

ECMO 救治术后致死性肺栓塞致心搏骤停患者

——附 5 例报告

韩辉 李远 张建宁 刘寒 张帆 王静 张家浩 高铭 李帅 陈晓梅

山东大学齐鲁医院重症医学科, 山东济南 250012

通信作者: 陈晓梅, Email: chenxm008@163.com

【摘要】 **目的** 探讨应用体外膜肺氧合(ECMO)救治术后大面积肺栓塞(PE)致心搏骤停(CA)患者的临床应用效果。**方法** 山东大学齐鲁医院重症医学科 2019 年至 2020 年收治 5 例术后大面积 PE 致 CA 的患者, 采取本院心肺复苏(CPR)和 ECMO 救治流程对患者进行抢救, 记录患者的一般特征、CA 发生情况、ECMO 前检查结果(包括乳酸、pH 值、心电图、床旁经胸心脏超声)、ECMO 上机后自主循环恢复(ROSC)时间、ECMO 转运下行肺动脉 CT 血管成像(CTA)、ECMO 期间治疗情况以及患者预后情况[包括是否成功撤离 ECMO、ECMO 相关并发症、格拉斯哥-匹兹堡脑功能评分(CPC)和出院存活率]。**结果** 5 例患者的平均年龄为 55.2 岁, 术后发生 CA 的平均时间为 2.6 d。床旁经胸心脏超声显示右心室均明显增大, 右心室/左心室比值>1。肺动脉 CTA 显示均为双侧肺动脉栓塞。CA 至 ECMO 启动时间平均 87.8 min; ECMO 应用时间平均 5.2 d。1 例行局部溶栓和碎栓, 1 例放置下肢静脉滤器。4 例患者成功撤离 ECMO, 1 例放弃。3 例患者发生并发症。预后方面, 3 例患者意识恢复正常, 1 例呈植物状态, 1 例脑死亡。最终存活 4 例(80%), 死亡 1 例。**结论** ECMO 救治术后大面积 PE 致 CA 患者的临床应用效果较好。

【关键词】 致死性肺栓塞; 术后; 心搏骤停; 体外膜肺氧合; 心肺复苏; 生存

基金项目: 山东省医药卫生科技基金(2017WS304)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2021.04.022

Extracorporeal membrane oxygenation as salvage therapy for cardiac arrest caused by acute massive pulmonary embolism in 5 postoperative patients Han Hui, Li Yuan, Zhang Jianning, Liu Han, Zhang Fan, Wang Jing, Zhang Jiahao, Gao Ming, Li Shuai, Chen Xiaomei

Department of Critical Care Medicine, Qilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, Shandong, China

Corresponding author: Chen Xiaomei, Email: chenxm008@163.com

【Abstract】 **Objective** To investigate the clinical effect of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in the rescue of cardiac arrest (CA) caused by acute massive pulmonary embolism (PE) in postoperative patients. **Methods** From 2019 to 2020, 5 postoperative patients with CA caused by acute massive PE were rescued by using ECMO in the department of critical care medicine of Qilu Hospital of Shandong University. The cardiopulmonary resuscitation (CPR) and ECMO protocol were adopted in our hospital to rescue the patients. The data related to patients' general characteristics, status of occurrence of CA, pre-ECMO data (such as lactic acid, pH value, electrocardiogram, bedside trans-thoracic echocardiography), time for restoration of spontaneous circulation (ROSC) from ECMO initiation, pulmonary artery CT angiograph (CTA) carried out under ECMO application, therapeutic methods during ECMO, and outcome situations [including success or failure of ECMO evacuation, ECMO related complications, Glasgow-Pittsburgh cerebral performance categories (CPC), and discharge survival rate]. **Results** The average age of 5 patients was 55.2 years old, and the average time of occurrence of CA after operation was 2.6 days. Bedside transthoracic ultrasound showed that the right ventricle was significantly enlarged, and the ratio of right ventricle to left ventricle was > 1. Pulmonary CTA showed bilateral pulmonary embolism. The average time from CA to the beginning of applying ECMO was 87.8 minutes; the average application time of ECMO was 5.2 days. Local thrombolysis and crushing thrombus were performed in 1 case, and lower extremity venous filter was placed in 1 case. Four patients successfully withdrew ECMO and 1 patient gave up. Complications occurred in 3 patients. Recovery of normal consciousness occurred in 3 patients, one patient was in vegetative state and one patient presented brain death. Finally, 4 cases (80%) survived and 1 case died. **Conclusion** The clinical effect of ECMO in the rescue treatment of CA caused by fatal large massive PE in postoperative patients is relatively good.

【Key words】 Pulmonary embolism, fatal; Postoperative; Cardiac arrest; Extracorporeal membrane oxygenation; Cardiopulmonary resuscitation; Survival

Fund program: Shandong Provincial Medical and Health Science and Technology Foundation (2017WS304)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2021.04.022

大面积肺栓塞(PE)是指引起血流动力学不稳定的 PE, 定义为收缩压<90 mmHg(1 mmHg≈0.133 kPa), 或较基础值下降幅度≥40 mmHg 持续 15 min 以上, 需要升压药物维持循环, 或无其他原因解释的明显休克表现导致终末器官

低灌注。大面积 PE 约占 PE 患者总数的 8%~10%, 但对循环衰竭导致的总病死率有重要影响^[1]。PE 所致心搏骤停(CA)的救治方法有限, 患者预后差, 病死率高^[2]。随着技术的进步, 体外膜肺氧合(ECMO)广泛应用于临床, 因其可提

供体外氧合且疗效确切,挽救了众多患者的生命。当传统的心肺复苏(CPR)不能使患者自主循环恢复(ROSC)时,应当考虑使用体外循环心肺复苏(ECPR)。ECPR 的临床应用越来越受到重视,2015 年版美国心脏病协会制定的 CPR 指南就推荐应用 ECPR^[3]。2014 年欧洲心脏病学会(ESC)关于急性 PE 诊断和治疗的指南^[4]提出,便携式 ECMO 有助于确保患者循环和氧合的维持。肺血栓栓塞症防治指南^[1]提到 PE 猝死发生率<1%,目前尚未将 ECMO 救治大面积 PE 纳入指南中,但是手术后发生大面积 PE 伴 CA 将是灾难性的。2019 年至 2020 年本院应用 ECMO 救治 42 例心源性休克和 CA 患者,其中 5 例是手术后发生大面积 PE 导致 CA,现将应用 ECPR 救治上述 5 例患者的体会报告如下。

1 救治方法

1.1 传统 CPR 的常规救治:标准 CPR 为单人、双人或团队施救,给予持续胸外按压(徒手按压或机械按压)、肾上腺素、气管插管辅助通气以及颅脑脱水、器官维护等。脑保护的措施包括维持目标体温(TTM)36℃,测量肛温,应用冰帽、冰毯等降温技术干预。

1.2 ECPR 的救治

1.2.1 呼叫 ECMO 团队:ECMO 团队由 6 名重症监护病房(ICU)医生、2 名呼吸机治疗师和 5 名 ICU 护士构成。通常由 2 名医生和 1 名呼吸机治疗师 24 h 听班。

1.2.2 ECMO 启动时机:20 min 内未 ROSC 则实施 ECMO。

1.2.3 ECMO 建立与方式:对于静脉-动脉体外膜肺氧合(VA-ECMO)选择股静脉和股动脉(双侧或单侧),超声定位并测量血管直径,经皮穿刺放置导管。一般选择 21 Fr 静脉输出端导管以及 15~17 Fr 动脉回流导管。注意观察股动脉置管侧的肢体缺血情况,一般在股动脉置管的同时放置 1 根再灌注管以减轻缺血情况。设置流量为 2.5~3.5 L/min。一旦启动 ECMO,传统 CPR 就停止。

1.2.4 ECMO 期间的管理:ECMO 运转后持续普通肝素抗凝,维持活化凝血时间(ACT)为 180~220 s 或活化部分凝血活酶时间(APTT)为正常值的 2 倍。制定严密的液体管理计划,必要时串联连续性肾脏替代治疗(CRRT)等。

1.2.5 ECMO 撤离时机^[5]:CA 的病因去除,心脏功能恢复,血流动力学稳定,左室射血分数(LVEF)≥30%,主动脉瓣速度-时间积分(VTI)≥12 cm 时,右心室缩小至正常,肺动脉压力下降,可撤离 ECMO。

1.2.6 ECMO 转运注意事项^[6]:ECMO 启动后,一旦患者病情稳定就开始着手进行院内转运,一般先转运至影像科,再转运至 ICU。转运期间使用转运呼吸机进行常规监测。由 ECMO 团队负责整个转运过程。

1.3 PE 的诊治:ECMO 下进行肺动脉 CT 血管成像(CTA)确诊 PE。由于均为术后患者,全身用药溶栓治疗为禁忌证,一般选择自溶或应用尿激酶局部溶栓。ECMO 期间肝素抗凝治疗也可等同于 PE 的抗凝治疗,不再另外增加剂量和抗凝药物种类。

1.4 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,并经本院科研伦理委员会批准(审批号:KYLL-2017-525),所有治疗和检测均获得过患者的知情同意。

1.5 预后评价:根据 Utstein 指南^[7],采用格拉斯哥-匹兹堡脑功能评分(CPC)评估患者的神经功能,共分为 5 级。CPC 1 级为大脑功能良好(正常生活),CPC 2 级为中度大脑残疾(可独立完成日常活动),CPC 3 级为严重的大脑残疾(有意识,但日常活动需依赖他人),CPC 4 级为昏迷或植物人状态(无意识),CPC 5 级为脑死亡。

2 结果

2.1 患者一般情况(表 1):共纳入 5 例患者,其中女性 3 例,男性 2 例;平均年龄 55.2 岁;肥胖患者 1 例;全部行择期手术。

表 1 5 例大面积 PE 致 CA 患者的一般情况

例序	年龄(岁)	性别	BMI(kg/m ²)	基础疾病	手术部位	风险因素
病例 1	55	女性	24.4		外阴癌切除术	
病例 2	49	女性	23.3		肝巨大血管瘤切除术	
病例 3	43	男性	34.6		膝关节置换术	吸烟
病例 4	64	女性	26.7	肾结石	肺癌切除术	
病例 5	65	男性	28.0	高血压	脑胶质瘤术	饮酒

注:PE 为肺栓塞,CA 为心搏骤停,BMI 为体质指数;空白代表无此项

2.2 启动 ECMO 前情况(表 2):患者发生 CA 的时间在术后 1~6 d,平均 2.6 d;发生时的状态包括下地活动 4 例,卧床 1 例;均有短暂的初始症状。心电图监测结果显示,心电图静止 4 例,无脉电活动 1 例,无室颤患者。血气分析结果显示,4 例为乳酸酸中毒。床旁经胸心脏超声显示,右心室均明显增大,右心室/左心室比值>1,室间隔左移。肺动脉 CTA 均显示双侧肺动脉栓塞。

表 2 5 例大面积 PE 致 CA 患者启动 ECMO 前的情况

例序	发生 PE 时间	发生 PE 时状态	初始症状	血乳酸(mmol/L)	pH 值	CA 时心电图	心脏超声	胸部 CT 结果
病例 1	术后 3 d	下床站立时	胸闷憋喘、胸背部疼痛	20.0	7.00	心电图静止	LV 18 mm, RV 42 mm 明显增大,室间隔左移	双侧肺动脉栓塞,多发充盈缺损影
病例 2	术后 1 d	如厕时	晕厥	12.0	6.94	无脉电活动	LV 20 mm, RV 49 mm 明显增大,室间隔左移	双侧肺动脉栓塞
病例 3	术后 1 d	搀扶站立小便时	憋喘	17.3	6.97	心电图静止	LV 20 mm, RV 55 mm 明显增大,室间隔左移	双侧肺动脉栓塞
病例 4	术后 2 d	下床活动时	晕厥	9.8	7.02	心电图静止	RV 明显增大,室间隔左移	双侧肺动脉栓塞
病例 5	术后 6 d	卧床	低血压	9.7	7.09	心电图静止	RV 明显增大,室间隔左移	双侧肺动脉栓塞

注:PE 为肺栓塞,CA 为心搏骤停,ECMO 为体外膜肺氧合,LV 为左心室, RV 为右心室

表3 5例大面积PE致CA患者应用ECMO后的ROSC、并发症以及预后情况

例序	CA至ECMO时间(min)	人工气道	呼吸机使用时间(d)	ICU住院时间(d)	ECMO时间(d)	溶栓与外科取栓	肢体缺血	并发症	CPC分级	出院存活
病例1	50	气管内插管	4	15	4		无	腹股沟置管处软组织感染	1级	是
病例2	125	气管内插管	8	18	5		无	腹股沟手术切口并置管处出血	1级	是
病例3	135	气管切开	30	36	10		无	髂动脉损伤	4级	是
病例4	74	气管内插管	5	5	5		无		5级	否
病例5	55	气管内插管	10	14	2	局部溶栓	无		1级	是

注:PE为肺栓塞,CA为心搏骤停,ECMO为体外膜肺氧合,ROSC为自主循环恢复,ICU为重症监护病房,CPC为格拉斯哥-匹兹堡脑功能评分;空白代表无此项

2.3 ECMO治疗与撤离(表3):CA至ECMO启动的时间最短为50 min,最长为135 min,平均87.8 min。4例患者选择15 Fr 动脉管,1例选择17 Fr 动脉管。ECMO抗凝剂选择普通肝素,保持ACT为180~220 s。ECMO应用时间最短2 d,最长10 d,平均5.2 d。所有患者均在ECMO下行肺血管CTA检查确诊。对PE的处理方式包括等待自溶以及局部溶栓和碎栓,无患者行取栓术,其中1例放置下肢静脉滤器。ECMO通路均选用股动脉-股静脉置管通路且未放置灌注管,所有患者均未发生肢体缺血。出现的并发症包括置管局部皮肤软组织感染、腹股沟手术切口置管处大量出血以及髂动脉损伤。所有患者均先撤离ECMO,后续撤离呼吸机,仅1例在撤离ECMO后行气管切开术。5例患者均未行CRRT治疗。

2.4 预后(表3):患者神经系统的结局包括恢复正常(3例)、呈植物状态(1例)和脑死亡(1例),存活率80%。抗凝药物桥接华法林至出院并定期随访。

3 讨论

本研究是目前应用ECPR救治择期手术后发生急性PE致CA患者的样本量最大的单中心研究。术后CA属于院内心搏骤停(IHCA),借助ECMO新技术进行积极有效的救治能够明显提高患者生存率。

CA可逆性病因的识别和纠正非常关键。急性大面积PE可引起右室流出道梗阻和右室扩张,引起梗阻性休克,最终可导致CA。CA可逆性病因的识别和纠正很关键。本院临床上采用简化Wells评分进行术前下肢静脉血栓筛查评分,一般对有中高危PE发生风险的患者进行术后药物抗凝和物理预防,但仍有发生致命性急性PE的可能性。本研究所纳入的5例患者最初表现为近期术后短暂的胸闷、憋气等症状,随后突然意识丧失。经救治,4例(80%)患者存活,3例(60%)患者CPC分级1级。联合传统CPR与ECPR救治术后PE所致的IHCA具有极大临床意义,能够提高患者生存率^[8]。

ECMO作为一种治疗危重症心肺功能衰竭的新型干预手段,通过股静脉将右心血液引出体外,快速降低右心负荷,恢复循环稳定,将经过膜肺氧合的富氧血通过股动脉回输到体内,同时排出体内的二氧化碳(CO₂),保证了全身机体的组织灌注,对重要器官的组织灌注,尤其是对脑组织灌注有明显提高,对心、肺、脑成功复苏发挥着重要作用。通常选择CPC评分作为CPR术后患者脑功能的评价指标,将CPR的效果与患者神经功能恢复水平相结合,能够更好地预测CPR

术后患者的生存状态,为预后评价提供有价值的依据^[9]。ECMO也可以为后续明确诊断以及侵入性治疗提供时间和条件。因为ECMO是一种可移动的生命支持系统,一旦ECMO启动后,就地抢救的传统CPR就可以停止,医务人员能够将患者安全转运至所需地方。在ECMO转运前可进行快速心脏超声检查,对患者的全心状况做出初步判定^[10]。本研究报道的5例患者均出现右心明显饱满、右心内径大于左心的情况,临床做出急性PE的拟诊断。在ECMO下转运至影像中心,能够实现全身CT以及特殊的肺动脉造影或冠状动脉造影检查,为明确诊断争取时间^[11],也能让治疗决策和精准治疗技术得以尽快实施。影像学检查结果对治疗措施的选择影响巨大,本研究5例患者全部在行ECMO下经CTA检查确诊PE。ECMO启动初始给予肝素5000 U首剂并持续肝素化,可以避免急症进行溶栓治疗和取栓术,尤其对于近期术后存在出血风险等禁忌证的患者。本研究的5例患者均等待栓子自溶,仅1例患者接受局部栓子捣碎和溶栓治疗,但均未接受栓子外科切除术。根据国际数据登记,2/3的患者未接受栓子切除和溶栓治疗,患者存活得益于ECMO的应用^[12-13]。

本院ECMO快速响应团队成立于2015年,ECPR共识流程是根据长期CPR经验制定而成的。院内ECMO团队白天约需7~10 min到达现场,夜间约需15~30 min。若患者ROSC维持时间能够≥20 min则不考虑进行ECMO;若患者ROSC维持时间<20 min,ECMO团队则再观察10 min后决定,若患者再次发生CA即给予ECMO治疗。一般携带超声机、机械按压装置(LUCAS)和ECMO机器等相关物品到达现场。建立ECMO循环通常需要20~30 min,可先立即获取家属的口头允许,事后再签署书面知情协议。上述工作流程与ECPR开展较好的医院具有相似之处^[8,14]。ECPR技术应用复杂,尤其是无脉搏搏动时的血管穿刺技术极具挑战性。ECMO团队应当由训练有素的专业人员组成,还需要使用专用设备、严谨选择患者、挑选适当时机。IHCA患者由于能得到ECPR团队快速接诊,其低灌注时间均较短,预后优于院外心搏骤停(OHCA)。

但是,ECMO也是把“双刃剑”,在提供有效心肺支持的同时,也会引起出血、血栓栓塞、感染、血细胞破坏、急性肾功能不全、肢体缺血坏死、神经功能障碍等严重并发症。1例患者因脑死亡放弃治疗,1例为植物状态,1例髂动脉损伤。因此,在充分发挥ECMO救治优势的同时,需要创新以

ECMO 为中心的综合救治策略,防控并发症的发生,如严格检测 ACT、控制肝素剂量、预防感染、亚低温脑保护、ECMO 技术培训等,从而进一步提高 ECMO 撤离的成功率和脑功能恢复水平,提高学习曲线。尽管将 ECMO 作为最后的选择应用于濒死的 PE 患者似乎是合理的,但应根据患者情况作出个体化决定,毕竟 ECMO 的医疗花费很大,对于行传统 CPR 超过 60 min、高龄、肿瘤晚期、预期生存时间短等患者,预测不能在 ECMO 治疗下获益时,应当避免资源的浪费^[15-16]。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组,中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会,全国肺栓塞与肺血管病防治协作组.肺血栓栓塞症诊治与预防指南[J].中华医学杂志,2018,98(14):1060-1087. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.14.007.

[2] Kucher N, Rossi E, De Rosa M, et al. Massive pulmonary embolism [J]. Circulation, 2006, 113 (4): 577-582. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.592592.

[3] Brooks SC, Anderson ML, Bruder E, et al. Part 6: alternative techniques and ancillary devices for cardiopulmonary resuscitation: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care [J]. Circulation, 2015, 132 (18 Suppl 2): S436-S443. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000260.

[4] Konstantinides SV. 2014 ESC guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism [J]. Eur Heart J, 2014, 35 (45): 3145-3146. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu393.

[5] Zwischenberger JB, Pitcher HT. Extracorporeal membrane oxygenation management: techniques to liberate from extracorporeal membrane oxygenation and manage post-intensive care unit issues [J]. Crit Care Clin, 2017, 33 (4): 843-853. DOI: 10.1016/j.ccc.2017.06.006.

[6] Prodhon P, Fiser RT, Cenac S, et al. Intra-hospital transport of children on extracorporeal membrane oxygenation: indications, process, interventions, and effectiveness [J]. Pediatr Crit Care Med, 2010, 11 (2): 227-233. DOI: 10.1097/PCC.0b013e3181b063b2.

[7] Jacobs I, Nadkarni V, Bahr J, et al. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: update and simplification of the Utstein templates for resuscitation registries: a statement for

healthcare professionals from a task force of the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, European Resuscitation Council, Australian Resuscitation Council, New Zealand Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, Inter American Heart Foundation, Resuscitation Councils of Southern Africa) [J]. Circulation, 2004, 110 (21): 3385-3397. DOI: 10.1161/01.CIR.0000147236.85306.15.

[8] Chen YS, Lin JW, Yu HY, et al. Cardiopulmonary resuscitation with assisted extracorporeal life-support versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with in-hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis [J]. Lancet, 2008, 372 (9638): 554-561. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)60958-7.

[9] Phelps R, Dumas F, Maynard C, et al. Cerebral Performance Category and long-term prognosis following out-of-hospital cardiac arrest [J]. Crit Care Med, 2013, 41 (5): 1252-1257. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31827ca975.

[10] 易仁凤,郭娟,周青,等.床旁超声监测左室功能参数结合临床指标对 VA-ECMO 的效果评价 [J].中华危重病急救医学,2021,33(3):329-333. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20201023-00684.

[11] Kjærgaard B, Frost A, Rasmussen BS, et al. Extra corporeal life support makes advanced radiologic examinations and cardiac interventions possible in patients with cardiac arrest [J]. Resuscitation, 2011, 82 (5): 623-626. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2011.01.019.

[12] Kjaergaard B, Kristensen JH, Sindby JE, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in life-threatening massive pulmonary embolism [J]. Perfusion, 2019, 34 (6): 467-474. DOI: 10.1177/0267659119830014.

[13] Corsi F, Lebreton G, Bréchet N, et al. Life-threatening massive pulmonary embolism rescued by venoarterial-extracorporeal membrane oxygenation [J]. Crit Care, 2017, 21 (1): 76. DOI: 10.1186/s13054-017-1655-8.

[14] 张文稳,秦秉玉,越丽霞,等.体外膜肺氧合区域救治模式在重症心肺疾病患者中的应用 [J].中华危重病急救医学,2021,33(5):596-599. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20201202-00740.

[15] Yusuff HO, Zochios V, Vuylsteke A. Extracorporeal membrane oxygenation in acute massive pulmonary embolism: a systematic review [J]. Perfusion, 2015, 30 (8): 611-616. DOI: 10.1177/0267659115583377.

[16] Dolmatova EV, Moazzami K, Cocke TP, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in massive pulmonary embolism [J]. Heart Lung, 2017, 46 (2): 106-109. DOI: 10.1016/j.hrtlng.2016.11.005.

(收稿日期:2020-10-10)

• 读者 • 作者 • 编者 •

本刊常用不需要标注中文的缩略语

创伤性凝血病 (trauma-induced coagulopathy, TIC)
 活性氧 (reactive oxygen species, ROS)
 线粒体膜电位 (mitochondrial membrane potential, MMP)
 三磷酸腺苷 (adenosine triphosphate, ATP)
 黄芪多糖 (astragalus polysaccharin, APS)
 脂多糖 (lipopolysaccharide, LPS)
 估算肾小球滤过率
 (estimated glomerular filtration rate, eGFR)
 低密度脂蛋白胆固醇
 (low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)
 酶联免疫吸附试验 (enzyme linked immunosorbent assay, ELISA)
 急性缺血性脑卒中 (acute ischemic stroke, AIS)
 大动脉粥样硬化性卒中 (large-artery atherosclerosis, LAA)
 心源性栓塞 (cardiogenic embolism, CE)
 甲亢伴周期性麻痹
 (thyrotoxicosis-associated with periodic paralysis, TPP)
 急性呼吸窘迫综合征 (acute respiratory distress syndrome, ARDS)
 身心耗竭综合征 (burn-out syndrome, BOS)

肾综合征出血热
 (hemorrhagic fever with renal syndrome, HFRS)
 重组人脑利钠肽
 (recombinant human brain natriuretic peptide, rhBNP)
 急性心力衰竭 (acute congestive heart failure, AHF)
 心率变异性 (heart rate variability, HRV)
 左室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF)
 支气管肺泡灌洗液 (bronchoalveolar lavage fluid, BALF)
 血栓调节蛋白 (thrombomodulin, TM)
 血管性血友病因子 (von willebrand factor, vWF)
 氧合指数 (oxygenation index, PaO₂/FiO₂ 或 OI)
 肺泡-动脉血氧分压差
 (alveolar-artery oxygen partial pressure gradient, PA-aO₂)
 左室短轴缩短率 (left ventricular fractional shortening, LVFS)
 左室舒张期末内径
 (left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD)
 左室收缩期末内径
 (left ventricular end-systolic diameter, LVESD)