。

肺动脉温度测量及PICCO监测常用于心肺功能异常的病人,尽管是核心体温测量的金标准,但两种导管置留均具有一定的侵袭性,价格也较昂贵,并可能导致一系列严重的并发症,如心律不齐、心脏瓣膜损伤、出血、感染等,难以全面普及。

2.1.2 食管内测温 食管内测温是通过鼻腔将测温探头置于食管中下三分之一处(相当于左心房和肺动脉之间)进行体温测量的方法。Krizanac 等人认为食管温与肺动脉温相关性好,偏差较小(0.1℃),是除肺动脉温度外最为精确的测温技术^[10,11]。但在使用食管内测温时测温探头一次性正确安置率只有46.9%,置管后需使用X线确定探头位置,增加了病人接受放射线的机会,在临床中不易实施^[12]。

2.1.3 膀胱测温 膀胱测温是将温度传感器置于导尿管内,通过测量膀胱内尿液温度来实现体温的连续测量的方法。Nonose 等研究指出,相比于腋温和鼓膜温度,膀胱温与血管内温度的平均差异最小(0.02±0.21)℃^[9]。膀胱测温的准确性受核心温度和尿流率的影响,有学者通过实验对比肺动脉测温与膀胱测温,认为当核心温度在36.5-38.8℃时膀胱温度可以很好地反应人体核心温度,而当核心温度低于36.5℃时两种测温方法的偏差变大;有研究者在接受全身麻醉下非心脏手术的患者中,对高、低尿量组患者的膀胱温度与其远端食管温度进行了比较,指出膀胱温度在高尿流量率时比低尿流量率时更加准确^[11]。

近年来,膀胱测温应用越来越广泛,膀胱温的测量是一项准确性高且易于实施的测温方法。许旻晖等^[13]推荐膀胱测温作

为心脏手术期间及体外循环术后病人的体温监测方法。其操作简单、方便且创伤小,尤其对于病情危重或手术时间长、椎管内麻醉等围术期必须留置导尿管的患者,应用膀胱测温避免了其他测温部位的使用。

2.1.4 直肠测温 直肠测温是将测温探头置入直肠内进行温度测量,是一种传统的体核温度的测量方法,成人推荐探头置入深度为4cm。Christine 等人指出:相比于鼓膜温、腋温、和前额皮肤温度,直肠温度更接近人体的核心温度^[14]。直肠位于低血流量和高隔离的区域,散热量小,在稳定状态时其温度常高于其他测温部位。直肠测温便捷、侵袭性小,监测结果直接、稳定,有助于综合性地进行分析,得出科学的结论,常作为术中以及ICU病人连续体温监测的手段^[15]。

2.2 非侵入性体温测量方法

2.2.1 腋下测温 腋下测温是将温度计置于腋窝皮肤,紧扣上臂使腋部形成一个近似密闭的空间,该区域温度可以近似反映人体的核心温度。在临床上因其安全、舒适且易于操作而最为人熟知,临床应用也最为广泛。但很多因素会影响腋温测量的精确度,如环境温度、局部血流量、腋下出汗、温度计放置不恰当以及读数时间不足等。Nonose 对比了73例ICU患者的几种不同测温方法,提出腋温与鼓膜温相比准确性高,但与肺动脉温的相关性均较差^[9]。腋温测量简便易行,且成本低,是目前三级甲等医院重症监护病房(ICU)的主要体温测量方法^[16]。

2.2.2 口腔测温 口腔测温是将温度计置于病人的舌下或两侧颊部以测量口腔内的温度的方法。解剖上,颈外动脉分支支配舌下区域,因此舌下区域的温度可体现核心体温的变化。血管的收缩或舒张会影响口温测量的准确性,如在人体发热、寒战时,由于口腔血管收缩、血流量小,而使得测量值偏低;而口腔炎症反应时会因局部充血造成口腔测温数值偏高^[7]。其他因素如流涎、事先食用冷或热的食物、咀嚼口香糖、吸烟以及快速呼吸等均会影响测量值。此外,口腔测温不能用于昏迷或者行气管插管等无法配合的患者。口腔温度测量方法简便,但受诸多因素干扰,故不作为围术期体温监测的推荐方法。

2.2.3 鼻咽测温 鼻咽测温是将热敏探头通过鼻孔置于鼻咽部而实现体温连续测量的方法。鼻咽部接近颈内动静脉,可迅速反映大脑温度的变化,是良好的测温部位。有学者提出鼻咽温与肺动脉温相关性良好^[9]。Fiona 在小儿心脏手术后对鼻咽温、鼓膜温、直肠温、膀胱温、肺动脉温等六种测温方法进行了观察分析,指出鼻咽温能较好地反映肺动脉温,推荐使用鼻咽温作为危重患儿心脏手术后的体温监测方法^[19]。鼻咽温测量方法简便易行,容易耐受且准确性高,但易受吸入气流的影响。

2.2.4 鼓膜测温 传统的鼓膜测温是将温差电偶温度计探头放置于外耳道内距鼓膜1.5cm的位置进行测量核心温度的方法,也有报道通过红外线鼓膜测温仪利用外耳道壁和鼓膜辐射的能量来估计核心温度。鼓膜与下丘脑的血液供应均来自颈内与颈外动脉,因此鼓膜温度可以反映大脑温度。早在1959年就有描述通过鼓膜来测量核心温度的方法,然而鼓膜温度的准确性易受环境温度的影响,耳部盯聆及炎症也会使测温产生一定偏差。Paul 通过60例ICU患者鼓膜温度与肺动脉温的对比研究发现,耳温与肺动脉温的的差异较大,不推荐鼓膜温度作

为 ICU 患者的核心体温测量方⁶。鼓膜测温无创且易于操作,但对于清醒患者来说会造成一定痛苦并且有损伤鼓膜的风险,故临床中应用较少。

2.2.5 颈动脉表面皮肤测温 颈动脉表面皮肤测温是将测温探头至于颈动脉表面的皮肤,进行核心体温测量的方法,此测温方法目前仅用于小儿。小儿的体温测量不宜选择侵入性方法,而且其配合性较差,因此很难为小儿进行体温监测。目前有文献报道,小儿颈动脉表面皮肤测温可作为一项可靠的无创核心体温测量方法²⁰。Farsad Imani 等首次证明儿童(2-6 周岁)颈动脉表面温度与直肠温度之间存在线性关系:颈动脉温度 $\times 0.561+16.583=$ 直肠温度,但其在成人中是否可行尚未证实¹⁴。

2.2.6 其他 其他有报道的测温方法有额部测温、颞动脉表面皮肤测温。有报道指出前额温度明显低于肺动脉温度,适用于对准确度要求不高的情况。通过对颞动脉区域的皮肤温度测量可提供一个简单且非侵入性的核温测量方法,但准确性较差。

3 围术期保温方法

围术期低体温难以治疗,因其很大程度上是由体内热量的重新分配引起的。近年来有研究表明,术前 30 分钟为患者实施皮肤加温能缩短中心-外周温度差,减少麻醉诱导引起的再分部性低体温的发生^{21,22}。在围手术期采用毛毯、液体加热等方式对患者进行保温,能有效改善患者术中寒战情况、缩短患者术后拔管时间、提高全麻患者麻醉苏醒质量,进而加快患者的术后康复进程²³。

3.1 常规综合保温措施

术前 30 分钟调节手术室内温度,保持室温 22℃~24℃,进行麻醉或皮肤消毒时,则调至 25-28℃²⁴。手术过程中使用热量-水分交换过滤器(人工鼻)对吸入气体加温加湿。对术中需要输液输血的患者,使用输液加温装置将液体、血液加温至 37℃ 后输注;对需术中冲洗创口、腹腔的患者,将冲洗液加温至 37℃~39℃ 后再冲洗²⁵。如腹腔脏器需长时间暴露,术中可使用温热盐水纱布覆盖暂不操作的手术野;对于裸露的四肢和躯干,在不影响手术的前提下加盖毛毯以减少辐射、对流散热。术后叮嘱患者家属注意为患者保温,调节病房温度、湿度,加盖被子³。

3.2 体表加温

3.2.1 充气加温装置 充气加温装置由电热充气装置和温毯组成,是最常见的加温装置。其加温作用是通过两种机制实现的:屏蔽辐射和对流,因此效果强于被动隔热和循环水毯,对四肢加温比对躯干加温更有效²⁶。有人将空气加温装置与一些被动保温装置,包括棉毯子、热辐射毛毯、睡袋进行对比研究,研究显示:压力空气加温系统无论是在防止术后低体温,还是再逆转已经低体温方面,都具有很强的优越性²⁷。

3.2.2 循环水床垫(水服) 该装置可将水加热至设定温度,通过特制的毯子或者衣服将水的热量传递给患者,其加温效果与皮肤接触面积呈线性关系。水的比热容大且导热能力强,理论上来说,它应该是一个相比于空气更有效的传热媒介,但这个理论的势在临床上并不适用,很多研究都更支持空气加温装置的效果²⁸。

3.2.3 电热毯 通过床垫或毯子将电阻产生的热量传递给病

人。因可重复使用、能源效率高、易清洗且噪音低等优势,相对于空气压力系统而言更具成本效益和实用价值⁴。

3.3 保温的应用

有证据指出,对 16 个欧洲国家术中温度管理的调查显示,只有 40% 的全身麻醉患者在围术期接受了保温管理,20% 进行了围术期体温监测;而在区域麻醉患者中,这两个数据分别为 28% 和 6%²⁹。众所周知,围术期低体温与多种并发症相关,在围术期为患者实施保温或麻醉前预热是防治围术期低体温最为重要的方法。保温方法的选择应依具体情况而定,多数情况下,需要联合应用不同保温措施来预防低体温的发生³⁰。在为患者选择合适的保温方式时,手术术式、病人体型、患者体位、静脉通路位置、保温装置的性能及实用性等都应纳入考虑,只有恰当地应用保暖策略,才能有效避免围术期低体温的发生。

4 结语

本文对目前临床中的体温测量方法及保温方式从方法学、准确性、临床可行性等方面进行了综述。无论是全身麻醉还是区域麻醉,在围术期预防低体温都是至关重要的,而目前国内外对于体温监测及保温的重视程度都还远远不够,体温监测及保温缺乏统一的标准。在实践过程中每位麻醉医生都应该充分利用科室现有资源,有条件者应尽可能引进先进设备,根据患者和手术的具体情况因地制宜地为患者选择合适的体温监测方法及保温策略,从而正确地指导临床实践。随着医疗条件与设备的逐步更新,以及对围术期低体温研究的不断深入,必将会有更有效、更精准、更科学的体温监测方法及保温措施,改善患者的预后,增加患者的满意度。

参考文献(References)

- [1] Torossian A, Van G E, Geertsen K, et al. Active perioperative patient warming using a self-warming blanket (BARRIER Easy Warm) is superior to passive thermal insulation: a multinational, multicenter, randomized trial[J]. *Journal of Clinical Anesthesia*, 2016, 34: 547-554
- [2] Daniel S. Perioperative Heat Balance [J]. *Anesthesiology*, 2000, 92: 578-596
- [3] 冯腾尘, 崔晓光. 围术期低体温防治研究进展 [J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2016, 30(3): 218-221
- [4] John M, Ford J, Harper M. Peri-operative warming devices: performance and clinical application [J]. *Anaesthesia*, 2014, 69(6): 623-638
- [5] 陈桂珍. 围手术期意外低体温的研究进展[J]. *中华医院感染学杂志*, 2013, 23(2): 478-420
Chen Gui-zhen. Progress of unexpected low body temperature during perioperative period [J]. *Zhonghua Nosocomial Infectious Diseases*, 2013, 23(2): 478-420
- [6] 黄宇, 尹东. 围手术期中低体温对凝血功能影响的研究进展 [J]. *中国临床新医学*, 2013, 6(10): 1018-1021
Huang Yu, Yin Dong. Effects of perioperative hypothermia on coagulation function [J]. *Chinese Journal of Clinical Medicine*, 2013, 6(10): 1018-1021
- [7] Sessler D I, Olofsson CI, Rubinstein EH. The thermoregulatory threshold in humans during nitrous oxide-fentanyl anesthesia [J]. *Anesthesiology*, 1988, 69(3): 357-364

- [8] Heier T, Caldwell JE. Impact of hypothermia on the response to neuromuscular blocking drugs [J]. *Anesthesiology*, 2006, 104 (5): 1070-1080
- [9] Nonose Y, Sato Y, Kaba YH, et al. Accuracy of recorded body temperature of critically ill patients related to measurement site: A prospective observation study [J]. *Anaesthesia Intensive Care*, 2012, 40 (5): 820-824
- [10] Krizanac D, Stratil P, Hoerbinger D, et al. Femoroiliacal artery versus pulmonary artery core temperature measurement during therapeutic hypothermia: An observational study [J]. *Resuscitation*, 2013, 84(6): 805-809
- [11] Sato H, Yamakage M, Okuyama K, et al. Urinary bladder and oesophageal temperatures correlate better in patients with high rather than low urinary flow rates during non-cardiac surgery [J]. *European Journal of Anaesthesiology*, 2008, 25(10): 805-809
- [12] Lee CN, Honolulu HI, Gebremedhin KG, et al. Placement of temperature probe in bovine vagina for continuous measurement of core-body temperature[J]. *Int J Biometeorol*, 2015, 59: 1201-1205
- [13] 许旻晖, 陈小燕, 姜云. 体外循环术后病人体温监测方法的对比研究[J]. *护士进修杂志*, 2013, 28(1): 64-66
- [14] Imani F, Karimi RHR, Goudarzi M, et al. Skin Temperature Over the Carotid Artery, an Accurate Non-invasive Estimation of Near Core Temperature[J]. *Anesth Pain Med*, 2016, 6(1): e31046
- [15] 冯立, 张笑萍, 于丽. 对胸科手术病人实施 3 个部位体温监测的方法探讨[J]. *护理研究*, 2015, 29(12): 4288-4290
- [16] 郭振华, 王建荣, 滑霏, 等. ICU 患者体温测量方法现状分析[J]. *解放军护理杂志*, 2014, 31(7): 19-22
- [17] O'Grady NP, Barie P S, Bartlett JG, et al. Guidelines for evaluation of new fever in critically ill adult patients: 2008 update from the American College of Critical Care Medicine and the Infectious Diseases Society of America [J]. *Crit Care Med*, 2008, 36 (4): 1330-1349
- [18] Lefrant JY, Muller L, de La Coussaye JE, et. Temperature measurement in intensive care patients: Comparison of urinary bladder, oesophageal, rectal, axillary, and inguinal methods versus pulmonary artery core method [J]. *Intensive Care Med*, 2003, 29(3): 414-418
- [19] Maxton FJ, Justin L, Gillies D. Estimating core temperature in infants and children after cardiac surgery: a comparison of six methods [J]. *J Adv Nurs*, 2004, 45(2): 214-222
- [20] Jay O, Molgat SY, Chou S, et al. Skin temperature over the carotid artery provides an accurate noninvasive estimation of core temperature in infants and young children during general anesthesia [J]. *Pediatric Anesthesia*, 2013, 23(12): 1109-1116
- [21] Torossian A, Brauer A, Häcker J, et al. Preventing Inadvertent Perioperative Hypothermia [J]. *Dtsch Arztebl Int*, 2015, 112 (10): 166-172
- [22] Horn EP, Bein B, Broch O, et al. Warming before and after epidural block before general anaesthesia for major abdominal surgery prevents perioperative hypothermia: A randomised controlled trial[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2016, 33(5): 334-340
- [23] 彭文丽, 徐沛金, 辛映卿. 围术期保温护理对全麻患者麻醉苏醒质量的影响[J]. *内科*, 2016, 11(5): 799-800
- [24] 杨碧惠. 围术期保温护理对老年手术患者血小板相关指标的影响[J]. *血栓与止血学*, 2016, 22(4): 447-449
- [25] 黄重峰, 焦丰. 围术期低体温对患者机体影响的研究进展[J]. *实用临床医学*, 2014, 15(1): 133-136
- [26] Madrid E, Urrutia G, Roqué I, et al. Active body surface warming systems for preventing complications caused by inadvertent perioperative hypothermia in adults [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 21(4): CD009016
- [27] Daniel I, Sessler MD. Temperature Monitoring and Perioperative Thermoregulation[J]. *Anesthesiology*, 2008, 109(2): 318-338
- [28] Torossian A, Van GE, Geertsens K, et al. Active perioperative patient warming using a self-warming blanket (BARRIER EasyWarm) is superior to passive thermal insulation: a multinational, multicenter, randomized trial[J]. *J Clin Anesth*, 2016, 34: 547-554
- [29] Torossian A. The TEMMP (Thermoregulation in Europe Monitoring and Managing Patient Temperature) Study Group. Survey on intraoperative temperature management in Europe [J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2007, 24(8): 668-675
- [30] Alderson P, Campbell G, Smith AF, et al. Thermal insulation for preventing inadvertent perioperative[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2014, 4(6): CD009908