

· 指南规范 ·

DOI: 10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2021.02.02

中国体外循环专业技术标准(2021 版)

Technology standards of extracorporeal circulation in China(2021)

中国生物医学工程学会体外循环分会,中华医学会胸心血管外科学分会,中国医师协会心血管外科医师分会

[关键词]: 体外循环; 专业技术; 标准; 指南

[Key words]: Extracorporeal circulation; Technical expertise; Standard; Guide

一、目的

中国生物医学工程学会体外循环分会(以下简称体外循环分会)、中华医学会胸心血管外科学分会和中国医师协会心血管外科医师分会基于当前临床研究证据和业内广泛接受的体外循环技术及我国体外循环专家共识,制定中国体外循环专业技术标准(以下简称标准),旨在为开展体外循环手术的单位或团队建立临床体外循环工作规程提供一个框架性参考文件,以保障体外循环技术实施的可靠性、安全性和有效性。

二、形成

2019 年 7 月体外循环分会开始筹划制定中国体外循环专业技术标准(以下简称“标准”),成立“体外循环专业技术标准专家委员会”(以下简称专家委员会),并开始起草“标准讨论稿”。2020 年 2 月至 9 月专家委员会对“标准讨论稿”内容进行了逐条审核修改,形成“标准初稿”。2020 年 10 月在国内 22 家医疗机构中对“标准初稿”进行 Delphi Method 专家调查,根据调查结果对“标准”进行了进一步修订,形成“标准 2021 版”。2021 年 1 月专家委员会对“标准 2021 版”进行审核和确认。

三、条款定义

标准:开展体外循环手术的单位或团队在建立体外循环工作规程和临床实施体外循环时必须遵循的基本要求。

作者单位:100037 北京,中国生物医学工程学会体外循环分会;100050 北京,中华医学会胸心血管外科学分会;100050 北京,中国医师协会心血管外科医师分会

通信作者:侯晓彤,Email: xt.hou@ccmu.edu.cn;

孙立忠,Email: lizhongsun@foxmail.com;

刘中民,Email: liu.zhongmin@tongji.edu.cn

推荐:帮助各单位或团队根据实际情况建立体外循环工作规程的建议。

工作规程:根据标准和推荐,各单位或团队自行建立的实施体外循环工作的规则和流程。

四、免责声明

本标准是三个医学分会根据对体外循环专业知识的充分理解、相关学术研究的证据水平和推荐级别、对国外体外循环技术相关指引的解读和结合我国体外循环技术的临床实践现状,经专家委员会撰写和审定形成。为保证体外循环安全与质量,鼓励体外循环专业人员在临床工作中全面执行本标准,但本标准并不以任何方式凌驾于专业人员针对患者的实际状况做出适当判断的责任之上。国家和地区相关法规及医疗机构相关政策优先于本标准。

五、规范条款

1 建立单位或团队体外循环工作规程

1.1 标准

1.1.1 开展体外循环手术的单位或团队必须根据“标准”和参考“推荐”制定临床实施体外循环的工作规程。

1.1.2 体外循环工作规程的评估和修订必须每年或必要时随时进行。

1.2 推荐

1.2.1 谨慎对待体外循环过程中偏离工作规程的情况,并记录在体外循环记录单上。

2 资质和能力

2.1 标准

2.1.1 灌注师必须具备医学类或生物工程类专业大专或以上教育背景。

2.1.2 灌注师必须参加体外循环分会认可的灌注师培训计划,并通过体外循环分会组织的理论考试和相应的技能考核,获取中国体外循环专业技术合格证。

2.1.3 灌注师必须按体外循环分会和所在医疗机构的要求参加相关继续教育。

2.1.4 对持海外灌注师执照者,灌注师必须在体外循环分会备案并获取临时中国体外循环专业技术合格证。

2.1.5 如灌注师无医师资格证和执业证,必须在医师指导下完成体外循环过程中相关处置工作。

2.1.6 体外循环相关新技术临床使用前,灌注师必须接受相应的教育和培训。

2.2 推荐

2.2.1 灌注师需要具备本科或以上学历。

2.2.2 制定和执行体外循环人员教育、培训和年度评估计划。

2.2.3 灌注师需要参加体外循环模拟培训。

2.2.4 灌注师需要每年进行考核以评价其对体外循环工作规程的执行能力。

3 工作制度

3.1 标准

3.1.1 临床体外循环工作必须配备充足的人员,以完成计划和急诊手术及质量控制等相关工作。

3.1.2 每台体外循环手术必须单独安排灌注师。

3.1.3 即使已安排灌注师在医院 24 小时值班,仍必须安排各班灌注师,并可以及时回到医院以应对急诊体外循环手术或紧急情况。

3.1.4 体外循环过程中如果需要交给另一位灌注师继续完成手术,必须进行清晰全面的交接。

3.1.5 安排计划手术工作时,灌注师在两个工作时段之间必须有足够休息时间。

3.1.6 建立和执行启动和终止体外循环工作流程。

3.1.7 参加手术团队的术前讨论、术后病情分析、疑难和死亡病例讨论。

3.1.8 体外循环前灌注师必须评估患者和了解手术计划,形成个体化体外循环方案,并与手术团队进行必要的沟通。

3.1.9 体外循环过程中,灌注师必须与手术团队密切沟通并及时进行相应处置。

3.1.10 使用重复内容的应答方式进行术中沟通,以保障沟通的准确性和有效性。

3.1.11 体外循环结束后,灌注师必须与麻醉医师进行病情交接。

3.1.12 终止体外循环后,必须保持体外循环随时可再次工作的状态,直至外科医师和麻醉医师均认为体外循环可以撤除。在患者离开手术室前,灌注师不应离开手术室区域。

3.2 推荐

3.2.1 体外循环辅助人员可以是灌注师、护士、技师或非专业人员;辅助人员必须了解灌注师的职责、手术流程、体外循环相关物品摆放位置等。

3.2.2 灌注师连续工作 16 小时后,至少需要 8 小时的休息时间。

3.2.3 建立灌注师术前和术后访视制度。

3.2.4 体外循环期间手术室区域必须有至少一位可随时提供帮助的灌注师或辅助人员,即“N+1”工作安排模式(N 为正在体外循环手术的手术室数量)。

4 备体外循环

4.1 标准

4.1.1 必须建立备体外循环手术转为体外循环手术的体外循环工作流程。

4.1.2 手术室区域内必须有可以随时为备体外循环手术进行体外循环的灌注师。

4.1.3 每台备体外循环手术必须有随时可使用的人工心肺机及相关设备、耗品和药品。

4.1.4 灌注师必须在术前与手术团队沟通以确定备体外循环等级:“湿备”、“干备”或“待命”。

4.2 推荐

4.2.1 每台备体外循环手术单独安排一位灌注师。

4.2.2 有安装完毕的设备和耗品以备紧急手术或作为突发状况的应急内容之一。

5 质量评估和改进

5.1 标准

5.1.1 灌注师必须定期进行质量评估和持续改进。

5.1.2 必须建立体外循环不良事件登记制度,对体外循环设备、耗品、药品及相关人员操作过程中发生的体外循环不良事件进行记录、分析和处理。

5.2 推荐

5.2.1 建立体外循环质量控制机制。

5.2.2 灌注师需要通过临床登记或数据库收集体外循环相关资料用于体外循环质量评估和改进。

6 体外循环记录

6.1 标准

6.1.1 体外循环记录单(手写或电子)必须作为患

者病历的一部分。

6.1.2 体外循环记录内容必须包括:患者一般资料、体外循环使用设备和耗品及药物、体外循环人员信息、体外循环期间一定时间间隔(按工作规程)的患者生理学参数和体外循环参数及灌注师签名。

6.1.3 如灌注师无处方权,记录单必须有对该手术体外循环负责的医师签名。

6.2 推荐

6.2.1 记录手术过程中上级医师对灌注师的重要口述医嘱及团队内重要沟通内容。

6.2.2 使用电子记录系统自动记录体外循环和患者相关参数。

6.2.3 电子记录的原始数据按卫生行政管理部门关于电子病历的相关政策要求保存。

7 体外循环核查

7.1 标准

7.1.1 必须建立本单位或团队认可的体外循环核查单。

7.1.2 灌注师必须在体外循环启动(包括再次启动)前使用体外循环核查单,并签名确认。

7.2 推荐

7.2.1 体外循环核查单作为患者病历的一部分。

7.2.2 启动体外循环前,口头知会手术团队已完成体外循环核查。

7.2.3 围体外循环期及进行其他操作时(如自体血回收、主动脉内球囊反搏、体外膜氧合)进行相应安全核查。

7.2.4 采用读取验证方式对体外循环核查单的重要条款进行确认。体外循环核查由两人完成,其中一人是该手术的灌注师。

7.2.5 患者脱离体外循环过程中使用终止体外循环核查单。

8 安全装置与监测

8.1 标准

8.1.1 体外循环期间必须连续关注动脉灌注血流量。

8.1.2 体外循环期间人工心肺机必须具有备用电池供电能力。

8.1.3 体外循环期间必须备有血泵手动驱动装置。

8.1.4 使用离心泵进行体外循环时,必须采用避免逆向血流的方法,如动脉管路单向阀、低转速限位器、主动式电子动脉管钳、低转速或低流量声光报警等。

8.1.5 使用硬壳静脉储血器时必须使用液平面感应器进行液平面监测,在静脉储血器液平面低于液平面感应器设定报警水平时可触发声光报警和下调泵速或停泵。

8.1.6 体外循环期间必须连续监测氧合器动脉出口处血温,并设置超温报警。

8.1.7 必须使用动脉滤器或使用集成动脉滤器氧合器。

8.1.8 使用负压辅助静脉引流时,静脉储血器必须具备压力释放阀。

8.1.9 体外循环期间必须连续关注氧合器供气流量和氧浓度。

8.1.10 体外循环期间必须有备用气源。

8.1.11 体外循环期间必须定时取样行血气、血红蛋白浓度或红细胞压积、电解质水平、乳酸和血糖检测。血气检测的最长时间间隔不超过 60 分钟。

8.1.12 体外循环期间必须连续监测混合静脉血氧饱和度。

8.1.13 体外循环使用吸入性药物时必须用麻醉气体挥发罐,并将氧合器出气口连通麻醉废气清除系统。

8.1.14 体外循环期间必须连续监测动脉管路压力并设置压力安全水平,超过安全水平时可触发声光报警和下调泵速或停泵。

8.1.15 使用负压辅助静脉引流时必须连续监测静脉储血器内或静脉管路压力。

8.1.16 心停搏液灌注时必须连续监测灌注管路压力并设置压力安全水平,超过安全水平时可触发声光报警和下调泵速或停泵。

8.1.17 冠状静脉窦插管心停搏液逆行灌注时,必须连续监测冠状静脉窦内压力。

8.1.18 必须监测心停搏液灌注剂量、灌注时间、灌注间隔时间,并密切关注灌注的实时流量。

8.1.19 体外循环期间必须连续监测患者动脉血压。

8.1.20 体外循环期间必须连续监测患者中心静脉压。

8.1.21 体外循环期间必须连续监测患者体温(如鼻咽温、直肠温、膀胱温、食道温、鼓膜温等)。

8.2 推荐

8.2.1 使用中空纤维膜式氧合器。

8.2.2 体外循环动脉灌注管存在分流时,连续监测进入患者动脉系统的血流量。

8.2.3 左心引流管路安装单向阀。

8.2.4 动脉灌注管路使用气泡监测,气泡监测应具备与动脉灌注泵联动功能,并可同时触发声光报警。

- 8.2.5** 心搏液灌注管路使用气泡监测。
- 8.2.6** 使用单独的术野血液回收储血过滤器。
- 8.2.7** 体外循环期间使用近红外光谱技术进行局部脑氧饱和度监测。
- 8.2.8** 体外循环期间连续监测经皮氧饱和度。
- 8.2.9** 体外循环期间连续监测血红蛋白浓度或红细胞压积。
- 8.2.10** 体外循环期间连续监测动脉灌注泵与膜式氧合器之间管路的压力。
- 8.2.11** 体外循环期间连续监测静脉血温和心搏液温度。
- 8.2.12** 体外循环期间在体外循环管路上进行连续血气和电解质浓度监测。
- 8.2.13** 有人工心肺系统各种必须使用的安全监测装置的备用装置及耗品。

9 抗凝

9.1 标准

- 9.1.1** 灌注师必须与手术团队共同制定抗凝治疗方案,包括肝素及其替代抗凝剂的用量和可接受活化凝血时间范围。
- 9.1.2** 灌注师必须与手术团队紧密合作,对体外循环前、中、后患者的凝血功能状态进行监测和处理。
- 9.1.3** 初始肝素剂量取决于以下因素之一:体重、肝素剂量反应曲线、血容量或体表面积。
- 9.1.4** 体外循环期间按工作规程定时检测活化凝血时间,并根据活化凝血时间追加相应剂量的肝素。
- 9.1.5** 体外循环期间或开启术野吸引时,活化凝血时间维持 480 秒以上,或根据活化凝血时间测定仪要求而定。
- 9.1.6** 开始使用鱼精蛋白中和时,灌注师必须停止人工心肺机的术野吸引。
- 9.1.7** 当患者不能使用肝素和/或鱼精蛋白而又必须接受体外循环手术时,使用凝血酶直接抑制剂作为抗凝剂。

9.2 推荐

- 9.2.1** 肝素和鱼精蛋白剂量个体化管理。
- 9.2.2** 监测肝素浓度、活化部分凝血活酶时间、血栓弹力图、凝血酶时间和抗凝血因子 Xa 活性。
- 9.2.3** 建立判断和处理患者肝素抵抗的工作流程。
- 9.2.4** 根据肝素-鱼精蛋白滴定结果决定体外循环过程中追加肝素剂量。
- 9.2.5** 测定活化凝血时间和/或肝素-鱼精蛋白滴定以确认对肝素的中和状态。
- 9.2.6** 使用抗凝血酶浓缩物或新鲜冰冻血浆提高

患者对肝素的敏感性。

10 气体交换

10.1 标准

- 10.1.1** 必须具备管路持续供应的氧气和空气,并有备用气源。
- 10.1.2** 体外循环期间必须根据患者个体特征或风险状况、使用氧合器类型和性能、动脉灌注血流量、患者体温和代谢需求、血气检测等因素,按工作规程维持气体交换。
- 10.1.3** 按工作规程检测血气并记录血气分析结果。
- 10.1.4** 血气检测设备必须根据生产厂商的使用说明进行校正。

10.2 推荐

- 10.2.1** 床边进行血气分析以获取准确和即时的血气检测结果,并及时评估和进行适当的调整。
- 10.2.2** 采用目标导向灌注原则,计算氧输送和氧消耗以评估和优化气体交换。

- $DO_2 I = CI \times CaO_2$

- $VO_2 I = CI \times (CaO_2 - CvO_2)$

公式中:

$$CaO_2 = (Hb \times 0.134 \times SaO_2) + (0.0031 \times PaO_2)$$

$$CvO_2 = (Hb \times 0.134 \times SvO_2) + (0.0031 \times PvO_2)$$

$$DO_2 I = \text{氧输送指数} [ml / (m^2 \cdot \text{min})]$$

$$VO_2 I = \text{氧消耗指数} [ml / (m^2 \cdot \text{min})]$$

$$CI = \text{心脏指数} [L / (m^2 \cdot \text{min})]$$

$$CaO_2 = \text{动脉氧含量} (ml/L)$$

$$CvO_2 = \text{混合静脉氧含量} (ml/L)$$

$$Hb = \text{血红蛋白浓度} (g/L)$$

$$SaO_2 = \text{动脉血氧饱和度} (\%)$$

$$PaO_2 = \text{动脉血氧分压} (mmHg)$$

$$SvO_2 = \text{静脉血氧饱和度} (\%)$$

$$PvO_2 = \text{静脉血氧分压} (mmHg)$$

- 10.2.3** 如需采用 pH-稳态管理血气,可根据情况在氧合器供气中增加二氧化碳。

11 动脉灌注血流量

11.1 标准

- 11.1.1** 体外循环前必须根据患者体表面积或体重、预期降温深度等因素确定体外循环目标动脉灌注血流量。
- 11.1.2** 体外循环期间灌注师必须与手术团队紧密合作以维持目标动脉灌注血流量。
- 11.1.3** 灌注师必须以“升/平方米/分钟”或“升/公

斤/分钟”为单位评估动脉灌注血流量。

11.1.4 通过氧合和代谢参数监测,评价患者是否得到充分的动脉灌注血流量。

11.1.5 使用主动脉根部排气时必须评估血液分流量并相应增加动脉灌注血流量。

11.1.6 体外循环过程中开启超滤旁路时,必须评估超滤血流量,并对动脉灌注血流量进行相应调整。

11.1.7 尽可能减少体外循环系统分流管路数量和缩小其管径。

11.2 推荐

11.2.1 采用目标导向灌注原则管理动脉灌注血流量,并通过评估以下因素以维持合适的动脉灌注血流量:动脉血压、体温、麻醉深度、静脉血及脑氧饱和度、酸碱平衡、血液乳酸水平、体循环阻力等。

11.2.2 当实际动脉灌注血流量与目标动脉灌注血流量出现偏差时,灌注师需要与体外循环负责医师或手术团队沟通。

11.2.3 使用辅助静脉引流帮助维持动脉灌注血流量。

12 血压

12.1 标准

12.1.1 体外循环前,灌注师必须与体外循环负责医师或手术团队就体外循环过程中血压管理方案进行沟通 and 确认,明确术中基于患者年龄、体温和术前状态的可接受血压范围。

12.1.2 灌注师必须与手术团队密切合作,按工作规程维持体外循环期间血压在可接受范围。

12.1.3 建立包括血管活性药物使用在内的体外循环期间血压管理工作规程。

12.1.4 在确认体外循环动脉灌注血流量充分和麻醉深度适当前提下,按工作规程使用血管收缩剂或扩张剂将血压控制在目标水平范围。

12.2 推荐

12.2.1 经处理后的实际血压与目标血压仍有偏差时,灌注师需要记录并与体外循环负责医师或手术团队沟通,以备更改术中血压管理方法。

12.2.2 体外循环期间使用挥发性麻醉剂帮助控制血压。

13 血液管理

13.1 标准

13.1.1 减少血液稀释,避免不必要输血。

13.1.2 在保证动脉灌注血流量和体外循环安全前提下,微小化体外循环环路。

13.1.3 在体外循环启动前计算出稀释后血红蛋白

浓度或红细胞压积,并在必要时与手术团队沟通。

13.1.4 体外循环过程中如血红蛋白浓度低于 60 g/L 或红细胞压积低于 0.18,且难以用利尿或超滤等方法及时纠正时,必须输注红细胞。

13.1.5 体外循环过程中必须持续关注循环血容量及液体平衡。

13.1.6 体外循环期间必须及时调整术野吸引泵和胸腔减压泵泵速,以减少气体吸入和避免过度负压。

13.2 推荐

13.2.1 参与手术团队术前输血策略讨论和参加多学科血液管理团队。

13.2.2 使用生物相容性涂层的体外循环耗材。

13.2.3 对术前高红细胞压积患者采用术前或术中自体血保存。

13.2.4 采用静脉顺行或动脉逆行自体血预充。

13.2.5 使用超滤技术。

13.2.6 使用自体血回收机处理术野回收血。

13.2.7 体外循环残余血回收至血袋或注入自体血回收机处理后回输患者。

13.2.8 使用自体富血小板血浆回输技术

14 设备维护

14.1 标准

14.1.1 制定体外循环相关设备的维护计划。

14.1.2 灌注师必须确认手术使用的体外循环设备得到适当维护并具备正常功能。相关设备包括:人工心肺机(含血泵、计时器、压力监测、温度监测、液平面感应、气泡监测、血流量探头等)、变温水箱、活化凝血时间测定仪、空氧混合器或气体流量表、麻醉气体挥发罐、自体血回收机、血氧饱和度监测仪等。

14.1.3 体外循环设备必须由专业人员进行预防性维护;体外循环和/或医院设备管理部门必须对设备的定期维护记录在案;维护间隔周期必须符合设备生产厂商的推荐及医院要求。

14.1.4 对变温水箱实施有效的消毒净化。

14.1.5 必须备有必要的备用体外循环设备。

14.2 推荐

14.2.1 变温水箱放置在手术室外或尽可能远离手术台。

参考文献:

- [1] American Society of Extracorporeal Technology Standards and Guidelines for Perfusion Practice. Am sect, 2017. <http://www.ansect.org/p/cm/ld/fid=1617>. [2021-02-02].
- [2] Oldeen ME, Angona RE, Hodge A, et al. American society of extraCorporeal technology: Development of standards and guide-

- lines for pediatric and congenital perfusion practice (2019)[J]. J Extra Corpor Technol, 2020, 52(4):319-326.
- [3] Kunst G, Milojevic M, Boer C, *et al*. 2019 EACTS/EACTA/EBCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery [J]. Br J Anaesth. 2019, 123(6):713-757.
- [4] Installation Standards of Safety Devices during Cardiopulmonary Bypass (Version 6). JaSEC, 2018. (收稿日期:2021-02-02) (修订日期:2021-02-12)
- 本文经作者授权同时发表于《中华胸心血管外科杂志》2021 年第 37 卷第 4 期

规范制定组成员

起草组 章晓华(广东省人民医院);刘锋(首都医科大学附属北京安贞医院);王伟(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心)

专家评审组(按姓氏拼音排序) 陈鑫(南京第一医院);程光存(中国科技大学附属第一医院);董念国(华中科技大学同济医学院附属协和医院);杜磊(四川大学华西医院);杜中涛(首都医科大学附属北京安贞医院);郭震(上海交通大学附属胸科医院);郝星(首都医科大学附属北京安贞医院);黑飞龙(中国医学科学院阜外医院);侯晓彤(首都医科大学附属北京安贞医院);吉冰洋(中国医学科学院阜外医院);姜胜利(中国人民解放军总医院);金振晓(空军军医大学第一附属医院);李佳春(中国人民解放军总医院);李平(华中科技大学附属协和医院);李欣(复旦大学附属中山医院);刘斌(四川大学华西医院);刘锋(首都医科大学附属北京安贞医院);刘晋萍(中国医学科学院阜外医院);刘燕(武汉亚洲心脏病医院);刘宇(中国人民解放军北部战区总医院);龙村(中国医学科学院阜外医院);荣健(中山大学附属第一医院);沈佳(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心);王伟(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心);武婷(天津市胸科医院);熊瑶瑶(中南大学湘雅二医院);许崇恩(山东第一医科大学附属省立医院);许建屏(中国医学科学院阜外医院);叶建熙(福建医科大学附属协和医院);俞世强(空军军医大学第一附属医院);章晓华(广东省人民医院);赵举(中国医学科学院阜外医院);郑哲(中国医学科学院阜外医院);周成斌(广东省人民医院);周荣华(四川大学华西医院);周新民(中南大学湘雅二医院);朱德明(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心);朱俊明(首都医科大学附属北京安贞医院)

调查评价组 郝星(首都医科大学附属北京安贞医院);杜中涛(首都医科大学附属北京安贞医院);杨晓芳(首都医科大学附属北京安贞医院)

指导组(按姓氏拼音排序) 黑飞龙(中国医学科学院阜外医院);侯晓彤(首都医科大学附属北京安贞医院);李欣(复旦大学附属中山医院);刘中民(上海同济大学附属东方医院);龙村(中国医学科学院阜外医院);孙立忠(首都医科大学附属北京安贞医院);朱德明(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心);庄建(广东省人民医院)

(上接第 66 页)

- [1] American Society of Extracorporeal Technology Standards and Guidelines for Perfusion Practice. Am sect, 2017. <http://www.ansect.org/p/cm/ld/fid=1617>. [2021-02-02].
- [2] Oldeen ME, Angona RE, Hodge A, *et al*. American society of extraCorporeal technology: Development of standards and guidelines for pediatric and congenital perfusion practice (2019)[J]. J Extra Corpor Technol, 2020, 52(4):319-326.
- [3] Wahba A, Milojevic M, Boer C, *et al*. 2019 EACTS/EACTA/EBCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2020, 57(2): 210-251.
- [4] Authors/Task Force Members, Kunst G, Milojevic M, *et al*. 2019 EACTS/EACTA/EBCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery[J]. Br J Anaesth, 2019, 123(6): 713-757.
- [5] Shore-Lesserson L, Baker RA, Ferraris VA, *et al*. The society of thoracic surgeons, the society of cardiovascular anesthesiologists, and the american society of ExtraCorporeal technology: clinical practice guidelines - anticoagulation during cardiopulmonary bypass[J]. Ann Thorac Surg, 2018, 105(2): 650-662.
- [6] Engelman R, Baker RA, Likosky DS, *et al*. The society of thoracic surgeons, the society of cardiovascular anesthesiologists, and the american society of ExtraCorporeal technology: clinical practice guidelines for cardiopulmonary bypass--temperature management during cardiopulmonary bypass [J]. Ann Thorac Surg, 2015, 100(2): 748-757.
- [7] Pagano D, Milojevic M, Meesters MI, *et al*. 2017 EACTS/EACTA guidelines on patient blood management for adult cardiac surgery[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2018, 53(1): 79-111.
- [8] Japanese Extracorporeal Circulation Society. Installation Standards of Safety Devices during Cardiopulmonary Bypass (Version 6). JaSEC, 2018.
- [9] 中国生物医学工程学会体外循环分会. 2019 年中国心外科手术和体外循环数据白皮书[J]. 中国体外循环杂志, 2020, 18(4):193-196.
- [10] 中国生物医学工程学会体外循环分会,章晓华,黑飞龙. 建立我国体外循环专业技术规范刻不容缓[J]. 中国体外循环杂志, 2019, 17(4):193-194. (收稿日期:2021-02-07) (修订日期:2021-02-22)