

# 小儿麻醉中的体温管理

## 每周麻醉教程辅导 305

2014 年 3 月 31 日

Dr Emily Haberman

大奥蒙德街医院

联系方式: [emily.haberman@gosh.nhs.uk](mailto:emily.haberman@gosh.nhs.uk)



---

### 问题

在继续下面辅导之前，试着回答下面的问题。这些问题可以在文章的末尾找到解答。

1. 新生儿低体温可能导致下列哪些后果？
  - a. 肺血管阻力下降
  - b. 去甲肾上腺素释放增加
  - c. 心脏自左向右分流
  - d. 血清乳酸水平的升高
2. 在全身麻醉下，小儿会出现：
  - a. 通过对流丢失大部分热量
  - b. 相对成人来说，通过辐射丢失更多的热量
  - c. 由于机械通气而丢失重要的产热源
  - d. 无法通过血管收缩来保存热量
3. 举出四个可以减少热量丢失的简单措施？
4. 关于空压加温装置的使用：
  - a. 即可放在小儿的身上也可以防止身下
  - b. 任意大小的毯子，可用于任意尺寸的孩子
  - c. 可预先加温、也可在麻醉诱导期应用有效防止术中低体温的发生
  - d. 成人手术时间大于 1h，建议使用加温装置

5. 判断对错，对于孩子来说：

- a. 对于少尿的患儿来说，膀胱温度探头是不准确的
- b. 对开放心脏手术来说，食管温度探头是准确的
- c. 膀胱温度不能准确反映人体的核心温度
- d. 鼓膜温度总是能准确反映人体的核心温度

## 引言

小儿非心脏手术中的体温保护具有挑战性。在成人的研究中已有明确的证据表明即使术中轻微的低体温都与不良预后相关。其中有两项具有里程碑意义的研究表明，在分别行清洁和受污染手术（如疝修补术和结肠直肠手术）的患者中，术中低体温均与术后手术部位感染发病率的增加有关<sup>[1,2]</sup>。其他研究也证实术中低体温还会增加心血管不良事件的风险<sup>[3]</sup>、凝血功能障碍及增加输血需求<sup>[4]</sup>、PACU 监护时间<sup>[5]</sup>与平均住院时间的增加<sup>[1,3]</sup>。

然而在小儿中，部分由于涉及复杂的伦理问题，随机化的未保温个体难以选择而导致基础证据的缺乏。Pearce 等做了一项基于小儿的观察性研究，对比正常体温组（术中体温高于 36 摄氏度）及低体温组小儿的结局，证实小儿术中低体温的发生率很高（超过 52%），且低体温组的失血量和输血量相比正常体温组都有所增加<sup>[6]</sup>。

众所周知，新生儿冷的应激会增加去甲肾上腺素的释放、氧及能量消耗的增加。同时交感神经系统的激活可导致肺血管阻力上升、增加右向左的分流、减少周边灌注和氧供甚至引起酸中毒。术中低体温也会影响肌松药和吸入性麻醉药的药代动力学及药效动力学。

## 麻醉中的热量丢失

在麻醉过程中，成人与小儿的热量丢失是不同的。相对成年人来说，小儿在热传导和热辐射中丢失更多的热量，因为小儿没有足够的皮下脂肪来隔绝热量，相反却有比较大的体表面积/体积比。在麻醉过程中，所有年龄的人通过基础代谢产生的热量将减少 20~30%。此外，由于麻醉中的机械通气，新生儿无法通过呼吸做功产生热量。麻醉还会抑制中枢性的体温调节，伴随而来延迟性血管收缩（更低的核心理体温才会引起）。同时非寒战产热和寒战产热也将消失，这些均可

引起体温下降。

## 实用温度监测与加温措施

### 监测

监测小儿核心体温和外周体温的方法有很多种，但每一种都有其局限性及适用范围，因此要根据手术方式和手术病人情况来选择监测的部位与方法。

核心温度可以从多个部位测量，包括直肠、鼻咽、食道、颞动脉、膀胱、鼓膜和血液等，非核心温度可通过腋下测温法（其精确性取决于探测器是否紧贴腋动脉）或皮肤探头进行测量。最近的一项研究表明，儿童颈动脉上的皮温相当于其鼻咽部的温度<sup>[7]</sup>。

人们普遍认为对于麻醉病人来说，监测核心体温比外周体温具有更好的相关性及临床价值。鼓膜温度探测器测量的是自耳道辐射出来的温度，其值相当于下丘脑的温度。但是有部分小儿的耳道太小以致探测器无法足够接近鼓膜，或探测器可能难以读取从而引起测量数据的不准确<sup>[8]</sup>。

鼻咽探头一般在小儿入睡之后才能放，使其尖端定位于软腭的背面。它可能受到冷呼吸气体的影响，特别是在使用无套囊气管和声门上气道的情况下，同时有操作失误引起局部损伤的可能。也已证实在 ICU 重症监护的小儿，鼻咽温度与肺动脉温度极为接近<sup>[9]</sup>。而在手术中使用食管探头有时可能会不太准确（如在开胸手术中）。但因为食管探头的位置较鼻咽探头深过咽部，从而更不易受到冷呼吸气体的影响。在成人心脏手术中，食管温度已被证实与肺动脉温度具有密切的相关性<sup>[10]</sup>。

直肠探头常用于无法放置鼻咽探头的小儿体温监测。然而，区域血流和粪便的存在可能会影响读数的精确度。直肠温度也被证明是落后于其他核心温度的测量方法，特别是在快速的温度变化时<sup>[10]</sup>。同样膀胱温度也被发现在成人心脏手术<sup>[10]</sup>和心脏手术后危重症小儿<sup>[9]</sup>与肺动脉温度极为接近，但需要足够的尿量存在；但在少尿情况下，他们可能会更等同于直肠温度。

## 术中加温方法

除了积极加温措施外，还有一些可减少辐射、传导和对流失热的简单方法。术前应尽量保持孩子温暖，特别是对于需长距离转送至手术室的小儿来说，应尽量采用床单、毯子、帽子等保暖措施。可能的话，应鼓励年龄较大的儿童步行至手术室。手术室环境温度应维持在摄氏 20~23 度，虽然对于新生儿来说更高的温度能更加有效的预防术中低体温，但这种温度可能引起工作人员的不适感并影响手术操作。在术前，应尽量避免大面积皮肤的暴露，特别是湿润的皮肤。在机械通气时最好能通过热湿交换器（HME）来加热加湿空气。

英国国家临床优化研究所（NICE）指南建议：为防止意外低体温的发生，成人麻醉下手术超过30min 均应在麻醉诱导后使用空气加热装置<sup>[11]</sup>。另外还建议，对术中低温高风险的患者，如局部麻醉复合全身麻醉或具有高心血管并发症风险的患者，即使实施短小手术，也应进行体温保护。然而在小儿麻醉中，却没有任何指南明确术中低体温的危险因素以及加温设备的适应症。

尤其是对于术前准备中潮湿皮肤可能长时间暴露的较长手术，或者需要暴露较大面积皮肤的手术中，麻醉期间使用加温装置是有一定好处的。最近一项基于小儿脊柱手术的观察性研究提示，麻醉诱导前使用空气加热装置能有效减少术中低体温的发生率<sup>[13]</sup>。我们机构的一项统计学调查证明，小儿麻醉中预先加温与术中低体温的发生率减少是相关联的。

空气加温器通过在皮肤和外界空气之间建立一层屏障以减少辐射热丢失。它可以放在小儿的身上或者身下，使得温暖的空气在小儿周围形成热循环，从而减少了辐射和传导的热丢失。需要注意的事，如果把加温毯放在小儿身下，应把小儿整个人放在毯子上，否则那些超出加温毯的肢体可能会阻碍热空气的均匀流动，从而有烧伤的危险。此外，还要确保消毒液不会滴在加温毯上，因为消毒液会蒸发，进一步冷却加温毯。

### 液体加温设备

NICE 建议成人接受超过 500ml 的静脉输液或者库存血输注时，都应常规使用液体加温设备<sup>[11]</sup>。小儿却没有类似的指南，但是从成人研究所得的证据外推，当术中需要使用大量的晶体液或胶体液（如开腹手术），亦或是需要输血时，

就应该使用液体加温装置。现在需要制定一项指南来规定输血量超过多少（如30ml/kg）应该使用液体加温装置。

## 注意事项

对于术中积极进行加温措施的小儿来说有可能有过热的风险。除了设备导致的直接灼伤外，体温过高的影响还包括局部皮肤和肌肉的血流量增加，血管通透性增加和水肿，并最终导致细胞死亡和器官衰竭。因此对于在围手术过程中体温增高、加温治疗的所有儿童必须时刻警惕，并应有连续的温度监测。

## 小结

小儿在手术中有低体温的风险。虽然没有明确的小儿体温保护指南，但是成人的指南以及其他有限的证据表明，避免术中低体温对于非心脏手术的小儿是有利的。根据不同手术的类型，选择最优的监测和加温设备，以避免温度测量的误差和潜在的过热。但对于术中低体温的不良后果（如手术部位感染）还需进一步的证据确定。

## 问题的答案

1A:错

1B:对

1C:错

1D:对

2A:错：孩子们通过传导和辐射失去更多的热量

2B 对：这是因为小儿具有较大的表面积与体积之比

2C:对：新生儿通过呼吸做功产热占相当大的比例

2D:错：低温反应性的血管收缩反应仍可发生，但是在较低的核心温度情况

3. 鼓励年龄较大的儿童步行去手术室；在低体温发生之前使用毯子和帽子；提高手术室温度；在术前准备中减少皮肤的暴露时间。

4A .对

4B.错：应注意加温毯的大小应该能覆盖小儿的全身，否则空气流通会被阻断，从而引起暖空气分布不均匀，将会有烧伤的风险；

4C.对

4D.错：NICE建议，成人行30分钟以上麻醉手术时应使用加温装置，因为在麻醉诱导阶段大量温暖的血液将会被分散到温度相对较低的外周，所以麻醉的开始即会有大量的热量丢失。

5A.对：在这种情况下，膀胱探头所测得的温度更接近于直肠温度。

5B.错：除开胸手术外，食道温度与肺动脉的温度是接近的，心脏冷停跳液也可以具有类似的效果。

5C.错：只要有尿的正常流动，膀胱温度等同于肺动脉温度。

5D.错：如果温度探头不靠近鼓膜，那么鼓膜温度也是不准确的。

## 参考文献和拓展阅读

1. Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group. *N Engl J Med*. 1996;334(19):1209–1215.
2. Melling AC, Ali B, Scott EM, Leaper DJ. Effect of preoperative warming on the incidence of wound infection after clean surgery: a randomised controlled trial. *Lancet* 2001;358(9285):876-80
3. Frank SM, Fleisher LA, Breslow MJ, et al. Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events. A randomized clinical trial. *JAMA*. 1997;277(14):1127–1134.
4. Schmied H, Kurz A, Sessler DI, Kozek S, Reiter A. Mild hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty. *Lancet*. 1996;347(8997):289–292.
5. Lenhardt R, Marker E, Goll V, et al. Mild intraoperative hypothermia prolongs postanesthetic recovery. *Anesthesiology*. 1997;87(6):1318–1323.
6. Pearce B, Christensen R, Voepel-Lewis T. Perioperative Hypothermia in the Pediatric Population: Prevalence, Risk Factors and Outcomes. *J Anesth Clin Res* 1:102 doi:10.4172/2155-6148.1000102
7. Jay O, Molgat-Seon Y, Chou S, Murto K. Skin temperature over the carotid artery provides an accurate noninvasive estimation of core temperature in infants and young children during general anaesthesia. *Paed Anaesth* 2013;23:1109-1116
8. Leduc D, Woods S; Canadian Paediatric Society, Community Paediatrics Committee. POSITION STATEMENT Temperature measurement in paediatrics. <http://www.cps.ca/en/documents/position/temperature-measurement>. Posted 2000. Accessed Dec 2013
9. Maxton FJ, Justin L, Gillies D. Estimating core temperature in infants and children after cardiac surgery: a comparison of six methods. *J Adv Nurs*. 2004 Jan;45(2):214-22.

10. Robinson J, Charlton J, Seal R, Spady D, Joffres MR. Oesophageal, rectal, axillary, tympanic and pulmonary artery temperatures during cardiac surgery. *Can J of Anaesth* 1998; 45: 317-323
11. National Institute for Health and Clinical Evidence. Clinical practice guideline: The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults. <http://www.nice.org.uk/nicemedia/pdf/CG65Guidance.pdf>. Accessed Dec 2013.
12. Horwitz JR, Chwals WJ, Doski JJ, Suesun EA, Cheu HW, Lally KP. Pediatric wound infections: a prospective multicentre study. *Ann Surg* 1998; 227(4):553-8
13. Gorges M, Ansermino JM, Whyte SD. A retrospective audit to examine the effectiveness of preoperative warming on hypothermia in spine deformity surgery patients. *Paed Anaesth* 2013; 23:1054-61
14. Sessler DI. Forced-air warming in infants and children. *Paed Anesth* 2013; 23: 467-468

温州医学院附属第二医院

翻译审校 李军