

体外循环实施规范

体外循环实施规范，是为指导我院体外循环团队与心脏外科团队安全有效地实施各类心脏手术的基本规范准则。本规范分为以下三部分。

一、转机前准备

一) 体外循环手术前期的物品准备

二) CPB 前准备工作

二、体外循环术中管理

一) 前并行循环

二) 完全体外循环

三) 后并行循环

三、体外循环意外及处理

一、转机前准备

一) 体外循环手术前期的物品准备

1、体外循环机的准备

- 1) 滚压泵的准备：检查滚压泵的运转情况。
- 2) 电源系统：检查电源连接线、插座等是否牢靠、稳固，供电是否正常。
- 3) 变温水箱的准备工作：检查水箱水量；变温水箱的电路；检查水箱的工作状态；检查温度指示系统；连接出入水口，检查水压及流速。
- 4) 变温毯：工作是否正常。
- 5) 温度探头：是否工作正常。
- 6) 气源设备的准备：氧气、空气气源、空氧混合仪的准备，管道是否通畅，压力是否正常，气体流量计是否灵敏及准确可靠。
- 7) ACT 监测仪：工作状态是否正常，试管是否充足及过期。

2、体外循环中消耗品的准备

(1) 氧合器

- 1) 选择氧合器类型；
- 2) 根据患者的体重及氧合器本身性能选择氧合器型号；
- 3) 试水，检查是否有渗漏；

(2) 插管与管道的准备

- 1) 动、静脉插管，与手术医生核实插管部位及具体型号的插管；
- 2) 心内吸引管；
- 3) 心外吸引管；

- 4) 循环管道的准备;
- (3) 动脉微栓过滤器的准备: 据术中最高流量选择相应型号;
- (4) 药品准备: 血管活性药物、钾、镁、钙、利多卡因、尼卡地平
等。
- (5) 其他物品: 回流室及超滤器的准备

二) CPB 前准备工作

1、装机

1) 注意事项: 预充前进行水循环试验, 观察变温器有无漏水; 安装完毕后检查各接口连接是否正确、牢固, 必要时扎带加固, 以及管路方向, 特别左心方向, 连接氧气管到氧合器的入气口, 开放膜式氧合器的排气孔。

2) 严格按照无菌要求进行体外循环装机, 装机顺序:

膜式氧合器——>体外循环管路——>动脉微栓滤器——>回流
室——>血液浓缩器——>左右心吸引管路——>心肌保护装置

2、预充排气

1) 调整泵的松紧度, 根据患者情况选择预充液: 加入胶体或血液, 预充液、血内加入适量肝素, 防止凝血。

2) 大流量排净体外循环管道及心肌停跳液灌注管道内气体, 排净后停泵, 钳夹动、静脉管路。

3、血液稀释

1) 分度: 轻度血液稀释: $HCT > 30\%$

中度血液稀释：HCT20-29%

重度血液稀释：HCT15-19%

2) 血液稀释方法

预计血红蛋白=术前血红蛋白/（预充量/体重 X60+1）

CBP 期间 HCT 估值=
$$\frac{\text{CBP 前患者红细胞容量}}{\text{患者的估计血容量+预充量+CBP 前静脉输血量}}$$

3、预充方法

1) 晶体预充：平衡液、生理盐水、乳酸钠林格氏液、醋酸钠林格氏液等。

2) 胶体预充：白蛋白、羟乙基淀粉、聚明胶肽等。

3) 血液预充：浓缩红细胞、血浆等。

4、体外循环方法选择

温度(° C)	适应症
常温 >35	病情轻、手术简单、体外时间短及无需停跳手术
浅低温 33-35	多数心脏疾病手术，如：心脏瓣膜疾病、先天性心脏病
中低温 28-32	
深低温 17-27	心内畸形复杂、PDA 结扎困难、侧支循环丰富、心内手术时有大量回血影响手术视野及大血管病变等
深低温停循环	新生儿、婴儿心内复杂畸形，成人升主动脉及弓部动脉瘤手术

5、低温下停循环安全时限

体温 (° C)	耗氧量 (%)	时限 (min)
37	100	4-5
29	50	8-10
22	25	16-20
16	12	32-40
10	6	64-80

5、体外循环心肌保护液选择及准备

1) 1:4 含血混合灌注心肌保护液

全钾		半钾	
0.9%NS	440ml	0.9%NS	460ml
10%Kcl	40ml	10%Kcl	20ml
25%MgSO ₄	2ml	25%MgSO ₄	2ml
GaCl ₂	1.5ml	GaCl ₂	1.5ml
NaHco ₃	20ml	NaHco ₃	20ml
2%利多卡因	2ml	2%利多卡因	2ml

2) 晶体灌注心肌保护液

晶体灌注液	
0.9%NS	470ml
10%Kcl	7.5ml
25%MgSO ₄	2ml

GaCl ₂	1.5ml
NaHco ₃	20ml
2%利多卡因	2ml

二、体外循环术中管理

一) 前并行循环

1、开始条件：

- A、确认肝素的抗凝，ACT>480s
- B、管道连接的方向及是否排气完全，并要求外科医生协助动脉滚泵松紧程度调节完成
- C、气源开放通畅
- D、血管活性药物准备完善
- E、压力监测零点校正完毕
- F、动脉插管完毕后，开放动脉端夹钳，低流量下泵压监测压力正常；
- G、上、下腔静脉管插管完毕，并妥善固定，连接 Y 插接头，并与静脉回流管稳固连接，管道无扭曲、压迫。
- H、心内、心外吸引管连接，并核对管道颜色无误（红动脉、绿上腔静脉、黄下腔、蓝右心、白左心、无色灌注），吸引泵松紧程度适度。

2、开始前并行循环

- A、接到主刀命令，准备开始前并行循环，主机予以重复回应主刀命令后，松开台下静脉夹钳，注意静脉引流情况，及时与主刀保持沟通，并观察平均动脉压及压力情况。

B、使用膜式氧合器，开始体外循环时先转流后开通气体，停机时相反，先关气源后停机，始终保持转流过程中膜肺的血相压力大于气相压力。

C、严密观察氧合器工作情况，动、静脉管道内血液的颜色；

D、降温：与主刀医师沟通，确定降温程度，并遵循水温与血温的温差原则；

E、严密观察中心静脉压、氧合器内血平面、颜面部皮肤颜色的改变。

二) 完全体外循环

1、肛温降到目标温度。

2、接到主刀医师命令，准备阻断主动脉，主机逐渐减低流量，并与主刀医师保持沟通，阻断完成后恢复流量。

3、接到主刀准备冠脉灌注指令，松开灌注管夹钳，请主刀协助再次灌注管道排气，并机器灌注压力正常。

4、由主动脉根部的灌注管灌入停跳液，并记录灌注总量及灌注液体回收情况。

5、据具体情况转流过程中复查血气分析、电解质及 ACT 情况。

6、心肌阻断期间，根据阻断时间，提醒主刀医师是否再次灌注停跳液（25-30min 灌注一次）。

7、并注意主刀医师的复温指令，根据情况选择是否血液及体外复温装置，并适当增加灌注流量；

8、准备开放主动脉阻断时，注意肛温是否恢复至 34℃，最好保持 36℃ 以上，并复查电解质及血气分析情况，必要时及时调整。

9、完全体外循环注意事项

灌注流量：

1) 成人：50-80ml/Kg.min

2) 儿童：100-150ml/Kg.min

3) 婴儿：150-200ml/Kg.min

成人：2.2-2.8L/min. m²

婴幼儿：2.6-3.2L/min. m²

灌注压力：成人 50-80mmHg

婴幼儿 30-50mmHg

ACT > 480S

尿量 > 2ml/Kg. h

三) 后并行循环

- 1、接到主刀医师开放主动脉阻断指令，逐渐减主泵流量，开放主动脉，注意心脏复跳情况；
- 2、复苏成功后开放上、下腔阻断带，使完全体外循环转变成为并行循环，以辅助心脏搏动，降低心脏负担。
- 3、内环境稳定，无严重心律失常，循环平稳后，接到主刀指令，准备停机，逐步控制静脉引流管，并同步减少流量，密切观察心脏充盈情况及心律、血压、CVP 情况；
- 4、夹闭静脉引流管，视情况主动脉灌注，与主刀医师保持沟通；
- 5、中和肝素：根据 ACT 测定值计算鱼精蛋白用量；或按 1:1 的数量给鱼精蛋白中和体内肝素。防止使用鱼精蛋白过量或不足。并停用左

右心吸引；

6、病人情况稳定后，拔除上下腔插管，并充分回收管道内血液；

7、拔除动脉导管及回收血液；

8、观察病人情况，做好再次体外循环准备；

9、回收回流室血液，交予麻醉医生输注；

10、病人情况稳定，拆除所有管道，并做好机器保养工作。

11、停机标准

1) 减少体外循环灌注流量时能维持满意的动脉压。

2) 血容量基本补足，中心静脉压满意。

3) 鼻咽温 36-37℃，直肠温度 35℃以。

4) 血红蛋白浓度成人达 80g/L，儿童达 90g/L，婴幼儿达 110g/L 以上。

5) 血气、电解质基本正常。

6) 心律齐或经药物、安装起搏器已调整到满意程度。

7) 血管活性药或正性肌力药已准备就绪或已开始输入。

三、体外循环意外及处理

1、体外循环中进气

原因	预防	处理
1、氧合器排空；2、主泵流量小于分泵流量；3、泵管入口阻塞泵旋转负压；4、左心装反；5、泵突然加速、排空；6、膜肺气体出口端阻塞；7、排气不彻底；8、复温时血温与水温温差过高；9、	1、保持一定液面，放置液面监测；2、保持动静脉平衡；3、停机时动脉管夹闭；4、滤器排气通路关闭；5、转机前检查吸引管方向(特别左心)；6、禁止在动脉出口端抽标本；7、检查动脉入口端是否阻塞；8、体外循环前检查机器转运情况；9、可用二氧化碳预充管	1、气体未进体内，尽快将管内气体排出；2、气体进入内，应进行逆行灌注及脑保护。方法：1) 静脉逆灌流量：1000-1000ml/min 压力：20-30mmHg 时间：5-8min 2) 大量激素：

低流量时动脉端分流，如滤器排气管三通未关或低流量时经排气管放血；10、灌注管连接不当；11、左心过大，左房吸空	道；10、确保气体出口端通畅；11、复温时，水温与血温温差 $<10^{\circ}\text{C}$ ；12、低流量或停机前应关闭滤器排气三通，严禁低流量时放血；13、血灌前检查入口端有无阻塞；14、心脏跳动时慎用左心吸引。	地塞米松 20mg 泼尼松龙 30mg/kg 3) 脱水：甘露醇 2g/kg、呋塞米 40mg 4) 头部冰帽 5) 术后冬眠疗法、尽早高压氧治疗
---	---	---

2、凝血

原因	预防	处理
1、病人未肝素化；2、未肝素化库血和含钙溶液混合；3、预充液未含肝素；4、病人因素：缺乏ATIII，肝素耐药；5、体外循环时间长，肝素消耗；6、鱼精蛋白中和后用右心；7、水温高于 42°C ；8、给鱼精蛋白后输血间隔过长；9、应用抑肽酶。	1、确认肝素化，ACT360S 插管，ACT $>480\text{S}$ 转机，20min后复查ACT；2、预充液加肝素：成人 2000U，小儿 1000U；3、库血加肝素 500U/dl；4、ACT在给肝素 3-5min后查；5、ACT $>300\text{S}$ 用右心；6、CPB10min后查ACT，之后 30min/次；7、给鱼精蛋白停右心；8、给鱼精蛋白后 输血不能间隔 5min以上；9、病人因素应给予新鲜血浆/大量肝素，直至ACT $>480\text{S}$ ，并严密观察；10、用抑肽酶ACT应 $>750\text{S}$ 。	1、停机 2、更换膜肺或微栓 3、血栓进入体内应采取脑保护：1) 头部冰帽；2) 大量激素；3) 脱水；4) 术后冬眠；5) 制定溶栓方案

3、突然停泵

原因	预防	处理
1、突然停电 2、保险丝烧断 3、泵槽内有异物 4、泵管挤压过紧 5、氧合血泵管交叉扭曲 6、机器故障	1、备好摇把 2、备好保险丝 3、确保各个部分电源的紧密牢固 4、泵管卡应压紧，泵头和泵管挤压适度 5、氧合血泵管在泵槽内理顺 6、定时检查机器运转情况，有问题及时处理 7、体外循环中小杂物放在盘内	1、用摇把转泵头，注意方向，根据液面及动脉压力调整 2、及时将主泵钮归零，以免电源恢复突然启动导致排空 3、及时发现问题或解决问题，调节泵管时应注意血流倒流，同时避免泵压过高动脉管崩脱

4、泵压增高

原因	预防	处理
1、氧合器、滤器质量问题 2、主动脉夹层 3、动脉插管过细 4、凝血 5、动脉钳未开放 6、阻断升主动脉时阻断钳夹住动脉插管 7、动脉插管扭曲或贴壁	1、选择合适氧合器及滤器 2、体外循环前先试输液体 3、选择合适动脉插管 4、预充液加肝素，注意肝素化 5、确保动脉出口通畅	1、必要时启用滤器旁路 2、停机重新插管，准备好右心吸引 3、更换氧合器、滤器、管路等，加大肝素 4、开放动脉钳子 5、与术者沟通调整插管

5、泵管崩脱或破裂

原因	预防	处理
1、泵压过高 2、泵出口阻塞，如未松钳子、管道扭曲打折 3、接头连接不紧密 4、牵拉管道 5、泵管质量问题 泵槽中有异物划伤泵管 6、泵管卡口未压紧	1、选择合适管道 2、密切监测泵压，过高及时查找原因 3、确保管道通畅 4、避免牵拉 5、接头处用扎带加固 6、检查管道是否有裂纹 7、检查泵管出入泵槽两端是否压紧	1、立即停泵，并阻断静脉回流及动脉管道 2、发现原因并排除 3、迅速恢复血流，注意管道排气 4、迅速更换泵管并擦干净泵槽内血液

6、氧合不佳

原因	预防	处理
1、未通气源 2、气源管道与氧合器进气、出气口接反 3、气体流量小、浓度低 4、气体过滤器方向接反或阻塞 5、气源接错,如 CO ₂ 、N ₂ 、吸引器口等 6、气体混合气故障 7、氧合器质量问题 8、氧合器选择不当	1、体外循环前检查气源,确保通畅 2、确保气体管道连接 3、检查气体混合器性能情况 4、排气预充观察氧合器发泡是否均匀 5、选择合适氧合器 6、密切观察动脉血氧饱和度,动静脉血色对比 7、调整通气量、氧浓度,备用氧气管、膜肺	1、CBP 开始时发现氧合不好,及时停降温,逐渐还血停机查找原因 2、复温时病情轻,手术快结束时,恢复心跳,启动呼吸机 3、病情重,手术时间长,快速降温至 20° C,更换氧合器 4、缺氧严重,按脑缺氧常规处理

7、液面过低

原因	预防	处理
1、静脉插管不到位 2、管道打折扭曲 3、容量不足 静脉管道内有大量气体 4、动脉大出血,回流室路径不畅或回流室位置过低 5、泵流量不准 6、氧合器兜血 7、静脉内有异物 8、过敏	1、插管深度合适 2、理顺管道 3、增加预充量 4、静脉管道阻断要完全 5、将回流室位置高于氧合器 6、体外循环前校正流量 7、预充时及时发现更换氧合器 8、检查管道,避免异物误入管道 9、尽量减少过敏因素	1、及时调整,控制动脉流量 2、及时调整管道 3、不液 4、疏通管道 5、调好回流室位置。备好右心吸引 6、显示转速,计算流量 7、适当提高液面或敲打氧合器,让兜血回落,必要时更换氧合器 8、抗过敏、补液

8、液面突然增加

原因	预防	处理
1、静脉引流管松开 2、主动脉泵头压合不紧 3、动脉滤器或抽血标本三通开放 4、左心持续转流 5、右心吸引增加 6、氧合器静脉旁路开放 7、离心泵转速不够，血液倒流	1、夹紧静脉管钳 2、调节动脉泵头松紧度 3、关闭动脉滤器和抽血标本三通 4、调整左心吸引或停左心 5、闭合动静脉旁路 6、调整离心泵转速高于动脉驱动压力	1、迅速查明原因并及时纠正 2、根据动静脉压积极输血 3、如没有鱼精蛋白拮抗，可将氧合器内血回输

9、变温器漏水

原因	预防	处理
1、氧合器质量问题 2、安装过程中损坏	1、体外循环前进行漏水实验，应有一定时间和压力 2、安装时注意	1、停止使用氧合器变温 2、应用大量抗生素 3、如时间长更换氧合器

10、变温器异常

原因	预防	处理
1、机器故障 2、设置失误 3、探头故障	1、定时检修机器、探头 2、温度设置准确 3、密切监测温度变化	1、更换变温箱和探头 2、调整合适温度

11、体外循环中高血压

原因	危害	处理
1、浅麻醉 2、缩血管物质增加，血管张力高：交感神经兴奋，儿茶酚胺增加；肾素-血管紧张素-醛固酮系统兴奋；血管升压素增加 3、流量过高	1、微血管收缩，组织灌注不足，缺血、缺氧、酸中毒 2、血管紧张素增加，心脏后负荷增加 3、大量血液滞留体外，机体容量降低 4、心率加快，心脏做功增加，氧耗增加	1、加深麻醉 2、血管扩张剂：硝普钠、硝酸甘油或ATP 3、调整流量

12、体外循环中低血压

原因	危害	处理
1、大量血液引流体外 2、血液降温，血管张力下降 3、血液稀释，血液粘稠度下降 4、平流灌注动脉压难以维持 5、灌注指数低于正常指数 6、药物作用：麻醉或降压药	组织灌注不足，造成缺血缺氧性损害，以脑、心、肾突出	1、心脏跳动时维持一定灌注压，保证冠脉供血：成人 60mmHg 左右，小儿 50mmHg 左右；心脏停跳时：成人 50-80mmHg，小儿 30-50mmHg，高血压、冠心病、糖尿病和高龄患者血压应稍高 2、血压低时应首先增加灌注流量，必要时控制静脉回流 3、低温低流量时，SV02>60%，暂不处理 4、低血压不宜>5min，超过给予缩血管药物 5、给药时注意：1) 受体兴奋剂；2) 小剂量多次；3) 心跳复跳时，选择合适血管活性药物。

13、复跳困难

原因	危害	处理
1、高钾 2、冠脉问题 3、动脉压低 4、主动脉瓣装反 5、房室传导阻滞 7、氧合不佳 8、冠脉进气 9、药物作用 10、术前心功能差	1、钾>5.5mmol/L 2、心电图：慢心率、高耸T波 3、冠脉触摸有结节感，病史、心电图 4、成人<30-32°C，小儿<20-25°C 5、流量小，血管张力低 6、先听瓣膜声音，再切口观察 7、心电图：房跳室不跳	1、利尿、给钙、碳酸氢钠、胰岛素、超滤 2、搭桥、修复冠脉 3、继续复温 4、增加流量，缩血管 5、重新安装 6、安装起搏器 7、改善氧合 8、重新阻断，停跳液

	8、血液呈黑色 9、冠脉有明显气栓 10、应用大剂量普萘洛尔、维拉帕米 11、术前病史	冲气 9、辅助循环
--	--	--------------

14、灌注停跳液后心脏电机械活动

原因	诊断	处理
1、温度高 2、灌注间歇长 3、机械干扰 4、灌注液钾浓度低 5、左心回血增多 6、静脉回流不佳 7、严重冠脉阻塞 8、灌注不足 9、侧支循环丰富	1、鼻温 $>30^{\circ}\text{C}$ ，心肌 $>20^{\circ}\text{C}$ 2、间断灌注 $>30\text{min}$ 3、肉眼见心肌静止，心电活动频繁，无规律 4、生化检查 5、吸引管流量增多 6、心腔饱满，静脉压高 7、顺行灌注困难，量 $<10\text{ml/kg}$	1、局部或全身降温 2、25-30min 灌注一次 3、请工程师处理 4、加大钾浓度 5、调整引流管和引流高度 6、顺行、逆行灌注结合 7、首次灌注 20ml/kg ，之后保证 $10-15\text{ml/kg}$ ，直到电机械活动停止

15、心内回流多

原因	判断	处理
1、发绀型心脏病：法四、肺动脉闭锁 2、肺部长期感染 3、主动脉阻断不全 4、左上腔静脉 5、PDA 6、主动脉瓣关闭不全 7、腔静脉阻断不全	1、回流多，病史，左、右房回流多，左房为主 2、左、右房回流多，色红 3、给予停跳液后心脏不停跳，左房回流多，色红 4、右房回流多，色暗红 5、肺动脉回流多，色鲜红 6、停跳灌注不佳，灌停跳液时发现 7、右房回流多，色暗	1、低温、低流量，静态膨肺 2、低温、低流量，静态膨肺 3、重新阻断动脉 4、左上腔阻断、引流或间断开放 5、阻断并闭合动脉导管 6、切口灌注 7、重新阻断静脉

16、水 肿

原因	预防
1、毛细血管压增高：静脉回流不畅、心功能不全 2、肾排水能力降低：低血压、血管阻力增加 3、血浆胶体渗透压降低：血压稀释、蛋白渗出、血液丢失 4、毛细血管通透性增加 5、静脉插管过深	1、制定合理预充，晶胶比 0.5~0.6:1 2、严格限制预充量，选用生物相容性高的体外用品 3、保证组织灌注，维持合适灌注压 4、保证静脉回流通畅，维持良好心功能 5、维持酸碱平衡 6、治疗措施：加强肾排水（利尿剂） 补充血液、血浆或蛋白 超滤（常规或改良超滤） 洗红细胞机使用（不作常规）

17、变温变化缓慢

原因	预防
直肠温度：1、探头至粪便 2、探头位置 浅或脱落 3、灌注流量不足 4、解剖分流，如 TOF、PDA 等 5、下半身无血流（主动脉弓中断， PDA 结扎后 机械因素：1、变温水温低 2、变温循环短路 3、仪器故障 4、探头线断裂 鼻咽温度：1、探头过深至口腔 2、鼻腔出血探头被血凝块包裹	1、术前灌肠 2、调节探头位置 3、提高灌注流量 4、适当处理 5、结扎前诊断，结扎后及时松解 1、提高温差 2、开放变温水循环 3、修理仪器 4、更换探头 1、调节位置 2、止血，清洗探头

18、体外循环中溶血

原因	预防	处理
1、血型不合 2、自身抗体 3、机械破坏 1) 阻力大 2) 过度吸引 3) 泵过紧 4、体外循环用品相容性差 5、鼓泡式氧合器血比例过大 6、静态预充库血时加入大量碱性液体 7、自身血液系统疾病，红细胞形态变化，脆性增加	1、三查四对 2、冷凝集实验阳性者 CBP 中不能降温 3、减轻机械损伤： 1) 保证管道通畅 2) 适度吸引 3) 调节松紧度 4、用高质量用品，选择较好膜肺 5、使用气血比 < 2:1 6、注意在循环师给予大量碱性液体	1、寻找原因及时消除 2、碱化尿液降低游离血红蛋白的肾毒性 3、加强利尿，加快毒性物质排出 4、激素应用，稳定细胞膜

19、无尿或少尿

原因	预防
1、尿管阻塞、打折 2、尿管脱落 3、尿管位置插错 4、低灌注压 5、全身阻力过高 6、肾功能不全 7、术前血容量不足	1、调节尿管 2、连接尿管 3、重插尿管 4、提高灌注压 5、降低血管阻力 6、利尿、超滤 7、补充血容量

20、代谢性酸中毒

原因	影响	处理
1、缺氧：氧合器故障、无氧供，麻醉过浅 2、流量不足 3、肾衰 4、预充大量酸性液体 5、过度稀释	1、心肌收缩减弱 2、血管张力下降 3、血钾增高	1、积极纠正原发因素 2、碳酸氢钠用量 = $1/4X(\text{BE 纠正值}) \times \text{体重}$ 碳酸氢钠 (mmol/L) = $0.25X\text{BE}$ (负值) $\times \text{体重}$ 3、注意高钾血症及血糖

21、代谢性碱中毒

原因	影响	处理
1、肾丢失 2、低钾血症 3、医源误入 4、胃肠道丢失	1、氧释放障碍 2、低钾血症	1、防治原发因素 2、严重时可用 NH ₄ Cl 纠正

22、呼吸性酸中毒

原因	影响	处理
1、通气量过低 2、排气口阻塞 3、辅助循环时自体肺不工作	1、心肌收缩无力 2、血压下降 3、脑血管扩张 4、肺血管收缩	1、增加通气，注意慢性呼衰，保持一定通气量 2、及时打开呼吸机

23、呼吸性碱中毒

原因	影响	处理
过度通气	脑血管收缩	适当降低通气量

24、高钾血症

原因	判断	处理
1、给药失误 2、灌注大量停跳液（特别血灌） 3、溶血、血液破坏 4、少尿，酸中毒	1、心肌收缩无力 2、T 波高耸，P-Q 间期延长，QRS 增宽	1、给药仔细核对 2、应用高质量体外循环用品 3、调整泵头松紧度 4、保护肾功能，维持酸碱平衡，心脏跳动时分次小剂量给钾 5、处理： 1) 继续体外循环 2) 补钙 2-3g 3) 5%NaHCO ₃ 100-200ml 4) 利尿（呋塞米）5-10mg 5) 超滤 6) 胰岛素应用：0.3u/g 糖

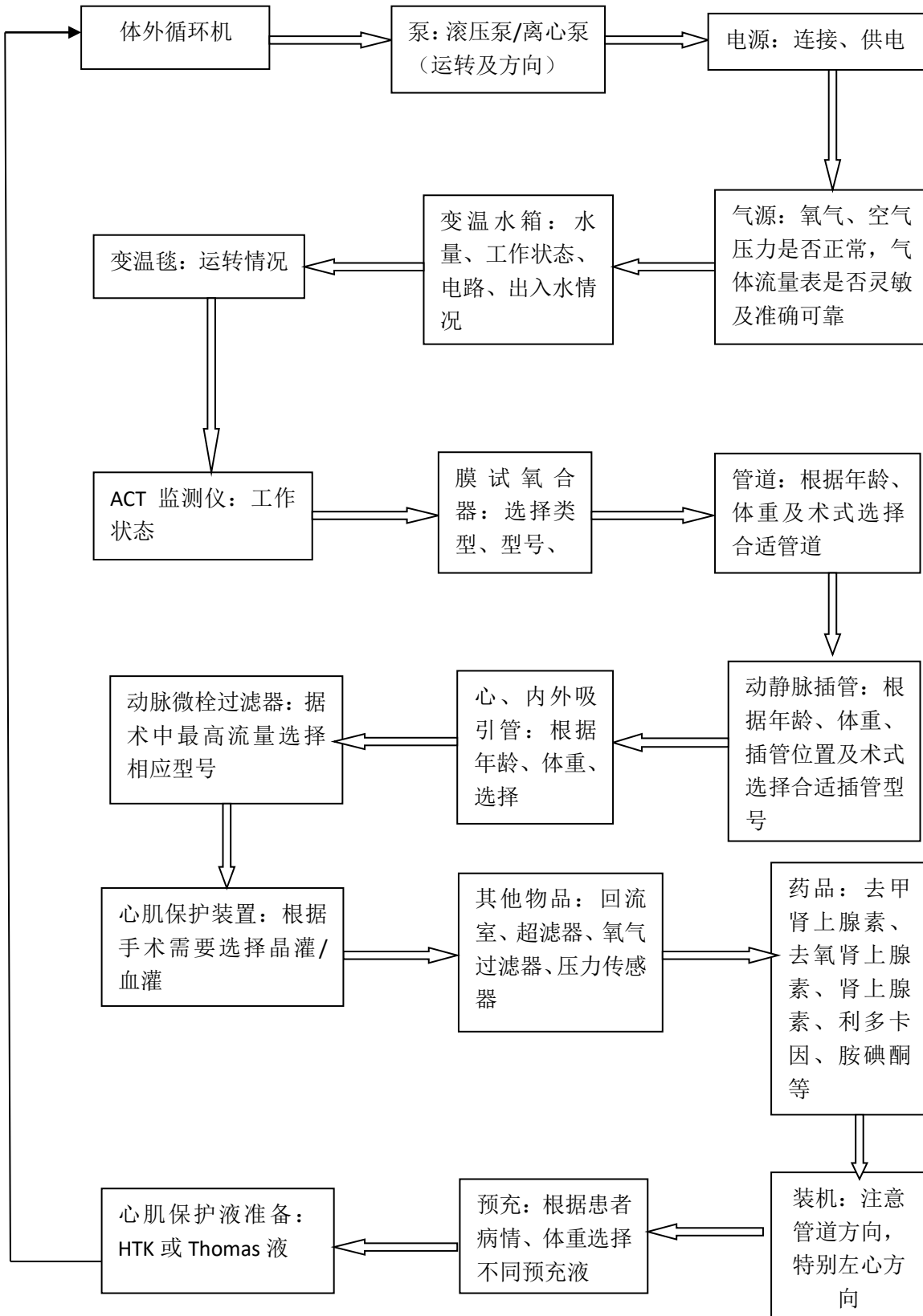
25、低钾血症

原因	判断	处理
1、补充不足 2、尿丢失过多 3、血液丢失 4、酸中毒 5、术前长期利尿	1、S-T降低、T波低平、U波出现 2、心脏兴奋性增高 3、血压下降	1、密切观察 2、术前术中及时补钾 3、继续体外循环 4、补钾量 (mmol/L) = 0.3X 体重 X (预测钾浓度-实际钾浓度)

26、低钙血症

原因	判断	处理
1、血液稀释 2、碱中毒 3、库血用量大 4、血液丢失	1、Q-T延长 2、心脏收缩无力 3、血压低	1、心脏复跳稳定后补钙 (复跳5-10min后补钙) 2、避免呼吸性碱中毒 3、加库血补钙 0.5g/100ml

体外循环前准备



体外循环并行

