

静脉-动脉体外膜肺氧合中左心室减压策略

牛 欢, 詹 峰, 欧阳艳红

基金项目: 海南省卫生计生行业科研项目(编号:19A200035)

作者单位: 570311 海口, 海南省人民医院/海南医学院附属海南医院急诊科

作者简介: 牛 欢(1989-), 女, 医学硕士, 主治医师, 研究方向: 重症医学。E-mail: niuniuee@163.com

通讯作者: 欧阳艳红(1969-), 女, 医学硕士, 主任医师, 教授, 研究方向: 急危重症救治。E-mail: ouyang1893@126.com



欧阳艳红, 中山医科大学第一附属医院硕士研究生, 新加坡访问学者。现任海南省人民医院急诊科主任及急诊教学基地主任, 主任医师, 海南医学院急诊医学教授, 2012 年评为海南省中青年医疗卫生拔尖人才, 2015 年评为海南省“515”人才。海南省医师协会急诊医师分会会长, 海南省医学会急诊医学专业委员会副主任委员, 海南省医学会灾难医学专业委员会副主委, 海南省急诊专科医联体副主席, 海南省医学会变态反应学专业委员会副主任委员, 中华医学会变态反应学分会全国青年委员, 中国女医师协会理事, 中华医学会急诊医学分会中毒学组委员, 中国医学救援协会卫生应急培训师专家, 海南省医疗事故评定专家, 海南省中西医结合

学会急诊专业委员会常委, 《海南医学》杂志编委。主持或参与国家、省厅课题多项, 获得海南省科技进步奖三等奖 1 项(第一完成人), 发表论文 20 多篇, SCI 收录论文 2 篇, 发明专利 5 项, 编写著作 1 部。

[摘要] 静脉-动脉体外膜肺氧合(VA-ECMO)可为难治性心源性休克患者提供有效的循环支持, 但 VA-ECMO 辅助支持中不可避免地出现左心室后负荷增加, 可能导致左心室扩张、左心室血栓形成、心肌缺血加重和肺水肿等并发症。该文主要就目前临床报道及使用的左心室减压策略作一综述, 旨在早期预防及干预 VA-ECMO 治疗中左心室扩张的发生。

[关键词] 静脉-动脉体外膜肺氧合; 左心室后负荷; 左心室减压

[中图分类号] R 654.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2021)05-0450-05

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2021.05.06

Strategy of left ventricular decompression in venoarterial extracorporeal membrane oxygenation NIU Huan, ZHAN Feng, OUYANG Yan-hong. Department of Emergency, Hainan General Hospital, Hainan Affiliated Hospital of Hainan Medical University, Haikou 570311, China

[Abstract] Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation(VA-ECMO) can provide effective circulatory support for patients with refractory cardiogenic shock. However, the increase of left ventricular afterload is inevitable in VA-ECMO, and may lead to many complications including left ventricular dilation, left ventricular thrombosis, myocardial ischemia aggravation and pulmonary edema. This paper mainly reviews the current clinical reports and the use of left ventricular decompression strategies, aiming at early prevention and intervention of left ventricular dilation in the treatment of VA-ECMO.

[Key words] Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation(VA-ECMO); Left ventricular afterload; Left ventricular decompression

体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)可通过人工机械设备对患者循环、呼吸功能支持, 并作为一种疗效确切的体外生命支持

技术广泛应用于各种危重患者的救治^[1]。静脉-动脉体外膜肺氧合(venoarterial extracorporeal membrane oxygenation, VA-ECMO)利用离心泵将静脉血从右心

房引出,在氧合器内进行氧合后通过灌注管将氧合血逆向经动脉回输体内,提供呼吸循环支持,重建血供及氧供。但因体外血流与心脏射血方向相反,可增加主动脉根部压力,增加左心室后负荷,影响主动脉瓣开放,进而加重左心前负荷,导致左心室扩张(left ventricular dilation, LVD)^[2]。当 ECMO 辅助的逆向血流占主导地位时,可导致主动脉瓣打开受限,增加左心室内血栓形成风险^[3]。此外,虽然 VA-ECMO 可显著降低右心室前负荷,但由于左心室负荷加重超载,导致右心室后负荷增加,从而出现肺血管损伤、急性呼吸窘迫综合征,甚至严重肺水肿^[4]。且左心室舒张末期压和肺静脉压升高可增加心肌壁应力和心肌耗氧,损害心肌细胞,甚至发生心肌缺血和心律失常。VA-ECMO 联合应用减少左心室后负荷的措施,可避免相关并发症的发生。已有 Meta 分析^[5]发现心源性休克患者 VA-ECMO 辅助期间,适时使用左心室卸负荷策略可降低死亡率。然而,VA-ECMO 期间左心室卸负荷时机、效果和最佳方式的选择仍需进一步探索。

1 VA-ECMO 中左心室卸载不足的诊断

据统计,10% ~ 60% 的 VA-ECMO 辅助患者会出现 LVD^[6]。Truby 等^[7]提出,接受 VA-ECMO 支持治疗的患者,2 h 内胸片提示肺水肿和肺动脉舒张压 > 25 mmHg 时应考虑 LVD 的发生(用肺动脉舒张压代替左心室舒张末压)。Alkhouli 等^[8]提出肺毛细血管楔压(pulmonary capillary wedge pressure, PCWP) > 18 mmHg 认为存在左心室卸载不足。因彩超操作方便、无创及可重复操作,床旁即时超声(point-of-care ultrasound, POCUS)广泛用于 LVD 的临床评估及诊断,临床中 LVD 的主要超声表现为左心室收缩功能差,压力指标升高,左心室舒张末内径增大,主动脉瓣开放受限/关闭,二尖瓣反流,左心室内血流淤滞,肺间质综合征加剧^[9-10]。

2 VA-ECMO 中左心室卸载不足的预防及治疗

左心室卸载不足的发病机制在于残存心脏的前向血流与 ECMO 辅助的逆向血流之间的匹配程度^[11]。故在 VA-ECMO 运行过程中我们应实时评估患者状态,动态调整合适的流量和平均动脉压(mean arterial pressure, MAP),选择适当的药物、微创手段,以预防 LVD 的发生。目前根据对左心室减压需求的程度及临床情况可采取不同方式和级别的左心室减压措施,保守减压包括减低 ECMO 流量及容量优化,适当血管扩张剂、正性肌力药、利尿剂等,增加呼气末正压,联合主动脉内球囊反搏(intra-aortic balloon pump, IABP)

等;有创减压包括联合 Impella 减压、肺动脉置管减压、经右上肺静脉或心尖左心减压管、房间隔造口以及外科手术减压等。

2.1 流量及容量优化 流量优化策略是左心室减压保守策略的首选。Swan-Ganz 导管可监测 PCWP 和右心室心排血量,间接反映左心室前负荷(需排除右心容量超负荷等情况),是 VA-ECMO 血流动力学管理的金标准。心输出量(cardiac output, CO)可用于指导流量匹配的调整,比如下调 ECMO 流量,CO 增加 ≥ 15% 时,考虑 ECMO 流量辅助过高,存在医源性左心室卸载不足;ECMO 流量下调至 CO 增加 < 15% 时则停止调整;ECMO 流量下调应在满足机体组织脏器氧供的最低需求下进行。床边超声可简单有效且动态评估心脏前后负荷及容量反应性,是 VA-ECMO 血流动力学管理无创方案的首选^[12-13]。超声监测左室流出道速度时间积分(left ventricular outflow tract velocity time integral, LVOT VTI)可直接体现左心收缩功能。目前普遍认可的满足目标 MAP、乳酸正常的初始 VA-ECMO 流量为 $60 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (静脉血氧饱和度需在 70% 以上);同时需要综合评估 MAP、乳酸、静脉血氧饱和度、尿量、肾功能等组织灌注指标^[14]。另,PCWP > 18 mmHg 提示左心容量负荷过重需左心减压。彩超评估下腔静脉(inferior vena cava, IVC)宽度及呼吸变异性也广泛用于 ECMO 辅助下前负荷的判断。研究显示^[15]能满足 VA-ECMO 流量的最窄 IVC 直径是全辅助状态下与心功能匹配的合适前负荷。

2.2 左心室机械装置 IABP 可增加主动脉舒张压、冠脉血流量且降低左心室后负荷,因其易操作、并发症少,是目前 ECMO 患者左心室卸载不足部分减压最常用方法^[16-17]。但 IABP 需被动依赖残存的心脏收缩功能以间接实现左心室减压,而不是主动辅助心脏,故支持力度有限。IABP 气囊在左锁骨下动脉开口远端 1 ~ 2 cm 处,其在舒张早期主动脉瓣关闭后瞬间充盈,血流逆行升高主动脉根部压力,在等容收缩期主动脉瓣开放前瞬间快速排空而产生“空穴”效应。降低心脏后负荷、左心室舒张末期压力(left ventricular end-diastolic pressure, LVEDP)及室壁应力,减少心脏做功及心肌氧耗。目前已证实 IABP 可增加每搏输出量(stroke volume, SV)0 ~ 40 ml、CO 15% ~ 30% (0 ~ 1 L/min)^[18]。Sauren 等^[19]通过动物实验发现,IABP 可减低 VA-ECMO 期间左心室后负荷并增加冠状动脉血流量。ECMO 逆向血流与心脏自身血流相遇形成分水岭^[20-21]。随着心功能进一步减

弱,分水岭越靠近主动脉瓣,脉压差和 LVOT VTI 越小,甚至平流灌注,而 IABP 可弥补 VA-ECMO 逆向血流的缺陷,达到左心室卸载作用,两者联合可提高 ECMO 的救治成功率。前向和逆向血流相匹配的理想状态是 ECMO 引流充分(减轻心脏前负荷),离心泵提供能满足机体所需血供、氧供的最佳灌注压,同时分水岭未增加心脏后负荷及心脏做功,从而达到最佳的左右心室前后负荷,为心脏恢复创造条件^[6]。Donker 等^[22]利用闭环、实时的人类心血管系统计算机模型,模拟外周 VA-ECMO 支持的心源性休克并左心室负荷状态,证实 IABP 可降低心脏负荷,但效果有限。目前 VA-ECMO 联合 IABP 在临床实践中被广泛应用,Bréchet 等^[23]证明 IABP 可减轻心源性休克患者 VA-ECMO 辅助期间的肺水肿情况。IABP 为部分性左心减压方式,严重主动脉瓣反流及顽固性肺水肿患者应选择完全减压方式。Impella 泵是目前最小的轴流泵心室辅助系统,血泵由导管经皮横跨主动脉瓣放置在左心室,持续将血液泵入升主动脉以达到左心室减压作用,直接降低左心室前负荷,增加主动脉前向血流,增加冠状动脉血流灌注,最长植入时间为 7 d。根据流量的不同分为 Impella 2.5 (2.5 L/min, 12FR 泵)、Impella CP (4 L/min, 14FR 泵)、Impella 5.0 (5 L/min, 21FR 泵) 和 Impella RP (4 L/min, 22FR 泵)。Pappalardo 等^[24]发现 Impella 联合 VA-ECMO 与单用 VA-ECMO 相比,可明显降低患者死亡率($P < 0.001$),两组出血事件发生率未见明显差异。Fiedler 等^[25]证实 VA-ECMO 联合 Impella 与单用 VA-ECMO 相比可改善患者左心室功能并且延长患者生存期。Donker 等^[22]利用计算机模型证实辅助 Impella 可有效增强左心室卸荷[心室舒张末期容积(ventricular end-diastolic volume, EDV)降低 23%, PCWP 降低 41%]。已有指南指出^[26], Impella 可联合 ECMO 应用,作为左心室减压的措施。虽然 Impella 系统可增加主动脉前向血流,避免血流瘀滞与血栓形成,减少血栓栓塞等血管并发症,但因其左心室减压效果明显,临床需注意溶血风险。目前已进入临床试验阶段的第二代导管式轴流泵系统 HeartMate PHP,可提供 5 L/min 的血流且溶血风险更小。近年来,不穿过主动脉瓣,且转数远低于 Impella 的新一代装置正在研发,第三代磁悬浮连续血流心室辅助装置 HM3 致力于进一步减少瓣膜损失及溶血发生率,增加尿量,改善肾功能^[27]。Tandem Heart 是一种体外左心房至股动脉转流的经皮离心泵,其血流动力学效应明显优于 IABP^[28],提供高达 4 L/min 连续血流支持,续引流出左心房血液以减少左心室

血流量,间接发挥左心室减压作用。该装置通过上腔静脉或下腔静脉经右心房穿房间隔置入左心房,引流左心房中含氧血液泵入主动脉中,增加 CO 和 MAP,降低心脏前负荷,研究^[29]显示 VA-ECMO 联合 Tandem Heart 可提高患者血流动力学的稳定性并扭转患者循环衰竭状态。但其穿刺过程复杂,操作风险相对较高,在临床上应注意避免其下肢缺血及血管损伤等并发症,包括穿透主动脉根部、冠状动脉窦、右心房后游离壁等。超声发现 ECMO 辅助中出现左心扩张时房间隔向右膨出,左室充盈压明显高于右室,因此可通过房间隔造口实现左心室减压^[30-31]。研究^[32]发现当 VA-ECMO 患者存在心房水平左向右分流(房间隔缺损或卵圆孔未闭)时,可有效避免左心室压力过高。房间隔造口术通过在房间隔卵圆孔位置置入人造房间隔缺损,形成左心到右心分流通道,相当于心脏术后常规应用的左心引流。Guglin 等^[33]报道此技术在 VA-ECMO 支持等待心脏移植患者中成功实现左心室减压。亦有研究^[9]报道 VA-ECMO 辅助患者采用球囊房间隔造口术成功实现左心室减压。

2.3 经皮左心室减压 经皮房间隔插管行左心室减负与房间隔造口术原理类似,且能根据插管直径及泵调节血流实现不同程度的左心室减负,还可根据病情选择关闭及开放。研究报道^[34]心房支架左心室减压,其可保持稳定的心房水平分流量,但应注意其支架错位的风险。相关研究^[8]提出经皮主动脉导管(transaortic catheter venting, TACV)进入左心室实现左心减压。经肺动脉通过减少左心室的血流量间接实现左心室减压。另有研究报道^[23]经右颈内静脉和股静脉入路将减压管道置入肺动脉行左心室减压。因经皮穿刺简便易行,可床边操作,且操作时间短,风险相对较低,可作为 LVD 的抢救性措施。临床中需注意行左房导管引流、房间隔造口术或者 Tandem Heart 等措施可能会导致左心房前负荷减少,可诱使心室持续不射血。

2.4 外科干预 外科常采取正中胸骨切开或胸廓切开经右上肺静脉或肺动脉留置减压孔或导管行左心室减压,引流管尖端在左心房或左心室,通过 Y 形管回输至 ECMO 回路^[32]。外科左心室引流能通过大口径管道提供减负,减压流量及效果确切。Weymann 等^[35]通过右上肺静脉对 VA-ECMO 患者成功进行左心室减压,且可通过经胸超声评估左心室减压管位置及 LVD 程度。Sandrio 等^[36]通过此方法对 8 例 ECMO 患儿进行左心室减压,且未发现心室内血栓与血栓栓塞性卒中等并发症。除以上入路外,还可通过左

心耳、肺动脉、心尖放置左心室减压管。因儿童肺静脉相对狭小,可选择经肺动脉途径实现减压,已有研究报道经肺动脉行左心室减压技术,临床效果满意^[37]。研究报道各种微创技术超声引导下经胸部前外侧入路、剑突下及横膈行左心室减压,效果满意。

3 展望

VA-ECMO 在呼吸、循环辅助支持中不可避免地增加左心室后负荷,间接导致 LVD、肺水肿等并发症。随着 ECMO 技术的逐步成熟及普及,我们应该重视 VA-ECMO 辅助过程中左心室卸载不足及 LVD 的发生,及早预防、发现及干预,根据病情适时选择个体化左心室减压策略,力争在早期采用药物(需注意基因多态性、药物个体差异^[38]及副作用)、无创措施(实时动态评估,不断调整)实施左心室减压,期待不断探索更安全、有效的左心室减负技术,减少 VA-ECMO 并发症,实现最佳治疗效果。为难治性心衰及需呼吸、循环支持的患者提供更加简易、安全的支持方案。

参考文献

- [1] Ventetuolo CE, Muratore CS. Extracorporeal life support in critically ill adults[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2014,190(5):497-508.
- [2] Kawashima D, Gojo S, Nishimura T, et al. Left ventricular mechanical support with Impella provides more ventricular unloading in heart failure than extracorporeal membrane oxygenation[J]. *ASAIO J*, 2011,57(3):169-176.
- [3] Makdisi G, Hashmi ZA, Wozniak TC, et al. Left ventricular thrombus associated with arteriovenous extra corporeal membrane oxygenation [J]. *J Thorac Dis*, 2015,7(11):E552-E554.
- [4] Cheng A, Swartz MF, Massey HT. Impella to unload the left ventricle during peripheral extracorporeal membrane oxygenation[J]. *ASAIO J*, 2013,59(5):533-536.
- [5] Russo JJ, Aleksova N, Pitcher I, et al. Left ventricular unloading during extracorporeal membrane oxygenation in patients with cardiogenic shock[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019,73(6):654-662.
- [6] Rupperecht L, Flörchinger B, Schopka S, et al. Cardiac decompression on extracorporeal life support: a review and discussion of the literature[J]. *ASAIO J*, 2013,59(6):547-553.
- [7] Truby LK, Takeda K, Mauro C, et al. Incidence and implications of left ventricular distention during venoarterial extracorporeal membrane oxygenation support[J]. *ASAIO J*, 2017,63(3):257-265.
- [8] Alkhouli M, Narins CR, Lehoux J, et al. Percutaneous decompression of the left ventricle in cardiogenic shock patients on venoarterial extracorporeal membrane oxygenation [J]. *J Card Surg*, 2016,31(3):177-182.
- [9] Cevasco M, Takayama H, Ando M, et al. Left ventricular distension and venting strategies for patients on venoarterial extracorporeal mem-

- brane oxygenation[J]. *J Thorac Dis*, 2019,11(4):1676-1683.
- [10] Werdan K, Gielen S, Ebelt H, et al. Mechanical circulatory support in cardiogenic shock [J]. *Eur Heart J*, 2014,35(3):156-167.
- [11] Eudailey KW, Yi SY, Mongero LB, et al. Trans-diaphragmatic left ventricular venting during peripheral venous-arterial extracorporeal membrane oxygenation [J]. *Perfusion*, 2015,30(8):701-703.
- [12] Douflé G, Roscoe A, Billia F, et al. Echocardiography for adult patients supported with extracorporeal membrane oxygenation [J]. *Crit Care*, 2015,19:326.
- [13] Platts DG, Sedgwick JF, Burstow DJ, et al. The role of echocardiography in the management of patients supported by extracorporeal membrane oxygenation [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2012,25(2):131-141.
- [14] Extracorporeal Life Support Organization. ELSO guidelines for cardiopulmonary extracorporeal life support (version 1.4) [EB/OL]. 2017-08. <https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers>.
- [15] 席绍松,朱英,胡炜. 静脉-动脉体外膜氧合支持患者的左心减负[J]. *中华重症医学电子杂志(网络版)*, 2020,6(2):132-139.
- [16] Petroni T, Harrois A, Amour J, et al. Intra-aortic balloon pump effects on macrocirculation and microcirculation in cardiogenic shock patients supported by venoarterial extracorporeal membrane oxygenation [J]. *Crit Care Med*, 2014,42(9):2075-2082.
- [17] Yang F, Jia ZS, Xing JL, et al. Effects of intra-aortic balloon pump on cerebral blood flow during peripheral venoarterial extracorporeal membrane oxygenation support [J]. *J Transl Med*, 2014,12:106.
- [18] Fuernau G, Thiele H. Intra-aortic balloon pump (IABP) in cardiogenic shock [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2013,19(5):404-409.
- [19] Sauren LD, Reesink KD, Selder JL, et al. The acute effect of intra-aortic balloon counterpulsation during extracorporeal life support: an experimental study [J]. *Artif Organs*, 2007,31(1):31-38.
- [20] Tariq S, Gass A. Use of extracorporeal membrane oxygenation in refractory cardiogenic shock [J]. *Cardiol Rev*, 2016,24(1):26-29.
- [21] Zhong ZP, Wang H, Hou XT. Extracorporeal membrane oxygenation as a bridge for heart failure and cardiogenic shock [J]. *Biomed Res Int*, 2016,2016:7263187.
- [22] Donker DW, Brodie D, Henriques JPS, et al. Left ventricular unloading during veno-arterial ECMO: a simulation study [J]. *ASAIO J*, 2019,65(1):11-20.
- [23] Bréchet N, Demondion P, Santi F, et al. Intra-aortic balloon pump protects against hydrostatic pulmonary oedema during peripheral venoarterial-extracorporeal membrane oxygenation [J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2018,7(1):62-69.
- [24] Pappalardo F, Schulte C, Pieri M, et al. Concomitant implantation of Impella® on top of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation may improve survival of patients with cardiogenic shock [J]. *Eur J Heart Fail*, 2017,19(3):404-412.
- [25] Fiedler AG, Dalia A, Axtell AL, et al. Impella placement guided by echocardiography can be used as a strategy to unload the left ven-

- tricle during peripheral venoarterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2018,32(6):2585 – 2591.
- [26] Lorusso R, Whitman G, Milojevic M, et al. 2020 EACTS/ELSO/STS/AATS expert consensus on post-cardiotomy extracorporeal life support in adult patients[J]. Ann Thorac Surg, 2021,111(1):327 – 369.
- [27] Keeble TR, Karamasis GV, Rothman MT, et al. Percutaneous haemodynamic and renal support in patients presenting with decompensated heart failure: a multi-centre efficacy study using the Reitan Catheter Pump(RCP)[J]. Int J Cardiol, 2019,275:53 – 58.
- [28] Kar B, Gregoric ID, Basra SS, et al. The percutaneous ventricular assist device in severe refractory cardiogenic shock[J]. J Am Coll Cardiol, 2011,57(6):688 – 696.
- [29] Li YW, Rosenblum WD, Gass AL, et al. Combination use of a TandemHeart with an extracorporeal oxygenator in the treatment of five patients with refractory cardiogenic shock after acute myocardial infarction[J]. Am J Ther, 2013,20(2):213 – 218.
- [30] Kotani Y, Chetan D, Rodrigues W, et al. Left atrial decompression during venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for left ventricular failure in children: current strategy and clinical outcomes[J]. Artif Organs, 2013,37(1):29 – 36.
- [31] Baruteau AE, Barnette T, Morin L, et al. Percutaneous balloon atrial septostomy on top of venoarterial extracorporeal membrane oxygenation results in safe and effective left heart decompression[J]. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care, 2018,7(1):70 – 79.
- [32] Meani P, Gelsomino S, Natour E, et al. Modalities and effects of left ventricle unloading on extracorporeal life support: a review of the current literature[J]. Eur J Heart Fail, 2017,19 Suppl 2:84 – 91.
- [33] Guglin M, Zucker MJ, Bazan VM, et al. Venoarterial ECMO for adults: JACC Scientific Expert Panel[J]. J Am Coll Cardiol, 2019,73(6):698 – 716.
- [34] Xie A, Forrest P, Loforte A. Left ventricular decompression in venoarterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. Ann Cardiothorac Surg, 2019,8(1):9 – 18.
- [35] Weymann A, Schmack B, Sabashnikov A, et al. Central extracorporeal life support with left ventricular decompression for the treatment of refractory cardiogenic shock and lung failure[J]. J Cardiothorac Surg, 2014,9:60.
- [36] Sandrio S, Springer W, Karck M, et al. Extracorporeal life support with an integrated left ventricular vent in children with a low cardiac output[J]. Cardiol Young, 2014,24(4):654 – 660.
- [37] Kimura M, Kinoshita O, Fujimoto Y, et al. Central extracorporeal membrane oxygenation requiring pulmonary arterial venting after near-drowning[J]. Am J Emerg Med, 2014,32(2):197. e1 – 2.
- [38] 彭俊,黄自明,郭观华. 心衰患者 ACE 及 CYP2 D6 遗传多态性与培哚普利疗效的关联性研究[J]. 中国临床新医学,2015,8(8):742 – 745.
- [收稿日期 2021 – 04 – 07][本文编辑 吕文娟 余军]

本文引用格式

牛欢,詹峰,欧阳艳红. 静脉-动脉体外膜肺氧合中左心室减压策略[J]. 中国临床新医学,2021,14(5):450 – 454.