



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2022.09.011

<http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2022.09.011>

· 论著 ·

经左锁骨下静脉入路植入临时起搏器在经导管主动脉瓣置换术中的安全性和可行性分析

胡正 陈祥洲 金星 王赞 张博方 陈静 江洪

【摘要】 目的 探讨经左锁骨下静脉入路植入临时起搏器在经导管主动脉瓣置换术(TAVR)中的安全性和可行性。**方法** 序贯纳入 2020 年 12 月~2022 年 3 月术前经左锁骨下静脉于右心室植入临时起搏电极,并在右心室起搏下完成经股动脉 TAVR 的患者 36 例,观察临时起搏器植入期间包括气胸、脑血管意外、心室穿孔、心包积液、穿刺部位出血、心室电极脱位、感染等起搏器并发症的发生率及心功能恢复情况。患者在术后 1、3、6、12 个月时接受门诊或电话随访,记录是否发生死亡、心肌梗死、卒中等主要不良心血管事件。**结果** 36 例患者中,主动脉瓣狭窄 22 例,主动脉瓣关闭不全 14 例,平均年龄(72.2 ± 7.0)岁,美国胸外科医师协会(STS)评分为(8.2 ± 2.4)%。所有患者均完成 TAVR 并常规留置临时起搏器。术后瓣膜植入深度为(14.8 ± 4.4)mm,25 例(69.4%)患者出现包含左束支传导阻滞和高度房室传导阻滞在内的新发心脏传导阻滞。5 例(13.9%)患者住院期间植入永久起搏器,其中术后 24 h 内出现Ⅲ度房室传导阻滞 3 例,术后第 148 h 出现Ⅲ度房室传导阻滞 1 例,术后第 6 天 24 h 动态心电图显示Ⅱ度房室传导阻滞合并>2s 长间歇 1 例。术后临时起搏器留置时间为 132.0(114.3,151.0)h,起搏器留置期间 1 例患者出现临时起搏器电极脱落,其余患者均未发生气胸、脑血管意外、心室穿孔、心包积液、穿刺部位出血等在内的起搏器相关并发症。出院前患者左心室射血分数高于术前[55.0(50.5,59.8)%比 54.0(42.0,58.0)%, $P=0.028$],左心室舒张末期容积低于术前[(49.7 ± 6.6)mm 比 (54.7 ± 7.5)mm, $P<0.001$]。住院期间所有患者均未发生主要不良心血管事件。中位随访时间为 190.5d,所有患者瓣膜功能良好,心脏功能均有明显改善,未发生主要不良心血管事件。**结论** 针对行 TAVR 患者,经左锁骨下静脉入路植入临时起搏器安全可行,该入路相关并发症发生率较低,并可适当延长术后临时起搏器留置时间。

【关键词】 经导管主动脉瓣置换术; 临时起搏器; 经左锁骨下静脉途径; 并发症**【中图分类号】** R542.5**【文献标识码】** A

近年来,经导管主动脉瓣置换术(TAVR)已成为中、高危主动脉瓣狭窄患者的外科手术替代方案^[1-2],对于不能耐受外科手术的主动脉瓣反流患者,有经验的医院也可尝试进行 TAVR 治疗^[3-4]。临时起搏电极在 TAVR 围手术期发挥重要作用,不仅可提供快速的心室起搏以提高术中瓣膜释放时的稳定性,且术后常规留置临时起搏器可应对可能出现的心脏传导阻滞和

心动过缓。术后若未发生明显心脏传导阻滞,大多数医院根据自身经验在术后 24~48 h 后移除临时起搏器。心脏高度传导阻滞伴永久性起搏器植入是 TAVR 后的常见并发症,根据选用瓣膜类型不同,发生率约为 2.3%~37.7%^[5-7]。约有 7%~10% 的患者出现延迟性(TAVR 后 48 h 以上)高度房室传导阻滞(AVB)^[8-9],过早移除临时起搏器会失去紧急起搏能力而增加心源性猝死的风险。临时起搏器留置时间过长不仅会带来起搏器相关并发症,而且会增加患者住院时间及经济负担。因此,选择合适的起搏电极植入入路及恰当的留置时间至关重要。本研究旨在探讨经左锁骨下静脉入路植入临时起搏器在 TAVR 中的安全性和可行性。

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金资助项目(82100287);
中华医学会心血管病学分会临床研究专项基金资助项目(CSCF2021A02);
湖北省自然科学基金面上项目(2021CFB110)

作者单位:430000 武汉,武汉大学人民医院心血管内科

通讯作者:陈静, E-mail: chenjing1982@whu.edu.cn; 江洪, E-mail: hong-jiang@whu.edu.cn

对象与方法

1. 对象:回顾性序贯纳入 2020 年 12 月~2022 年 3 月于我院接受 TAVR 的患者 36 例。纳入标准:术前经左锁骨下静脉于右心室植入临时起搏电极,并在右心室电极起搏下完成经股动脉 TAVR。排除标准:术前植入永久起搏器。本研究经我院伦理委员会审核批准(WDRY2022-K146),所有患者均签署知情同意书。

2. 方法

(1)基线资料收集:包括患者性别、年龄、BMI、美国胸外科医师协会(STS)评分、纽约心脏病学会(NYHA)心功能分级、既往病史、实验室检查、心电图、超声心动图、冠状动脉和全主动脉 CT 血管造影等检查结果。

(2)TAVR 方法:所有患者均由心脏瓣膜介入团队基于患者症状的严重程度、风险评估和术前影像学评估决定是否行 TAVR。术前均采用全身麻醉,在局部皮肤消毒后于左锁骨下约 2 cm、锁骨中点内侧约 1 cm 处进行穿刺,穿刺成功后置入静脉鞘,经静脉鞘送入 6F BIPOLAR 二极电生理电极导管(惠泰医疗)至右心室心尖部或间隔部,心电监护提示室性早搏和起搏心律后设置起搏心率为 60 次/分,起搏电压为 3~5V。之后缓慢拔出鞘管,固定电极,穿刺点放置无菌纱布覆盖,外用胶布固定。TAVR 入路均为经股动脉入路,术中是否行球囊预扩张及球囊、瓣膜型号的选择均由心脏瓣膜介入团队讨论决定。球囊扩张和瓣膜释放时,临时起搏器调整为 160~180 次/分。瓣膜释放完毕,立即行主动脉根部造影及超声心动图评估主动脉瓣反流情况,术者根据主动脉瓣反流程度、左心室与升主动脉压差、瓣环钙化特点等综合分析判定是否进行球囊后扩张或植入第 2 枚瓣膜(瓣中瓣)。术后均常规留置临时起搏器,术后即刻复查超声心动图和心电图。

(3)观察指标:包括临时起搏器植入期间并发症的发生率及心功能恢复情况。并发症包括气胸、脑血管意外、心室穿孔、心包积液、穿刺部位出血、心室电极脱位、起搏器相关感染等。患者在术后 1、3、6、12 个月时接受门诊或电话随访,复查心电图、超声心动图,评估 NYHA 心功能分级,记录是否发生死亡、心肌梗死、卒中等主要不良心血管事件。

3. 统计学处理:应用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用 t 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,两组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料以例数和百分比表示。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 基线资料:36 例患者中,男 22 例(61.1%),女 14 例(38.9%),平均年龄(72.2 ± 7.0)岁,中位 BMI $22.6(20.8, 24.4)$ kg/m²,平均 STS 评分(8.2 ± 2.4)%;主动脉狭窄 22 例(61.1%),主动脉瓣关闭不全 14 例(38.9%);NYHA 心功能Ⅱ级 8 例(22.2%)、Ⅲ级 16 例(44.4%)、Ⅳ级 12 例(33.3%);左心室射血分数 $\geq 50\%$ 21 例(58.3%), $< 50\%$ 15 例(41.7%);术前心电图平均 QRS 间期(107 ± 23.1)ms,平均 QTc 间期(444 ± 38.9)ms;合并房颤 5 例(13.9%),其余为窦性心律;合并左束支传导阻滞 4 例(11.1%),右束支传导阻滞 3 例(8.3%),I 度 AVB 3 例(8.3%)。

2. 术前评估结果及手术情况:36 例患者的主动脉瓣环周长(79.1 ± 8.8)mm,瓣下 5 mm 左室流出道周长(86.6 ± 12.2)mm,窦管交界直径(33.5 ± 4.8)mm,窦管交界高度(24.8 ± 5.3)mm,瓣上 40 mm 升主动脉平均直径(38.8 ± 3.9)mm,左冠状动脉开口高度(14.4 ± 3.8)mm,右冠状动脉开口高度(17.4 ± 4.5)mm,主动脉成角(53.8 ± 10.5)mm。所有患者术中球囊扩张和瓣膜释放期间均成功快速起搏,无捕获丢失,球囊和瓣膜释放过程顺利。36 例患者中,使用 VenusA 瓣膜 30 例(83.3%),使用 VitaFlow 瓣膜 6 例(16.7%);术中因重度瓣周漏行“瓣中瓣”手术 9 例(25%)[主动脉狭窄 3 例(33.3%),主动脉关闭不全 6 例(66.7%)]。术后造影结果显示无/轻度瓣周漏 29 例(80.6%),中度瓣周漏 7 例(19.4%);未发生术中死亡、转外科开胸、冠状动脉闭塞、卒中等术中并发症;术后均保留临时起搏器并返回心脏病重症病房(CCU)。

3. 术后情况:36 例患者术后超声心动图测算瓣膜的植入深度为(14.8 ± 4.4)mm。在住院期间,出现包括左束支传导阻滞和 AVB 在内的新发心脏传导阻滞 25 例(69.4%),其中 20 例(80.0%)在术后即刻发生。23 例(55.6%)患者术后即刻心电图 PR 或 QRS 间期较术前增加 ≥ 20 ms。5 例(13.9%)患者住院期间植入永久起搏器,其中术后 24 h 内出现Ⅲ度 AVB 3 例,术后第 148 h 出现Ⅲ度 AVB 1 例,术后第 6 天 24 h 动态心电图显示Ⅱ度 AVB 合并 $> 2s$ 长间歇 1 例,其余患者在评估无起搏器植入适应证后拔除临时起搏器。术后临时起搏器留置时间为 $132.0(114.3, 151.0)$ h,临时起搏器留置期间出现临时起搏器电极脱落 1 例(2.8%),其余患者均未发生气胸、脑血管意外、心室穿孔、心包积液、穿刺部位出血等在内的起搏器相关并发症。住院期间患者均未发生死亡、心肌梗死、卒中等主要不良心血管事件。出院前常规复查超声心动图示左心室射血分数高于术

前[55.0(50.5,59.8)%比54.0(42.0,58.0)%, $P=0.028$],左心室舒张末期容积低于术前[(49.7±6.6)mm比(54.7±7.5)mm, $P<0.001$]。

4. 随访情况:36 例患者中位随访时间为 190.5 d,所有患者瓣膜功能良好,症状均有明显改善,随访期间均未发生死亡、心肌梗死、卒中等主要不良心血管事件。

讨 论

在 TAVR 的球囊扩张和瓣膜释放期间,往往需要快速起搏心室以减少心搏出量及心排血量,进而减少球囊和瓣膜受到的血流冲击以提高稳定性。近年来,为简化 TAVR 操作流程,国外一些中心采用左心室导丝(加硬导丝)起搏技术,该技术不但减少了手术时间与 X 线透视时间,且在安全性与可行性上不亚于传统的经外周静脉入路右心室起搏^[10-11]。但由于不能常规术后留置临时起搏器,该方案对于术后发生心脏传导阻滞高危患者并非为具有吸引力的选择。

针对 TAVR 患者,大多数中心通过颈内静脉或股静脉植入起搏电极。不同的外周静脉入路与特定的并发症相关,包括导线移位、感染、出血、血栓、气胸等^[12]。为方便患者 TAVR 后早期下床活动和出院,除非血液透析患者,一般不推荐首选经股静脉入路^[13]。经右颈内静脉入路因其与右心室的路径较短、穿刺成功率较高,较适合无经验的操作者^[10],但右颈内静脉与上、下腔静脉几乎成一条直线,导线不易进入右心腔,且鞘管与导丝不易固定,易出现脱位。本研究中的临时起搏器经左锁骨下静脉进行植入,在解剖结构上,左锁骨下静脉至右心室的路径形成一个自然弧度,易于电极进入右心室,且有利于固定。

不同文献报道的起搏器相关并发症发生率差异较大。Chun 等^[14]的研究纳入 732 例接受临时起搏器植入患者,其中 361 例经颈静脉入路,371 例经股静脉入路,经颈静脉入路患者的临时起搏器留置时间长于经股静脉入路患者[5(3,7)d 比 1(1,3)d, $P<0.001$],且临时起搏器留置时间过长是电极脱位的危险因素。但在 López Ayerbe 等^[15]研究中,530 例患者绝大部分(99%)由经股静脉入路植入临时起搏电极,临时起搏器平均留置时间为 4.2 d,9% 的患者出现包括电极脱位在内的起搏器故障,起搏器功能正常组与脱位组临时起搏器留置时间比较差异无统计学意义[(4.2±3.4)d 比 (4.4±2.6)d, $P=0.64$],其作者认为可能与临时起搏器留置时间较短有关。本研究中的临时起搏器留置时间为 132.0(114.3,151.0)h,36 例患者中 1 例出现临时起搏器电极脱位,可能与本研究样本量较少有关;其次,在上述文献报道中,大部分临时起搏器植入的适应

证为高度 AVB、急性心肌梗死等,紧急情况下置入临时起搏器可能会导致更高的电极脱位概率。在本研究中,临时起搏器均由经验丰富的心脏病专家进行植入,其余患者均未出现气胸、脑血管意外、心室穿孔、心包积液、穿刺部位出血等在内的起搏器相关并发症。在血栓等并发症方面发生率较低的原因可能与临时起搏器植入时治疗剂量的肝素有关;其次,血栓事件需要超声等检查确诊,大多数患者并无症状从而未行相关检查。我们在 TAVR 后预防性使用抗生素以降低感染与败血症的风险。相关研究结果显示,与经颈内静脉及股静脉入路相比,经锁骨下静脉入路的感染率较低^[16-18]。在 TAVR 围手术期的临时起搏器外周静脉入路选择方面,2020 美国心脏病学会(ACC)专家共识^[13]指出,在颈内静脉与股静脉的选择上更多地推荐经颈内静脉入路,并未提及锁骨下静脉。本研究结果显示,经锁骨下静脉入路是一个较为安全的选择。

由于房室传导系统与主动脉瓣下区域非常接近,在导丝插入、球囊预扩张及瓣膜展开期间造成的传导路径机械性损伤是术后心脏传导障碍发生的基础^[19]。随着操作人员经验的提升和瓣膜设备的改进,术后心脏传导阻滞的发生率并未显著改善^[20-21],新发左束支传导阻滞和高度 AVB 是 TAVR 后最常见的心脏传导障碍。大多数心脏传导阻滞发生在急性期(TAVR 后 24 h 内),随着急性期炎症与水肿的消退,近 50% 的心脏传导障碍会消失^[22]。对于 TAVR 即刻未发生心脏传导阻滞患者,术后发生晚期高度 AVB 的风险极低,建议临时起搏器保留 24 h,甚至可不需要保留临时起搏器^[9,23]。本研究中,3 例(8.3%)患者发生晚期高度 AVB,部分国外研究也报道了类似现象。Toggweiler 等^[9]对 1 064 例 TAVR 患者进行研究,71 例(6.7%)患者出现延迟性高度 AVB。Chorianopoulos 等^[24]对 130 例成功植入 CoreValve 的患者进行回顾性分析,其中 10 例(7.6%)患者在 TAVR 后 48 h 以上出现明显的缓慢性心律失常,5 例(3.8%)患者在 TAVR 后 96 h 以上出现明显的缓慢性心律失常,甚至 1 例患者在 TAVR 后第 5 天因心跳骤停而死亡。过早地拔除临时起搏器会失去紧急起搏功能,从而导致心源性猝死等严重不良事件。虽然最大限度地减少术后护理负担和缩短住院时间是 TAVR 的重要目标,但这绝不应以降低安全性为代价。

本研究纳入的 36 例患者均使用自膨胀瓣膜且植入深度[(14.8±4.4)mm]较深,大于我国专家共识推荐的 0~6 mm^[25],术后 25 例(69.4%)患者出现包括左束支传导阻滞和高度 AVB 在内的新发心脏传导阻滞,23 例(55.6%)患者术后即刻心电图 PR 或 QRS 间

期较术前增加 ≥ 20 ms。既往有研究指出基线心电图存在的右束支传导阻滞(RBBB)、室内传导延迟、自膨胀瓣膜、球囊预扩张、术后 PR 间期增加量、瓣膜植入深度是 TAVR 后延迟性高度 AVB 的危险因素,其中基线心电图存在的 RBBB 是独立危险因素,并具有极高的特异性,但其敏感性较差^[8,26-27]。

既往无 RBBB 但新发左束支传导阻滞和 PR 或 QRS 间期增加 ≥ 20 ms 的患者是最具有挑战性的群体,建议对此类患者至少留置临时起搏器 24 h 并每天监测心电图^[13]。在 Chorianopoulos 等^[24]的研究中,临时起搏器留置时间为 (4.5 ± 3.8) d。Khawaja 等^[28]报道了来自英国 CoreValve 登记处的数据,并建议术后束支传导阻滞患者至少应监测 5 d。结合上述危险因素,我们尝试性延长患者术后临时起搏器的留置时间,院内 1 例患者出现电极脱位,未发生其他起搏器并发症和死亡、心肌梗死、卒中等主要不良心血管事件。随访期间所有患者瓣膜功能良好,症状均有明显改善,未发生死亡、心肌梗死、卒中等主要不良心血管事件。

目前尚无指南推荐在 TAVR 后新发心脏传导阻滞患者中临时起搏器需保留多长时间。本研究中,我们采用经左锁骨下静脉入路植入临时起搏电极并适当延长临时起搏器留置时间。住院期间患者未出现死亡、心肌梗死、卒中等主要不良心血管事件,出院前复查超声心动图指标优于术前。本研究初步表明,针对行 TAVR 患者,经左锁骨下静脉入路植入临时起搏电极安全有效,该入路相关并发症的发生率较低,并可适当延长术后临时起搏器留置时间。但本研究也存在一定的局限性:单中心回顾性研究,样本量较小;同时本研究纳入的患者均采用经左锁骨下静脉途径和自膨胀瓣膜,需后续进一步对经不同外周静脉入路和植入不同类型瓣膜患者的病例资料进行统计分析;此外,还需探讨敏感性更高的 TAVR 后心脏传导阻滞进展的危险因素以早期识别可能晚期进展成为高度 AVB 的患者。

参 考 文 献

- [1] 赵龙,李国奇,张宏凯,等. 经导管主动脉瓣置换术前主动脉解剖参数与术后并发症的相关性研究[J]. 中国医药,2021,16(4):512-515.
- [2] 王艳秋,周微微,徐凯,等. 超声心动图在经导管主动脉瓣植入术中应用价值分析[J]. 临床军医杂志,2021,49(10):1155-1156,1159.
- [3] Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease[J]. Eur Heart J, 2022, 43(7):561-632.
- [4] Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines[J]. Circulation, 2021, 143(5):e72-e227.
- [5] Gleason TG, Reardon MJ, Popma JJ, et al. 5-Year Outcomes of Self-Expanding Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in High-Risk Patients[J]. J Am Coll Cardiol, 2018, 72(22):2687-2696.
- [6] Levack MM, Kapadia SR, Soltesz EG, et al. Prevalence of and Risk Factors for Permanent Pacemaker Implantation After Aortic Valve Replacement[J]. Ann Thorac Surg, 2019, 108(3):700-707.

- [7] Van Rosendaal PJ, Delgado V, Bax JJ. Pacemaker implantation rate after transcatheter aortic valve implantation with early and new-generation devices: a systematic review[J]. Eur Heart J, 2018, 39(21):2003-2013.
- [8] Ream K, Sandhu A, Valle J, et al. Ambulatory Rhythm Monitoring to Detect Late High-Grade Atrioventricular Block Following Transcatheter Aortic Valve Replacement[J]. J Am Coll Cardiol, 2019, 73(20):2538-2547.
- [9] Toggweiler S, Stortecky S, Holy E, et al. The Electrocardiogram After Transcatheter Aortic Valve Replacement Determines the Risk for Post-Procedural High-Degree AV Block and the Need for Telemetry Monitoring[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2016, 9(12):1269-1276.
- [10] Hokken TW, De Ronde M, Wolff Q, et al. Insights in a restricted temporary pacemaker strategy in a lean transcatheter aortic valve implantation program[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2022, 99(4):1197-1205.
- [11] Faurie B, Souteyrand G, Staat P, et al. Left Ventricular Rapid Pacing Via the Valve Delivery Guidewire in Transcatheter Aortic Valve Replacement[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2019, 12(24):2449-2459.
- [12] Brignole M, Auricchio A, Baron-Esquivias G, et al. 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: the Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA) [J]. Eur Heart J, 2013, 34(29):2281-2329.
- [13] Lilly SM, Deshmukh AJ, Epstein AE, et al. 2020 ACC Expert Consensus Decision Pathway on Management of Conduction Disturbances in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee [J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 76(20):2391-2411.
- [14] Chun KJ, Gwag HB, Hwang JK, et al. Is transjugular insertion of a temporary pacemaker a safe and effective approach? [J]. PLoS One, 2020, 15(5):e0233129.
- [15] López Ayerbe J, Villuendas Sabaté R, García García C, et al. Temporary pacemakers: current use and complications[J]. Rev Esp Cardiol, 2004, 57(11):1045-1052.
- [16] American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access, Rupp SM, Apfelbaum JL, et al. Practice guidelines for central venous access: a report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access [J]. Anesthesiology, 2012, 116(3):539-573.
- [17] Camkiran Firat A, Zeyneloglu P, Ozkan M, et al. A Randomized Controlled Comparison of the Internal Jugular Vein and the Subclavian Vein as Access Sites for Central Venous Catheterization in Pediatric Cardiac Surgery[J]. Pediatr Crit Care Med, 2016, 17(9):e413-e419.
- [18] Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, et al. Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: a randomized controlled trial [J]. JAMA, 2001, 286(6):700-707.
- [19] Macdonald I, Pasupati S. Transcatheter aortic valve implantation: know the differences between the currently available technologies [J]. Eur Heart J, 2010, 31(14):1663-1665.
- [20] Schymik G, Tzamalís P, Bramlage P, et al. Clinical impact of a new left bundle branch block following TAVI implantation: 1-year results of the TAVIK cohort [J]. Clin Res Cardiol, 2015, 104(4):351-362.
- [21] Van Der Boon RM, Houthuizen P, Urena M, et al. Trends in the occurrence of new conduction abnormalities after transcatheter aortic valve implantation [J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2015, 85(5):E144-E152.
- [22] Auffret V, Puri R, Urena M, et al. Conduction Disturbances After Transcatheter Aortic Valve Replacement: Current Status and Future Perspectives[J]. Circulation, 2017, 136(11):1049-1069.
- [23] Schoechlin S, Jalil F, Blum T, et al. Need for pacemaker implantation in patients with normal QRS duration immediately after transcatheter aortic valve implantation [J]. Europace, 2019, 21(12):1851-1856.
- [24] Chorianopoulos E, Krumsdorf U, Plegier ST, et al. Incidence of late occurring bradyarrhythmias after TAVI with the self-expanding CoreValve® aortic bioprosthesis [J]. Clin Res Cardiol, 2012, 101(5):349-355.
- [25] 中国医师协会心血管内科医师分会结构性心脏病专业委员会. 中国经导管主动脉瓣置换术临床路径专家共识(2021版) [J]. 中国介入心脏病杂志, 2022, 30(1):7-16.
- [26] Mangieri A, Lanzillo G, Bertoldi L, et al. Predictors of Advanced Conduction Disturbances Requiring a Late (≥ 48 h) Permanent Pacemaker Following Transcatheter Aortic Valve Replacement [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2018, 11(15):1519-1526.
- [27] Kooistra NHM, Van Mourik MS, Rodriguez-Olivares R, et al. Late onset of new conduction disturbances requiring permanent pacemaker implantation following TAVI [J]. Heart, 2020, 106(16):1244-1251.
- [28] Khawaja MZ, Rajani R, Cook A, et al. Permanent pacemaker insertion after CoreValve transcatheter aortic valve implantation: incidence and contributing factors (the UK CoreValve Collaborative) [J]. Circulation, 2011, 123(9):951-960.

(收稿日期:2022-03-31)

(本文编辑:周三凤)