

## 外科手术中热应力对手术人员操作能力和感知功能的影响

周丽敏<sup>1</sup>, 钟一岳<sup>1</sup>, 莫美珍<sup>1</sup>, 莫桂熙<sup>2</sup>, 周云霞<sup>1\*</sup> (广东医科大学附属医院 1. 手术室; 2. 麻醉科, 广东湛江 524000)

**摘要:** 目的 评估手术室环境温度对手术人员操作能力和感知功能的影响。方法 27 名外科实习医师分入两种手术环境中 (19 °C 和 26 °C) 进行动物手术, 使用外科操作能力评价表评估手术操作能力, 手术任务负荷指数评估感知压力。结果 两种手术环境 (19 °C 和 26 °C) 条件下, 外科实习医师的无菌技术和手术基本操作技术评分差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。与低室温相比, 高室温下身体需求和分心更明显 ( $P<0.01$ )。结论 提高手术室环境温度不会大幅降低短期手术操作的技术能力, 但增加外科医生分心和身体感知需求。

**关键词:** 热应力; 手术操作能力; 感知功能

**中图分类号:** R 472.3

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2096-3610 (2022) 03-0305-04

## Effect of thermal stress on surgical ability and cognitive function of operating personnel

ZHOU Li-min<sup>1</sup>, ZHONG Yi-yue<sup>1</sup>, MO Mei-zhen<sup>1</sup>, MO Gui-xi<sup>2</sup>, ZHOU Yun-xia<sup>1\*</sup> (1. Operating Room; 2. Department of Anesthesiology; Affiliated Hospital of Guangdong Medical University, Zhanjiang 524001, China)

**Abstract:** **Objective** To assess the impact of operating room temperature on surgical ability and cognitive function of operating personnel. **Methods** Twenty-seven surgical interns entered the operating rooms at 19 °C or 26 °C for animal surgery. The surgical ability and perceived stress were evaluated using surgical ability evaluation form and Surgical Task Load Index. **Results** There were no significant differences in aseptic technique and basic surgical technique scores between two environmental temperatures of 19 °C and 26 °C ( $P>0.05$ ). Physical demand and distraction were more evident at higher room temperature than at lower room temperature ( $P<0.01$ ). **Conclusion** The increased operating room temperature has little effect on short-term surgical performance, but enhances the body perception and distraction.

**Key words:** thermal stress; surgical ability; cognition

麻醉剂抑制作用所致的体温调节紊乱、输注低于体温的液体、手术切口长时间暴露于低温中和腔内探查的热损失等多因素是手术患者低体温发病的原因<sup>[1-4]</sup>。增加手术室室温以减轻术中患者热损失被认为是一种既有效又无风险的措施, 因此, 目前仍被临床实践广泛提倡<sup>[2, 5]</sup>。但是, 研究认为手术环境温度和患者核心温度之间并没有关联<sup>[6]</sup>, 强制提高手术室室温可能不是一个完全良性的干预措施, 可能会使手术间内人员感觉不舒适, 甚至增加晕厥的发生率和更高的手术相关感染<sup>[7-8]</sup>。研究表明, 环境温度或核心温度超过特定耐受范围不利于复杂工作任务的质量<sup>[9-10]</sup>。然而, 热应力对手术人员的影响在医学文献中鲜有报道。本研究旨在评估手术室环境温度对手术人员操作技术表

现和感知功能的影响。

### 1 资料和方法

#### 1.1 环境与资料

本次研究获得本机构教学培训部的批准, 在外科实习医师中招募并纳入研究。本研究纳入 27 名外科实习医师, 男 18 名, 女 9 名; 平均年龄 (24.2±2.2) 岁; 本科实习医师 19 名, 研究生实习医师 8 名。纳入本研究的全部参与者均经过外科总论考核合格并由教学培训部组织为期 4 个学时的熟练性培训。通过伦理审查委员会批准并专门为该项目建立信息表和同意表, 征求参与研究者的同意。参与者填写信息表, 包括基本的人口学特征、培训水平、专业计划、参与临床实践

收稿日期: 2021-12-05

基金项目: 广东省湛江市科技局立项课题 (2017A01023, 2021A05073)

作者简介: 周丽敏 (1985-), 女, 本科, 主管护师, E-mail: zlm10182020@163.com

通信作者: 周云霞, 女, 本科, 主管护师, E-mail: pwpzyx1603@163.com

情况。

## 1.2 方法

本研究在某大学虚拟教学手术室中实施,外科动物实验教学狗在静脉全麻下施行股静脉切开置管术,手术操作能力考核人员均分配在两种手术环境[低室温(19℃)和高室温(26℃)]下进行,本研究室温设置是基于研究目的和依据早期研究中预防患者术中低体温和外科医生可接受的最高室温进行设定<sup>[11]</sup>,并且医院洁净手术部建筑技术规范(GB50333-2013)手术室环境温度要求设置在21~25℃。

使用协变量-动态随机分组的方法对手术操作能力和感知功能的影响来建立研究假设:与低室温相比,高室温降低手术人员操作技术能力和增加工作相关感知负荷。所有的培训和测试指标考核全部在虚拟教学手术室进行。参与者认可本研究的考核指标。

## 1.3 评估工具

使用教学部制定的外科操作技术评价表[量表指标参考(克隆巴赫系数0.93-0.95)技能客观结构化评估量表(OSATS)<sup>[12-13]</sup>,包括在无菌技术和手术基本操作技术两项维度<sup>[14]</sup>来评估操作技术能力指标。手术操作技术能力主要包括无菌技术和手术基本操作技术。无菌技术包括外科洗手,穿戴手术衣、无菌手套,使用无菌器械的无菌原则等,最后分数根据标准分减去操作过程扣分(如无菌物品/器械掉落和违反无菌操作原则)获得。手术基本操作技术包括手术切口,使用手术器械,组织分离技术,血管切开置管完成情况,缝合打结情况等,最后分数根据手术操作总时间、正确使用手术器械情况和手术操作任务完成情况进行综合打分。

感知功能量表采用手术任务负荷指数(SURG-TLX)<sup>[15]</sup>评估参与者对任务感知差异,包括6个维度:心理需求、身体需求、时间需求、任务复杂性、情境压力和分心。负荷指数量表早期用于航空领域的任务感知功能评估<sup>[16]</sup>,在外科手术中的任务感知功能也获得有效验证<sup>[17]</sup>。该工具的第一部分对6个认知维度进行评分(1~20),以确定每个维度的压力感知量,第二部分包括计算这六个维度的权重。参与者的选择通过比较,对每个维度的相对重要性进行排序。然后,参与者在量表上给出每个维度的分数乘以该维度排名,得出每个认知维度最后的分数。参与者在量表中两两比较部分必须填写从两种压力(精神需求或任务困难)中选择一种,排除参与者完全没有环境温度压力的情况。

## 1.4 统计学处理

使用SPSS20.0软件进行分析,采用重复测量法。

基于双侧检验重复测量设计的最小样本量(每臂10名)来估算, $\alpha=0.05$ ,统计功效 $(1-\beta)=0.80$ ,低温环境下预计完成任务所需的时间减少30%。连续变量采用非参数 $t$ 检验,分类变量采用Fisher精确检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 参与者的基本信息

参与者男18例,女9例;学历:本科19例,在读研究生8例;研究认知:非常合理17例,较好4例,一般6例。经过研究前培训课程,所有的参与者全部熟练掌握了无菌技术和手术基本操作技术,平均操作总时长 $(68.7\pm15.8)$  min。

### 2.2 两种手术室室温下的操作技能表现

27名参与者全部参加两种手术室温的操作评估,在两种手术室温下的无菌操作总分与手术基本操作技术总分差异无统计学意义( $P>0.05$ )。无菌操作失误分析中,即全部操作过程中发生违反无菌操作原则(包括跨越无菌区、接触非手术无菌安全区、不规范传递无菌物品/器械等)和手术操作物品掉落的数量,高室温相比冷室温下操作发生错误率增加近3倍,但差异无统计学意义( $P>0.05$ )。在相对复杂的血管切开置管和缝合打结中,两种手术室室温差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表1。

### 2.3 两种手术室室温下工作的感知功能表现

与低室温相比,参与者高室温下身体需求和分心更明显( $P<0.01$ ),见表2。

## 3 讨论

本研究的结果发现高温环境下操作人员的总体工作表现没有明显降低。患者围手术期低体温与诸多不良结局相关<sup>[1-2, 18-19]</sup>,包括增加术后感染发生率、心血管意外、凝血障碍、术中出血和增加创伤患者的死亡率等,提高手术室室温可以预防患者术中低体温<sup>[20]</sup>,因此临床中广泛提倡这项措施。然而,调高室温是基于其没有危害和假设有效的基础上进行实施的,因此很大程度上这种良性的措施是被假设的<sup>[6, 21]</sup>。临床实践中这种室温( $>26^{\circ}\text{C}$ )会引起手术人员的不适,大多数外科医生和其他操作人员在 $19^{\circ}\text{C}$ 室温和50%湿度时感到更舒适<sup>[11]</sup>。高温工作环境下降低工作表现和感知功能在其他领域获得了验证<sup>[9-10, 16]</sup>。本研究没有显示在进行短期外科手术时,环境温度升高会导致手术基本操作能力的下降,研究者认为,这种不一致可能是由于试验设置的高温( $26^{\circ}\text{C}$ )没有达到影响操作人员耐受的阈值

表1 两种手术室室温操作表现对比

| 操作项目                           | 高室温( $n=27$ ) | 低室温( $n=27$ ) | $\chi^2/t$ 值 | $P$ 值 |
|--------------------------------|---------------|---------------|--------------|-------|
| 无菌操作                           |               |               |              |       |
| 物品/器械掉落 <sup>a</sup> / $n$ (%) | 7/265 (2.6)   | 5/265 (1.9)   | 0.341        | 0.772 |
| 违反无菌原则 <sup>a</sup> / $n$ (%)  | 11/265 (4.2)  | 4/265 (1.5)   | 3.365        | 0.113 |
| 扣分合计/分                         | 16.15±21.33   | 12.50±18.98   | 0.471        | 0.642 |
| 总分合计/分                         | 83.85±21.33   | 87.50±18.98   | 0.471        | 0.642 |
| 手术基本操作技术                       |               |               |              |       |
| 操作用时/min                       | 69.69±15.53   | 67.71±16.49   | 0.320        | 0.751 |
| 组织分离不准确/ $n$ (%)               | 8/27 (29.6)   | 7/27 (25.9)   | 0.920        | 1.000 |
| 缝合裂开/ $n$ (%)                  | 1/27 (3.7)    | 2/27 (7.4)    | 0.353        | 1.000 |
| 线结松脱/ $n$ (%)                  | 4/27 (14.8)   | 2/27 (7.4)    | 0.750        | 0.669 |
| 置管失败/ $n$ (%)                  | 3/27 (11.1)   | 4/27 (14.8)   | 0.164        | 1.000 |
| 扣分合计/分                         | 21.15±13.87   | 23.21±18.26   | 0.328        | 0.745 |
| 总分合计/分                         | 78.85±13.87   | 76.79±18.26   | 0.328        | 0.745 |

a: 分母中 265 是单个考核期间所有参与者操作的总数。b: 包括跨越无菌区、接触非手术无菌安全区、不规范传递无菌物品/器械等

表2 两种手术室室温下感知功能量表的评分结果

| 六项维度  | 高室温<br>中位数(四分位差) | 低室温<br>中位数(四分位差) | $P$ 值  |
|-------|------------------|------------------|--------|
| 心理需求  | 7.5 (5.5~10)     | 7 (5~9.5)        | 0.604  |
| 身体需求  | 9.5 (7~11.5)     | 6 (3~7.5)        | 0.009  |
| 时间需求  | 8 (7~9.5)        | 7 (5.5~10)       | 0.331  |
| 任务复杂性 | 9 (4.5~10)       | 5.5 (4.5~9)      | 0.124  |
| 情境需求  | 9.5 (5.5~11)     | 6 (4.5~9)        | 0.065  |
| 分心    | 9 (5.5~10)       | 4 (2.5~5)        | <0.001 |

高温;同时,本研究试验的操作总时长基本控制在 90 分钟以内,这可能也是影响试验结果不一致的因素。

本研究在感知功能评估量表的结果显示高室温下参与者有更强烈的身体需求和更多的感知分心。认知应激源对手术操作表现的影响近年来得到更多的关注,这种应力研究是多样化的,比如单纯的环境因素(如环境噪音或音乐)对操作能力和生理方面的压力<sup>[22-23]</sup>。认知工作量的增加可归因于对注意力和生理需求的更大感知,这显然是潜在的术中压力源。Andreatta PB 的研究认为,更大的精神负荷与手术操作技术能力下降有关,从而支持认知因素与技术结果之间的关联<sup>[22]</sup>。分心在手术操作中很常见,可以产生累积效应,并且有一些文献表明,它们引起的干扰可能会影响手术效果<sup>[24-25]</sup>,虽然所有这些研究都受到方法上的限制,如样本数量小、“压力”来源的异质性、测量的变异性以及缺乏相关的研究控制,但是与外科医生感受保持一致的是,“压力”和“分心”的主观感觉与表现之间似乎存在着关联性<sup>[25-27]</sup>。

有鉴于此,本研究发现环境温度升高所造成的分

心和生理需求的增加可能具有重要意义。研究者认为热应力对手术效果的任何影响都不太可能涉及单一的机制,而是包含了广泛的感知和生理效应,取决于温度压力的严重程度、工作任务的性质以及这一因素与其他表现能力影响变量的相互作用,同时还应进行个体化的分析。

本研究的局限性和经验。首先,许多因素限制我们的研究方法推广到实际的临床外科手术中,主要考虑到每种环境条件下所花费的时间,每一次环境暴露都有一个适应期,而本研究中每种情况下的总时间平均只有 60 分钟左右,比大多数外科手术的 actual 时间要短。其次,临床试验中手术学员涉及较长暴露时间的考核,直接在临床进行实施所带来的手术治疗和患者的安全影响可能是无法承受的,以及考虑到伦理的问题和方法学上的要求,在模拟手术室实施是尝试研究热应力影响的最好方法。第三,本研究设计测量环境温度而没有测量操作者的核心温度。环境温度并不是导致操作者核心温度和热应力增加的唯一因素,如手术小组成员之间身体上的接近或接触,以及外科手术操作对人体力学的影响,都可能会导致个体操作者的热不适。

以患者安全为中心的手术治疗中,了解影响临床结果的系统性因素是至关重要的。本研究没有显示在进行短期外科手术操作时,环境温度升高会导致操作技术能力的下降;然而,即使在执行短期手术任务时,外科医生也会感觉到感知需求的增加。这种增加的认知压力是否直接影响长时间外科手术的操作技术能力,尚待进一步的研究。

## 参考文献:

- [1] MATSUKAWA T, SESSLER D I, SESSLER A M, et al. Heat flow and distribution during induction of general anesthesia [J]. *Anesthesiol*, 1995, 82(3):662-673.
- [2] JOHN M, CROOK D, DASARI K, et al. Comparison of resistive heating and forced-air warming to prevent inadvertent perioperative hypothermia [J]. *Bri J Anaesth*, 2016, 116(2):249-254.
- [3] CHEON Y M, YOON H. The effects of 30-minutes of pre-warming on core body temperature, systolic blood pressure, heart rate, postoperative shivering, and inflammation response in elderly patients with total hip replacement under spinal anesthesia: A randomized double-blind controlled trial [J]. *J Korean Acad Nurs*, 2017, 47(4):456-466.
- [4] 程秀卿. 手术患者术中低体温的相关因素分析及护理对策 [J]. *中国实用护理杂志*, 2011(35): 29-30.
- [5] DURYEA E L, NELSON D B, WYCKOFF M H, et al. The impact of ambient operating room temperature on neonatal and maternal hypothermia and associated morbidities: a randomized controlled trial [J]. *Am J obstet Gynecol*, 2016, 214(4):505.e1-505.e7.
- [6] INABA K, BERG R, BARMPARAS G, et al. Prospective evaluation of ambient operating room temperature on the core temperature of injured patients undergoing emergent surgery [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2012, 73(6): 1478-1483.
- [7] JAMJOOM A A, NIKKAR-ESFAHANI A, FITZGERALD J E. Operating theatre related syncope in medical students: A cross sectional study [J]. *BMC Med Educ*, 2009, 9:14.
- [8] AYDIN N, ESEMENLI T. Sweating: A formidable challenge in orthopaedic surgery [J]. *J Hosp Infect*, 2010, 75(3):236-237.
- [9] 郝小礼, 谢湘, 王海桥. 高冷、热应力室内气候模拟实验台设计 [J]. *实验室研究与探索*, 2015(3):69-73.
- [10] MCMORRIS T, SWAIN J, SMITH M, et al. Heat stress, plasma concentrations of adrenaline, noradrenaline, 5-hydroxytryptamine and cortisol, mood state and cognitive performance [J]. *Int J psychophysiol*, 2006, 61(2):204-215.
- [11] KOGAN J R, HOLMBOE E S, HAUER K E. Tools for direct observation and assessment of clinical skills of medical trainees: A systematic review [J]. *Jama*, 2009, 302(12):1316-1326.
- [12] HOPMANS C J, DEN HOED P T, VANDERLAAN L, et al. Assessment of surgery residents' operative skills in the operating theater using a modified Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS): A prospective multicenter study [J]. *Surgery*, 2014, 156(5):1078-1088.
- [13] 田力, 赵俊, 马丽, 等. 再谈外科手术学教学中突出两项基础技术的意义 [J]. *局解手术学杂志*, 2006(2):123.
- [14] BROCK L. The importance of environmental conditions, especially temperature, in the operating room and intensive care ward [J]. *Br J Surg*, 1975, 62(4):253-258.
- [15] WILSON M R, POOLTON J M, MALHOTRA N, et al. Development and validation of a surgical workload measure: The surgery task load index (SURG-TLX) [J]. *World J Surg*, 2011, 35(9):1961-1969.
- [16] SZALMA J L, WARM J S, MATTHEWS G, et al. Effects of sensory modality and task duration on performance, workload, and stress in sustained attention [J]. *Hum factors*, 2004, 46(2):219-233.
- [17] YURKO Y Y, SCERBO M W, PRABHU A S, et al. Higher mental workload is associated with poorer laparoscopic performance as measured by the NASA-TLX tool [J]. *Simul Healthc*, 2010, 5(5):267-271.
- [18] PICTON C J, MOXHAM L, PATTERSON C. The use of phenomenology in mental health nursing research [J]. *Nurse Res*, 2017, 25(3):14-18.
- [19] GARCIA D E ALBA-GARCIA J E, SALCEDO-ROCHA A L, et al. Considerations concerning medical knowledge inherited in Mexico from 19th century: The diabetes mellitus case [J]. *Rev Med Inst Mex del Seguro Soc*, 2017, 55(4):520-531.
- [20] LOPEZ M B. Postanaesthetic shivering - from pathophysiology to prevention [J]. *Rom J Anaesth Intensive Care*, 2018, 25(1):73-81.
- [21] COBB B, CHO Y, HILTON G, et al. Active warming utilizing combined IV fluid and forced-air warming decreases hypothermia and improves maternal comfort during cesarean delivery: A randomized control trial [J]. *Anesth Analg*, 2016, 122(5):1490-1497.
- [22] ANDREATTA P B, HILLARD M, KRAIN L P. The impact of stress factors in simulation-based laparoscopic training [J]. *Surgery*, 2010, 147(5):631-639.
- [23] CONRAD C, KONUK Y, WERNER P, et al. The effect of defined auditory conditions versus mental loading on the laparoscopic motor skill performance of experts [J]. *Surg Endosc*, 2010, 24(6):1347-1352.
- [24] SEVDALIS N, FORREST D, UNDRE S, et al. Annoyances, disruptions, and interruptions in surgery: The Disruptions in Surgery Index (DiSI) [J]. *World J Surg*, 2008, 32(8):1643-1650.
- [25] ARORA S, SEVDALIS N, NESTEL D, et al. The impact of stress on surgical performance: A systematic review of the literature [J]. *Surgery*, 2010, 147(3):318-330.
- [26] CONRAD C, KONUK Y, WERNER P D, et al. A quality improvement study on avoidable stressors and countermeasures affecting surgical motor performance and learning [J]. *Ann Surg*, 2012, 255(6):1190-1194.
- [27] WETZEL C M, KNEEBONE R L, WOLOSHYNOWYCH M, et al. The effects of stress on surgical performance [J]. *Am J Surg*, 2006, 191(1):5-10.