

团 体 标 准

T/GDNAS 003—2022

ECMO 导管维护技术规范

Technical specifications for the maintenance of extracorporeal membrane oxygenation circuit

2022-11-18 发布

2023-01-01 实施

广东省护理学会 发布

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件不涉及专利。

本文件由广东省护理学会提出并归口。

本文件起草单位：广东省护理学会危重症护理专业委员会、中山大学附属第一医院、中国医学科学院北京协和医院、四川大学华西医院、上海交通大学医学院附属瑞金医院、上海交通大学附属第六人民医院、东南大学附属中大医院、华中科技大学同济医学院附属协和医院、中南大学湘雅医院、福建省立医院、哈尔滨医科大学附属第一医院、广西医科大学第一附属医院、广东省人民医院、广东省中医院、广州医科大学附属第一医院、广州医科大学附属第二医院、南方医科大学南方医院、深圳市第二人民医院、中山市人民医院、南方医科大学珠江医院、三明市第一医院。

本文件主要起草人：高明榕、成守珍、薛卫华、李顺玲、申贵江、唐宇君、李尊柱、田永明、顾秋莹、邵小平、朱艳萍、黄海燕、曹岚、陈巧玲、王磊、黄德斌、于红静、蓝惠兰、陈丽芳、吴巧媚、陈丽花、魏红云、陈晖、李云、陈玉平、白利平、卫政登、李向芝、李丽琼、吴林珠、张生君、曾燕。

# ECMO 导管维护技术规范

## 1 范围

本文件规定了 ECMO 治疗期间 ECMO 导管维护的相关缩略语、基本要求、评估、操作要点、并发症预防及处理。

本文件适用于医疗机构的医护人员开展全程 ECMO 导管维护技术。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- WS/T 313 医务人员手卫生规范
- WS/T 433 静脉治疗护理技术操作规范
- WS/T 509 重症监护病房医院感染预防与控制规范
- WS/T 510 病区医院感染管理规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **体外膜肺氧合 extracorporeal membrane oxygenation**

一种经驱动泵将静脉血液从体内引到体外，经氧合器氧合和排除二氧化碳后，再将血液回输体内的循环辅助技术，用于部分或完全替代患者心肺功能。

### 3.2

#### **静脉-静脉模式体外膜肺氧合 veno-venous extracorporeal membrane oxygenation**

一种经驱动泵将静脉血液由腔静脉引出，经氧合器氧合和排除二氧化碳后，回输到右心静脉系统的循环辅助技术，用于部分或完全替代患者肺功能。

### 3.3

#### **静脉-动脉模式体外膜肺氧合 veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation**

一种经驱动泵将静脉血液由腔静脉引出，经氧合器氧合和排除二氧化碳后，回输到大动脉（通常是主动脉）的循环辅助技术，用于部分或完全替代患者心肺功能。

### 3.4

#### **泵前压 pump inlet or pre-pump pressure**

驱动泵前面的引流管压力。

### 3.5

#### **膜前压 pre-membrane pressure**

驱动泵和氧合器之间的管路压力。

### 3.6

**膜后压 post- membrane pressure**

氧合器后的回流管压力。

### 3.7

**跨膜压力梯度 pressure drop across membrane**

氧合器前后的回流管压力差， $\Delta P = P_{pre} - P_{post}$ ，是反应氧合器内的凝血程度指标之一。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ABI: 踝肱指数 (ankle brachial index)

CVP: 中心静脉压 (Central venous pressure)

ECMO: 体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation)

MAP: 平均动脉压 (mean arterial pressure)

NIRS: 近红外光谱仪 (Near Infrared Spectrum Instrument)

Pinlet: 泵前压 (Pump inlet or pre-pump pressure)

Ppre: 膜前压 (pre-membrane pressure)

Ppost: 膜后压 (post- membrane pressure)

VA-ECMO: 静脉-动脉模式体外膜肺氧合 (veno- arterial extracorporeal membrane oxygenation)

VV-ECMO: 静脉-静脉模式体外膜肺氧合 (veno-venous extracorporeal membrane oxygenation)

$\Delta P$ : 跨膜压力梯度 (Pressure drop across membrane)

## 5 基本要求

- 5.1 应严格遵守无菌技术操作原则。
- 5.2 手卫生应符合 WS/T 313 规定。
- 5.3 病区医院感染管理应符合 WS/T 509 和 WS/T 510 规定。
- 5.4 应接受过 ECMO 专业培训并考核合格，具备实际操作及应急处理能力。

## 6 评估

### 6.1 ECMO 置管前评估

- 6.1.1 患者或家属的知情同意。
- 6.1.2 患者意识、瞳孔、生命体征。
- 6.1.3 评估全血细胞计数，基础凝血功能（凝血酶原时间、活化部分凝血活酶时间、纤维蛋白原、D-二聚体、凝血因子III），血生化和血气分析。
- 6.1.4 穿刺点周围皮肤情况。
- 6.1.5 病情允许，建议应用超声评估血管条件：穿刺血管的直径及通畅情况，有无血管硬化、血栓等。
- 6.1.6 患者需要的辅助流量，选取与之适应的插管形式和型号。

## 6.2 ECMO 置管中评估

- 6.2.1 患者生命体征，镇痛镇静的管理等
- 6.2.2 ECMO 管路连接与预充，确保连接紧密。
- 6.2.3 无菌技术执行情况。

## 6.3 ECMO 置管后评估

- 6.3.1 ECMO 插管的管口方向和尖端位置。
- 6.3.2 ECMO 插管的型号、插管方式和深度、管路固定、敷料、氧合器前后导管内血液色差、整个管路的完整性和密闭性。
- 6.3.3 ECMO 管路不受压、无扭曲、无重力牵拉。
- 6.3.4 ECMO 机器运行参数，报警范围、转速、血流量、气流量、氧浓度和压力运行等。
- 6.3.5 水箱的运行状态，尤其是设置温度、实际温度、水位和水质。
- 6.3.6 ECMO 的电源运行模式。
- 6.3.7 管路阻断钳、手摇泵处于备用状态。
- 6.3.8 穿刺侧肢体末端循环情况、双侧肢体皮温和腿围。
- 6.3.9 有远端灌注管的患者，应观察远端灌注管的颜色、血液有无分层及堵塞、导管无扭曲。

## 7 操作要点

### 7.1 管路连接与预充

- 7.1.1 电源固定连接，确保处于交流电模式。
- 7.1.2 开机自检。
- 7.1.3 检查 ECMO 套包外包装、有效期，套包条形码应粘贴在操作记录单上。
- 7.1.4 连接管路，严格无菌操作，确保连接紧密。
- 7.1.5 正确安装管路。
- 7.1.6 连接水箱，设置适宜温度，进行水循环，检查氧合器变温系统是否有渗液。
- 7.1.7 连接预充液，按管路→驱动泵→氧合器（确保氧合器排气孔开放）→管路顺序预充排气，检查整套管路内无明显气体。
- 7.1.8 预充结束，撤离预充侧支管，管路自循环备用。
- 7.1.9 理顺整个循环管路，并固定于适当位置。
- 7.1.10 连接空氧混合气管路（气源→空氧混合器→氧合器），设定氧气浓度和气体流量。
- 7.1.11 待置管成功后，夹闭循环，打开无菌导管包装盒，医生连接管路，运行 ECMO。
- 7.1.12 ECMO 管路连接与预充，严格无菌操作。

### 7.2 管路固定

- 7.2.1 管路固定前，应确认插管的尖端位置合适。
- 7.2.2 宜保持导管与血管走向平行。
- 7.2.3 宜对插管进行外科缝线固定。
- 7.2.4 股静脉或股动脉插管患者，除了外科缝线，宜沿着股骨线上至少固定两个位置。
- 7.2.5 应记录置管日期、部位、方式、置入长度（外露长度）和插管型号。
- 7.2.6 宜采取高举平台法、绳系法或其他固定装置固定，固定位置避开关节活动处。（见附录 A）
- 7.2.7 宜在床沿和 ECMO 仪器支架上分别固定一个点。

- 7.2.8 管路固定在床边时，应保持一定的活动空间，防止过度牵拉。
- 7.2.9 应密切监护ECMO管路的完整性和密闭性，尤其是插管与管路之间、驱动泵、氧合器、气体连接管、水箱和附加装置。
- 7.2.10 宜适当限制穿刺侧肢体活动，必要时对其进行保护性约束。
- 7.2.11 应根据患者病情及配合程度，遵医嘱落实镇痛镇静个体化方案。
- 7.2.12 多人协作翻身时，宜专人固定管路。
- 7.2.13 ECMO 套包管路手动连接处宜用扎带固定。
- 7.2.14 穿刺端肢体带管期间，肢体宜处于功能位，防止关节强直。

### 7.3 管路运行监测

- 7.3.1 应密切监测并记录患者意识、瞳孔、心率、MAP、体温、氧饱和度、CVP 和尿量等。
- 7.3.2 应动态进行管路检查（见附录 B），记录 ECMO 的治疗参数（转速、血流量、气流量、氧浓度、压力运行和水箱温度等）
- 7.3.3 应动态监测出凝血指标及抗凝药物用量，根据监测结果结合患者临床症状调整 ECMO 抗凝方案。
- 7.3.4 应常规观察氧合器前后导管内血液色差，管路是否有抖动及转速、流量的变化。
- 7.3.5 可监测 Pinlet、Ppre、Ppost、 $\Delta P$ （见附录 C）。
- 7.3.6 股动脉置管患者，应常规监测、对比和记录双侧下肢动脉（如足背动脉、胫后动脉）搏动，肢端皮肤颜色、温度，双下肢腿围和肌力，可进行近红外光谱仪（NIRS）监测血氧饱和度或采用多普勒方法测量每个手臂和每个踝关节的收缩压，通过踝肱指数（ABI），来评价肢体缺血情况，便于及早发现缺血迹象。
- 7.3.7 股静脉置管 VA-ECMO 的患者，应在右上肢留置动脉测压管、采样血气分析标本和放置脉搏血氧监测仪。
- 7.3.8 VA-ECMO 的患者，应常规建立远端灌注管，观察内容详见 6.3.9。

## 8 并发症预防及处理

### 8.1 导管相关感染的预防

- 8.1.1 操作人员应经过管路维护和导管相关血流感染防控的专业培训且考核合格。
- 8.1.2 宜建立 ECMO 管路维护的专业团队。
- 8.1.3 管路维护应执行手卫生，按照 WS/T 313 规定。
- 8.1.4 置管前，宜评估置管环境。
- 8.1.5 置管前，穿刺处宜最大面积皮肤备皮。
- 8.1.6 管路预充时，严格无菌操作。
- 8.1.7 置管时应遵守最大无菌屏障要求。
- 8.1.8 穿刺及维护时应选择合适的皮肤消毒剂，按照 WS/T 433 规定。
- 8.1.9 应采用无菌透明敷料以穿刺点为中心覆盖穿刺部位，无张力固定，可采用 2%葡萄糖酸氯己定抗菌透明敷料。
- 8.1.10 敷料更换应按照 WS/T 433 规定。
- 8.1.11 避免添加附件装置，应尽量减少对 ECMO 管路的操作，保持管路密闭性。
- 8.1.12 宜使用 75%乙醇棉片机械摩擦接头的横切面及外围至少 15 秒。
- 8.1.13 可采用 2%的葡萄糖酸氯己定消毒管路的体外暴露部分。
- 8.1.14 可采用 2%的葡萄糖酸氯己定擦浴，尤其是导管周围皮肤。
- 8.1.15 怀疑发生导管相关感染，应留取血培养送检，宜穿刺点拭子培养，拔管时可进行导管尖端培养。

8.1.16 可逐步开展 ECMO 导管相关血流感染的目标性监测。

## 8.2 出血与血栓的预防

8.2.1 应动态监测凝血指标及抗凝药物用量，详见 7.3.3。

8.2.2 应定时观察患者的意识、瞳孔、生命体征，早期识别有无颅内出血，必要时查 CT、脑诱发电位和脑部超声。

8.2.3 应定时观察患者全身出血症状，包括呼吸道、消化道、泌尿道、穿刺置管处及全身皮肤黏膜等。

8.2.4 宜减少有创性操作。

8.2.5 严密观察 ECMO 管路系统内有无血栓，可用听诊器听驱动泵的声音，用强光源照射 ECMO 整个管路，尤其是管路连接处和氧合器。

8.2.6 维持 ECMO 有效流量。

8.2.7 如果凝血影响 ECMO 治疗效率时，应更换组件或整套管路。

## 8.3 溶血的预防

8.3.1 应密切监测血常规、尿常规、血浆游离血红蛋白和直接胆红素，观察尿液及皮肤黏膜的颜色。

8.3.2 宜维持 Pinlet 不低于-50mmHg。

8.3.3 应定时评估驱动泵运行状态，是否有异响、血流量不稳定等情况。

8.3.4 严密观察 ECMO 管路系统内有无血栓，详见 8.2.5。

8.3.5 出现溶血后，应查找原因，及时遵医嘱输注血制品，必要时更换 ECMO 管路。

## 8.4 气体栓塞的预防

8.4.1 应保持 ECMO 管路的密闭性，尽量避免对驱动泵前管路的操作。

8.4.2 对于 ECMO 联合 CRRT 患者，宜采用氧合器后引血、氧合器前回血的方式连接（见附录 D）。

8.4.3 出现气体栓塞后，应立即钳闭回血管，停止驱动泵，并检查整个管路，找到空气进入的原因并处理，清除管路内气体后再恢复治疗。

## 8.5 导管脱出的应急处理

8.5.1 立即夹闭脱出的管路，同时呼叫医生和其他护士协助。

8.5.2 立即下调 ECMO 驱动泵转速至 0。

8.5.3 压迫穿刺点止血。

8.5.4 在重建 ECMO 之前，协助医生给予患者必要的呼吸或循环支持。

8.5.5 根据需要，重新预充和循环管路。

## 附录 A (资料性)

### ECMO 管路固定方法

常见的 ECMO 管路固定方法有绳系法、高举平台法。绳系法第一步：取 5cm\*10cm 大小的弹力胶布，中间位置剪两小孔，15cm 的系带穿过两小孔后打一个结（见图 A.1）；第二步：延血管平行方向，用绳子固定 ECMO 管路，弹力胶布黏贴于患者皮肤（见图 A.2）。高举平台法第一步：剪裁 5cm\*15cm 大小的（见图 A.3）；第二步：延血管平行方向，用弹力胶布黏贴高举平台法固定 ECMO 管路（见图 A.4）。



图 A.1 绳系法第一步 制作固定带



图 A.2 绳系法第二步 延血管平行方向固定 ECMO 管路



图 A.3 高举平台法第一步 制作固定带

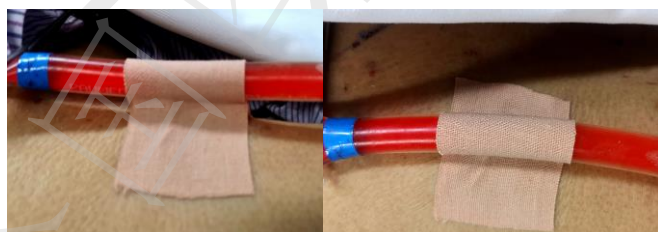


图 A.4 高举平台法第二步 延血管平行方向固定 ECMO 管路

## 附录 B

(资料性)

## ECMO 导管维护核查表

日常工作中宜使用 ECMO 导管维护核查表进行质量控制。(见表 B.1)

表 B.1 ECMO 导管维护核查表 (第 1 页/共 2 页)

序号		项目	是	否
电路	ECMO主机	电源插头固定连接		
		设备电池功能完好或备有UPS电源		
		主机运行正常无报警		
		应急工具床边备用： 阻断钳4把，手摇泵1个		
	驱动泵	驱动泵运行正常，无异响		
		耦合剂涂抹均匀，流量监测正常		
驱动泵内无肉眼可见血栓、气泡				
血路	引流管和回流管插管	外科缝线固定		
		每日评估置管穿刺点和周围皮肤		
		无活动性出血或渗血		
		敷料干洁，无卷边、松脱		
		插管刻度无改变（出口处做标记）		
		强光源检查下插管内无凝血块		
	ECMO体外管路	管路完整性和密闭性		
		体外管路在患者身上至少两个固定点		
		管路没有受压、扭曲、牵拉		
		管路无抖动、异响		
		血液流量与设定转速匹配		
		避免不必要的外接头		
	氧合器	强光源检查下体外管路回路内有无血栓		
		氧合器前后管路内血液色差明显		
		记录氧合器前后压力差值及变化趋势		
气路	空氧混合器	强光源检查下氧合器内有无血栓		
		氧源连接完好		
		气源连接完好		
		氧气浓度遵医嘱设定		
		混合气流量遵医嘱设定		
	空氧混合器工作正常，无异响			
	氧合器	气体流量是否与血流量匹配		
		气体出口处是否开放		
		气体出口及四周有无水滴、血浆、气泡渗出		
		氧合器顶端是否有气泡		

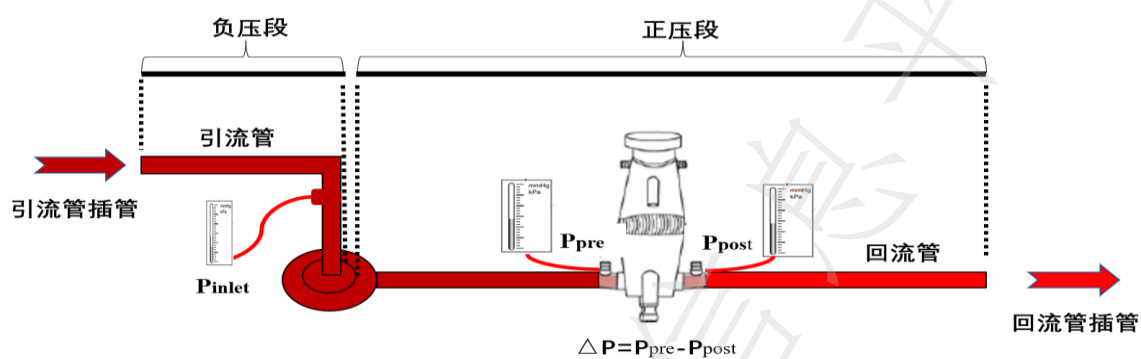
表 B.1 ECMO 导管维护核查表 (第 2 页/共 2 页)

序号		项目	是	否
水路	水箱	水箱电源固定连接		
		水箱接头连接完好, 无漏水		
		设置水温与实测水温相符		
		水位线达标, 无缺水		
其他	治疗效果观察	意识、瞳孔		
		生命体征: 血压、体温、呼吸、脉搏、心率		
		血气分析: 氧合指数、血红蛋白、电解质		
	导管相关感染的预防	遵守无菌技术操作原则		
		遵守医务人员手卫生规范		
		遵守病区医院感染管理规范和重症监护病房医院感染预防与控制规范		
		遵守静脉治疗护理技术操作规范		
	出血与血栓的预防	意识、瞳孔		
		定时监测出凝血指标		
		动态记录抗凝药物用量		
		定时观察患者全身出血症状: 呼吸道、消化道、泌尿道、皮肤黏膜等		
		尽量减少有创操作		
	溶血的预防	定时监测血常规、尿常规、血浆游离血红蛋白和直接胆红素		
		宜维持Pinlet不低于-50mmHg		
		观察ECMO管路、驱动泵、氧合器有无血栓		
	气体栓塞的预防	监护管路的密闭性		
		避免对驱动泵前管路的操作		
		出现气体栓塞后, 应立即钳闭氧合器后的回血管, 停止驱动泵, 并检查整个管路, 找到空气进入的原因并处理。如果可能, 重新启动, 通过接头管路, 将空气分流到氧合器前来清除管路内气体, 再恢复治疗。		
	肢体缺血缺氧的预防	股动静脉置管的VA-ECMO, 应常规留置远端灌注管		
		定时观察远端灌注管的颜色, 血液有无分层和堵塞; 管无扭曲		
		记录和测量双侧足背动脉、胫后动脉		
		记录和测量双下肢周径和肌力		
		记录双侧肢端皮肤颜色、温度		
		可测量双侧肢端血氧饱和度、踝关节血压		

## 附录 C (资料性)

### ECMO 管路压力监测位置及临床意义

ECMO 管路压力监测的位置 (见图 C.1), 压力、流量和转速之间的关系、可能原因及解决方法 (见表 C.1)。



注: Pinlet: 泵前压 (Pump inlet or pre-pump pressure) Ppre: 膜前压 (pre-membrane pressure)  
Ppost: 膜后压 (post-membrane pressure) ΔP: 跨膜压力梯度 (Pressure drop across membrane)

图 C.1 ECMO 管路压力监测位置示意图

表C.1 压力、流量和转速之间的关系

Pinlet	Ppre	Ppost	$\Delta P$	流量	转速	可能原因	解决方法
↓	↓	↓	↓	↓	=	血容量不足、心包填塞、气胸、引流管插管位置不当或管路弯折、引流管插管凝血	扩容、排除心包填塞和气胸、检查管路和引流管插管通畅性以及位置
↑	↓	↓	↓	↓	↓或=	驱动泵故障、ECMO 管路内凝血或进气	立即手摇泵、更换备用的驱动泵、排气、更换ECMO套包
↑	↑	↓	↑	↓	=	氧合器失效 (栓塞)	更换ECMO套包或氧合器
↑	↑	↑	↓	↓	=	驱动泵后负荷增加 (VA-ECMO中出现高血压, 回血端插管弯折或凝血)	检查回血端插管和ECMO管路的通畅性及位置

注: Pinlet: 泵前压; Ppre: 膜前压; Ppost: 膜后压;  $\Delta P$ : 跨膜压力梯度

附录 D  
(资料性)

ECMO 联合 CRRT 的连接方式

ECMO 联合 CRRT 时，CRRT 采用 ECMO 氧合器后引血、氧合器前回血的连接方式。(见图 D.1)

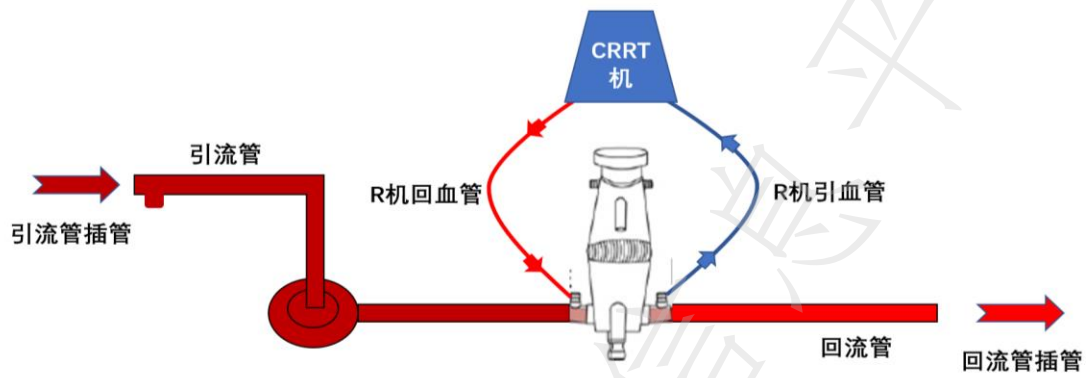


图 D.1 ECMO 联合 CRRT 的连接方式示意图

## 参 考 文 献

- [1] Karagiannidis C, Brodie D, Strassmann S, et al. Extracorporeal membrane oxygenation: evolving epidemiology and mortality[J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(5): 889-896.
- [2] 赖冰洁, 纪茗馨, 吕慧, 等. ECMO国内应用现状[J]. *中国实验诊断学*, 2020, 24(6): 1045-1048.
- [3] 闵苏, 敖虎山. 不同情况下成人体外膜肺氧合临床应用专家共识(2020版)[J]. *中国循环杂志*, 2020, 35(11): 1052-1063.
- [4] ELSO GUIDELINES FOR TRAINING AND CONTINUING EDUCATION OF ECMO SPECIALISTS[EB/OL]. <https://www.else.org/Portals/0/IGD/Archive/FileManager/>,
- [5] 李洪娜, 夏莹, 刘桂英, 等. 体外膜肺氧合联合连续性肾脏替代治疗的护理进展[J]. *中华现代护理杂志*, 2019, 25(25): 3296-3300.
- [6] 李雁平, 李春芳. 体外膜肺氧合的并发症及其护理现状[J]. *护理研究*, 2013, 27(28): 3080-3082.
- [7] 高国栋, 黑飞龙, 吉冰洋, 等. 128例成人体外膜肺氧合支持治疗患者相关并发症回顾分析[J]. *中国分子心脏病学杂志*, 2015, 15(01): 1197-1201.
- [8] Bull T, Corley A, Lye I, et al. Cannula and circuit management in peripheral extracorporeal membrane oxygenation: An international survey of 45 countries[J]. *PLOS ONE*, 2019, 14(12): e227248.
- [9] 田丽, 黄艳林. 体外膜氧合技术: 患者的希望, 护理的挑战[J]. *中国实用护理杂志*, 2020, 36(32): 2481-2486.
- [10] 邱立, 周兰姝. 美国临床护理标准及其对我国建立临床护理标准的启示[J]. *护理研究*, 2006, 20(34): 3192-3194.
- [11] 谢美莲, 张志云. 标准操作程序在我国护理专业实践中的研究进展[J]. *现代临床护理*, 2018, 17(08): 79-82.
- [12] Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, et al. AGREE II: advancing guideline development, reporting and evaluation in health care[J]. *CMAJ*, 2010, 182(18): E839-E842.
- [13] 韦当, 王聪尧, 肖晓娟, 等. 指南研究与评价(AGREE II)工具实例解读[J]. *中国循证儿科杂志*, 2013, 8(4): 316-319.
- [14] Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, et al. Development of AMSTAR: a measurement tool

to assess the methodological quality of systematic reviews[J]. BMC Med Res Methodol, 2007, 7: 10.

[15] Higgins J P, Altman D G, Gotzsche P C, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials[J]. BMJ, 2011, 343: d5928.

[16] The Newcastle Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomized studies in meta analyses. (2011).

[http://www.ohri.ca/programs/clinical\\_epidemiology/oxford.htm](http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.htm). [EB/OL]. 2021-10-15

[17] Guyatt G, Oxman AD, Akl E A, et al. GRADE guidelines: 1. Introduction—GRADE evidence profiles and summary of findings tables[J]. J Clin Epidemiol, 2011, 64(4): 383-394.

---