

青委会国外医学通讯

(内部刊物)



(微创手术体外循环配合)

第三期

中国生物医学工程学会体外循环分会
Chinese Society of Extracorporeal Circulation

目 录

微创手术体外循环配合专题

微创心脏手术体外循环目标导向性管理… (1)

周成斌

广东省心血管病研究所, 广东省人民医院, 心外科

负压辅助静脉引流在机器人心脏外科手术体外循环中的应用… (8)

张涛, 王佳利, 李佳春

中国人民解放军总医院心血管外科

主动脉内阻断并不增加微创二尖瓣手术后的脑卒中风险… (11)

肖娟

第三军医大学附属新桥医院心外科

微小化体外循环 MECC (mini-extracorporeal circulation) … (15)

邢家林

北京安贞医院体外循环科

经右胸廓行二尖瓣微创手术的要点: 良好的暴露、稳定的体外循环以及有效的心脏保护… (21)

杨阳

西安西京医院

编辑: 周成斌 (广东省人民医院, 广东省心血管病研究所, 心外科, Email: zcbwww@163.com)

郭 震 (上海交通大学附属胸科医院体外循环室, Email: guozhen76@gmail.com)

目 录

微创手术体外循环配合专题

微创和经典心血管手术中血液保护指南解读

国际心胸微创学会（ISMICS）2011 版指南节选…（29）

荣健 易斌

中山大学附属第一医院体外循环科

微创心脏手术体外循环目标导向性管理

周成斌 广东省心血管病研究所，广东省人民医院，心外科

微创是心脏外科发展的方向之一。目前小切口、胸腔镜、机器人微创心脏手术已在国内很多单位开展。这些微创心脏手术中的心内操作与传统心脏手术的技法没有太大区别，但是在手术入路和手术视野的暴露上采用了与传统心脏手术完全不同的方法，并且每一位外科主刀对微创心脏手术的理解和操作习惯均存在不同，因此增加了微创心脏手术中体外循环管理难度。为保证患者的生命安全，配合微创心脏手术的开展，笔者单位在体外循环中采取目标导向性管理策略。目标导向性管理包括保障机体组织灌注、重要脏器保护以及“微创化”体外循环等管理目标。

一. 组织灌注

有效的组织灌注才能保障机体组织充分的供氧。

组织供氧量（ DO_2 ）计算公式如下：

$$DO_2 \approx \text{灌注流量} \times \text{血红蛋白含量} \times \text{动脉血氧饱和度} \times 1.36$$

其中灌注流量和血红蛋白含量是主要调节因素。而灌注流量与外周插管密切相关，血红蛋白含量与术前血红蛋白水平和体外循环预充量有关。有效的组织灌注至少保证 DO_2 大于 300 mL/min/m^2 。通过监测静脉氧饱和度和动脉血气乳酸值可以帮助判断组织供氧是否充分。

1.外周插管

微创心脏手术的操作空间较小，一般采用外周插管，避免干扰手术视野。外周插管的部位有颈动静脉、腋动脉、股动静脉等。传统正中开胸手术是直

视下插管，而外周插管可以采用经皮穿刺、半切开、完全切开等方法，插管大多数沿导引钢丝置入。为保证插管到位，需要超声技术引导。插管前经皮超声可以了解外周血管的位置、口径、有无畸形或动脉粥样斑块和钙化；插管过程中食道超声判断导引钢丝是否到大血管腔内，从而避免外周插管不到位的风险。

股动静脉是成人和大体重儿童（大于 30kg）微创心脏手术主要外周插管部位，股动脉插管口径一般在 16-20Fr（参考表 1），股静脉插管口径 17-25Fr（参考表 2）。笔者单位的外科医生喜欢更粗的股静脉插管，常用到 28Fr 股静脉插管（Edwards Life Science）。暴露股动静脉过程中不必过多的分离血管后壁和侧壁组织，保留组织可以减少周围的神经和小血管损伤；直接在血管前壁上缝荷包，采用 Seldinger 技术插入插管后用荷包线固定，不阻断血管。股动脉插管插入 5-6 cm，能够保留股深动脉的灌注，体外循环期间不必额外增加股动脉远端灌注插管。连接股动脉插管后，观察管道内压力是否和动脉压力接近，然后以 1-2 L/min 的流量灌注数秒钟，观察管道内的压力是否急剧增高超过压力设定值，如果仅适度升高，表明动脉灌注是安全的。

静脉插管是否采用二极管还是单极管应根据手术方式和外科医生习惯而定。为保证上腔静脉引流通畅，减少上腔静脉压高的风险，国内很多单位增加颈内静脉插管，保障静脉引流量，减少二极管在右房内干扰心内操作。目前国内尚无专门用于颈内静脉的插管，常使用股动脉插管替代，建议选用头端侧孔多的插管；穿刺血管后置入导引钢丝，用手术尖刀沿导引钢丝直接刺入皮肤、皮下和深筋膜，手术尖刀片最宽处的直径与插管直径接近，尽量避免反复切割，然后沿导丝置入插管；颈内静脉比较粗，可置入 16-20F 插管，沿插管周边缝一荷包，每一针要带少许深筋膜，即可以固定插管，也可以在拔管后打结，利用周围组织压迫穿刺口。颈内静脉置管后连接到储血罐，管道内保留肝素盐水，防止血栓形成。单极股静脉插管深度一般在 35cm 左右，插管前端不超过下腔静脉右房入口。二级股静脉插管的前端需要在食道超声

指导下到达上腔静脉。如果是颈内静脉和股静脉插管引流，在体外循环开始转流时，开启负压辅助引流装置，先引流颈内静脉血液，再引流股静脉血液。

2.负压辅助静脉引流（VAVD）的使用

为保障外周插管建立的体外循环引流通畅，通常会采用 VAVD 技术辅助静脉引流。VAVD 技术要求储血罐密闭可靠，有压力保护和监测装置，避免过度负压和正压。目前国外一些 VAVD 装置在国内没有注册，可以使用负压吸引的调控装置进行替代。笔者单位选择最小调节刻度在 5 mmHg 的负压吸引装置。在 VAVD 的管路上常有一个水蒸气收集器，避免水蒸气进入储血罐或 VAVD 装置中。在 VAVD 使用过程中，静脉引流的负压是 VAVD 给予的负压和重力落差产生的负压之和。当膜式氧合器放置在较低位置时，VAVD 负压可以比较小。当静脉插管不到位或容量不足引起的引流不畅时，增加 VAVD 负压的作用并不显著。VAVD 常规压力范围并不统一，笔者认为负压在 -50 mm Hg 以内可以接受。如果负压调节过大，长时间转流容易造成红细胞破坏。

3.调节灌注流量的措施

外周体外循环的灌注阻力往往偏高，需要监测管道内的压力，适当调节灌注流量。对于大体重患者，常因管道内压力过高，灌注流量低于常规体外循环的灌注流量（2.0-2.2 L/m²/min 或 60-80 ml/kg/min）。为保证组织灌注，笔者单位将压力监测控制在 250 mmHg 以下（监测管道内压力的部位在微栓过滤器的侧孔上）。为避免转机开始时低温预充液对外周血管的刺激；在转流前将预充液保温；管道内压力过高时，适当应用扩血管药物。如果压力仍很高，需要和外科、麻醉沟通，重新评估插管部位，检查体外循环管路。对于大体重患者，管道内压力过高，灌注流量仍显不足时，建议转正中开胸手术。

二. 脏器保护

1. 心肌保护

微创心脏手术的心肌保护方法同正中开胸手术的心肌保护类似。采用心肌停搏液灌注主动脉根部，灌注针需要加长型，心内吸引管经肋间放入心包腔。国外报道，经股动脉插入三腔气囊导管至升动脉，一腔充气后阻断升主动脉，另外两腔灌注心肌保护液和监测灌注压力。该方法尚未在国内开展。从实用主义角度出发，主动脉根部插针灌注简便易行。

对于某些右心系统的手术，有些外科医生喜欢不停跳下操作，心肌没有明显缺血过程。但是右房开放，影响 VAVD 效果，灌注流量不理想；气血混合，更容易产生微气栓，破坏红细胞，同样对心肌保护不利。因此，体外循环管理中应将人工膜肺放置较低位置，主要利用重力引流；增加心内吸引速度；控制温度和心率，不主动降温，保持缓慢的心率；胸腔内吹入二氧化碳，避免心腔内残存空气；调节动脉灌注压力在 60 mmHg 以上，防止主动脉瓣开放。

2. 肺保护

微创心脏手术过程中采用双腔气管插管，腔镜和操作器械大多经右胸腔操作，右肺长时间萎陷，心内操作完成，右肺复张产生的剪切力对肺内上皮细胞具有一定的影响。对于肺功能储备功能好的患者，其左肺能够代偿右肺暂时性功能低下，但是肺功能储备功能不足的患者，存在术后氧合不足的风险。体外循环期间需要控制好红细胞压积和液体量，可使用药物保护措施，如皮质激素、山莨菪碱等。

3. 脑保护

经外周股动脉插管，逆行灌注，冲刷动脉血管壁。有文献显示逆行灌注可产生神经系统并发症，尤其对于合并血管病变的老年人，神经系统并发症的发生率更高。目前接受微创心脏手术的患者群体以中青年为主，笔者单位没有发现明显的神经并发症，曾开展过微创体外循环经皮脑氧饱和度的观察，逆行灌注下脑氧饱和度的变化与正中开胸插管的变化没有显著差异。推测逆行灌注产生的神经系统并发症与血流的灌注部位、方向无关，可能与动脉斑块的脱落以及体外循环的微小栓子有关。因此，插管前需要用超声评估插管部位的血管情况，体外循环装置中安装动脉微栓过滤器。

三. “微创化”体外循环技术

无论常规开胸手术和微创心脏手术，体外循环“微创化”管理是发展的大趋势。使用 VAVD 技术，微创心脏手术的体外循环管路可以选择小口径的管道（参考表 3），缩短管路长度，减少预充量，在血流动力学稳定的情况下，采用自体血液逆行预充将进一步减少预充量。不论常规超滤还是改良超滤都有利于患者体内多余水分的滤出，减少血液稀释，提高体外循环转流期间的组织供氧能力。一些控制炎症反应、保护血液成分的药物和措施有利于减少体外循环的不良作用，提高体外循环的安全性，值得在微创心脏外科手术中的应用和推广。

小结

微创心脏手术的体外循环管理与常规体外循环管理比较类似，主要区别在于插管部位的不同，由此产生了引流和灌注流量不足的风险。通过目标导向性管理有利于解决外周插管产生的体外循环问题，更好的配合心脏手术，使心脏手术更加微创。

表 1.股动脉插管及灌注流量

BSA	Size	Maximum Flow (L/min)	Model	Manufacturer
$\leq 1.3\text{m}^2$	15Fr	2.5	Bio-Medicus	Medtronic
$\leq 1.3\text{m}^2$	16Fr	3.2	Fem-Flex	Edwards Life Science
$1.3\text{m}^2 \sim 1.7\text{m}^2$	17Fr	4.0	Bio-Medicus	Medtronic
$1.3\text{m}^2 \sim 1.9\text{m}^2$	18Fr	4.6	Fem-Flex	Edwards Life Science
$1.9\text{m}^2 \sim 2.2\text{m}^2$	19Fr	5.3	Bio-Medicus	Medtronic
$> 1.9\text{m}^2$	20Fr	6.0	Fem-Flex	Edwards Life Science
$> 2.2\text{m}^2$	21Fr	6.0	Bio-Medicus	Medtronic

表 2.股静脉插管及引流流量

Size	Augmented Maximum Flow (L/min)	Model	Manufacturer
17Fr	2.6	Bio-Medicus one piece	Medtronic
19Fr	3.5	Bio-Medicus one piece	Medtronic
19Fr	3.8	Bio-Medicus Multistage	Medtronic
21Fr	4.0	Bio-Medicus one piece	Medtronic
21Fr	4.5	Bio-Medicus Multistage	Medtronic
22Fr	4.6	Remote Access Perfusion (RAP)	Sorin
25Fr	5.2	Bio-Medicus Multistage	Medtronic
23/25Fr	5.2	RAP	Sorin

表 3.VAVD 辅助下不同管径的流量

直径 (inch)	直径 (mm)	动脉管道灌注最大流量 (L/min)	静脉管道引流最大流量 (L/min)	静脉 VAVD 辅助最大引流流量 (L/min)
3/16	4.76	1.0	0.7	1.4
1/4	6.35	2.0	1.5	3.0
3/8	9.53	7.0	4.0	8.0
1/2	12.7	——	8.0	——

参考文献

1. Kiaii B, Bainbridge D, Fernandes P. Surgical, Anesthetic, Perfusion-Related Advances in Minimal Access Surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2007; 11(4): 282-287.
2. Shann K, Melnitchouk S. Advances in Perfusion Techniques: Minimally Invasive Procedures. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2014; 18(2): 146-152.
3. de Jong A, Popa BA, Stelian E, et al. Perfusion techniques for minimally invasive valve procedures. *Perfusion*. 2015; 30(4): 270-276.
4. Lei Q, Zeng QS, Zhang XS, et al. Superior vena cava drainage during thoracoscopic cardiac surgery: Bilateral internal jugular vein sheaths versus one percutaneous superior vena cava cannula. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2014,28(4): 914-918.
5. Yaffee DW, Galloway AC, Grossi EA. Editorial analysis: impact of perfusion strategy on stroke risk for minimally invasive cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012, 41:1223-1224.
6. Ito T. Minimally invasive mitral valve surgery through right mini-thoracotomy: recommendations for good exposure, stable cardiopulmonary bypass, and secure myocardial protection. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2015; 63(7): 371-8.
7. 刘健, 张晓慎, 郭惠明, 等。完全胸腔镜再次三尖瓣置换手术 1 例。中华胸心血管外科杂志, 2014,30 (6) :379。
8. 张力, 罗智超, 钟执文, 等。全胸腔镜心脏手术中体外循环管理。中国体外循环杂志, 2015; 13 (1): 47-49。

负压辅助静脉引流在机器人心脏外科手术体外循环中的应用

张涛, 王佳利, 李佳春 中国人民解放军总医院心血管外科

自 1953 年体外循环技术成功用于临床以来, 常规的灌注方法均采用重力方式将静脉血引流到氧合器储血室, 然后再将氧合血泵入到主动脉, 维持全身组织器官的灌注。这种传统的虹吸或被动性静脉引流 (Passive venous drainage, PVD) 方式需要适当口径的静脉插管, 同时需要维持病人手术床与静脉储血器之间适当高度的落差。

随着心脏外科各种微创术式的开展, 体外循环建立方式也发生了改变, 微创手术多采用外周血管 (股静脉) 插管进行静脉引流。由于股静脉插管口径明显的变细, 且插管较长, 单纯依靠重力方式会限制静脉血引流量, 影响动脉灌注流量。为了保证充分的静脉血引流, 满足微创手术对清晰术野的要求, 人们开始采用主动性静脉引流 (Active venous drainage, AVD) 技术。

AVD 分为动力辅助静脉引流 (Kinetic-assist venous drainage, KAVD) 和负压辅助静脉引流 (Vacuum-assist venous drainage, VAVD) 两种。KAVD 是在静脉引流管路上加装离心泵头, 通过离心泵吸引产生负压增加静脉引流。一般离心泵转速在 1000~1200 r/min 时, 静脉端产生 -50~-80 mmHg 的负压, 静脉引流量可增加 20-40%。但这种方法有许多缺陷, 需要增加一个离心泵头的费用, 操作复杂, 一旦静脉内进气, 离心泵有可能会停止运转, 阻碍静脉引流。VAVD 是将一个可调节的负压加到密闭的膜肺静脉储血室上, 通过控制适度的负压达到充分引流静脉血。VAVD 连接方法简单, 成本低, 安全易操作。我科在机器人心脏外科手术体外循环中常规应用 VAVD, 取得了较为满意的效果, 介绍如下。

1. VAVD 的连接：常规应用 Maquet 负压辅助静脉引流系统（图 1），该系统包括二个连接端口：输入端口与负压源相连接、输出端口与氧合器储血室上的排气口连接（图 2）。



图 1. Maquet 负压辅助静脉引流系统

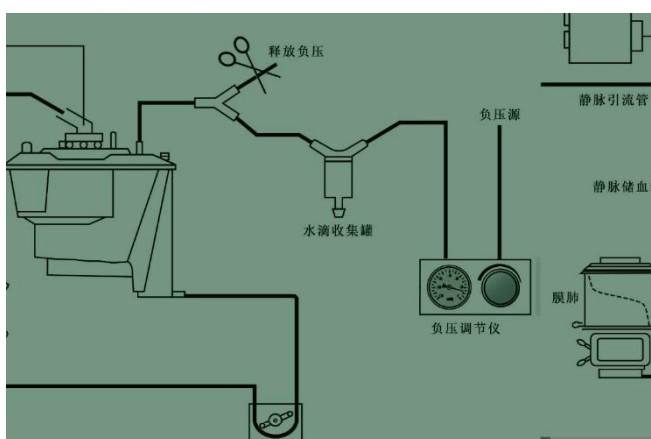


图 2. VAVD 连接示意图

2. VAVD 的使用：体外循环转流开始后，首先采用重力引流方式，之后关闭氧合器储血室上的所有排气出口，使之成为密闭状态，打开 VAVD 开关，调节 VAVD 上的压力控制旋钮，即可在氧合器储血室中形成相应的负压。

使用 VAVD 时需要控制多大的负压，没有统一的标准。一般认为负压在 -35~-55 mmHg 可满足流量 $2.4 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 以上。在微创手术中使用 VAVD 时，需要控制适度的负压，负压超过 -70 mmHg 时非但不再增加引流量，反而会因为静脉插管周围的右心房萎陷而发生震荡现象，使静脉血回流减少，同时也可能增加血液破坏。我们认为在机器人心脏手术 CPB 转流中，-40 mmHg 的负压较为理想，此时即使是采用较小的静脉插管，通常也能获得较为满意的静脉引流

3. 注意事项：

（1） 体外循环转流中如果使用 VAVD 后静脉引流仍不理想，多数情况是静脉插管的位置不佳，需要仔细调整静脉插管的位置即可解决，而不宜再盲

目加大负压；

(2) 氧合器静脉储血室上必须有正、负压安全阀，防止负压过大或正压形成造成的危险；

(3) 氧合器静脉储血室与负压调节控制装置之间的连接管路，要加装一个水蒸气冷却储水器，防止水蒸气进入负压调节仪；“Y”形接头与储血器之间的管路连接采用无菌操作，“Y”形接头应当低于与之连接的无菌管路，防止管路中冷却的水滴倒流进入储血室；

(4) 静脉储血室内的负压会影响所有与之连接的液体管路，输液时负压会加快液体速度，需要密切关注；

(5) 动脉供血泵应尽可能选择具有阻闭功能的滚压泵。如果使用离心泵作为动脉供血泵，要充分考虑到氧合器储血室内的负压对非阻闭性血泵的影响，操作不当时会造成动脉血逆流回到氧合器；

(6) 左房入路手术（如二尖瓣手术）心内操作基本结束后，需要排除左心系统内气体，在关闭左心房时，可暂时去除负压以增加心内回血量，以有利于心腔内气体的排出；

(7) 应用 VAVD 时可能会出现溶血，而且动脉血中可能混有不易探测到的空气微栓，必须引起足够重视。有国外文献推荐在使用 VAVD 时，同时于静脉和动脉端使用气体栓子监测装置。但文献也同时指出，尽管有一定风险，但只要适当注意细节，VAVD 并不会增加气体栓塞和神经系统并发症的发生率。在我科的实际应用中，并未发现与 VAVD 相关的气体栓塞和神经系统并发症发生。

参考文献（略）

主动脉内阻断并不增加微创二尖瓣手术后的脑卒中风险

肖娟 第三军医大学附属新桥医院心外科

背景:

自从上世纪 90 年代微创二尖瓣手术(MIMVS)出现以来,外科医师使用了多种方法来阻断主动脉,其中主动脉内球囊阻断和主动脉外阻断钳阻断是最为常见的方法。最近,有研究表明,主动脉内球囊阻断的方法可能增加患者术后出现脑卒中的比例,国际微创心脏外科委员会也在专家共识中提出,微创二尖瓣手术可能会增加患者术后出现脑卒中的比例,但目前这一结论并未得到前瞻性研究的证实。本项欧洲多中心的回顾性研究的目的是观察主动脉内球囊阻断在微创二尖瓣手术围术期的安全性和近期结果,并与文献的结果进行了比较。

材料和方法:

研究人群: 研究者选择了 10 个应用主动脉内球囊(Edwards life sciences)进行微创二尖瓣手术超过 100 例的欧洲心脏中心,每个中心选取最近连续 50 例病例,共计 500 例。选择主动脉内球囊阻断技术的主要原因在于,不需增加阻断钳的孔道,直接进行主动脉内停搏液灌注,避免在升主动脉行荷包缝合。MIMVS 手术指二尖瓣成形或二尖瓣置换手术,也包括了同期进行房颤和三尖瓣手术以及再次手术的病例。排除标准包括:髂血管条件差无法置入球囊,2 级以上的主动脉瓣返流,升主动脉直径大于 40mm,右肺叶切除术后,广泛胸腔粘连等。部分中心未排除急诊手术。

手术技术: 所有病例均行右侧胸廓小切口,外周动静脉插管,主动脉内球囊阻断(EndoClamp 或 IntraClude)。5 个中心常规使用双静脉插管(颈静脉和股静脉),其余的中心在行单纯二尖瓣手术时使用单静脉插管,合并三尖瓣手术时使用双静脉插管。所有中心均采用术中经食道超声监测,术中均采用

间断顺行灌注冷晶体或冷血停搏液使心脏停跳，在右房手术时阻断上下腔静脉。6个中心同期行房颤消融术，其中2个中心同时行左心耳的内口缝闭。

数据收集：主要的临床结果时间包括体外循环时间，阻断时间，手术类型和转为开胸手术等围术期事件。研究者还收集了住院期间和术后30天内的死亡率和主要并发症（如脑卒中，再次手术止血，呼吸衰竭，严重感染等）发生率，以及术前和术后30天内的心脏超声数据。所有的中心均采用基于胸外科医师学会评分的共同标准来定义并发症。

结果：

500例病例中有53例（10.6%）为再次手术患者，有126例同期进行了房颤消融术或三尖瓣手术（25.4%）。有10例（2.0%）病例在术中改变了主动脉阻断方式，其中8例改为直接阻断钳阻断，2例在室颤下完成手术。有3例（0.6%）病例术中转为开胸手术，其中1例为二尖瓣成形效果欠佳改为开胸二尖瓣置换，另1例为二尖瓣置换后脱离体外循环出现心肌缺血，继而开胸行冠状动脉旁路移植，第3例病例转为开胸的原因不清。

表1 主要术后结果

30天结果	MIMVS (500例)
死亡率	7/500 (1.4%)
发生率	
主动脉夹层	0
再次开胸止血	24/500 (4.8%)
术后输血	59/500 (31.8%)
深静脉血栓	0
短暂性脑缺血发作	3/500 (0.6%)
永久性卒中	4/500 (0.8%)
肾衰竭	13/500 (2.6%)
腹股沟淋巴囊肿	7/500 (1.4%)
心肌梗塞	5/500 (1%)

术后 30 天临床结果如表 1 所示，死亡率为 1.4%，无主动脉夹层发生，术后出血再次手术的比例为 4.8%。4 例（0.8%）患者出现大卒中（改良 Rankin 量表 $MRS \geq 2$ ），3 例（0.6%）患者出现短暂性脑缺血发作，故神经系统并发症发生率为 1.4%。肾衰竭发生率为 2.6%，心梗发生率为 1.0%。心脏超声结果显示，患者术后二尖瓣和三尖瓣功能明显改善。

研究者将以上结果与文献报道的小切口或开胸的单纯二尖瓣手术结果进行了比较。文献报道的二尖瓣手术的死亡率范围介于 0.2%（选择性二尖瓣成形术）到 11.6%（二尖瓣置换术）之间，而包括再次手术病例在内的本组研究中死亡率为 1.4%。文献报道的大卒中发生率范围介于 0.6%到 4.4%，而本组病例中大卒中发生率为 0.8%。

讨论：

胸外科医师学会的数据显示，2008 年仅有 20.1%的单纯二尖瓣手术采用了微创技术，说明尽管 MIMVS 已有近 20 年的历史，其在临床的应用仍不够普遍，原因可能是多方面的：例如外科医师需要额外的特殊训练，术中需要使用特殊的灌注插管，特殊的外科器械以及图像系统等。此外，2011 年国际微创心脏外科委员会在专家共识中指出，MIMVS 虽然降低了患者术后 ICU 停留时间和住院时间、机械通气时间、输血率和房颤发生率，但也同时延长了手术时间，提高了脑卒中、主动脉夹层、膈神经损伤和腹股沟感染的发生率。

本研究选择了 10 家常规行 MIMVS 的心脏外科中心，将其近期进行的 MIMVS 病例结果与文献进行了比较，发现本组病例无论是死亡率还是脑卒中的发生率均低于文献结果，且无主动脉夹层发生，这些结果与 2011 年的专家共识正好相反。究其原因可能与这些中心的 MIMVS 经验丰富，甚至将 MIMVS 作为二尖瓣手术的常规方法有关。通常认为 MIMVS 的学习曲线在 35~75 例，本组 10 家中心在本组病例前均完成了超过 50 例的 MIMVS 手术，因此可排除

学习曲线对结论的影响。除此之外，本组采用的主动脉内球囊种类可能也影响了研究结论，之前文献中 MIMVS 多使用 Endoclamp 来实现主动脉内球囊阻断，而本组使用的球囊包括 Endoclamp 和 IntraClude 两种，IntraClude 更好的操作性可能有利于患者的预后。

结论：

本组研究尽管包含再次手术和合并其他手术的病例，患者术后死亡率和脑卒中发生率仍低于文献报道，说明在熟练掌握操作技术后，经主动脉内球囊阻断主动脉行 MIMVS 是一种安全有效的方法。

参考文献

1. Casselman F, Aramendi J, Bentala M, et al. Endoaortic Clamping Does Not Increase the Risk of Stroke in Minimal Access Mitral Valve Surgery: A Multicenter Experience. Ann Thorac Surg. 2015 Oct; 100(4):1334-9.

微小化体外循环 MECC (mini-extracorporeal circulation)

形家林 北京安贞医院体外循环科

白 1953 年 Gibbon 首次将人工心肺支持技术成功应用于心脏直视手术以来, 技术和设备都得到明显提升, 但是, 传统体外循环 (conventional extracorporeal circulation, CECC) 诱发的全身炎症反应、凝血障碍、气体或微粒栓塞、神经系统功能障碍、器官功能衰竭等问题越来越引起人们的重视。为了改善 CECC 的缺陷, 降低 CECC 相关并发症的发生率, 1996 年“微小化体外循环 (minimal extracorporeal circulation, MECC)”, 也称为“迷你”体外循环的概念被提出, 并逐渐应用于临床实践中。

1. 什么是 MECC

MECC 系统是一个全新概念的体外循环技术, 最初为 CABG、主动脉瓣置换、动脉瘤手术等设计。MECC 由微型的体外循环管路组成, 与 CECC 相比, MECC 有一些明显的不同之处, 以达到减轻 CECC 诱发的全身炎症反应、减少预充量和血液成分破坏、提高脏器保护效果的目的。MECC 已成功的应用于 CABG 和 AVR。

2. MECC 的组成(Quadrox; Jostra AG, Hirrlingen, Germany)

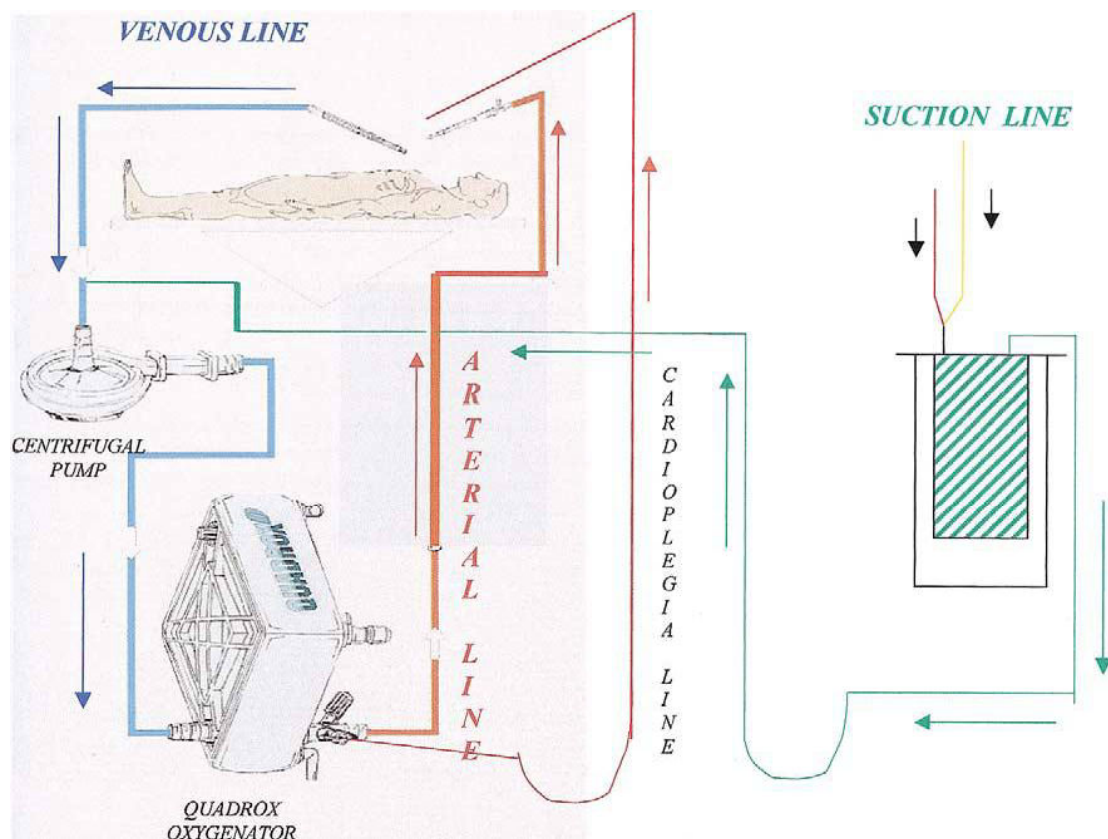
- (1) Rotaflow 离心泵系统: 面积为 0.019 m^2 , 预充量为 32mL, 可允许最大流量为 9L/min。
- (2) Quadrox 渗透膜式氧合器: 致密的中空纤维膜可有效地阻止气泡的形成和血浆渗漏, 可承受流量为 0.5-7L/min, 气体交换面积达 2.4 m^2 , 有高效的热交换能力, 预充量为 250mL。
- (3) Quart 动脉过滤器: 创新三相真空除气设计, 表面积 0.057, 预充量为

180mL。

(4) VBT16 静脉祛泡器：膜表面积：35.5 c m²，预充量：160ml。

(5) 插管：与 CECC 一样仍采用普通类型。

(6) Bioline 肝素涂层管道。



MECC 示意图

3. MECC 与 CECC 的不同点

与 CECC 相比，MECC 有一些明显的不同之处。

(1) 由于去除了静脉储血罐，MECC 是一个完全密闭的系统。病人本身就是储血罐，静脉回流量即心输出量，术中应严密监测血管张力。MECC 一定要避免静脉插管进气。

(2) 尽管管路直径相同，MECC 长度(80cm)近乎是 CECC (150cm) 的一半，因此预充量不同，MECC 可维持术中较高 HCT，较少的围术期血制品

输注。

(3) 由于肝素涂层管道, 在转机前肝素使用量方面, MECC (150–200 IU/kg)比 CECC (300 IU/kg)有所减少。

(4) MECC 不包括外吸引装置。然而, 随着 cell-saver 及其他外吸引方式的引入, MECC 的外吸引功能已被扩展。

(5) MECC 通过减少气血接触面积、缩短人工管路的长度、增加生物相容性物质来减少系统性炎症反应 (SIRS)。此外, MECC 使用离心泵, 有可能减少血液破坏, 减少炎性反应。

(6) MECC 过程中持续有部分静脉血回流入右心—肺循环系统而要求术中持续给予低潮气量低频率麻醉机通气, 这可能有助于避免 CECC 时停止机械通气导致的肺泡萎陷, 有可能减少术后低氧血症的发生。

4. MECC 与 CECC 的临床比较

(1) 并发症发生率

总体来说, MECC 同 CECC 术后并发症发生率相同。然而, 有报道称在机械通气时间、ICU 时间、升压药用量、中风发生率、低心排、呼吸功能不全等方面, MECC 均优于 CECC。此外, van Boven 等报道, 开放升主动脉阻断钳后, MECC 组氧化应激反应较弱, CC-16 (肺泡损伤标志物) 水平较低。CECC 下行 CABG 的患者由炎症反应导致房颤的发生率为 30%。Immer 和 Stalder 报道的心脏术后房颤发生率, MECC 组为 11–11.6%, CECC 组为 39–39.4% ($p < 0.001$), 而 Remadi 报道两组无显著性差异 (34% vs. 28%, $p = ns$)。Koivisto 在研究 236 例高风险病人时报道, CECC 组有更高的不良事件发生率 (20.4% vs. 13.5%, $p = 0.18$)。

(2) 出血及输血

由于低预充量及温血停跳液的使用, MECC 组的血液输注量仅为 CECC 组的 1/3, 缺血、凝血、出血紊乱发生率较低。据 Remadi 报道, MECC 组术

中输血率为 6.0%，而 CECC 为 12.8% ($p < 0.001$)。Stalder 报道两组中红细胞输注量分别为 0.27U 和 2.79U。Immer 的研究中，9.3% 的 MECC 组患者需要输注血制品，而 CECC 组为 31.9%。Aal 报道，MECC 组不仅有较低的血制品输注率 (1.47 ± 1.13 U 红细胞 vs. 2.05 ± 1.19 U 红细胞, 2.5 ± 1.62 U 新鲜冰冻血浆 vs. 3.55 ± 2.58 U 新鲜冰冻血浆, and 1.95 ± 2.95 U 血小板 vs. 3.23 ± 2.85 U 血小板)，而且有更低的术后出血率 (531.62 ± 220.1 ml vs. 729 ± 294.9 ml 术后引流量)。Sakwa 及其同事在 199 例 CABG 患者研究中报道，MECC 组有较低的血液稀释度、血小板消耗量、胸腔引流量、术后血液损失量及血液输注量。CABG+AVR 术中，MECC 组在术后血红蛋白及血液输注量方面同样优于 CECC 组。Koivisto 证实，就高危病人而言，两组在术后出血及血制品输注方面结果相同，CECC 有更高的二次开胸止血发生 (4.8% vs. 1.1%)。

(3) 炎症反应

鉴于导致的炎性反应，CPB 是术后脏器功能衰竭的一个独立危险因素。为减少炎性反应，最近几年，体外循环管路采用生物涂层技术，肝素涂层使用最为广泛。由于管道更短、涂层物质生物相容性更好，MECC 可以减少血液同人工物质的反应，限制 SIRS 及其并发症。此外，MECC 使用离心泵，可减少血液破坏，减少炎性反应。

MECC 组的 C-反应蛋白 (CRP)、白细胞、细胞因子更低。Remadi 在一个 400 例患者的研究中报道，MECC 组在术后 24 及 48 小时内 CRP 明显低于 CECC 组。Fromes 在研究中称，由于血液稀释度较大，CECC 组较 MECC 组单核细胞减少更多 ($p = 0.002$)，炎性反应更弱。Fromes 证实，MECC 组 IL-6 及 TNF- α 升高水平明显低于 CECC 组。Immer 在一个 60 人 CABG 研究中称，MECC 组术后 IL-6 和 SC5b-9 水平明显低于 CECC 组。Ohata's 的研究报道，MECC 组术后当天 IL-8 水平低于 CECC 组。有两个研究比较了 MECC 组及 CECC 组术后血清中性粒细胞弹性蛋白酶水平，发现 MECC 组更低。

(4) 心肌保护

根据文献, MECC 组预示心肌损伤的心肌酶的水平较 CECC 组更低。Immer 在一个 1257 例患者的研究中(MECC: $n = 931$; CECC: $n = 326$)观察到 MECC 组在 CABG 术后 6、12、24 小时 TNI 水平更低。Stalder 也出了同样的结论。Skrabal 在一个类似的 60 个病人的研究中发现 MECC 组术后 TNT、K-MB 水平更低。Beghi 认为, MECC 优于 CECC, 因为前者心排出量更高, 肺血管阻力更低。Koivisto 认为, 就高风险病人而言, CECC 组的中风发生率高于 MECC 组(5.4% vs. 0.0%)。因此, 在心脏术后心肌保护方面, MECC 优于 CECC。

(5) 神经系统功能障碍

CPB 过程中, 由于气栓、微栓等进入动脉循环的原因, 常会发生可逆或不可逆的神经系统功能障碍。Lilly 报道听觉障碍发生率达 79%。术后, 患者会出现许多症状从迷茫到局部神经障碍和精神症状。Stalder 报道两组中风发生率并未有显著性差异。Remadi 在 400 例病例研究中发现神经系统并发症 MECC 组明显低于 CECC 组(1 vs. 7, $p = <0.01$)。

(6) 死亡率

最近报道, MECC 下行 CABG 患者的 30 天死亡率是 2.3% (1.1–13%), 明显高于 CECC。术中及住院死亡率在两者间无明显差别。一个 236 例(euroscore 评分 ≥ 6 ,) 高风险患者的研究中, MECC 的住院死亡率(4.8%)明显高于 CECC (3.4%) ($p = 0.75$)。

总结

与 CECC 相比, 尽管 MECC 仍存在风险, 但是它可以限制 SIRS, 减少术后相关并发症, 是安全、可靠的。因为人工材料面积更小, 内皮细胞损伤、粒细胞隔离及激活更少。此外, 缩短的管路可减少血液稀释及血液丢失, 从而减少血及血制品输注。可以更好的保护终末器官及减少发病率。MECC 可

以作为一个有前景的 CECC 的替代品，但它还不是体外循环技术的终点，随着时间的推移和技术的发展，MECC 系统将不断被优化，更多的病人将从中获益。

参考文献

1. Baikoussis NG, Papakonstantinou NA, Apostolakis E. The “benefits” of the mini-extracorporeal circulation in the minimal invasive cardiac surgery era. J Cardiol. 2014; 63(6): 391-6.
2. Anastasiadis K, Fragoulakis V, Antonitsis P, et al. Coronary artery bypass grafting with minimal versus conventional extracorporeal circulation: an economic analysis. Int J Cardiol. 2013; 168(6): 5336-43.
3. El-Essawi A, Hajek T, Skorpil J, A et al. A prospective randomized multicenter clinical comparison of a minimized perfusion circuit versus conventional cardiopulmonary bypass. Eur J Cardiothorac Surg. 2010; 38(1): 91-7.
4. Remadi JP, Marticho P, Butoi I, et al. Clinical Experience With the Mini-Extracorporeal Circulation System: An Evolution or a Revolution? Ann Thorac Surg. 2004; 77(6): 2172-5

经右胸廓行二尖瓣微创手术的要点：良好的暴露、稳定的体外循环以及有效的心脏保护

杨阳 西安西京医院体外循环科

经右胸廓行二尖瓣微创手术的最主要优点是术后外型美观，同时也具有辅助呼吸时间短、住院时间短和输血量少等其他优点，术后死亡率、二次手术风险及心肌梗死等一些指标较传统正中胸骨切开术差别不大。但微创手术本身对技术要求较高，其中稳定的体外循环技术、有效的心脏保护及二尖瓣的良好暴露是避免微创手术后严重并发症的关键。本研究基于实践进展讨论二尖瓣微创手术体外循环的细节和技巧。

一.术前检查

1, 超声心动图

微创心脏手术的每一步都非常耗时，因此术前详细评估病灶类型及定位、周密计划好修复过程并能够在术中果断执行就显得尤为重要，其中经食管超声心动图尤其是三维图像对术前计划有极大帮助。

2, 计算机断层扫描（computed tomography, CT）

对于年轻患者，应采取由颈部至腹股沟的简易 CT 检查；对于老年患者，则应行对比增强 CT 检查以详细评估冠状动脉及动脉粥样硬化情况。检查中有以下几点值得我们注意：导管法冠脉造影仅适用于多层螺旋 CT 增强检查；怀疑有严重冠脉粥样硬化患者、伴有外周动脉粥样硬化或者升主动脉钙化的患者不适用于微创心脏手术；漏斗胸以及脊柱侧凸导致的心脏定位异常通常不适用于微创心脏手术；血管骨骼肌系统的同步三维影像可为手术径路提供信

息，但在麻醉状态下心脏有时会向头端偏移；胸廓畸形可导致二尖瓣暴露不良；在左心房水平，椎骨与胸骨的间距应不小于 8 厘米以获得良好手术视野。

二. 患者体位

患者保持左侧卧位（以脊柱方向为轴旋转约 30° ），并在右胸下置一枕头。右上臂可向后放于胸旁，或向前弯置于胸前。前者多用于二尖瓣微创手术和右颈内静脉置管，但不常用于右胸廓切开术；后者是传统的胸外科体位方式，也在二尖瓣微创术中采用，在此情况下，患者胸大肌内缘前移，使右腋窝附近的肋间易于进入。术前在脊柱自然状态下标记胸骨正中切口以防紧急情况。

三. 手术切口

1. 手术切口

男性患者通常沿第四肋间隙切开皮肤，而女性患者的皮肤切口则多沿乳房下皱襞。具体操作中有以下几点值得注意：因乳房下皱襞有时在患者仰卧位时表现不明显，故患者应于术前坐姿时标记；右前臂前置体位尤其适合女性患者，因为在此体位下胸部皮肤和胸大肌前移，乳房下皱襞更靠近胸廓切开部位；在微创直视手术中，肋间隙要求分开得足够宽，以避免肋骨牵开器撑开肋骨时引起肋骨破裂，但在胸腔镜微创术中，其肋间隙的分离仅比皮肤切口长 1-2 厘米左右即可。

2. 辅助切口

辅助切口的数量应尽可能降至最少。辅助通道使微创手术难度降低，但同时增加了出血风险。此外，如果术中为减少主切口内置管数量而造成大量辅助切口，那么微创手术外型美观这一优点将大打折扣。直视下的微创手术至少需要一个主切口和一个辅助切口，后者是为了置入胸腔镜及术后的引流

管。

3. 胸腔镜微创心脏手术的皮肤切口

在胸腔镜微创心脏手术中，瓣膜修复术的最小皮肤主切口为 3 厘米。术中肋骨牵开器的使用是不必要的，仅需放置一个伤口保护套（Alexis Wound Protector; Applied Medical, Rancho Santa Margarita, CA, USA），但作两处辅助切口是必要的。其一是在第五肋间隙用于放置胸腔镜，另一个是在第三肋间隙放入操作器械（图 1）。胸腔镜操作助手应位于术者右侧，主刀持操作器械从主切口和第三间隙切口进入患者胸腔内。

四，体外循环置管

1. 动脉置管

右股动脉常被用于进行外周动脉置管，须在右腹股沟做一 2-3 厘米的切口，仅暴露股动脉前壁，行荷包缝合并用 Seldinger 法插入动脉插管。为避免动脉痉挛，年轻患者大多不需结扎股动脉；为避免髂动脉损伤，髂动脉畸形的老年患者推荐使用柔软的亲水性导丝（Terumo, Tokyo, Japan），因为髂动脉上的小损伤在灌流后将有可能引起逆行性主动脉分离的发生。

2. 静脉置管

静脉置管仅需暴露右股静脉前壁，并作荷包缝合。单个静脉置管即可满足全流量的体外循环需要。经食管超声心动图显示食管中段右方及上下腔静脉可以指导插管。插管尖端应足够伸入上腔静脉，若伸入不够，一旦放置了左心房牵开器或发生静脉回流恶化，尖端就会脱离进入右心房。此外，静脉置管的尖端有可能进入右心耳、通过卵圆孔进入左心房甚至右心室等，这些情况也应引起重视。在体外循环过程中，轻度的血管损伤可导致腹膜后血肿。

3. 避免肢体缺血

肢体缺血是一种灾难性的股动脉置管并发症。导致缺血的原因包括插管直径较股动脉太大和动脉痉挛。前一种情况下，建议采用双侧小尺寸股动脉插管（如 14 Fr）。动脉痉挛易发生于年轻患者，即使术前股动脉直径足够，也可能因插管刺激导致动脉痉挛而发生严重的肢体缺血。为避免这种情况的发生，有学者在插管前向股动脉和髂动脉鞘内注射抗痉挛制剂，如 10 ml 的 1%利多卡因和 2 ml 甲氧吡酮混合制剂。

五. 体外循环管理

1. 何时开始体外循环？

在建立好体外循环插管、阻断左肺通气后，开始心包切开术之前开始体外循环，以避免右心房损伤。对于不能耐受单侧肺通气的患者，胸廓切开后就开始体外循环。

2. 体温

建议患者处于浅低温状态（30-32℃）。浅低温体外循环可延长肢体缺血的安全时间、减少所需灌流量、改善静脉回流并避免胸腔镜上形成雾气。

3. 复张性肺水肿

复张性肺水肿是一种罕见的微创手术并发症。其详细的机制尚未阐明，但长时间体外循环、肺动脉高压、使用新鲜冷冻血浆、糖尿病以及慢性阻塞性肺气肿均为危险因素。有报道称类固醇能预防复张性肺水肿，认为浅低温可以减轻体外循环的肺脏炎症反应以及缺血损伤，在超过 300 例的浅低温微创手术中，未遇到复张性肺水肿。由于例数有限，基于大样本量的详细分析对揭示该并发症的机制及预防策略是必要的。

4. 改善静脉循环

负压辅助静脉回流（-30 到-50 mmHg）。若静脉回流不充分，调整引流管位置直至右心房缩小。在单纯二尖瓣手术中，一条双极静脉插管通常可以提供充分的引流；但也有术者建议在大体重手术中，通过右颈内静脉置管可以更好地增加引流。若静脉回流恶化，相比于其他方法，在右心房加入 16 Fr 或 18 Fr 的插管可有效缓解症状。

5. 主动脉阻断钳

采用 Chitwood 式钳或可伸缩软轴钳（Cygnet flexible clamp; Vitalitec, Plymouth, MA, USA）进行主动脉阻断。钳体通过主切口或辅助切口进入胸腔，钳的下颚穿过横窦，远离左心耳，同时钳体应尽可能靠近头端以避免干扰左心房牵开器。

6. 心脏停搏液

在大多数情况下，使用单一顺行性心脏停搏液灌注就足够了。如果伴有超过轻度的主动脉返流，则考虑逆行性心脏停搏液灌注，即在食管超声心动图的指导下插入逆行性心脏停搏液插管，这可能会使手术的复杂性增加。心脏停搏液的使用应遵循临床常规用法，不得随意改变，通常采用冷血停搏液，每隔 20-30 分钟重复灌流一次。

7. 预防冠脉气体栓塞

冠脉气体栓塞可发生于心停搏液重复灌注或瓣膜盐水注射试验过程中。在盐水注射试验前，主动脉根通过顺行性灌注心停搏液加压至 60 mmHg 以上，大于左心室压力，以保持主动脉瓣闭合；其根部气体在每次顺行性心脏停搏液灌注前通过压力线上的一个三向旋钮排出，左心室中的气体和盐水一般不会

进入冠状动脉。逆行性心脏停搏液灌注能预防冠脉气体栓塞，但放置逆行性插管会使手术变得更加复杂。

8. 胸腔内二氧化碳注气法

从胸廓切开到体外循环结束，按 3 L/min 注入二氧化碳到胸腔内，使微创手术的心脏除气法相对于正中开胸手术更为简单。血二氧化碳分压由于二氧化碳经体外循环入血而明显升高，因此氧合器的气流量应提高至正常的两倍来排出升高的二氧化碳。

六. 终止体外循环

1. 排气

在主动脉阻断钳松开之前，短暂减少静脉回流使心脏充盈，气体通过主动脉根部心脏停搏液插管排出。主动脉阻断钳松开后，心脏内气体在食管超声心动图的监测下不断通过主动脉根部的心脏停搏液插管排出。由于微创手术中二氧化碳注入胸腔和心腔，使空气排出更加彻底，体外循环开放后只产生少量气泡。

2. 拔出插管

通过经食管超声心动图评估修复结果，在确认修复成功后，各种参数达到停机标准时停止体外循环，拔出主动脉根部心脏停搏液插管，恢复全身自主循环状态。

3. 中和肝素

在拔出股静脉引流管前使用试验剂量的鱼精蛋白，待心脏功能完全稳定后拔出股动脉插管，并完成所有止血操作。

七. 在微创心脏手术中使用胸腔镜

1. 手控胸腔镜

在胸腔镜下微创手术中必须有一名外科助手控制胸腔镜，这位助手能快速执行取景、调焦和擦拭镜头等胸腔镜下手术的一些常规操作。一些外科医生常用 5 mm 的光学镜，在 30° 角度下配备高分辨率摄像头。手控胸腔镜可被外科臂控制所替代，也适用于直视下微创心脏手术。微创手术过程中，助手向麻醉师及灌注师介绍手术进程是必要的。

2. 显示器反光

为了避免胸腔镜显示屏在微创手术中出现反光现象，应移开无影灯或调低无影灯亮度。手术者的头灯对显示器能见度几乎无作用。

综上所述，经右胸廓微创暴露二尖瓣手术通常被认为优于正中胸骨切开手术，其修复技术和修复原则与传统方法相似。由于在狭小的胸腔内操作，复杂的二尖瓣修复术确实是微创手术的一大挑战，二尖瓣可修复程度取决于每个外科医师的经验和技术水平。然而术中灌注师保持稳定的体外循环和无血的手术野，就能为有序地瓣膜修复创造好条件。

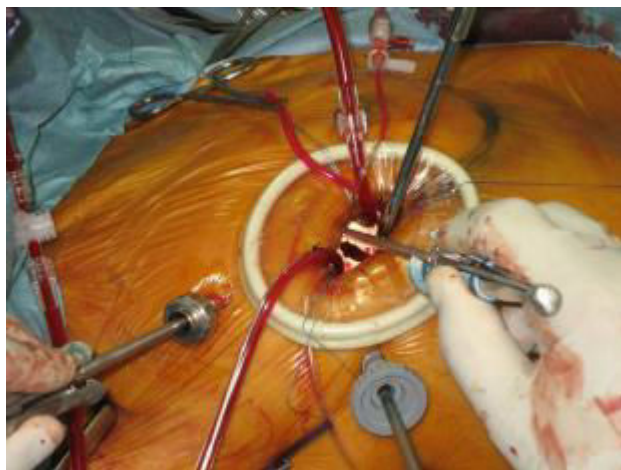


图 1. 胸腔镜下微创心脏手术图片。胸廓微小创口开在第四肋间隙。两个 5mm 直径的套管分别置于第三和第五肋间隙。左心房牵开器、停搏通路、左心房通气管、二氧化碳通路及主动脉钳从主切口进入。5mm 高清晰度胸腔镜通过第五肋间隙的套管进入。医用镊子通过另一套管进入。

参考文献

1. Ito T. Minimally invasive mitral valve surgery through right mini-thoracotomy: recommendations for good exposure, stable cardiopulmonary bypass, and secure myocardial protection. Gen Thorac Cardiovasc Surg. 2015; 63(7): 371-8.

微创和经典心血管手术中血液保护指南解读 (国际心胸微创学会 (ISMICS) 2011 版指南节选)

荣健 易斌 中山大学附属第一医院体外循环科

血液保护是心血管手术的重要环节,适当有效的血液保护是提高患者预后的有效手段之一。2011 年国际心胸微创学会 (ISMICS) 颁布了围术期血液保护指南。该指南不但为临床医生提供指导性建议,更重要的是指明临床中还有哪些需要进一步解决的问题。指南发布已过去 4 年,临床上需要解决的问题还没有很多明确的结论。再次回顾指南中的建议,希望能够促进临床医生积极地回答临床中的问题。

一、循证证据分级简介以及使用说明

本指南根据 ACA/ACC 评级标准

表 1 证据级别和推荐级别

A	多中心临床随机对照研究	I	有效性达成共识
B	多中心临床随机对照研究或非随机对照研究	II	有效性有争议 IIa. 有效性支持证据尚可 IIb. 有效性支持证据较低
C	专家意见	III	据支持无效,甚至有损害

二、药物性血液保护

(一) 抗纤溶药物

抗纤溶药物减少体外循环心脏手术患者异体输血的风险 (A), 其中氨甲

环酸和 6-氨基己酸均减少体外循环心脏手术患者输血率 (A) (RR, 0.67; 95% CI, 0.52–0.86); (RR, 0.70; 95% CI, 0.52–0.93)。因此, 心脏手术患者建议常规使用 6-氨基己酸或氨甲环酸, 减少异体血输注 (I)。但是老年人和心脏手术中使用氨甲环酸具有潜在神经毒性 (IIb, C), 使用不要超过最大剂量 (50–100mg/kg)。

目前抗纤溶药物的使用与血栓、急性心肌梗死 (AMI)、中风、死亡的关系不确定。

(二) 去氨加压素

去氨加压素 (DDAVP) 可减少出血, 但是否减少输血事件无统计学差异 (A)。冠状动脉旁路移植术 (CABG) 手术中, DDAVP 减少术中及术后出血量 (WMD, 117 毫升; 95% CI, 173 - 61), 红细胞输注 (WMD, 0.4 单位; 95% CI, 0.8 - 0.01), 和异体血的风险 (RR, 0.85; 95% CI, 0.73-0.99) (A)。体外循环时间 140 分钟以上, DDAVP 输液减少失血量 (WMD, 345 毫升; 95% CI, -479~ - 211; A)。服用阿司匹林 7 天内, DDAVP 输液减少失血量 (WMD, 110 毫升; 95% CI, 200 - 19; A 级), 但它不能降低输血率。因此, 建议体外循环冠状动脉旁路移植术、服用阿司匹林 7 天内、体外循环时间 140 分钟以上者, 使用 DDAVP 减少术中术后出血 (IIa, A)。但是使用时注意输注速率以避免严重低血压 (I, A)。

目前无资料提示 DDAVP 是否对服用抗血小板药物的手术患者有益? 是否对活动性出血患者有益?

(三) 凝血七因子

关于凝血七因子的临床研究资料相对较少, 因此指南中基本是 B 级资料来源。虽然减少血液暴露, 对死亡率没有任何影响 (OR, 0.96; 1.86, CI, 0.50,

95%) (B)，但是显著增加中风风险 (odds ratio[OR], 3.69; 95% CI, 1.10–12.38; B)，并增加血栓栓塞事件 (OR, 1.84; 95% CI, 0.82–4.09; B)。因此不推荐预防性使用 (IIa, A)。

(四) 红细胞生成素 (EPO)

红细胞生成素降低红细胞输注(OR, 0.26; 95% CI, 0.15–0.44, A)，术前 2-4 周使用，临床效果确切。但越来越多证据表明，手术当天使用同样可降低红细胞输注 (A)。目前有资料提示红细胞生成素促进术后神经功能恢复，减轻急性肾损伤 (B)。对术前贫血、耶和华见证人、术后预期贫血的患者，推荐术前预防性使用 EPO (IIa, A)。但 EPO 与 AMI、RF、脑血管意外 (CVA)、死亡的关系未明 (A)。

三、血液保护技术

技术层面的血液保护技术在近几年得到长足的发展，从急性等容性血液稀释、逆行性自体血预充技术到迷你体外循环管路的使用。自体血回收技术更是在技术层面上可以做到成分分离，包括红细胞、血小板等。相信随着技术的发展，此类技术会在临床应用中更加普遍，在指南推荐中逐渐升级。

(一) 逆行自体血预充

逆行自体血预充技术减少异体血制品输注率(RR, 0.31; 95% CI, 0.19–0.51; A)，同时减少输注量(-0.4 units; 95% CI, -0.6 to -0.2 units; A)。推荐做为 CPB 常规血液保护措施 (I, A)。

(二) 血液回收

心脏手术中使用血液回收技术可显著减少红细胞输注，对 AMI，RF，感染率，CVA 和死亡无影响 (A)，临床获益大于未使用者 (A)。做为替代心脏

吸引手段，对血液保护和血浆使用需求无统计学差异（A）。预期中等量以上出血，建议常规使用（I, A）。建议术中全程使用，不仅仅是替代心脏吸引（IIa, A）。

（三）急性等容性血液稀释

急性等容血液稀释减少 CBP 后出血、红细胞输注量和输血率，与 AMI，CVA 和死亡发生无影响(A)。对术前血球压积足够的患者推荐术中采用（IIa, A）。但对术前血球压积不够的患者不推荐常规使用（IIb, B）

（四）超滤（持续或改良）

超滤明显减低出血量（-70 mL; 95% CI, -118 to -21 mL）和血液输注量（-0.73 units; 95% CI, -1.13 to -0.31 units, A），但是对临床预后的影响仍有待进一步研究（IIb, A）。

（五）迷你体外循环管道

迷你体外循环管道可以被视为一种减少异体血液暴露血液保护技术（IIa, A）；然而，肝素化管理和涂层的生物相容性仍有待进一步研究。

参考文献

1. Drug, Devices, Technologies, and Techniques for Blood Management in Minimally Invasive and Conventional Cardiothoracic Surgery: A Consensus Statement From the International Society for Minimally Invasive Cardiothoracic Surgery (ISMICS) 2011. Innovations. 2012; 7: 229-241