

· 专家论坛 ·

DOI: 10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2020.06.01

微创心脏手术体外循环中需要 注意的问题及其对策

Extracorporeal circulation in minimally invasive cardiac surgery: problems that need attention and how to deal with them

金振晓

[关键词]: 体外循环; 心脏外科手术; 微创; 心肌保护; 插管

[Key words]: Extracorporeal circulation; Cardiac surgery; Minimally invasive; Myocardial protection; Cannulation

自从 1952 年美国医生 John Lewis 在低温下完成第一例心内直视手术, 1953 年 Gibbon 医生完成第一例体外循环(extracorporeal circulation, ECC)心脏手术后, 心脏手术总是与创伤大、并发症和死亡率高联系在一起。随着技术的进步以及人民群众对生活质量要求的逐步提高, 如何在保证有效治疗的同时既减轻治疗过程中的创伤和痛苦又改善术后生活质量, 成为心血管外科医生不断追求的目标。相应地多种微创心脏手术技术不断涌现出来, 有的微创治疗技术不需要 ECC 的参与, 如冠状动脉介入治疗技术、先天性心脏病介入封堵技术、大血管疾病的腔内治疗技术和介入瓣膜植入技术等, 使其已经成为一个独立的学科, 进而重塑了整个心血管疾病治疗产业的形态。但仍还有很多心脏手术需要在 ECC 辅助下进行, 这些心脏手术也衍化出多种微创技术, 其中最常见的是在较小的切口下完成心脏手术, 如全胸腔镜下的心脏手术、远程控制机器人心脏手术、右(左)前外侧切口的心脏手术、腋下直切口的心脏手术、胸骨上(下)段切开的心脏手术等等。有的专家把缩短 ECC 时间和心脏停搏时间及采用闭式 ECC 技术的心脏手术技术也归到微创心脏手术的范畴。本文讨论的范围局限于采用较小的切口在 ECC 辅助下完成的心脏手术, 这些手术方法由于术野显露不充分, 手术操作难度加大, 手术时间延长, 对 ECC 技术、麻醉技术和术中监测都提出了特殊的要求, 灌注师需要充分认识到手术操作本身对 ECC 管理的影响, 需要对可能出现的问题有清醒的认识, 同时在心理、技术和物资上做好准备。

作者单位: 710032 西安, 空军军医大学第一附属医院心血管外科

1 较细的插管与流量需求之间的矛盾

多种微创心脏手术需要采用外周 ECC 插管, 比较常见的插管方法是股动静脉插管, 由于外周血管在解剖形态上较升主动脉和右心房要细很多, 选取的动静脉插管口径往往比较细, 手术过程中经常出现泵压过高和引流不足的问题, 这就限制了 ECC 过程中流量范围的上限。一项回顾性研究表明^[1], 股动静脉转流下右前外侧切口二尖瓣手术中, 有 38.5% 的患者泵流量指数低于 $2.2 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$, 而常规正中开胸患者术中泵流量指数低于 $2.2 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ 的发生率只有 9%。泵流量不足带来的问题是氧供不足, 为了弥补因为泵流量不足造成的氧供不足, 就必须提高 ECC 血液的携氧能力, 也就是提高血液的血细胞比容, 那么这就带来了第二个矛盾。

2 降低预充量与术中管路可变性之间的矛盾

提高术中血细胞比容的一个重要方法是降低 ECC 管路的预充量, 也就是尽量缩短 ECC 管路。但是, 微创心脏手术的一个重要特点就是, 一旦术中出现预想不到的问题, 往往可能需要同时改变 ECC 策略, 比如增加一支静脉引流管或者动脉灌注管, 或者改变插管的位置, 这需要增加分叉管路或者适当延长管路以应对这种改变, 这既增加了管路的复杂性, 也增加了 ECC 预充量。

3 管理复杂性与降低气栓发生风险之间的矛盾

影响泵流量的一个主要因素是静脉引流不足。为了解决这个问题, 多数情况下会使用负压辅助的

静脉引流(vacuum-assisted venous drainage, VAVD)技术增加静脉端的负压以达到改善引流的目的。但是,这么做也有一定的负面效应。首先, VAVD 显著增加了 ECC 管理的复杂程度;其次,在静脉插管位置不佳的情况下,负压的使用可能造成腔静脉和右心房壁的塌陷,反而会使引流量进一步下降;最后,在负压的作用下,在经 ECC 管路给药、采集血样等操作时经阻闭不严的静脉插管和中心静脉导管,可能会把气泡带入循环血液。研究表明,采用祛泡性能更好的氧合器、静脉储血器和动脉微栓滤器,可以有效降低 ECC 血液中气泡的含量^[2]。此外,由于微创心脏手术视野限制,主动脉阻闭开放前的排气操作往往难以达到排尽心腔内气体的效果,因此而产生的气泡数量多,且在心脏复跳后较长时间内难以排出,这种现象在心脏功能较差且心腔扩大的患者更加显著^[3]。手术过程中使用二氧化碳(2~3 L/min)覆盖术野可以显著减少主动脉开放后心腔内气泡含量^[4]。我们推荐的排气策略是在主动脉阻闭开放前,即经心脏停搏液灌注管缓慢抽吸以协助排气,同时患者处于头低位。开放主动脉后,继续抽吸,直到心脏恢复强有力的跳动同时经食管超声检查确认心腔内没有气泡后,再拔除心脏停搏液灌注管。

4 外周 ECC 与其相关的潜在脑损伤风险

因为微创手术技术的需要,往往需要采用股动静脉转流,由此带来的问题是人体最重要的脏器——大脑就处于潜在的危险境地。首先是这种灌注模式下,大脑处于灌注血流的末端,大脑动脉血压可能会低于脑血管自主调节的阈值,从而容易发生灌注不良;其次,逆行的动脉灌注血流容易造成主动脉内壁上的斑块脱落而形成固体栓子,导致引起脑栓塞;第三,在主动脉阻闭前和主动脉开放后,并行循环的情况下,患者上半身的血液灌注来源取决于自体心脏搏出血流和 ECC 血流的相对比例。如果并行循环下, ECC 灌注师与麻醉医生没有很好地配合,有时会发生提前停止(或推迟恢复)肺通气的情况,这时心脏搏出的血液没有充分氧合(差异性紫绀),可能会造成大脑和心脏缺氧性损伤。应对的策略,首先是术前一定要做全身动脉硬化程度的评估,对于有股动脉和主动脉显著硬化的患者,应该谨慎采用外周循环模式;其次,术中监测至少应该监测右侧桡动脉压力和右手脉搏氧,最好能做双侧额部的近红外反射光谱监测脑组织的氧合状况,可以提供灌注师和麻醉医生大脑血压和血液氧合的信息;

最后,术中外科医生、麻醉医生和灌注师顺畅的交流和密切的配合都是防止潜在脑损伤发生的最重要的保障。

5 有限的手术视野与心肌保护之间的矛盾

目前心脏手术中心肌保护主要遵守三大原则,即心脏电机械活动静止、低温和心脏停搏液灌注。在常规正中开胸的心脏手术中,还可以在心包内填入冰泥维持低温。但是在全胸腔镜心脏手术或者右外侧小切口的心脏手术中,一方面心包内不方便填入冰泥,另一方面,心脏处于胸壁包围下,心肌温度容易升高,也会显著影响心肌保护效果。此外,小切口和全胸腔镜下心脏手术的心脏停搏液灌注效果判定存在一定困难,主要依靠心电图变为直线和冠状静脉窦液体回流速率两方面,对于左心室是否膨胀,主动脉瓣是否存在关闭不全,难以直观评价,因此可能存在因主动脉瓣关闭不全导致的心脏停搏液灌注不足的问题。本团队曾经采用经食道超声监测心脏停搏液的灌注情况,发现有些患者的主动脉瓣在灌注时存在关闭不全的情况,部分停搏液漏入左心室造成左心室膨胀;也曾经发现,由于使用频率过高, Chitwood 阻闭钳材料和结构疲劳,在没有应力的情况下可以闭合,但在有应力的情况下会闭合不严。这就造成一种现象,在心脏停搏液灌注的时候,心脏可以停搏,一旦停止灌注,由于阻闭不完全,少量动脉血重新灌注冠脉血管,从而引起心脏电机械活动的出现。这些都会造成心肌保护效果不佳以致影响患者的心脏功能恢复和预后。解决的方法是微创心脏手术时应该采用一定程度的低温,以防止心肌过快复温;在心脏停搏液灌注过程中,应采用经食管超声监测主动脉瓣关闭情况和左心室充盈情况;对于手术中使用的关键器械,应该在使用前检查确认其功能是否完好,避免因小问题造成大麻烦。

6 静脉引流不足与心肌保护的关系

在单纯主动脉瓣手术或者经房间沟径路的二尖瓣手术时,由于右心房处于闭合状态,虽然避免了上下腔静脉阻闭的操作,但如果发生静脉引流不佳的情况,饱满的右心系统会带来两个问题,一是右心房血液经冠状静脉窦逆行灌注停搏的心脏,会造成心肌温度快速升高,同时将心脏停搏液从冠脉系统中冲走,心脏会出现电机械活动,这就同时破坏了心肌保护的三原则,必然造成心肌保护不佳;二是右心系统的血液也会经过肺循环到达左心系统,必然造成左心内血液增多从而会影响手术视野,相应地增加手

术操作难度,也延长了手术时间,这也是最容易招致外科医生诟病的问题。这些问题的出现多与静脉插管选择不当有关。有的团队选用双级股静脉插管用于成人的微创心脏手术,这种插管的特点是其近端和远端都有引流孔,可以分别置于下腔静脉和上腔静脉内,便于阻闭上下腔静脉切开右心房进行手术。但是对于不切开右心房的手术,这种插管则存在缺陷。由于其引流孔较少,在术中操作中,特别是经房间沟径路进行二尖瓣手术时,房间隔向胸骨侧的牵拉会造成引流孔移位,往往会发生引流不足的情况,使用 VAVD 也不能改善,反而可能会造成心脏和血液的损伤。这种情况下,应该选用合适口径的多引流孔的单级股静脉插管,或者同时加用右侧颈内静脉插管以引流上腔静脉,在 VAVD 的辅助下,多能获得较为理想的静脉引流,使右心系统处于充分引流状态,从而避免上述现象的发生。

7 微创手术有限的手术视野与室颤处理之间的矛盾

事实上,微创心脏手术患者在冠脉循环开放后发生室颤的几率显著高于常规心脏手术,一方面是因为上述种种情况容易造成心肌保护效果不佳,另一方面是心腔内气体不易排干净。有时,心脏恢复自主跳动后又会出现室颤,这很大程度上与冠脉进气有关。因此,经常需要除颤操作。常规的手持式心脏直接除颤电极难以使用,最常用的是术前已经安放好的胸壁除颤电极板。由于右侧肺塌陷,右侧胸腔充满气体,导电性能差,除颤前需要在胸腔内加入一些盐水,以提高除颤成功率。对于循环血液中钾离子浓度不高的患者,可以经 ECC 管路快速注入一剂氯化钾,以短暂提高循环血液中钾离子含量,有时可以使室颤消失,转为自主心律,称之为“化学除颤”。当然,也可以再次阻闭主动脉,经主动脉根部给予一次心脏停搏液灌注,待心脏电活动消失后再开放主动脉,这样的操作不但可以除颤,还可以将冠状动脉内气体冲刷出去。

8 微创心脏手术过程中经食道超声监测的价值

经食道超声检查可以提供动脉血流灌注的形态和主动脉壁变化的相关信息,几乎可指导手术过程

中每一步操作。如在建立体外循环插管时,可辅助判断动脉插管是否造成主动脉夹层以及静脉插管位置是否适当。灌注心脏停搏液时,可以判断心脏停搏液灌注管的位置以及灌注过程中是否存在主动脉瓣关闭不全的情况。主动脉开放后,还可以判断心腔内排气的情况、冠脉灌注的情况、心内结构修复是否完善、心脏功能恢复情况以及有效循环容量是否充足,并指导 ECC 停机。因此,经食道超声检查是微创心脏手术中不可或缺的监测工具。

总之,ECC 下的微创心脏手术不仅仅是手术径路的改变,也不仅仅是 ECC 插管位置的改变,它对外科医生、灌注师和麻醉医生都提出了更高的要求。灌注师作为 ECC 的掌控者和术中患者生命的维持者,一定要保持警觉,密切监测可能发生的问题,随时与外科医生和麻醉师沟通,并提出建设性的建议。外科医生和麻醉医生也必须了解 ECC 的需求,任何操作都必须在满足 ECC 灌注的情况下进行。所有的手术参与者对术中可能发生的问题和应对策略都要有深刻的理解和判断,这样才能真正达到微创的要求,使患者获益,不然就会因小失大,危及患者生命。

参考文献:

- [1] Vandewiele K, De Somer F, Vandenhevel M, *et al*. The impact of cardiopulmonary bypass management on outcome: a propensity matched comparison between minimally invasive and conventional valve surgery [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2020, 31(1):48-55.
- [2] Groom RC, Quinn RD, Lennon P, *et al*. Detection and elimination of microemboli related to cardiopulmonary bypass [J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2009, 2(3):191-198.
- [3] Golukhova EZ, Polunina AG, Zhuravleva SV, *et al*. Size of left cardiac chambers correlates with cerebral microembolic load in open heart operations [J]. *Cardiol Res Pract*, 2010, 2010:143679.
- [4] Martens S, Neumann K, Sodemann C, *et al*. Carbon dioxide field flooding reduces neurologic impairment after open heart surgery [J]. *Ann Thorac Surg*, 2008, 85(2):543-547.

(收稿日期:2020-11-01)

(修订日期:2020-11-02)