

改良医用降温毯在重症患者降温治疗中的效果评价

张茹¹, 黄晓萍², 肖银娟¹, 李春雨¹, 纪志峰³, 羊玥祺³, 赵鹏程¹

(南京医科大学第一附属医院, 1. 妇幼分院重症医学科, 2. 护理部,

3. 妇幼分院临床医学工程处, 江苏 南京, 210029)

摘要: **目的** 观察使用膀胱测温代替直肠测温控制医用降温毯启动和停止的效果。**方法** 在医用降温毯中加装适配测温尿管, 将测温尿管监测的膀胱温信号传输至降温毯, 替代直接测量的肛温探头控制启停。将改良后的降温毯与计量专用测温仪进行数据校准。选取高热重症患者 32 例为研究对象, 应用改进后的降温毯行降温治疗; 每 4 h 观察并记录膀胱温和直肠温, 分析膀胱温和直肠温在重症患者降温监测中的一致性; 进一步分析护士在使用改良降温毯前后执行安全降温的正确率。**结果** 改良后的降温毯与计量专用测温仪测得的温度差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 改良降温毯测得的膀胱温与水银温度计直接测得的直肠温呈高度正相关 ($r = 0.99$, $P < 0.05$), 在 95% 一致性界限范围内二者差值的绝对值最大为 0.16 °C, 平均差值为 0.01 °C, 具有高度一致性; 护士因测量部位选择不正确造成降温毯温控启停信号错误的发生率为 0。**结论** 改良降温毯能够通过膀胱测温替代直肠温, 准确地为重症患者执行降温治疗, 保证患者舒适度的同时, 提升了护士执行降温毯操作的正确性和安全性。

关键词: 降温毯; 测温尿管; 膀胱温; 直肠温; 医院感染控制; 风险管理

中图分类号: R 472.5; R 454.5 文献标志码: A 文章编号: 1672-2353(2023)08-031-05 DOI: 10.7619/jcmp.20230421

Effect evaluation of modified medical cooling blanket in hypothermia therapy of critically ill patients

ZHANG Ru¹, HUANG Xiaoping², XIAO Yinjuan¹, LI Chunyu¹,
JI Zhifeng³, YANG Yueqi³, ZHAO Pengcheng¹

(1. Intensive Care Unit of Maternal and Child Branch, 2. Nursing Department,
3. Clinical Medical Engineering of Maternal and Child Branch, the First Affiliated
Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu, 210029)

Abstract: **Objective** To observe the efficacy of bladder temperature measurement instead of rectal temperature measurement in controlling the start and stop of medical cooling blankets. **Methods** An adaptive thermometric catheter was installed in the medical cooling blanket, the bladder temperature signal monitored by the thermometric catheter was transmitted to the cooling blanket, in order to control the start and stop functions by replacing the probe for direct measurement of anal temperature. The data of the modified cooling blanket was calibrated with special measuring thermometer. A total of 32 critically ill patients with high fever were selected as the research objects, and they were conducted with hypothermia therapy by using the modified cooling blanket; bladder temperature and rectal temperature were observed and recorded every 4 hours, and the consistency of bladder temperature and rectal temperature in monitoring hypothermia of critically ill patients was analyzed; the accuracy of performing safe cooling by nurses before and after application of the modified cooling blanket was further analyzed. **Results** There was no significant difference in the measured temperature between the modified cooling blanket and the special thermometer ($P > 0.05$); there was a high positive correlation between bladder temperature measured by modified cooling blanket and rectal temperature directly measured by mercury thermometer ($r = 0.99$, $P < 0.05$), and within the 95% consistency limit, the absolute value of the difference between the two methods was 0.16 °C, with an average difference

收稿日期: 2023-02-15 修回日期: 2023-04-07

基金项目: 江苏省医院协会医院管理创新研究重点课题 (JSYGY-2-2020-695)

通信作者: 赵鹏程, E-mail: 18905118622@163.com

of 0.01 °C, indicating a high consistency; the incidence of start-stop signal error of temperature control for cooling blanket due to the incorrect selection of measurement site by nurses was 0. **Conclusion** The modified cooling blanket can replace rectal temperature through bladder temperature measurement, accurately perform hypothermia treatment for critically ill patients, ensure patient's comfort, and improve the accuracy and safety of performing cooling blanket operations by nurses.

Key words: cooling blanket; thermometric catheter; bladder temperature; rectal temperature; hospital infection control; risk management

医用降温毯是患者高热及心跳呼吸骤停后进行目标体温管理^[1], 维持体温 32 ~ 36 °C, 减轻脑水肿的重要治疗手段, 被广泛应用于重症监护室(ICU)及围术期重症患者的救治。其主要通过温控探头监测的患者体温, 与设定的目标体温间的差值来启动降温毯, 利用水循环降温。目前, 医用降温毯常规配备腋温和直肠温两款控温探头。但对于重症尤其是休克患者而言, 由于循环血量减少、组织低灌注, 体表温度(腋温)不能真实反映实际体温。因此, 在 ICU 通常将温控探头留置在距肛门 6 cm 处, 通过核心体温(直肠温度)来控制降温毯的启停。这种温控方式降低了患者的舒适度, 尤其是痔疮患者, 反复拔插十分痛苦, 造成痔疮破裂出血。若再出现排泄物污染探头, 探头清理和消毒费时, 不仅增加院内感染的风险^[2], 而且增加护士工作量; 临床上存在护士错误将测温探头置于重症患者腋下的现象, 从而降低危重患者使用降温毯的正确率, 给临床安全带来隐患。研究^[3-4]表明, 膀胱温度和直肠温度在核心体温的监测一致性中无显著差异, 而膀胱测温操作更简单。因此, 本研究将降温毯与测温尿管相连, 探讨膀胱温与直肠温在降温治疗时的相关性与其一致性, 期望以膀胱测温替代直肠测温来控制降温毯的启停, 现报告如下。

1 对象与仪器

1.1 研究对象

纳入 2022 年 5—10 月需要使用降温毯进行特殊物理降温治疗的患者 32 例, 其中重症肺炎 8 例, 感染性休克 4 例, 心脏骤停心肺复苏术后 2 例, 急性心衰 4 例, 脑干梗死并发肺部感染 2 例, 病毒性脑炎 2 例, 产褥感染脓毒血症 2 例, 妇科肿瘤化疗并发骨髓抑制 4 例, 妇科肿瘤术后低血容量休克 2 例, 乳腺癌术后肺部感染 2 例。患者年龄 27 ~ 91 岁, 平均(67.5 ± 14.3)岁; 急性生理学与慢性健康状况评分(APACHE II 评分)为(20.4 ±

5.2)分; 均留置测温导尿管; 除 2 例心肺复苏后需要维持核心温度 35 °C 实施脑保护的患者以外, 其余均在核心温度超过 38.5 °C 后启用降温毯直至 37.3 °C 停止。

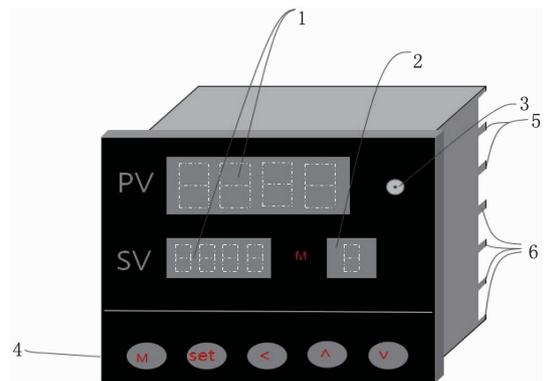
1.2 测量仪器

测温导尿管为广州维力医疗器械股份有限公司生产的一次性使用无菌测温型硅胶导尿管。降温毯为北京恒邦 P&C-A II 型。

2 方法

2.1 测温尿管适配器的研制与调试

首次连接测温尿管, 长按“设置按键”中的 M 键, 打开适配装置, 将探头一端插入“调温孔”, 按下 SET 键进行匹配, 长按 M 键进行保存。“模式选择”中窗口的数值, 正是与此温度探头相匹配的模式数, 在下次打开适配器选择到该模式即匹配成功。见图 1。



1: 温度显示窗口; 2: 模式选择; 3: 调温孔;
4: 设置按键; 5: 输入引脚; 6: 输出引脚。

图 1 降温毯适配器示意图

2.2 降温毯的改装及工作原理

将适配器的“输入引脚”和“输出引脚”, 与降温毯主机内部相连, “输入引脚”获取患者体温或循环水温度, “输出引脚”给出相应启动或停止的控制信号和报警信号, 见图 2。

降温毯的上端注水, 前端配置 2 个温度探头适配装置, 用于测量水温和患者体温, 主机前端的

信号线与测温尿管接传输线相连,主机后的进水口和出水口接水毯。当温度探头监测到患者腔内或腔外温度高于设定值时,水泵开始工作;降温毯主机内循环水的实际温度高于设置温度时,压缩机启动,对循环水进行降温,进一步给患者降温。

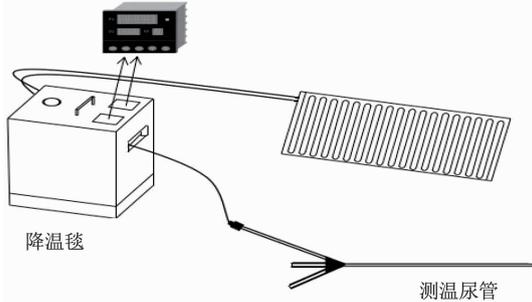


图 2 降温毯改装示意图

2.3 实验方法

2.3.1 改良降温毯与专用测温仪进行温度校准:将改良降温毯连接测温导尿管,与专用测温仪的探头捆绑,高度相同,中间间隔 1~2 cm,置于 30~42 °C 的温水中,模拟人体环境,进行测量。每隔 10 min 记录两仪器读数,并对温度进行对比记录,反复测量 3 次,以便校准降温毯改造后的准确性。

2.3.2 比较改良降温毯测量的膀胱温和直肠温的一致性:先后对纳入研究的 32 例患者的膀胱

温和直肠温进行测量。分别在 2:00、6:00、10:00、14:00、18:00、22:00 使用改良降温毯连接测温尿管监测患者膀胱温度,对比水银温度计直接测得的直肠温度。

2.4 统计学分析

应用 SPSS 26.0 软件对所有数据进行统计学分析,正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,非正态分布的计量资料用 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示。正态分布的计量资料 2 组间均值比较使用独立样本 t 检验,并对 2 组资料进行 Pearson 相关性分析, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

3 结果

3.1 改良降温毯膀胱测温与专用测温仪测量数据的有效性或一致性比较

将改装好的降温毯温控线连接测温尿管,后将测得数据与专用测温仪监测的体温数据比较,见表 1;比较 2 种仪器测得温度的均值,见表 2。独立样本 t 检验分析结果显示,专用测温仪测得温度 (35.77 ± 3.64) °C 与降温毯测得温度 (35.81 ± 3.61) °C 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。再分析 2 种仪器测得数据的相关性, Pearson 相关性分析显示, 2 种装置测得的体温呈高度正相关 ($r = 1.00, P < 0.05$)。

表 1 专用测温仪与降温毯在各时点分别测得的数据

计量次序	测温仪器	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
第 1 次	专用测温仪	41.6	38.2	36.2	32.8	32.6	31.2	30.6
	降温毯温度	41.6	38.4	36.3	32.9	32.6	31.4	30.7
第 2 次	专用测温仪	41.8	39.1	37.4	35.9	34.2	32.7	31.2
	降温毯温度	41.8	39.0	37.5	35.8	34.3	32.9	31.1
第 3 次	专用测温仪	41.9	39.2	37.8	36.3	35.0	33.8	31.6
	降温毯温度	41.9	39.3	37.7	36.4	35.0	33.7	31.8

表 2 专用测温仪测温值与改良降温毯测温值间的差异性及相关性分析 $(\bar{x} \pm s)$

测温仪器测温值/°C		独立样本 t 检验			Pearson 相关分析	
专用测温仪	降温毯温度	t	p	95% 可信区间	r	p
35.77 ± 3.64	35.81 ± 3.61	-0.04	0.97	-2.31 ~ 2.21	1.00	<0.01

3.2 改良降温毯膀胱测温与水银温度计直接直肠测温的相关性及一致性比较

分别在 2:00、6:00、10:00、14:00、18:00、22:00 使用改良后的降温毯连接测温尿管监测膀胱温度与水银温度计直接测得的直肠温度比较,见表 3,经检验发现 2 组统计资料均符合正态分布。分析结果显示,直接测直肠温平均为 $(37.30 \pm$

$0.96)$ °C,膀胱温平均为 (37.31 ± 0.96) °C, 2 组数据差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。Pearson 相关性分析显示, 2 种装置测得的体温呈高度正相关 ($r = 0.99, P < 0.05$), 见图 3。散点图有线性趋势,拟合简单线性回归模型 ($r = 0.99, P < 0.05$), 列出回归方程 $y = 0.99x + 0.20$ 。见图 3。Bland-Altman 分析结果显示,在 95% 一致性界限

范围内二者差值的绝对值最大为 0.16 ℃，平均差值为 0.01 ℃，说明二者的一致性良好。见图 4。

相关性及其一致性检验说明经膀胱测温的结果高度符合经直肠测温的结果。

表 3 改良后降温毯测量 32 例患者的膀胱温与直肠温分布情况

温度区间	测温方法	2: 00	6: 00	10: 00	14: 00	18: 00	22: 00
35.0 ~ 35.9 ℃	直肠温	2 次	4 次	4 次	2 次	3 次	2 次
	膀胱温	2 次	3 次	4 次	2 次	2 次	2 次
36.0 ~ 36.9 ℃	直肠温	10 次	9 次	6 次	4 次	14 次	10 次
	膀胱温	11 次	8 次	4 次	5 次	13 次	11 次
37.0 ~ 37.9 ℃	直肠温	13 次	8 次	11 次	12 次	15 次	16 次
	膀胱温	14 次	10 次	12 次	11 次	16 次	15 次
38.0 ~ 38.9 ℃	直肠温	6 次	11 次	9 次	8 次	1 次	4 次
	膀胱温	5 次	10 次	10 次	6 次	0 次	3 次
39.0 ~ 39.9 ℃	直肠温	1 次	0 次	2 次	6 次	1 次	0 次
	膀胱温	0 次	1 次	2 次	8 次	0 次	0 次

表 4 膀胱温与直肠温的差异性及相关性比较 ($\bar{x} \pm s$)

测温方法		独立样本 <i>t</i> 检验			Pearson 相关分析	
直肠温度/℃	膀胱温度/℃	<i>t</i>	<i>p</i>	95% 可信区间	<i>r</i>	<i>p</i>
37.30 ± 0.96	37.31 ± 0.96	-0.03	0.98	-0.19 ~ 0.19	0.99	<0.01

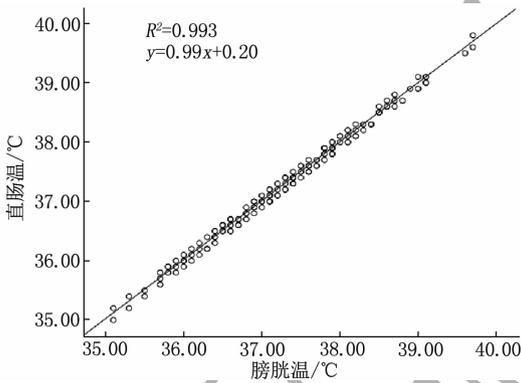


图 3 膀胱与直肠测温值的散点图

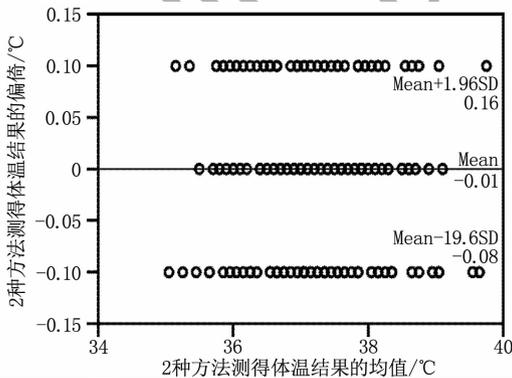


图 4 膀胱与直肠测温值的 Bland-Altman 图

护士使用改良后的降温毯执行重症患者降温时,选择测量部位的正确率提升至 100%。因测量部位选择不正确使降温毯温控启停信号错误的发生率降低至 0,杜绝了使用体表温度替代核心温度为重症患者降温带来的安全隐患。

4 讨论

4.1 改良降温毯膀胱测温法的准确性

体温作为重要的生命体征,可为重症患者病情判断、正确治疗、有效护理和疗效评估提供重要依据。在人体体温调节过程中,温度传入信号大部分是从深部组织而来,如脊髓及脑、深腹部、胸部组织等。LAUNEY Y 等^[5]研究表明,各个深部组织间的温度差 ≤ 0.2 ℃。肺动脉血液温度、食管下段温度及颅内温度较为接近“标准核心温度”,但在这些部位监测体温多需要侵入性操作,监测成本较高并且很容易导致患者不适甚至是严重并发症^[6]。丁兴芬^[7]研究显示,侵入性操作是引起 ICU 院内感染的重要原因,因此应尽量减少侵入性操作。NONOSE Y 等^[8]研究显示,患者膀胱温度读数和血液温度之间的平均差异很小。NIVEN D J 等^[9]荟萃分析表明,与肺动脉血液温度相比,膀胱和直肠温度在临床可接受的一致性范围内。近几年,目标体温管理及 ICU 患者温度监测的循证指南也推荐使用膀胱温与直肠温估计核心温度,且总体上两者具有良好的一致性^[10]。而直肠温更容易受直肠内粪便的影响,造成监测结果的不准确,因此膀胱测温法正在被国内外更多的 ICU 广泛应用^[11]。本研究正是基于该结论改良降温毯,利用膀胱温为降温毯提供准确的温控信号,控制启停,效果满意。

4.2 改良降温毯膀胱测温替代直肠测温的可行性

临床常用的测温导尿管均为负温度系数

(NTC)测温探头,但降温毯的肛温探头为铂电阻测温,无法通用。本研究设计的这款医用降温毯的温度探头适配装置可对两者进行兼顾,并匹配多种不同温度探头的阻值,记忆对应的温度特性曲线。在该模式下,通过测温尿管监测的膀胱温度控制降温毯的启停,既达到连续、动态监测核心温度的目的,又可以给降温毯启停信号,且膀胱温与直肠温具有一致性,因此改良降温毯可行。

4.3 改良降温毯膀胱测温替代直肠测温的优势

在直肠中长时间留置测温装置,患者有明显的异物感,舒适度降低。反复拔插容易造成黏膜损伤,引起致病菌或耐药菌群的传播^[12];尤其对于中性粒细胞减少的患者,为了防止肠道黏膜与软组织受到定植微生物的感染,应尽可能减少使用直肠测温^[13]。而膀胱测温的并发症相对较少,不受尿流量的影响,操作简单,灵敏度好,且尿管为一次性耗材,规避了肛温探头复用的问题,减轻了后期擦拭、清洗、消毒等繁琐的工作,避免了交叉感染的风险,减轻工作量。

4.4 改良降温毯对护士安全使用和操作的影响

在重症患者实施救治过程中,不适当的护理操作会造成患者各种不适症状,甚至引起严重并发症^[14]。加强临床护理中的风险管理,对于护理不良事件的预防具有积极的作用^[15]。降温毯的启停主要靠患者的体温与目标温度之间的差值,当差值 ≥ 0.1 ℃时,降温毯开始工作,通过设定的水温,进行快速、匀速降温。当患者出现腹泻或肛门括约肌松弛,造成排泄物污染温控探头时,护士常常使用腋温替代肛温,而危重患者的体表温度与核心温度能够相差2℃以上,要想触发降温毯工作,只能降低目标温度。这给降温毯这种特殊物理降温设备带来了极大隐患。降温过快会导致患者寒战,强烈的血管收缩造成心脏泵血阻力增加,心脏做功增加,耗氧增加,还会导致凝血功能异常,甚至诱发心律失常。对于消瘦、镇静、约束或是烦躁的患者而言,上臂不能一直紧贴胸壁,腋下探头容易脱落影响准确性^[16],导致降温毯不工作,降温措施并未执行,对施行心肺复苏后颅脑保护或者高热患者的治疗造成严重后果,导致医疗纠纷。通过改进降温毯,护士只要将测温探头连接测温尿管,操作简单,大大提升了护士执行降温毯规范操作的正确率,杜绝了体表温度给出降温错误信号引发的不良事件,减少了安全隐患。

综上所述,联合测温尿管对降温毯进行改良,能够通过膀胱温较为准确地替代直肠温控制降温

毯的启停,同时提高了降温毯在重症患者中应用的正确率和准确率,避免反复拔插测温探头和长时间留置在直肠中的不适,有利于提高患者舒适度和便于临床护士的工作,并且能减少清理测温探头污染的困难,有利于减少院内感染的风险。

参考文献

- [1] 张玉曼,宋春霞,郑晓丽,等. 心搏骤停患者目标体温管理的最佳证据总结[J]. 中华护理杂志, 2020, 55(4): 621-627.
- [2] 刘博,唐晓英,刘伟峰,等. 人体核心温度的测量方法研究进展[J]. 中国生物医学工程学报, 2017, 36(5): 608-614.
- [3] 安晓燕,李雪云,邢星敏,等. ICU危重患者体温监测的最佳证据总结[J]. 护士进修杂志, 2020, 35(22): 2034-2038, 2043.
- [4] 罗招平,刘超. HICO-550升降温毯故障分析[J]. 实用医技杂志, 2021, 28(2): 249-250.
- [5] LAUNEY Y, LARMET R, NESSELER N, et al. The accuracy of temperature measurements provided by the Edwards life-sciences pulmonary artery catheter[J]. Anesth Analg, 2016, 122(5): 1480-1483.
- [6] PESONEN E, SILVASTI-LUNDELL M, NIEMI T T, et al. The focus of temperature monitoring with zero-heat-flux technology (3M Bair-Hugger): a clinical study with patients undergoing craniotomy[J]. J Clin Monit Comput, 2019, 33(5): 917-923.
- [7] 丁兴芬. ICU医院感染预防与控制的研究[J]. 实用临床医药杂志, 2017, 21(2): 138-139.
- [8] NONOSE Y, SATO Y, KABAYAMA H, et al. Accuracy of recorded body temperature of critically ill patients related to measurement site: a prospective observational study[J]. Anesth Intensive Care, 2012, 40(5): 820-824.
- [9] NIVEN D J, GAUDET J E, LAUPLAND K B, et al. Accuracy of peripheral thermometers for estimating temperature: a systematic review and meta-analysis[J]. Ann Intern Med, 2015, 163(10): 768-777.
- [10] WAGNER M, LIM-HING K, BAUTISTA M A, et al. Comparison of a continuous noninvasive temperature to monitor core temperature measures during targeted temperature management[J]. Neurocrit Care, 2021, 34(2): 449-455.
- [11] CHACKO B, PETER J V. Temperature monitoring in the intensive care unit[J/OL]. (2018-04-01)[2022-11-29]. https://www.researchgate.net/publication/322825809_Temperature_monitoring_in_the_intensive_care_unit.
- [12] SCHELL-CHAPLE H M, LIU K D, MATTHAY M A, et al. Rectal and bladder temperatures vs forehead core temperatures measured with SpotOn monitoring system[J]. Am J Crit Care, 2018, 27(1): 43-50.
- [13] 中华医学会血液学分会,中国医师协会血液科医师分会. 中国中性粒细胞缺乏伴发热患者抗菌药物临床应用指南(2020年版)[J]. 中华血液学杂志, 2020, 41(12): 51-51.
- [14] 刘德全. 重症急救患者一体化急救护理效果[J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23(10): 99-101.
- [15] 张梅娟. ICU危重症患者的护理风险及管理对策[J]. 实用临床医药杂志, 2020, 24(2): 72-75.
- [16] 魏红云,高钰琳,童佩,等. 危重症患者膀胱温与直肠温、耳温的比较研究[J]. 解放军护理杂志, 2020, 37(4): 80-82.

(本文编辑:吕振宇 钱锋)