

经导管二尖瓣置换治疗原发性二尖瓣反流的研究进展

陈旭东¹ 张逸杰² 韦洋¹

(1. 重庆康华众联心血管病医院心外科, 重庆 400000; 2. 武汉大学附属人民医院心内科, 湖北 武汉 430000)

【摘要】 二尖瓣反流(MR)是老龄化社会中最常见的心脏瓣膜疾病,由二尖瓣膜自身结构或功能改变引发的原发性MR是MR的一大类。体外循环下二尖瓣修复或置换是原发性MR的标准临床治疗方案,但其适应证窄、风险高且术后并发症多。经导管二尖瓣置换术(TMVR)很大程度上解决了药物治疗无效性和手术治疗高风险性的问题,成为原发性MR治疗的重要手段。TMVR设备大多处于早期安全性评估和可行性临床试验阶段,二尖瓣结构的复杂性也使TMVR治疗方法面临诸多挑战,人工二尖瓣的密封性、持久性以及左心室流出道阻塞和潜在血栓的形成均为TMVR技术难点。现综述目前用于原发性MR治疗的各类人工二尖瓣装置及相关研究进展。

【关键词】 二尖瓣反流;经导管二尖瓣置换术;治疗

【DOI】10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2023.02.009

Transcatheter Mitral Replacement in Primary Mitral Valve Regurgitation

CHEN Xudong¹, ZHANG Yijie², WEI Yang¹

(1. Cardiac Surgery Department, Chongqing Kanghua Zhonglian Cardiovascular Disease Hospital, Chongqing 400000, China; 2. Department of Cardiology, Affiliated People's Hospital of Wuhan University, Wuhan 430000, Hubei, China)

【Abstract】 Mitral regurgitation is the most common valvular heart disease in the elderly. Primary mitral valve regurgitation is a major category of MR caused by the changes of structure or function of mitral valve. Mitral valve repair or replacement under extracorporeal circulation is the standard clinical treatment protocol for primary mitral valve regurgitation, but it has limited indications and high risk postoperative complications. Transcatheter mitral valve regurgitation (TMVR) has become an important therapy for primary mitral valve regurgitation especially for patients with drug refractory or high risk for surgery. Most TMVR devices are in the early stage of safety evaluation and feasibility clinical trials. On account of the complexity of mitral valve structure, TMVR faces many challenges, including the tightness and durability of artificial mitral valve, as well as the formation of left ventricular outflow tract obstruction and potential thrombosis. This review summarizes kinds of artificial mitral valve devices and related research progresses used in primary mitral valve regurgitation therapy currently.

【Key words】 Mitral regurgitation; Transcatheter mitral valve replacement; Treatment

二尖瓣反流(mitral regurgitation, MR)指左心房二尖瓣扩张或心脏收缩时血液从左心室异常流回左心房^[1],是临床最为常见的心脏瓣膜疾病之一^[2]。但由于MR发病患者年龄大,手术风险高,合并基础性疾病多,导致MR有效治疗率低^[3,4]。未及时治疗的严重MR患者,会伴发多种心血管疾病,致使患者5年死亡率为50%^[5]。

临床上可用于MR的治疗手段主要有:药物治疗、起搏器治疗、外科手术治疗和经导管途经治疗。由于原发性MR与继发性MR解剖学和病理学特征差异,其治疗原则不同。原发性MR是二尖瓣功能性改变引发的MR,因此原发性MR治疗主要在于修复器质性改变的二尖瓣系统。目前针对原发性MR患者采用药

物治疗为首选方案的临床研究较少。少量临床研究^[6]表明针对原发性MR患者可采用 β 受体阻滞剂延缓左心室功能障碍的进展,但其效果并不明显。体外循环下二尖瓣修复或置换是原发性MR的标准临床治疗方案,但由于临床上MR患者多是高龄,且二尖瓣结构复杂,手术风险较大,多数MR患者不会选择手术治疗。近年来经导管主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement, TAVR)的发展推进了研究者对经导管二尖瓣置换术(transcatheter mitral valve replacement, TMVR)的探索, TMVR很大程度上解决了药物治疗无效性和手术治疗高风险性的问题^[7-11]。TMVR无需开胸及体外循环,对MR患者其他脏器功能要求较小,且具有更好的治疗效果和预后,为广大

基金项目:国家自然科学基金(81500668)

通信作者:韦洋, E-mail: vlon317@hotmail.com

MR 患者带来新的选择。现对 TMVR 治疗原发性 MR 的研究进展进行系统介绍, 以期为临床治疗提供理论依据。

1 经导管二尖瓣治疗

在过去一段时间里, 技术的进步催生了多种经导管治疗方法。根据 MR 患者自身二尖瓣病理情况, 可将这些方法分为以下几种: (1) 经导管二尖瓣叶修复; (2) 直接或间接经导管瓣环成形术; (3) 经导管人工腱索植入; (4) TMVR。TMVR 是使用导管介入的方法, 将人工瓣膜在体外压缩装载到输送系统上, 并沿着血管路径或穿心尖送达至自身二尖瓣瓣环处, 将人工瓣膜释放并固定在二尖瓣瓣环处替换自身瓣膜的治疗方法^[12-14]。目前已有多种人工瓣膜处于研究并应用于患者治疗中^[14-16]。TMVR 中最具挑战的技术是将人工二尖瓣锚定在立体的、非钙化的天然瓣膜中, 并防止人工瓣膜迁移至左心室和瓣膜周围渗漏。

1.1 二尖瓣的结构功能

为正确安全地经导管植入人工瓣膜, 必须考虑到以下影响二尖瓣功能的结构学因素。二尖瓣是一个复杂的生物体结构, 主要由二尖瓣环、二尖瓣小叶、二尖瓣腱索、乳头肌和左心室心肌组成。二尖瓣小叶是由二尖瓣环向外延伸的连续带状组织, 根据其几何形态和与环的解剖联系, 小叶分为前、后和连合部分。在收缩期, 两个小叶的游离边相互接合, 关闭瓣膜, 而在舒张期, 游离边分离, 瓣膜打开。左心室流出道顺畅异常重要, 因此任何人工瓣膜的嵌入角度必须 $> 120^\circ$ 。所以 TMVR 相关临床试验中, 能接受 TMVR 治疗的患者是非常有选择性的。法国相关研究小组在

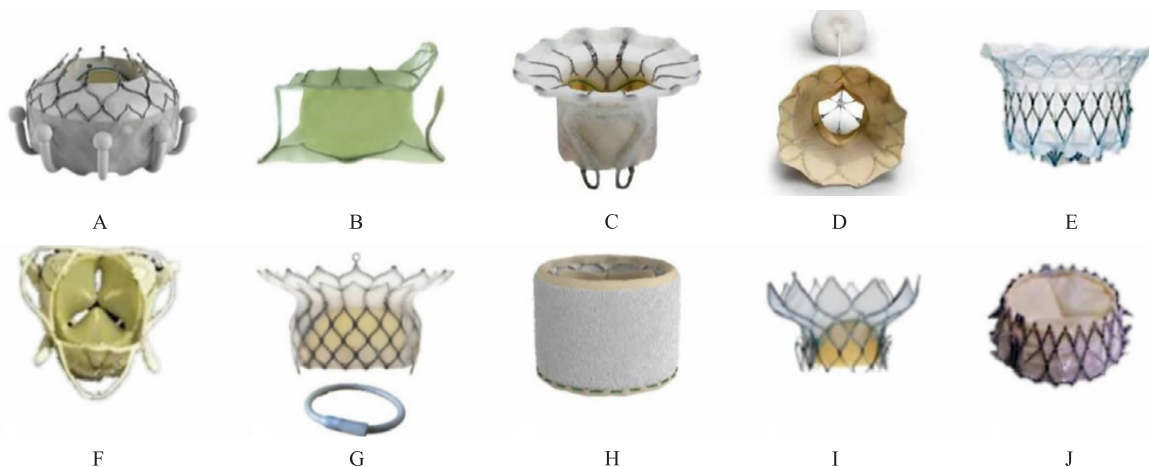
分析 2016 年 11 月—2018 年 7 月进行 TMVR 试验^[16]的纳入患者和拒绝患者的相关因素时发现, 在接受筛查的患者中 60% 未纳入试验, 原因是尽管这些患者临床表现较好, 但患者的二尖瓣结构和人工瓣膜特征不相匹配, 从而不能进行 TMVR 治疗。

1.2 TMVR 中人工瓣膜递送路径

经导管人工瓣膜置换递送主要有两种途径: 经股静脉-中隔进入左心房和二尖瓣处以及经心尖进入左心室和二尖瓣处。经股静脉-中隔是一种顺应性植入方法, 通常对人体侵入性更小。完全经股静脉途径是进行 TMVR 最理想但最具挑战的方法, 主要原因有: (1) 由于二尖瓣解剖结构复杂: 瓣环不对称、瓣叶形状不规则、二尖瓣钙化致使递送困难; (2) 股静脉-中隔运送需经过左心房房间隔和弯曲管道系统, 运送难度较大; (3) 解剖学上, 任何人工瓣膜进入二尖瓣部位均需倾斜, 且阀门的同轴对准在脱套前无法完成; (4) 输送系统需同时在相对较小的空间内达到压缩极致才能通过房间隔到达二尖瓣位置。经心尖进入方法需胸腔外侧切口, 虽然该方法更具侵入性, 也可能对瓣下结构产生影响, 但软组织牵引器和心尖牵引的使用可直接将人工瓣膜递送至二尖瓣位置, 经心尖递送具有更好的准确性、锚定性和更高的移植成功率。

1.3 TMVR 中的主要设备

不同的人工瓣膜需不同的合成方法和不同的锚定方式, 且需不同的仪器完成递送。所有的人工瓣膜均包含一个自膨胀框架(通常为镍钛诺或镍钛合金), 该框架包含了由牛心包或猪心包构成的异种三叶生物瓣膜, 如图 1 所示^[17]。



注: A, CardiAQ/EVOQUE 瓣膜; B, Tiara 瓣膜; C, FORTIS 瓣膜; D, Tendyne 瓣膜; E, Intrepid 瓣膜; F, Caisson 瓣膜; G, HighLife 瓣膜; H, SAPIEN M3 瓣膜; I, Cardiovalve 瓣膜; J, NaviGate 瓣膜。

图 1 用于 TMVR 治疗的人工瓣膜

由于二尖瓣的复杂结构, 目前临床上尚无人工二尖瓣设计的统一标准。除符合二尖瓣解剖结构外, 同

时需兼顾设计支架、附着瓣叶、锚定机制和密封性等多方面因素, 为人工二尖瓣的设计带来巨大挑战。目

前已报道的且经过初步评价用于 TMVR 的人工瓣膜有:(1)CardiAQ 瓣膜(Edwards Lifesciences 公司注册)是一种由牛心包组织组成的镍钛诺自膨胀式三叶瓣膜,可同时经心尖和经股静脉-中隔递送。该瓣膜也是 2012 年在 MR 高危患者中第一个被使用的人工瓣膜装置,13 例患者同时接受该瓣膜移植,手术成功率为 92%,30 d 死亡率为 45%^[18]。目前,Edwards 公司已停止 CardiAQ 瓣膜在 TMVR 中的相关研究(NCT02722551)。2014 年该公司推出第二代名为 EVOQUE 瓣膜的装置,EVOQUE 瓣膜具有两种不同的尺寸和更小的整体体积,可保证经股静脉运送时具有更强的机动性和递送深度,从而避免左心室流出道阻塞。(2)Tiara 瓣膜(Neovasc 公司注册),是一种安装在镍钛合金框架中的牛心包自膨胀三叶生物瓣膜。该瓣膜与不对称的二尖瓣环高度契合,且带有一个防止肺静脉异位引流的大心房带。Tiara 瓣膜首次植入是在 2014 年,初步的结果显示该瓣膜的成功率为 94%,术后 30 d 死亡率为 11.3%^[19]。(3)FORTIS 瓣膜(Edwards Lifesciences 公司注册),是一种牛心包组织自膨胀生物瓣膜,于 2014 年首次使用^[20],但由于早期研究记录中有血栓形成案例,因此该类型瓣膜目前已停止研究。(4)Tendyne 瓣膜(雅培公司注册)是一种镶嵌在镍钛诺框架上的猪心包自膨胀式三叶瓣膜。该瓣膜主要由经心尖通道完成植入,并能取回和重定位,心房带的设计也使该人工瓣膜具有良好的密封性。Tendyne 瓣膜目前正在 1 010 例患者中进行系统的安全性和有效性临床试验(NCT03433274),旨在比较 Tendyne 瓣膜与传统二尖瓣手术的差异,期待能在 2026 年完成该试验。(5)Intrepid 瓣膜(Medtronic 公司注册),是一种安装在镍钛合金框架中的牛心包自膨胀三叶生物瓣膜。该瓣膜目前主要经心尖途径完成移植^[21],于 2014 年首次使用。Intrepid 瓣膜目前正由 Medtronic 公司在重症 MR 患者中进行 TMVR 试验(NCT03242642),系统性评估预计 2025 年完成。(6)Caisson 瓣膜(LivaNova 公司注册),是一种安装在镍钛合金框架中的猪心包自膨胀三叶生物瓣膜,具有 D 性锚定设计。瓣膜完整的可行性研究仍有待进一步观察(NCT03661398)。(7)HighLife 瓣膜(HighLife SAS 公司注册),是一款可同时通过股静脉和心尖途径进行递送的人工瓣膜,瓣膜整体装置简单,2017 年的两例临床试验^[22]证明了该瓣膜移植在技术上的可行性和初步安全性。有关其可行性的进一步实验仍在进行中(NCT0297488),中国沛嘉公司已获得该瓣膜专利授权,可在大中华地区进行开发和销售。(8)SAPIEN M3 瓣膜(Edwards Lifesciences 公司注册)

是一种由镍钛诺对接系统和 SAPIEN 3 瓣膜组成的新型人工瓣膜。可经股静脉进行递送。该人工瓣膜目前在严重 MR 患者中进行了可行性研究,手术成功率为 86.7%,MR 降低了 93.3%,30 d 无患者死亡^[23]。(9)Cardiovalve 瓣膜(Cardiovalve 公司注册),是一种安装于双镍钛诺框架中的牛心包瓣膜。该瓣膜整体轮廓小,可通过股静脉进行递送,且有三种不同的尺寸可选择。Cardiovalve 瓣膜在欧洲的一项临床试验初步证明了其安全性和可行性,有效减少了 MR。(10)NaviGate 瓣膜(NaviGate Cardiac 公司注册),是一种镍钛诺支架的自膨胀瓣膜,只能经心尖递送。该瓣膜无进一步的临床治疗 MR 的进展报告,目前已转向研究在三尖瓣反流中的治疗作用^[24]。

2 临床应用

就目前来看, TMVR 全球范围内应用仍有限。2019 年欧洲 PCR 会议数据^[25]显示,全球仅有约 500 例患者接受了 TMVR 手术,其中约 50% 移植了 Tendyne 瓣膜,25% 移植了 Intrepid 瓣膜,12.5% 移植了 Tiara 瓣膜,3.5% 移植了 Caisson 瓣膜,3% 移植了 CardiAQ 瓣膜,3% 移植了 SAPIEN M3 瓣膜,其余 3% 移植了 Highlife 瓣膜。TMVR 相关文献表明, TMVR 的高成功率与良好的血液动力学密切相关。TMVR 是一种侵入性小、临床可行性高的 MR 治疗替代方案,可用于治疗具有高风险外科手术的严重 MR,但围手术期并发症和死亡率仍较高^[26]。在该研究中,共有 308 例患者接受了 TMVR 治疗,患者平均年龄(75.2 ± 3.5)岁,平均美国胸外科医师学会(STS)评分为(7.71 ± 0.75)分,77.5% 的患者存在功能性二尖瓣关闭不全,30 d 死亡率为 13.6%,卒中发生率为 2.9%,中重度二尖瓣关闭不全患者为 1.5%。在接受 TMVR 后的 10 个月随访中,死亡率为 27.6%,手术后再干预的患者为 2.3%,人工瓣膜栓塞发生率为 0.8%,心内膜炎患者为 2.7%。

鉴于二尖瓣位置及瓣膜功能的复杂性,经导管缘对缘修复(transcatheter edge-to-edge repair, TEER)技术逐渐兴起。MitraClip 是其中代表性的器械,已被成功用于手术风险高的原发性 MR 患者^[10],但 TEER 仍有较多局限性。部分原发性 MR 患者二尖瓣结构改变不适合应用 MitraClip 修复,例如小叶钙化、既往放射治疗、风湿性疾病、心内膜炎治疗后和巴洛综合征。此外,COAPT 试验^[27]发现部分继发性 MR 患者接受 TEER 后可能遗留中-重度 MR,与不良预后及死亡相关。而 TMVR 适用范围更广,不受二尖瓣解剖结构限制,且能最大程度改善 MR 症状^[17]。

高龄、合并症多及左心室功能下降等手术风险高

的继发性 MR 患者,手术风险高且远期预后尚不明确,但手术能改善患者症状^[28]。研究^[17]发现 TMVR 降低继发性 MR 患者 2 年死亡率及因心力衰竭再入院率。此外, TMVR 创伤小,无需体外循环,有效降低围手术期急性肾损伤、感染、心房颤动及卒中风险,可成为改善高风险继发性 MR 患者症状的有效手段。早期 TEER 可延缓心力衰竭患者的恶化以及心脏瓣膜的破坏进程,修复手术可保留患者足够的组织来进行修复,尽可能地保留患者本来的心脏组织。在前期的研究中表明,针对感染性心内膜炎的患者,进行 TEER 和 TMVR 时, TEER 对患者具有短期更好的预后结果,其长期结果缺乏前瞻性数据说明。而 TMVR 对于患者而言,其早期的并发症相对较多,从长期判断可能有效改善患者的疾病情况。数据显示,采用 TEER 的患者长期生存率为 96.7%,然而 TMVR 的患者其 5 年生存率明显低于 TEER。目前仍缺少更长期的文献数据进行支持,有待进一步的临床研究进行说明。

3 TMVR 面临的挑战

TMVR 后可显著改善患者病情,但同时根据其当前临床应用,仍存在以下需改进的地方。(1)人工二尖瓣的密封性。二尖瓣环在心脏收缩和舒张中处于不断的动态变化中,这种心脏压力的变化可能会导致人工瓣膜明显的瓣周漏,而轻微的瓣周漏也会造成患者严重的不良预后^[29]。(2)人工二尖瓣的持久性。临床上有机瓣和生物人工瓣膜可选择,移植的人工生物瓣膜存在结构退化性变化情况^[30],尤其对于有较长生命预期的患者,更应关注人工瓣膜的持久性。(3)左心室流出道阻塞和潜在血栓的形成。具有严重钙化瓣膜的患者进行 TMVR 后,急性左心室流出道阻塞概率增加^[31],需在术后密切关注。

4 讨论及展望

近年来,心血管疾病造成的死亡仍是人类疾病死亡的重要原因。MR 是最常见的心脏瓣膜疾病,且随年龄增长患病风险不断增加。如何提高 MR 患者生存率和生活质量一直是临床上亟待解决的问题。在经导管二尖瓣治疗领域中,评估二尖瓣反流的严重程度和病因,以及二尖瓣解剖和病理的全面成像是评估具体治疗方案的前提条件。随着对 MR 结构病理的深入理解和技术的不断进步,MR 的治疗将从外科手术、微创手术到经导管逐渐完成过渡。与 TAVR 不同,大部分 TMVR 技术目前仍处于临床研究或安全性及可行性评估中,关于 TMVR 的瓣膜耐久性及手术比较仍需拭目以待。目前已报道的 TMVR 治疗中所使用的人工瓣膜和技术多是国外的,中国相关方面的研究起步较晚,但如德晋医疗、微创医疗、捍宇医疗等自主创新

器械的研发及临床研究也取得了一定进展。沛嘉医疗与 HighLife 公司在人工二尖瓣膜方面展开的合作也提示,在未来国内医疗机构能多开展此方面的合作学习,使国内相关人员更好地了解 and 掌握二尖瓣介入和置换手术技巧,为国内创新性二尖瓣膜产品的开发与迭代打下基础。

参考文献

- [1] del Forno B, de Bonis M, Agricola E, et al. Mitral valve regurgitation: a disease with a wide spectrum of therapeutic options [J]. *Nat Rev Cardiol*, 2020, 7(12): 807-827.
- [2] Beg F, Little SH, Faza NN. Mitral regurgitation: a contemporary review of percutaneous mitral valve repair and role of periprocedural imaging [J]. *Curr Opin Cardiol*, 2020, 35(5): 482-490.
- [3] Hensey M, Brown RA, Lal S, et al. Transcatheter mitral valve replacement: an update on current techniques, technologies, and future directions [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021, 14(5): 489-500.
- [4] 叶蕴青, 许海燕, 李喆, 等. 中国不同区域老年瓣膜性心脏病构成和病因分析 [J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2019, 21(7): 676-682.
- [5] Dufendach K, Aranda-Michel E, Sultan I, et al. Outcomes of mitral valve surgery for severe ischemic mitral regurgitation [J]. *J Card Surg*, 2020, 35(2): 390-396.
- [6] Apostolidou E, Maslow AD, Poppas A. Primary mitral valve regurgitation: update and review [J]. *Glob Cardiol Sci Pract*, 2017, 2017(1): e201703.
- [7] Henning RJ. The current diagnosis and treatment of high-risk patients with chronic primary and secondary mitral valve regurgitation [J]. *Future Cardiol*, 2022, 18(1): 67-87.
- [8] Yadgir S, Johnson CO, Aboyans V, et al. Global, regional, and national burden of calcific aortic valve and degenerative mitral valve diseases, 1990-2017 [J]. *Circulation*, 2020, 141(21): 1670-1680.
- [9] Ahmed MI, Aban I, Lloyd SG, et al. A randomized controlled phase II b trial of beta(1)-receptor blockade for chronic degenerative mitral regurgitation [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 60(9): 833-838.
- [10] Fiorilli PN, Herrmann HC, Szeto WY. Transcatheter mitral valve replacement: latest advances and future directions [J]. *Ann Cardiothorac Surg*, 2021, 10(1): 85-95.
- [11] Goode D, Dhaliwal R, Mohammadi H. Transcatheter mitral valve replacement: state of the art [J]. *Cardiovasc Eng Technol*, 2020, 11(3): 229-253.
- [12] Schaefer A, Conradi L. Transcatheter mitral valve replacement for degenerated bioprosthetic valves and failed annuloplasty rings [J]. *Surg Technol Int*, 2020, 37: 185-190.
- [13] Gheorghe LL, Mobasseri S, Agricola E, et al. Imaging for native mitral valve surgical and transcatheter interventions [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2021, 14(1): 112-127.
- [14] Enta Y, Nakamura M. Transcatheter mitral valve replacement [J]. *J Cardiol*, 2021, 77(6): 555-564.
- [15] Gammie JS, Bartus K, Gackowski A, et al. Beating-heart mitral valve repair using a novel ePTFE cordal implantation device: a prospective trial [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 71(1): 25-36.
- [16] Coisne A, Pontana F, Tchétché D, et al. Transcatheter mitral valve replacement: factors associated with screening success and failure [J]. *EuroIntervention*, 2019, 15(11): e983-e989.
- [17] Testa L, Popolo Rubbio A, Casenghi M, et al. Transcatheter mitral valve replacement in the transcatheter aortic valve replacement era [J]. *J Am Heart Assoc*, 2019, 8(22): e013352.
- [18] Søndergaard L, de Backer O, Franzen OW, et al. First-in-human case of transfemoral cardiAQ mitral valve implantation [J]. *Circ Cardiovasc Interv*,

- 2015,8(7):e002135.
- [19] Banai S, Verheye S, Cheung A, et al. Transapical mitral implantation of the Tiara bioprosthesis: pre-clinical results [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2014, 7 (2) : 154-162.
- [20] Regueiro A, Ye J, Fam N, et al. 2-year outcomes after transcatheter mitral valve replacement [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10 (16) : 1671-1678.
- [21] McCarthy PM, Kislitsina ON, Malaisrie SC, et al. Transcatheter mitral valve replacement with Intrepid [J]. *Interv Cardiol Clin*, 2019, 8 (3) : 287-294.
- [22] Barbanti M, Piazza N, Mangiafico S, et al. Transcatheter mitral valve implantation using the HighLife system [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10 (16) : 1662-1670.
- [23] Lamelas J, Alnajjar A. Early outcomes for surgical minimally invasive SAPIEN 3 transcatheter mitral valve replacement [J]. *Ann Thorac Surg*, 2021, 112 (2) : 494-500.
- [24] Navia JL, Kapadia S, Elgharably H, et al. Transcatheter tricuspid valve implantation of NaviGate bioprosthesis in a preclinical model [J]. *JACC Basic Transl Sci*, 2018, 3 (1) : 67-79.
- [25] Walther C, Fichtlscherer S, Holubec T, et al. New developments in transcatheter therapy of mitral valve disease [J]. *J Thorac Dis*, 2020, 12 (4) : 1728-1739.
- [26] del Val D, Ferreira-Neto AN, Wintzer-Wehekind J, et al. Early experience with transcatheter mitral valve replacement: a systematic review [J]. *J Am Heart Assoc*, 2019, 8 (17) : e013332.
- [27] Asch FM, Grayburn PA, Siegel RJ, et al. Echocardiographic outcomes after transcatheter leaflet approximation in patients with secondary mitral regurgitation; the COAPT trial [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 74 (24) : 2969-2979.
- [28] Mirabel M, Lung B, Baron G, et al. What are the characteristics of patients with severe, symptomatic, mitral regurgitation who are denied surgery? [J]. *Eur Heart J*, 2007, 28 (11) : 1358-1365.
- [29] Sorajja P, Cabalka AK, Hagler DJ, et al. Long-term follow-up of percutaneous repair of paravalvular prosthetic regurgitation [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011, 58 (21) : 2218-2224.
- [30] Pibarot P, Dumesnil JG. Prosthetic heart valves: selection of the optimal prosthesis and long-term management [J]. *Circulation*, 2009, 119 (7) : 1034-1048.
- [31] Guerrero M, Dvir D, Himbert D, et al. Transcatheter mitral valve replacement in native mitral valve disease with severe mitral annular calcification: results from the first multicenter global registry [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9 (13) : 1361-1371.

收稿日期:2022-03-03

更 正

《心血管病学进展》2022 年第 43 卷第 8 期 731 页已发表的文章《脂蛋白 a: 动脉粥样硬化性心血管疾病防治新靶点》的作者单位名称由“湖南师范大学第一附属医院心血管内科; Department of Cardiology, The Affiliated Hospital of Hunan Normal University”更正为“湖南师范大学附属第一医院(湖南省人民医院)心血管内科; Department of Cardiology, The First Affiliated Hospital of Hunan Normal University (Hunan Provincial People's Hospital)”,特此证明。

本刊编辑部