**从微创到微创体外循环**

翻译：黄国金 江西省儿童医院

审校：周荣华 四川大学华西医院

**摘要：**微创心脏手术（MICS）的发展旨在避免胸骨正中全切术所引发的手术打击，同时达到完成手术的目的。最大限度地减少手术创伤与改善美观和促进恢复相关，从而降低并发症发生率。然而，必须首先认识到，体外循环（ECC）是几乎所有MICS手术的基础。随着灌注技术的一些基本改进和进步，ECC的使用已成为MICS发展的促进技术。低创伤性体外循环（CPB）技术基于外周插管和灌注技术的优化，辅助静脉引流和离心泵的使用，以达到方便手术操作的要求，而不只是最小化CPB的侵入性创伤。这反映在MICS手术中所需的CPB时间增加上。微创体外循环（MiECC）是灌注技术的重大突破。它整合了所有当代技术进步，促进了心脏大血管生理学在术中灌注中的最佳应用。因此，多个临床试验和荟萃分析证明，MiECC的使用可改善终末器官保护和临床结果。实施MiECC的MICS通过将小的手术创伤与最小的生理紊乱相结合，实现“更生理化”的心脏手术，为多学科术中策略的制定提供了基础。MiECC的整合可以将MICS从特定患者的非全胸骨切开术提升到“更具生理性”的手术，这代表了经导管时代现代心脏手术的真实面貌。

**关键词：**微创；心脏外科；体外循环（ECC）；心肺转流(CPB)；微创体外循环（MiECC）

1953年约翰·吉本（John Gibbon）开创了体外循环（ECC），预示着现代心脏外科的时代的到来，即心脏直视手术。传统体外循环（CPB）的优点几乎不需要解释。CPB近70年的持续使用证明了其能够实现心脏手术的实践。从那时起，外科技术、麻醉和重症监护管理的进步显著改善了临床结果。显然，从心脏直视手术诞生之日起，心脏外科医生就成为心脏手术室（OR）的主要利益相关者。因此，寻求降低心脏手术相关并发症发生率和死亡率主要集中在进一步提高外科技术，而非其他相关专业，即麻醉和灌注。在这项工作中，本应包含的ECC的进步被系统地忽视了。

**微创心脏手术（MICS）的发展**

微创心脏手术（MICS）作为一种心脏手术创新技术出现，可避免胸骨全切引起的手术打击，从而降低并发症和死亡率。主要的好处是减少了手术创伤，获得了更满意的外观效果，并加速康复。美国心脏协会将“微创”定义为机器人或视频辅助技术辅助下的较小胸骨切开术和非胸骨切开术。这一概念意味着减少心脏外科手术的“创伤性”主要在于选择一种确保最佳手术结果的替代方法。

此外，必须充分认识到，ECC代表几乎所有标准或微创心脏手术的基础。随着灌注技术的一些根本性改进和进步，体外循环（CPB）已成为MICS发展的有利技术。正如所指出的，MICS的这一组成部分通常被低估，甚至被故意忽视。必须承认的是，心脏手术和麻醉学三大学科中的两个（外科和麻醉学）已经显著提高了他们的表现和临床效果，但他们低估了灌注的关键作用，认为灌注从业者是技术人员。然而，多年来，灌注技术也有了显著的发展，极大的改善心脏手术的效果；这是心脏大血管生理学在临床实践中的最佳应用，并被证明能提高临床结果。

**MICS的原理**

根据定义，心脏手术被认为是“非生理学的”。这大体上解释了观察到的显著并发症和随后的死亡率，特别是在复杂、高风险和急诊手术中。根据最大的心脏外科注册中心STS数据库的最新报告，即使在择期单纯二尖瓣手术或瓣膜合并冠状动脉手术中，并发症发生率仍预计为30%。

同时，在说到重视灌注的同时，也常听到要求取消灌注，这主要是由于其引发的全身炎症反应和终末器官损伤。在过去二十年中，随着“非体外循环”冠脉搭桥手术（OPCAB）的发展，CPB的实施，至少在冠状动脉旁路移植（CABG）手术中，一直受到一边倒的抨击。尽管早期大型队列研究令人鼓舞的结果支持OPCAB，认为OPCAB可降低术后并发症，但多中心随机研究的长期数据使体外循环再次处于冠状动脉冠脉搭桥手术的前沿。最近发表的大规模荟萃分析结果证明OPCAB与不完全血运重建率增加有关；这导致左主干疾病患者的3年全因死亡率增加（EXCEL试验），以及多动脉移植患者的心血管死亡风险增加（ART试验）。这些发现进一步增强了ECC在心脏直视手术中的基础作用。

**MICS的微创ECC技术**

从MICS的早期开始，人们认识到CPB管路、插管和转流技术的进步对于促进微创手术的独特需求至关重要。因此，MICS选择了有创性较小的ECC技术，其理由是将CPB与周围血管连接，并改进灌注技术，以便于进行要求较高且精细的手术操作；因此，实现了外周体外循环。

**插管策略**

最佳插管策略在这种情况下至关重要，取决于手术过程和灌注方法。股动脉是最常见的插管部位。或者，在股动脉因动脉粥样硬化或动脉迂曲的情况下，可以利用右腋动脉插管。工业界通过为MICS设计特殊的动脉插管，通过使用Seldinger技术进行经皮或直视插入，极大地简化了动脉插管的实施。此外，外周静脉入路通常是用长的经皮股静脉插管，在食管超声引导下放置在适当的位置。在某些情况下，如接受右心手术的患者或接受二尖瓣瓣膜手术的大部分患者，可以再经皮进行颈内静脉插管，以方便静脉回流。

用于MICS的较小口径静脉插管具有较高的回流阻力，CPB中仅重力引流不足以实现最佳流量。 因此，使用离心泵时，最好使用负压辅助静脉引流 （VAVD） 或动力辅助静脉引流（KAVD）来增强静脉回流。VAVD包括：通过负压调节器应用于非开放式硬壳静脉储血罐、施以负压;持续监测净负压的压力以避免溶血。

**升主动脉阻断**

主动脉阻断最常用专门设计的奇特伍德（Chitwood）钳进行，这些钳子直接通过手术野放置，或者通过单独的胸部切口放置。经胸主动脉钳价格低廉，大多数外科医生都在使用;显然，它需要预留主动脉插管部位额外位置，用于心肌保护液的灌注和根部排气。而血管内主动脉阻断可经食道超生引导下放置主动脉内球囊，同时这也可以用于心肌保护液顺行灌注、主动脉根部排气及根部压力监测。肺动脉内排气也是可行的。

**心肌保护**

一般来说，MICS选择顺行灌注Bretschneider（Custodiol）或Del Nido心肌保护液， 而使用特殊的导管通过冠状静脉窦逆行灌注或间歇性顺行灌注被认为是更具挑战性的。

很明显，最佳灌注不是可有可无，而是MICS策略的核心组成部分。从常规CBP（cCPB）进行体外管路的改进被描述为"优化ECC"（opECC）。这是一种升级的、更多功能的灌注回路，将特定的CPB技术进步整合到标准灌注中（图1）。

|  |
| --- |
| 封闭系统  涂层管道  **MiECC**  离心泵  常规体外循环（cECC）  减少心内吸引  血液回收  优化体外循环（opECC）  缩短管道  图1. 微创体外循环（MiECC）将CPB技术的重大进步整合到体外回路中，即"优化"的体外循环管路；（opECC）则使用一些图示的组件来改进传统的体外循环（cECC）。用于实施MICS的创伤性较小的体外循环利用了横向的技术进步（灰色地带），可视为 opECC。另一方面，MiECC 包括全方位的进步，它主要基于 CPB 技术（红色区域）的垂直部分。因此，当MICS包括MiECC时，它利用了现有的最佳灌注策略：MICS，微创心脏手术。 |

**微创体外循环（MiECC）**

**原理**

考虑到上述所有技术的改进，很明显，"创伤性较小的"ECC 采用了提升了 MICS 的技术，而不是最大限度地减少 CPB 本身的有创性。因此，MICS中有一个关于"最小化泵"的误导性概念："创伤性较小"的 ECC 策略适用于优化外科手术（外科医生视角），而不是追求真正微创的，即"更生理"的心脏手术（生理视角）。因此，外周入路CPB、利用经导管技术和负压辅助静脉引流等，主要有利于外科医生在运用其技术的同时感到舒适，而不是通过应用ECC来缓解患者的生理紊乱。

相反，MICS 过程可能会扩大 ECC 对患者的副作用，这在从现有大规模研究和荟萃分析中获得的数据时可以得到体现。据Phan 等的贝叶斯网络元荟萃分析，与胸骨正中入路相比，右侧小切口主动脉瓣置换术的CPB 和主动脉阻断时间显著增加（P=0.001）。这同样适用于微创二尖瓣手术; Moscarelli 等最近发表的一项包括1，905名患者的荟萃分析中，与胸骨切开术下相比，微创二尖瓣手术的CPB平均时间增加了32分钟（P<0.01）。即使在完全内窥镜CABG（TECAB） 中，当前的趋势也有利于在CPB下实施手术，而不是非体外下实施。因此，矛盾出现了：MICS的观点如何在增加cCPB时间而增加机体生理紊乱的同时、通过尽量减少手术创伤来最大限度地减轻手术负担（图2）。

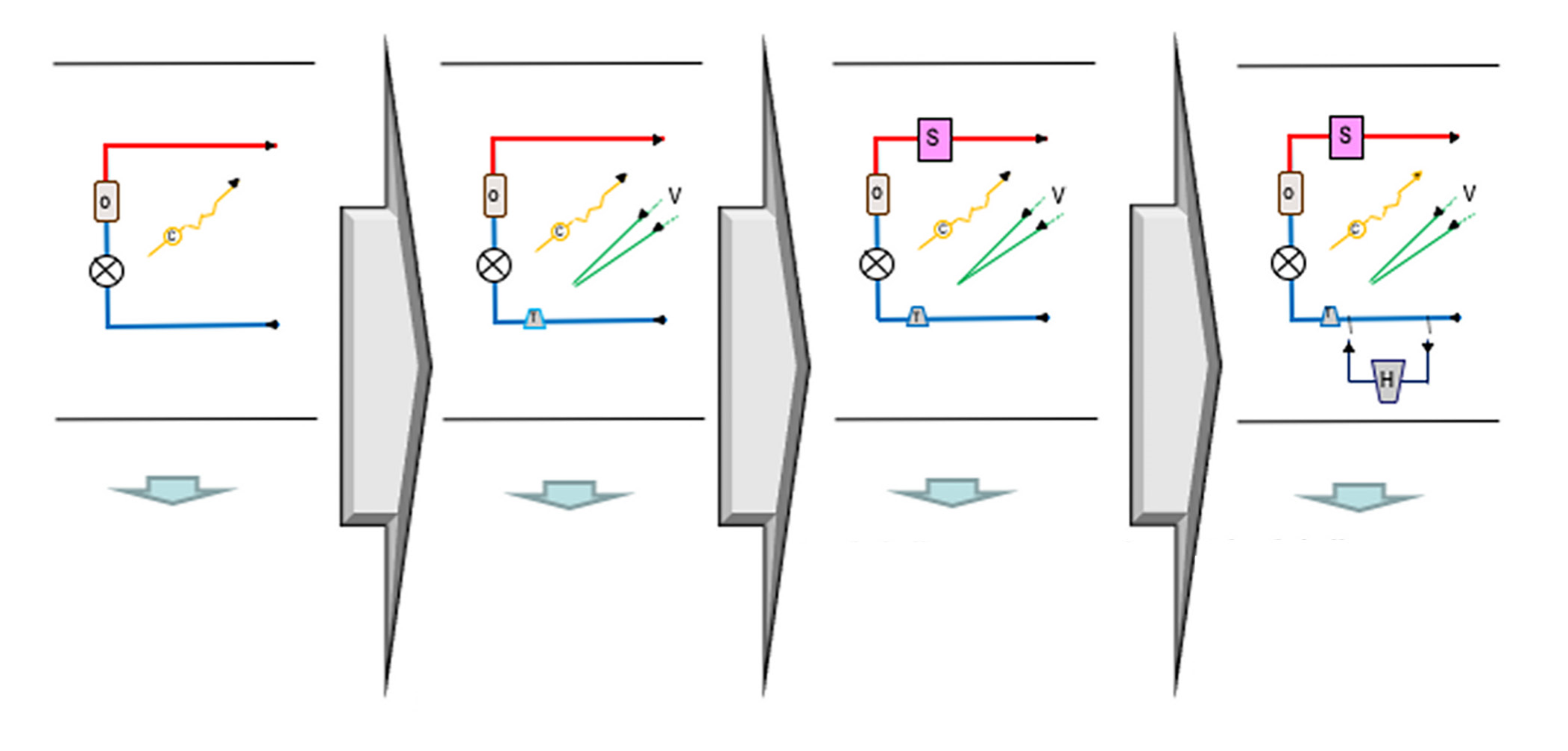
|  |
| --- |
| 平均差额  IV， 随机， 95% CI  +50    +25      0    25  50  CPB 时间  X 夹时间  140  120  100  80  60  40  20  0  P=0.01  P=0.01  CPB 时间（分钟）  CMVR  米姆夫尔  X阻断时间（分钟）  +50    +25    0    25    50  平均差额  IV， 随机， 95% CI  B  一个  图2. MICS主要操作时CPB和主动脉阻断的持续时间。（A）微创主动脉瓣置换 （MIAVR） 与常规主动脉切除术 （CAVR） 之间的 CPB 和 主动脉阻断时间的平均差异图。蓝色表示胸骨切除术方法，而红色表示小切口胸骨切开术。后者与 CPB 和 主动脉阻断时间的显著延长有关。（B） 与传统胸骨切口术（CMVR）（蓝条）相比，微创二尖瓣置换术 （MIMVR） （红条） 也有同样的趋势）。CPB，心肺转流： MICS，微创心脏手术。 |

很明显，如果不实施一个最佳的CPB战略，真正减少CPB的副作用，即MiECC那么以尽量减少病人的手术创伤为由的MICS是无法完成的。微创外体技术国际协会（MIECTiS）认为MiECC是一种策略，主要指系统的侵入性，而不仅是ECC 循环管路的大小。MiECC 整合了灌注技术的所有进展，这些进步已显示出积极的临床或亚临床结果。这与全身炎症的降低、基于血液稀释的血制品管理的提高、以及增强生物相容性的抗凝管理相关。此外，MIECTIS主张MiECC是多学科的，涉及所有手术团队（手术、麻醉和灌注），并且是强制性的，以便从这项技术中获得最大的收益。因此，显然在MIECC时代，MICS应该用MIECC策略来补充其技术。

**构成**

关于其构成，MiECC包括：具有短而最小预充量的闭合完全生物相容性的管道;离心泵;膜式氧合器;静脉气泡捕集器或静脉空气去除装置;热交换器;心肌保护液系统和失血管理装置。可集成到 MiECC 系统的其他组件包括：排气（肺动脉、主动脉根部或肺静脉）、软袋（壳）储血瓶、硬壳储血瓶（模块化系统）以及动脉过滤器。因此，该系统的主要特点是封闭的，自动调节的回路（病人的静脉腔充当回流室），低预充容量产生最小的血液稀释，避免血液-空气相互作用，以及储血罐再循环管路。

**分级**



类型 I

类型二

III 型

类型四

标准

此管路

包括一个回流

管（蓝色）回流

右心房中的血液

到泵 （

⊗

)

， 然后到

氧气器 （



)

和返回

动脉循环

与供血管（红色）

斜箭头

表示心肌保护液 管

与它的泵

©

空气处理

批量管理

血液管理

静脉气泡陷阱/空气

删除设备 （



添加到

)

标准的 MiECC 电路，以便

方便空气处理和避免

空气留在静脉

管。通气（绿色）线（V）回流

主动脉根部的血液和/或

肺动脉/静脉。

软壳储血瓶



是

添加到管路收集

患者的血量

并在灌注期间将其退回

。

硬壳储血器（



是

)

作为额外组件添加

集成到静脉线， 所以

将系统转换为

可促进的开放管路

血液管理（模块化）

配置）。

图 3. MiECC管路的示意图。X、泵；O、氧合器；C、心肌保护液；T、气泡陷阱/空气去除装置；V、 排气口 （主动脉/肺）；S、软壳储血瓶；H，硬壳储血瓶。

MiECC系统（图 3）的分级是由Anastasiadis 等人提出的。后来被MIECTIS普遍采用，巩固了MIECC系统在过去20年（22年）的演变。原始 MiECC 系统（分级为 I 型） 是字面上的体外生命支持（ECLS） 回路，另加一管路以给予心脏停搏液。由于担心空气夹杂在静脉管路中，可能导致离心泵停止，这促使将静脉气泡抓捕装置或静脉空气去除装置集成到系统（II型设计），从而提高了手术的安全性。控制血液容积（主要是在心内手术中）的需要，要求将软袋（软壳）储血袋整合到系统（III型）中。使用 MiECC 系统实施复杂手术的扩展，选择了开发模块化 （杂交） 系统，该系统集成了开放硬壳储血瓶作为配件（备用）组件，在任何意外的灌注情况下可随时转换为开放系统，如大量空气进入或过量血液回流（IV 型）。同时，模块化系统克服了任何安全问题或技术困难，达到在所有心脏手均可使用的性能。

**在 MICS期间关于MIECC 的特殊考量**

**外科医生的角色**

如前所述，外科医生代表心脏或手术团队的主要利益相关者。当谈到使用MiECC的MICS时，在这两种技术都需要精妙的手术操作。在这种情况下，外科医生不仅要了解灌注技术，而且要深刻理解MiECC的独特性及其与CCPB的区别，使手术技术适应MiECC灌注的特殊要求。在任何位置插管中，必须特别小心以确保"气密性"。外科医生应该首先认识到，在MiECC手术时，流出的血不会重新循环到封闭的系统中，而是从病人的血管内"浪费"掉。与灌注和麻醉医师的持续沟通对在手术过程中建立最佳条件至关重要，例如去除排气口以避免空气意外进入系统。

**麻醉医生的角色**

麻醉医生扮演着重要的角色，将麻醉策略整合到多学科的使用MIECC策略上的 MICS围手术期中，可以确保一个一致和独立的患者管理计划。因此，必须掌握关于MiECC灌注技术的先进知识。封闭的MiECC回路要求正确地使用液体，以避免血液稀释。为确保机体的动态平衡和防止紊乱，全面的监测策略对围手术期的顺利进行非常重要。使用MiECC技术的 MICS为快速通道或超快通道拔管的管理创造了条件，因为围手术期创伤最小。因此，建议采用基于短效静脉注射药物（如异丙酚和瑞芬太尼）的麻醉策略。手术中肝素/鱼精蛋白个体化管理，包括血栓弹力图、血小板功能测试和肝素蛋白-鱼精蛋白个性化滴定。 MiECC管路的独特特性允许应用低抗凝策略。 因此建议CABG 的 ACT 值为 300 秒，瓣膜及复杂手术的 ACT 值为 400 秒。此外，根据EACTS/EACTA 指南，推荐进行个性化肝素和鱼精蛋白的中和。

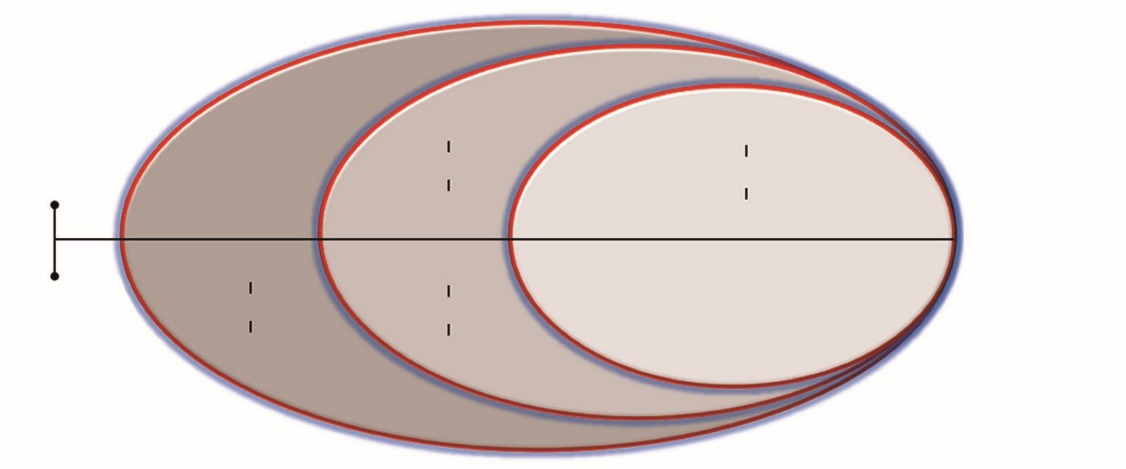
**灌注医生的作用**

灌注医生在MiECC操作时，不仅应该像技术员一样，而且应该像临床科学家一样确保终末组织器官保护：这尤其适用于MICS要求苛刻的手术。应首先了解封闭系统的血液动力学/生理学原理。容量管理至关重要：通过使用离心泵，流量在很大程度上取决于患者容量状态与全身血管阻力之间的平衡（前负荷-后负荷依赖性）。当KAVD在静脉管理中产生过大的负压时，应特别注意，这会增加剪切应力，导致溶血增加。谨慎选择静脉插管尺寸十分重要，以避免静脉在插管周围塌陷。在MiECC手术期间，心肌保护液主要基于血灌（如Calafiore方案），以避免过量的液体管理。如前所述，大多数使用MICS的中心更喜欢单剂量心脏停搏液灌注系统，尽管它们显著增加了循环容积。在这种情况下，当使用MiECC系统时，过多的液体既可以从右心房提取，也可通过超滤消除。

为了获得MiECC最佳操作结果，对操作学习曲线进行了评估，与 MICS 培训相比，其陡峭程度要小得多。

**迈向“更具生理性”心脏手术的MICS-MiECC 战略**

**目标导向灌注（GDP）**



MICS

MiECC

PROCEDURES

technique

VATS

technology

robotics

mini-sternotomy

access

mini-thoracotomy

GDP

str

ate

gy

P-O-C

peripherals

system

monitoring

circuit

图4. 提出的"更具生理性"心脏手术的MICS-MIECC方案示意图：MICS和MIECC分别包含的过程：（I）核心是方法（胸骨小切口或胸部小切口）和管路 （二） 技术（VATS 或机器人）和系统（外围和监控），（III） 技术和策略（GDP 和 POC）。GDP:目标导向灌注;MICS，微创心脏手术; MiECC， 微创体外, POC，肝素/鱼精蛋白比和凝血管理。

在文献中，"更生理"灌注的概念已经在确立。与此相关的是，MICS 与MiECC（图 4）相结合，是多学科策略的有力支柱，旨在实现"更生理"的心脏手术。随着MICS的发展，如果不结合MiECC提出的最佳灌注,手术技术的进步被认为不足以实现这一目标。我们提出的围手术期 MiECC 多学科策略是基于GDP ，提供详细的实时监控和实时调整，而不是对任何紊乱的渐进式纠正。这即为"预防胜于纠正"策略。将MICS与MiECC相结合的最终目标是，就血流动力学和代谢完整性而言，操作所有病例（低风险和高风险患者和复杂手术））都能像操作低风险病例一样舒适和有效。

"更生理"心脏手术的原则是：来自MICS的小手术创伤和MiECC带来的最低生理紊乱。关于后者，目前已经确定，MiECC通过在任何给定流量下达到高平均动脉压和保持全身血管阻力，达到生理性灌注，从而显著减少对血管活性药物的需求。在细胞水平上，与CCPB相比，其临床优势在于保持微循环的完整性。如前所述，心脏手术是一种"非生理"干预，不可避免地与微循环改变有关：因此，已经证明CPB将微循环的灌注量减少到基线的50%。相反，已经证明MiECC通过保存和增强微循环血流的恢复来优化灌注;这种效果主要归因于显著减少血液稀释和微循环低灌注，促进微循环流量的恢复。保存微循环完整性可以改善终端器官灌注，减少损伤，并解释了大多数MiECC临床收益的原因。

**MiECC 与cCPB 的对比**

在过去十年中，MiECC在临床实践中优于cCPB的优势已经通过大规模的随机研究和meta分析得到充分证实。 支持MiECTIS的积极结果的论文详细概述了其基于证据的临床实践建议，总结于表1。根据这一共识，MiECC的临床益处源于系统性炎症反应的降低和大脑微气栓的减少，最终导致终末器官保护的改善：术后心房颤动的发生率降低，肾脏和心肌功能的保护就证明了这一点。此外，一项包括来自24个随机对照试验的2700名患者的大型荟萃分析证明，与cCPB相比，行MiECC 的CABG患者存活率有所提高（0.5% 对 1.7%）：P=0.02）。这一发现在随后的大规模研究中得到了证实。Ried等人在倾向评分分析中，3，139名接受择期CABG的患者中，术后30天死亡率降低了（MiECC为0.8%，CCPB为2.7%，P<0.001）。此外，在一个大型meta分析中，包括22，778名接受CABG治疗的患者，Kowalewski等人证明，与CCPB和 OPCAB 相比，MIECC 显著降低了 30 天的全因死亡率（MIECC 为 1.20%，OPCAB 为 1.94%，而 CCPB为 2.59%）。概率分析后的治疗等级确立了MIECC的优越性，因此，很明显，MIECC不应仅仅代表一种共生技术，而应代表执行CABG的主导技术。表2总结了将MiECC与cCPB和OPCAB进行比较的一些主要的荟萃分析和随机研究的结果。在成本效益方面，来自四个不同国家精心设计的经济数据分析表明，MiECC在冠状动脉手术中被认为是主导技术（低成本，高成效）。此外，MIECC 与术后生活质量的提高相关。关于瓣膜手术，2016年WANG等人发表的包括1，011名患者的最大的meta分析显示，MiECC与ICU和总住院天数的显著减少有关。正在进行的大规模COMICS试验（ISRCTN92590475），这是一项国际性的、多中心的、随机、对照的平行分组研究，其预期结果将进一步阐明在冠心病和主动脉瓣手术中使用MiECC的临床效果。

|  |  |
| --- | --- |
| 推荐 | 证据水平 |
| I类  MiECC 系统可减少血液稀释，更好地保持血细胞比如，并减少术后出血和 RBC 输血需求 | A |
| MiECC 系统可降低术后心房颤动的发生率 | A |
| MiECC 系统保护肾脏功能 | A |
| MiECC 与改善心肌保护相关 | A |
| IIA 类  使用MiECC来减轻了由特定炎症标志物评估的炎症反应 | B |
| MiECC 系统可以减少脑气态 微栓塞 ，保护神经认知功能 | B |
| MiECC对终末器官功能（肺、肝、肠）具有亚临床保护作用，这与器官微血管灌注的增强恢复有关 | B |
| IIB 类  在MiECC 策略中，凝血酶生成减少肝素剂量以缩短ACT时间。当遵循这种策略时，应使用肝素剂量反应监测系统来确定个体肝素剂量 | B |
| MiECC似乎在降低CABG术后30天死亡率方面体现了生存优势 | B |
| 建议在MiECC手术的麻醉诱导和维持中将短效阿片类药物与异丙酚或挥发性麻醉剂联合使用，并通过改进的EEG进行麻醉深度监测，用于MiECC手术的麻醉诱导和维持。在围手术安全暂停期间，应与MiECC管理者沟通相关的TEE结果 | C |

表1 循证实践指南摘要

|  |
| --- |
| ACT，激活凝血时间;CABG，冠状动脉搭桥；ECG，脑电图; MiECC，微创体外循环，RBC，红细胞 |

表2 比较MIECC与CCPB和OPCAB的meta分析和随机研究摘要

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 作者 | 人数 | 输血 | 失血 | 中风 | 心肌保护 | AKI | 心律失常 | ICU停留及通气时间 | 死亡率 |
| MiECC对比cCPB的meta分析  Benedetto *et al.*, 2009 (43) | 1,051 | + |  |  |  |  |  |  |  |
| Biancari *et al.*, 2009 (44) | 1,161 |  | + | + |  |  |  |  | ± |
| Zagrillo *et al.*, 2010 (45) | 1,619 | + |  | + | + |  |  |  |  |
| Harling *et al.*, 2011 (46) | 2,355 | + | + | ± |  |  | + |  |  |
| Anastasiadis *et al.*, 2014 (39) | 2,770 | + | + |  | + | + | + | + | + |
| Kowalewski *et al.*, 2016 (41) | 12,929 |  |  | + | ± | + | + |  | + |
| MiECC 与OPCAB比较研究  Mazzei *et al.*, 2007 (47) | 300 | ± |  | ± | ± | ± | ± | ± | ± |
| Formica *et al.*, 2009 (48) | 60 | ± | ± |  |  |  | ± | ± | ± |
| Wittwer *et al.*, 2011 (49) | 76 | ± | ± | ± | ± |  | ± | ± | ± |
| van Bover *et al.*, 2013 (50) | 60 | ± |  |  | + |  |  | + |  |
| Wittwer *et al.*, 2013 (51) | 120 | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± |  |
| Formica *et al.*, 2013 (52) | 61 | ± | ± |  | ± |  | ± | ± |  |
| Kowalewski *et al.*, 2016  (network meta-analysis) (41) | 11,676 |  |  | +\* | +\* | +\* | +\* |  | +\* |

如前所述，随着纳入患者人数的增加，临床效益变得更加明显：死亡率是最终结局指标，这在大规模分析中日益明显。•，表示MiECC的益处;\*，表示经过概率分析的分级治疗的获益;±表示 MiECC 的益处未达到统计意义。AKI，急性肾损伤;ICU，重症监护病房; MiECC，微创体外循环：cCPB，传统体外循环；VENT， 通气。

关于基于MIECC的MICS的临床结果，Baumbach等人2016 年发表了最大的前瞻性随机研究报告结果，该研究将200名接受单独 MICS主动脉或二尖瓣手术的患者随机分为 MiECC或cCPB组。MiECC与减少血液稀释和炎症反应以及改善临床结果有关，这体现在较短的呼吸机辅助时间（7.7 ±8.4 对 9.3±12.9 小时;P=0.01）和ICU停留时间（1.2±1.2对2.2±3.8天;P=0.05）。Berretta等人最近报告了288名基于MiECC （n=102）与cCPB （n=186）上连续接受 MICS AVR 的患者的结果。MiECC 促进了超快恢复（60.8% 对 26.9%）：P<0.001），并且在术后出血率（0%对5.3%，P=0.03），输血需求（32.7%对44%，P=0.04）和术后房颤发生率（30.1%对44.1%，P=0.034）方面与改善临床结果有关。在一项包括40名患者规模较小的回顾性研究中，Starinieri等人报道称，与cCPB相比，接受基于MiECC行MICS AVR的患者术中失血量和输血需求减少。 同一团队最近公布了接受基于MiECC行TECAB治疗的342名患者的结果，其中289人进行了多根冠脉搭桥（20例）。他们报告说没有转为胸骨切开术，而再次手术、搭桥失败和30天死亡率的发生率分别为7.3%。1.5%和1.8%。考虑到最新的临床证据，有明确的初步数据表明，MICS与MiECC相结合是一种安全有效的策略，对进一步改善临床结果具有积极的影响。这种结合被认为是迈向"更生理化"心脏手术的一种策略。

**MiECC的循证临床优势**

与CCPB相比，MiECC的使用已纳入临床实践指南。根据欧洲心脏手术三方，即EACTS、EACTA和EBCP最近的联合指南(这是一项相当独特的成就，使建议更具可信度)：与标准的cCPB相比，推荐使用MiECC来提高ECC的生物相容性（推荐类别：IIA， 证据水平：B）：与标准的cCPB相比，推荐使用MiECC来减少失血和输血需求（推荐类别：IIA，证据等级：B）;推荐通过 结合MiECC的特点--如涂层、离心泵、心内吸引剪切力和使用封闭系统--以改进cCPB（推荐类别： IIA，证据水平：C）。EACTS/EACTA工作队整合了MiECC在限制血液稀释和维持红细胞比容，从而显著降低围手术输血率的作用。在同一背景下，心血管麻醉师协会在其最近发表的总结声明中强烈建议MiECC作为心脏手术的有效血液保护策略。一般来说，在提到最佳灌注和CPB的未来时，我们实际上指的是MiECC时代。因此，MiECC必须作为循证策略在整体心脏外科和MICS中实施。

**结论**

显然，MICS和 MiECC 是相互关联的，有着兄弟般的联系"缺一不可"。它们的目标都是通过整体（通过保存身体的生理机能）而不是单一方法（通过避免完全胸骨切开术或利用小切口）来尽量减少心脏外科创伤。这两种策略的临床优势在大型临床试验中都得到了很好的证实。

这种联合策略被描述为促进“生理学”心脏手术主要协会(ISMICS和MiECTiS)在过去几年所达成的共同目标。在2017年第一届MiECT更新会议上，ISMICS的当选主席Bob Kiaii博士在他具有里程碑意义的演讲中指出，技术使心脏团队明白，通过采用创新设备和新方法，可以而且必须做到什么：即MICS，MiECC和手术的改变。

毫无疑问，"探戈需要两个人"。 MiECC的集成可以将 MICS 从提供给选定患者的非全胸骨切开推进到"更生理化"的手术，这代表了经导管时代现代心脏手术的真实面貌。