

心脏外科 围术期管理

554.2

编译

黑龙江人民出版社

责任编辑：张元荣

封面设计：孙庭立

插图：

心脏外科围术期管理

Xinzang Waika Wei Shuqi Guan Li

徐敬业 编译

黑龙江人民出版社出版

(哈尔滨市道里森林街42号)

黑龙江新华印刷厂制版 黑龙江新华附属厂印刷

黑龙江省新华书店发行

开本 787×1092毫米 1/32·印张 2 4/16

字数：40,000

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

印数 1—2,000

统一书号：14093·123

定价：0.75元

ISBN 7-207-00392-7/R·8

前 言

近十年来,由于心脏血管外科以及相关学科的发展,其手术治疗效果有显著提高,手术治疗的范围也逐渐扩大。提高心脏外科的成果不仅要改进手术技术,同时还需要对病人施行合理的管理。对于重症病人的手术前、术中和术后的围术期管理尤为重要,为此国内外均十分重视这一方面的经验交流。

日本“国立循环疾病中心”曲直部寿夫及藤田毅等著名学者曾数次来我国访问讲学,笔者有幸获得以该中心多年的经验为基础的新著馈赠。现将奥村、田中医长分担执笔的有关围手术期管理部分编译成本书,承蒙同意选编,特此致谢,并愿向国内同道积极推荐。译述或有欠妥处,尚希读者指正。

编译者

目 录

第一章 体外循环管理	1
一、体外循环的实际问题	1
二、体外循环的并发症	9
三、心肌保护	11
四、自体血的血液稀释	17
五、自体血回输	18
第二章 循环管理	20
一、低心排量综合征的儿茶酚胺疗法	20
二、血管扩张疗法	23
三、心律失常的治疗	27
四、主动脉内球囊反搏	33
五、辅助人工心脏	38
第三章 心脏手术的术后管理	43
一、监护准备	43
二、由手术间到监护室	43
三、进入监护室程序	45
四、循环管理	46
五、呼吸管理	53
六、水与电解质的管理	55
七、营养的管理	60

八、急性肾衰竭的管理	62
九、抗菌素与感染的管理	63
十、凝血系统的管理	64

第一章 体外循环管理

一、体外循环的实际问题

施行开心手术时应用人工心肺体外循环是必须的条件，作为开心手术的辅助手段，体外循环技术的进步和发展，对提高心脏手术疗效发挥巨大的推动作用。

体外循环下的血流动力学变化与生理的循环情况不同，其各重要环节形成人工操纵。这些不同点是：①肺循环的血流消失；②心房、心室内的血压消失，静脉回流的动态改变；③动脉送血量由机械条件所控制，而与静脉压不相关联；④动脉压波形改变（一般为无搏动流）；⑤血气交换人为进行；⑥体温调节人为进行等。

本章仅就体外循环的实际技术及其有关问题作一叙述。

1. 体外循环管道的组装

体外循环管道由右心房的腔静脉引血管、氧合器（人工肺）、泵（乳胶泵管）及动脉送血管组成。还有吸引出血的管道及左心引流减压管。

递到手术区的管道不但要保持清洁，而且各管道的连接还必须十分牢固。

管道组装毕，先灌水试行运转，以证实管道确无问题。此时使用生理盐水可与氧化乙烯气体产生反应，成为氧化乙

烯钠可造成溶血，所以用 5% 糖液洗净为宜。

管道中最好能安装有用于微孔滤器和作为安全装置的液面控制器等设备。

2. 人工肺的选择

人工肺有鼓泡式肺及膜式肺。前者是在静脉血中直接吹入微泡的氧使其氧合，通过除泡网成为动脉血。后者是借助聚丙烯膜或硅橡胶膜在血中扩散氧而使静脉血氧合。膜式肺的特殊型有用中空纤维膜 (hollow fiber) 肺。

现今使用的这些人工肺的氧合性能与二氧化碳的排出效能并无大的差别。一般总认为鼓泡式肺溶血度高；实际在不超过 5~6 小时的体外循环基本上没有问题。膜式肺因不直接与气体接触，具有蛋白变性等变化较少的优点，但在临床术后管理上并未显示明确的差异。因此在现阶段认为两者的性能大致相同。

3. 预充液的组成及用量

在体外循环时已普遍采用血液稀释，这不单纯是为节省用水量，对于降低血液粘度，改善微循环，防止淤滞，以及预防因大量输血所致同种血综合征均有重要意义。但过度稀释可造成缺氧或渗透压降低而引起血浆向组织外渗漏。因此血液稀释率以 20% 为目标。稀释液使用等渗乳酸林格氏液，对于婴儿为使胶质渗透压降低使用血浆而不用林格氏液。实际用量按计算体外循环管道的预充量及病人自身的血容量而定，即以体外循环管道的预充液量加上按病人体重 (kg) $\times$ 8% (ml) 预计血容量 (ml) 的 20% 为稀释液量加入管道内，管道容量的剩余部分则以全血补充。根据病人的体重所用体

外循环管道及人工肺的规格而有差别，可按表1所定标准作为预充容量的指标。有时在预充液中可加入氯化钙、碳酸氢钠、维生素类、甾类激素、抗菌素等。混入这些药剂与不加任何药剂在临床上并无显著差别。对机体影响最大的是稀释度，应密切注意由手术区进入的心麻痹液或尿量减少等造成过度稀释的情况。尤其在婴儿因血浆成分向血管外渗漏的倾向较大，为了保持渗透压宜用血浆，并保持稀释度在20%以下（见表1）。

表1 体外循环预充液的组成及用量

体表面积 (m ²)	管道 规格	预充量 (ml)	血液 (ml)	替特液 (ml)	甘露醇
0.4	S	1000	800	200*	5ml/kg
0.5	M	1500	1200	300	5
0.7	M	1500	1000	500	5
1.0	L	2600	1500	800	200ml
1.2	L	2600	1400	1000	200
1.5	L		1200	1200	200

• 0.4cm²的病例时以冷冻血浆代之。

4. 体外循环灌注量问题

体外循环的适宜灌注量是能充分供给机体氧需要量的动脉送血流量。决定此送血量的目标是，以不同体重所示标准氧需要量为基础按 Eick 原理决定灌注量。除氧需要量外，其决定因素有按体重、血红蛋白、动、静脉血氧饱和度差，根据计算公式决定的方法。但实际也有作者报告以使静脉血氧饱和度保持在60%以上的灌注量为指标等决定的方法。

单凭计算灌注量不能有效地在体内循环，在吸引管道中

还遗留部分血液。在紫绀性疾病这部分血量可相当大，甚至可达送血量的10%以上。理论上的灌注量并不能获得足够的血压，有时在肾脏等与血压关连的脏器难以进行有效的灌注。因而作者采取按下述指标决定血液灌注的原则。这是用30~28℃的体温，在稀释20%条件下的使用量，为防止组织循环障碍，保持良好的肾功能，而采用较高流量的灌注（表2）。

复温时组织的氧需要增大，形成代谢性酸中毒。因此在此时期应相应地增加约10%的灌注量。

表2 对体表面积体外循环输血流量

体表面积(m ²)	0.2~0.4	0.5~0.7	1.0~
灌注指数 (L/min/m ²)	3.0*	2.8	2.8

• 或120~130ml/min/kg。

5. 血液温度

绝大部分病例采取阻断主动脉和注入心肌保护液的心脏停搏法。心肌温以保持在15℃以下为理想，但膈面和背部的体温可使心肌温升高。为能长时间妥善地进行心肌保护，灌注血温宜偏低。通常血液温度保持在28℃左右，而在需要长时间阻断的病例可降至26℃。

此时急剧的温度变化可使体内脏器的温度分布不均，对周围循环、组织代谢造成不良影响，因此动静脉温差宜保持在5℃以内。

表3 体外循环输血管及排血管的规格标准

体表面积(m ²)	0.2~	0.4~	0.5~	0.7~	1.0~	1.2~	1.5
管道——人工肺的规格	S		M		L		
排血管 (mm ϕ)	4	5	6	7	7	8	8
输血管 (Fr)	10	12	14	14	16	18	20

6. 动脉压的管理

如在体外循环开始早期，即采取完全性体外循环，尽管输血量充足，却可产生低血压，即有所谓开始期低血压 (initial hypotension) 的时期。这是由于肺循环内血管活性物质的代谢异常，引起血管阻力减低所致。当出现严重低血压时，应加大灌注量或限制引血量，使中心静脉压保持在较高的水平。若继续施行低温送血，则势必因儿茶酚胺分泌亢进而增大血管阻力，使动脉压升高。平均动脉压超过 80mmHg 时要用 α 受体抑制剂（酚妥拉明、氯丙嗪）消除周围血管的剧烈收缩。

如在周围循环显著不良时复温，致使末梢温度恢复延迟，术后常出现机体心脏的后负荷增大或代谢性酸中毒加剧等弊病。复温过程中应尽量使周围血管扩张。

7. 腔静脉引流的管理

由病人静脉系统将血引流到体外循环管道的方法有二种，以滚压泵的吸引方法以及应用落差虹吸的引血方法，以后者为常用。落差引血可根据静脉回流量限制引血量，强度落差引血可引起静脉壁的瘪塌，反而会影响静脉的回流。中心静

脉压是对其重要的观测指标，使中心静脉压保持在 $2 \sim 3 \text{ cm H}_2\text{O}$ 为宜。

静脉引血插管的规格可按静脉的口径加以选择，按不同体重大致以表 3 的规格为准。

8. 电解质的纠正和剩余碱的调整

体外循环下血清钾及钠离子有降低的倾向。低血钾症可成为体外循环撤离后心动过速或心律失常的原因；低血钠症能减少肾脏的渗透压利尿作用。灌注中需反复测定电解质进行纠正。

低温体外循环中虽呈碱中毒，但在复温过程中因各脏器的代谢功能与温度变化不均衡而倾向于代谢性酸中毒。在复温过程时应特别注意剩余碱的变化，用碳酸氢钠加以纠正（表 4）。

如上所述在复温过程中需给予足够的血管扩张剂以改善周围循环，使复温尽量能均衡。为此须用深部温度计监测中枢温及周围温度的变化。

体外循环时使用的代表性药剂及其用量如表 4 所示。

表 4 体外循环时使用的药剂及其用量

肝素	3 mg/kg 添加 1 mg/kg/时
鱼精蛋白	4.5 mg/kg
氯丙嗪	$1 \sim 3 \text{ mg/kg/体外循环期间}$
酚妥拉明	Sr/kg/分
10% 氯化钠	$(140 - \text{Sr, Na}) \times \text{BW} \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{2} (\text{ml})$
氯化钾	$(5 - \text{Sr, K}) \times \text{BW} \times \frac{1}{5} (\text{ml})$
7% 碳酸氢钠	$(- \text{BE}) \times \text{BW} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} (\text{ml})$

9. 撤离体外循环的方法

由体外循环撤离的时期是自体心脏的固有循环与体外循环相竞争的时期。心血流动力学自不待论，对机体与人工肺内的血液分布量的平衡、肺、肾功能、血液温度、代谢系统、心电图改变等各方面均应注意，对体外循环说来也是最重要的时期。部分（并行）体外循环中与左右两心转流的辅助循环有同样的血流动力学变化，应对辅助循环的知识有充分的了解。

首先在完全性体外循环中，因引出整个静脉回流血后送入主动脉内，中心静脉压、左房压为 0mmHg 或更低。动脉压的波形平坦，系滚压泵输血的波形，并无左室收缩压。

在静脉引流管道用夹钳控制或减少引血落差（将人工肺的位置抬高），从而减少静脉引血量，使其流入自体心的右心系统。此刻即成为体外循环与固有循环并存的并行体外循环，将向体内的静脉回流量缓缓加大，则可提高中心静脉压及左房压。缓慢地将人工肺贮血器内贮存的血流量流入体内，因而使心搏出量增多。左室收缩期压较泵所致动脉压有所升高，主动脉瓣开放，出现搏动脉波。

于是动脉压逐渐上升，动脉送血泵流量进一步降低。相继再减低静脉引血，增加向体内右心系的静脉血流量，从而使中心静脉压、左房压及动脉压升高。

通过动脉送血量、静脉引血量交替缓慢减少，即可停止体外循环泵。

在心功能低下的病例，增加静脉回流量，其中心静脉压及左房压虽可升高，但因左室收缩力弱，动脉压可能不升

高。此时不要突然提高左房压加快前负荷，最好进一步引血，降低左房压和中心静脉压，加大泵流量进行辅助循环。

经15~30分钟的并行循环，左室工作量得以减轻，心收缩的储备力有所增强。

对撤离体外循环时期的低血压，如其应用儿茶酚胺加强心收缩力旋即停机，莫如先施行辅助循环，等待撤离的时机对心功能的恢复更为有利。

心内修复虽完善，但在撤离时心功能仍不见恢复时，应继续进行并行循环，以辅助左、右心。此时左心功能显著低下的病例，增加动脉送血量，使平均压升高，增加左室的后负荷，反而造成左心的负担。而以能保持约50%的分流量，同时能靠自体心搏出维持血压的程度即可。如能用搏动性体外循环或并用IABP，则可获得收缩期减少负荷，舒张期增强主动脉内的舒张压，对心功能最佳的辅助循环方法。

当反复进行并行循环，几次试行撤机，而心功能仍不改善时，可使用儿茶酚胺，或将IABP与体外循环同时并用，以提高动脉压。经施用上述方法仍不能改善心功能时，须考虑心内手术修复方法是否欠妥善。例如对瓣膜病的治疗不善残留(有瓣狭窄或反流)、先天性畸形的心内修复(心内隧道过大、过小，或心外管道的吻合狭窄等)术中检查是否呈现异常的心内压，如认为必要时，再改用完全性体外循环，毫不犹豫地再次手术。

10. 在体外循环结束时

在体外循环结束时应计算水分出入平衡及稀释度的平衡变化。

容量平衡的计算法：

$$\begin{aligned} & (\text{体外循环管道预充液量}) + (\text{补加液总量}) \\ & - (\text{结束时管道内液量}) - (\text{尿量}) - (\text{引流瓶吸引量}) \end{aligned}$$

最终血液稀释度的计算法：

$$\begin{aligned} & (\text{预充水分量}) + (\text{补加水分量}) - (\text{尿量}) \\ & - (\text{引流瓶吸引量}) \\ & \frac{(\text{体外循环血液量}) + (\text{预充液总量}) + (\text{补加充填液总量}) - (\text{引流瓶吸引量})}{\times 100\%} \end{aligned}$$

• 引流瓶吸引量作为水分量计算。

在体外循环结束时的容量平衡如明显过多，此过剩水分量对术后呼吸功能可造成不良影响，因此在术后管理上应将水分排出体外，积极采取利尿措施。

11. 肝素的中和

鱼精蛋白用初期肝素量的 1.5 倍 (4.5mg/kg)。鱼精蛋白为高分子蛋白，在通过肺时促进组织胺的分泌。鱼精蛋白经静脉注射时可因血管扩张出现严重的低血压。在预防上有人报告注入左房内则不致造成血流动力学改变。

二、体外循环的并发症

1. 低心排量综合征 (LOS)

体外循环引起的低心排量综合征，是以施行主动脉阻断及心肌保护时产生的心肌损害为基础的。心肌损害发生于如下三个时期：①因主动脉阻断后引起的心肌氧需求与供应平衡所致缺血改变；②心搏停止心肌的代谢抑制及心肌保护欠完善时的损害；③开放主动脉恢复血流时引起的急剧心肌

细胞内外环境改变所致损害。注入适宜的心肌保护液，并保持低温是抑制心肌代谢、恢复心功能的重要因素。开放循环时发生的再灌注损害是由于恢复血流时急剧的心肌细胞膜的变化所致，尤以钙离子的渗透亢进为其重要因素。当主动脉阻断开放后，由于心功能不恢复而立即给予氯化钙等可使损害加剧，应予注意。为使心功能恢复应先用并行循环进行辅助，在主动脉阻断引起心肌细胞改变恢复至少 5~10 分前最好不用钙剂。

体外循环停止后的容量超负荷往往也成为低心排血量综合征的原因。另外因心停跳液的影响引起心动过缓也可成为心室过度扩张的诱因。心搏数宜保持略频，必要时可施行心房、心室起搏。

2. 灌注后肺综合征

体外循环中产生的血浆渗透压下降或因 5-羟色胺、缓激肽等血管活性物质所致肺毛细血管瘀血及肺泡周围出血、浮肿等原因呈现肺不张或肺内分流所致肺换气障碍，长时间的体外循环此种并发症较多。体外循环后为提高血浆渗透压施行输血或输血浆，保持利尿，使水分出入尽量成负平衡，致力于血气的改善。本并发症至少可持续 24~48 小时，术后早期拔管后有时可能出现呼吸障碍，应予注意。

3. 急性肾衰竭

体外循环引起的急性肾衰竭，早的在术中，迟的从术后第 2~3 日出现。尿量减少和血清肌酸酐、尿素氮的升高为初期症状，严重者呈现乏尿以至无尿。应在术后早期开始施行腹膜透析、强制利尿等措施，使其摆脱急性期。体外循环

后发生肾衰竭的有关因素有：①年龄；②术前肾功能；③循环时间；④灌注量；⑤血压；⑥体温；⑦溶血；⑧血液稀释；⑨撤离时期的心功能。

其中影响肾功能最大的是肾血流量的降低。此因体外循环时不适当的灌注量、低血压、肾素、抗利尿激素等内分泌激素的作用所致。为防止这些作用首要的条件是保持高流量的灌注。如此可提高灌注压，增大肾血流量。

其次保持低温，以减低肾脏的再吸收功能，增加尿小管内尿流。这样可保持体外循环中的尿量，并预防体外循环中发生肾衰竭。体外循环撤离时期心功能减低的病例，往往发生低心排血综合征和低血压。如时间较长可导致肾衰竭。充分保持撤离时的心功能，撤离后施行利尿等措施，对预防术后肾衰竭甚为重要。

4. 出血倾向

长时间体外循环所致血小板消失，加之溶血、血液稀释、大量输血等可引起纤溶系统的亢进。为中和肝素的鱼精蛋白本身也有较强的纤溶活性，而发生出血倾向。使用止血环酸等纤溶抑制剂虽必要，但应用新鲜血输血对止血的疗效最为显著。

三、心肌保护

1. 心肌保护法的变迁

为使开心手术操作易于进行，需要彻底的无血视野、心脏停搏和心肌松弛。以往曾应用电颤(Senning, A., 1952)，钾离子心脏停搏(Melrose, D.G., 1955)，乙醚胆碱心脏停搏

(Lam, C.R., 1955), 单纯主动脉阻断等施行开心手术, 但发现术后产生一些不可逆性心肌损害。于是相继开发了选择性冠状动脉灌注法 (Shumway, 1955), 逆行性冠状动脉灌注法 (Lillehei, 1956), 心脏局部降温法 (Shumway, 1958) 等各种在心脏停搏下的心肌保护法应用于临床。

选择性冠状动脉灌注法是切开主动脉根部, 用人工肺的氧合血直接灌注左、右冠状动脉口内, 它接近于生理状态, 广泛用作重症心脏病的心肌保护法。但实际上, 肥大心脏心内膜侧与心外膜侧的灌流分布异常, 可因心内膜侧缺血导致心内膜下坏死, 造成术后低心排血综合征的原因。同时也因有操作和装置复杂、冠状动脉口损伤, 以及难以获得无血视野等问题, 最近已较少使用。

而主动脉阻断单纯心脏局部降温法虽具有可获得彻底的心脏停搏、无血视野、操作简便等优点, 但阻断时限约为60分钟, 于是一种既不引起心肌损害, 又能延长阻断循环时间的与药物的心停搏法 (Sealey, 1959; Kirsh, 1972) 并用的措施受到重视, 遂发展成现今采用的间断降温心肌保护液灌注的心肌保护法。

因心肌供血停止引起心肌供氧和营养不足, 以致影响能量的产生及细胞内有害代谢产物的排泄, 而造成心肌细胞损害。为了保护缺血心肌, 需供给心肌能量, 应用低温及药物以减少能量消耗; 排泄及中和毒性代谢产物, 以预防心肌水肿的进展。此外还应重视针对心肌缺血引起心肌组织继发改变的措施, 以及再灌注时的损害。

2. 心肌局部降温的保护效果