

# 评价全生命周期管理体系对经导管主动脉瓣置换术患者预后的影响

刘若云<sup>1,2</sup> 刘然<sup>2</sup> 戴枚芳<sup>1,2</sup> 焦玥森<sup>2</sup> 李杨<sup>2</sup> 常三帅<sup>2</sup> 徐野<sup>2</sup> 卢志南<sup>2</sup> 赵丽<sup>1</sup>  
阴赓茜<sup>2</sup> 宋光远<sup>2</sup>

**【摘要】** 目的 以全生命周期管理理念为指导的智慧医疗体系在经导管主动脉瓣置换术 (TAVR) 后患者的长期管理中具有重要意义,旨在探讨这一管理体系在降低患者不良事件发生率、提供个性化医疗建议和改善生存预后方面的作用。方法 连续收集2021年6月至2023年8月首都医科大学附属北京安贞医院瓣膜病介入中心408例TAVR患者数据。2021年6月至2022年10月的患者为常规门诊复查组,2022年11月至2023年8月的患者为心脏监测组。通过Kaplan-Meier、Cox比例风险模型等进行分析,评估智慧医疗在术后长期管理的效果。结果 单因素Cox风险比例校正后,心脏监测组复合终点发生率显著低于常规门诊复查组 (8.9%比17.7%,  $P=0.016$ );心脏监测组患者得到医疗救助的平均时间间隔明显缩短 (3.02 h比97.09 h,  $P<0.001$ );使用心脏监测设备和智慧医疗平台对改善患者预后具有显著意义 ( $HR$  0.439, 95%CI 0.244~0.790,  $P=0.006$ )。结论 在现代互联网支持下,使用心脏监测设备能够有效预警TAVR术后患者的临床事件,改善术后的生存质量,为患者提供全面、持续、专业的医疗照护。

**【关键词】** 经导管主动脉瓣置换术; 全生命周期管理; 心脏多参数监测; 远程智慧医疗

**【中图分类号】** R541

Evaluation of life cycle management system on patients' prognosis after transcatheter aortic valve replacement LIU Ruo-yun<sup>1,2</sup>, LIU Ran<sup>2</sup>, DAI Mei-fang<sup>1,2</sup>, JIAO Yue-miao<sup>2</sup>, LI Yang<sup>2</sup>, CHANG San-shuai<sup>2</sup>, XU Ye<sup>2</sup>, LU Zhi-nan<sup>2</sup>, ZHAO Li<sup>1</sup>, YIN Cheng-qian<sup>2</sup>, SONG Guang-yuan<sup>2</sup>. (1. School of Sport Science, Beijing Sport University, Beijing 100084, China; 2. Interventional Center of Valvular Heart Disease, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100011, China)

Corresponding authors: YIN Cheng-qian, Email: chq\_yin@aliyun.com; SONG Guang-yuan, Email: songgy\_anzhen@vip.163.com

**【Abstract】** Objective With the widespread of transcatheter aortic valve replacement (TAVR) in patients with severe symptomatic aortic stenosis (AS), the life-cycle management has become a major determinant of prognosis. Methods A total of 408 AS patients who underwent successfully TAVR from June 2021 to August 2023 were consecutively enrolled in Hospital Valve Intervention Center. Patients were assigned to the Usual Care (UC) group between June 2021 and October 2022, while patients were assigned to the Heart Multi-parameter Monitoring (HMM) group between November 2022 and August 2023. The primary endpoint was defined as composite endpoint within 6 months post-TAVR, including all-cause death, cardiovascular death, stroke/transient ischemic attack, conduction block, myocardial infarction, heart failure rehospitalization, and major bleeding events. Secondary endpoints were the time interval (in hours)

DOI: 10.3969/j.issn.1004-8812.2024.06.003

基金项目: 北京安贞医院科创基金项目 (AZ2022-CXZH-02)

作者单位: 1. 北京体育大学运动人体科学学院, 北京 100084; 2. 首都医科大学附属北京安贞医院心脏瓣膜病介入中心, 北京 100011

通信作者: 阴赓茜, Email: chq\_yin@aliyun.com; 宋光远, Email: songgy\_anzhen@vip.163.com

注: 刘若云与刘然为共同第一作者

from event occurrence to medical consultation or advice and patient satisfaction. Statistical analysis was performed using Kaplan-Meier and multivariable Cox proportional hazards models. **Results** The incidence of primary endpoint in HMM group was significantly lower than that in UC group (8.9% vs. 17.7%,  $P=0.016$ ), the driving event was the rate of diagnosis and recognition of conduction block. The average time intervals from event occurrence to receiving medical advice were 3.02 h in HMM group vs. 97.09 h in UC group ( $P<0.001$ ). Using cardiac monitoring devices and smart healthcare platforms provided significant improving in patients long-term management ( $HR 0.439$ , 95%CI 0.244 – 0.790,  $P=0.006$ ). **Conclusions** The utilization of cardiac monitoring devices and smart healthcare platforms effectively alerted clinical events and improved postoperative quality of life during long-term management post TAVR.

**【Key words】** Transcatheter aortic valve replacement; Lifecycle management; Heart multi-parameter monitoring; Remote smart healthcare

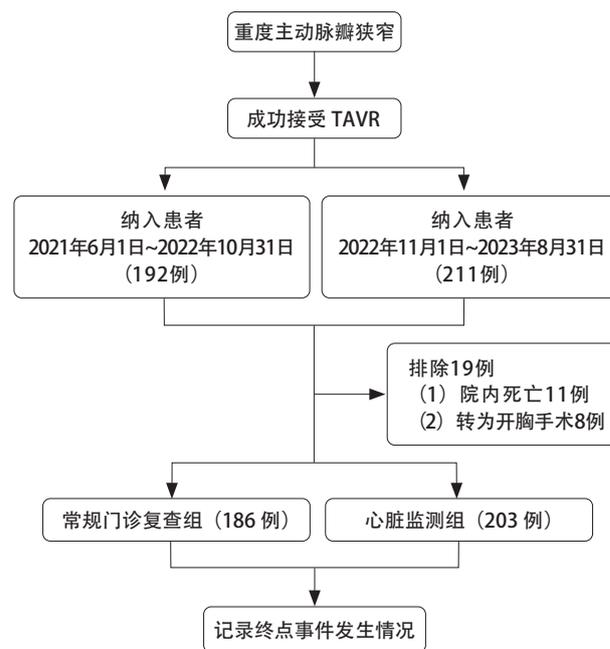
经导管主动脉瓣置换术 (transcatheter aortic valve replacement, TAVR) 是治疗重度症状性主动脉瓣狭窄 (aortic stenosis, AS) 的主要方法之一, 适应证已覆盖高中低危外科手术风险患者<sup>[1-2]</sup>。截至 2023 年 12 月, 我国累计完成 37 552 例 TAVR<sup>[3]</sup>。随着 TAVR 在外科低危和年轻患者中的应用, 患者长期的生存质量、并发症识别、人工瓣膜使用寿命等问题备受关注。由于医疗发展不平衡, 临床和影像医师对 TAVR 和术后管理的认识存在差异, 以及患者复诊交通不便和依从性差等问题, 共同导致了出院后的医疗管理存在“断联”“盲目”和“延误”等问题。而 TAVR 术后患者对及时性医疗救助有较强需求, 希望对瓣膜功能进行监测, 了解瓣膜是否正常工作, 瓣膜的开放和关闭情况, 是否存在瓣膜狭窄或泄漏等。患者的需求对其可能出现的心血管问题包括: 心律失常、心肌梗死、心力衰竭、出血和血栓等并发症进行及时的评估和处理。互联网医疗和可穿戴设备的高速发展为解决这些问题提供了可能性。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

本研究为单中心观察性研究, 分析 2021 年 6 月至 2023 年 8 月收住于首都医科大学附属北京安贞医院心脏瓣膜介入中心成功实施 TAVR 的 408 例患者。以全生命周期管理办公室成立为截点。2021 年 6 月至 2022 年 10 月收入患者为常规门诊复查组, 2022 年 11 月至 2023 年 8 月应用远程心脏多参数监测设备的患者为心脏监测组 (图 1)。纳入标准: 成功实施 TAVR 并出院的患者, 愿意进行互联网医疗问诊上传监测数据。排除标准: 手术失败或转入外科进行开胸手术、患者有恶性肿瘤史或预期寿命 < 1 年、出现严重认知和 (或) 心

理损伤、患者或其亲属拒绝参与、研究人员判定不适合参与与本项研究。本研究注册 (ChiCTR2300072300) 并通过医院伦理委员会批准 (KS2023018)。



注: TAVR, 经导管主动脉瓣置换术。

图 1 研究流程

Figure 1 Research workflow diagram

### 1.2 研究方法

两组患者均在术后进行规范门诊评估和复诊<sup>[4]</sup>, 根据结果调整药物、心脏康复强度和生活习惯教育等<sup>[5]</sup>。在此基础上, 心脏监测组采用心音心电同步监测设备定期或患者随时主动上传心脏参数, 建立医患沟通途径。参数设定异常阈值, 心内科医师将基于异常报警决定是否通过电话确认并给予患者针对性的干预建议。若患者情况紧急, 将启动绿色通道, 安排入院或前往门/急诊接受治疗。

### 1.3 远程可穿戴设备

心音图和心电图同步化数据采集能够远程监测心脏功能、心音/杂音和心率/律等关键参数<sup>[6-7]</sup>。患者佩戴硬币大小的可穿戴智能心脏参数跟踪设备(图2)(闻心小壹™智能心贴;型号:HR-0536;注册号20212070205)。医师可根据患者瓣膜病变听诊点选择贴片位置,设备开启时收集血流通过瓣膜时所产生的心音和杂音能量并自动上传至终端进行智能分析。此外,通过心音与心电图的同步化,标定第一和第二心音的位置以区分收缩期和舒张期,使用蓝牙连接手机显示实时的心音心电图同步信号有助于评估左心室收缩功能<sup>[8]</sup>。

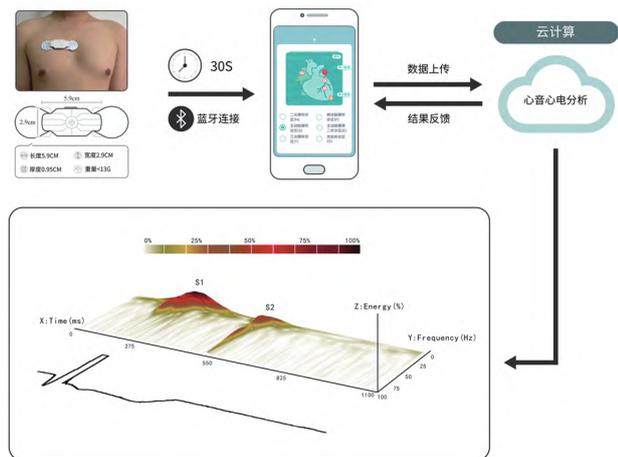


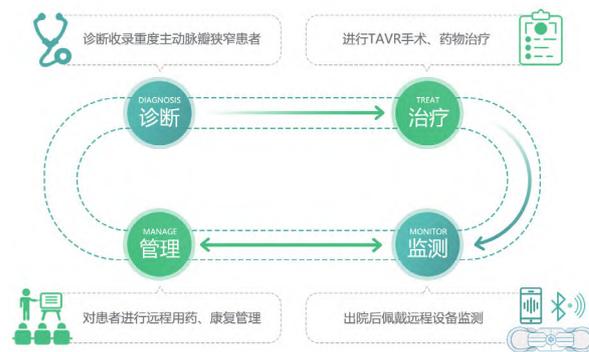
图2 心音心电图同步实时监测设备  
Figure 2 The heart multi-parameter monitoring for synchronous monitoring of heart sounds and electrocardiograms

### 1.4 智慧医疗平台

依据全生命周期管理理念(图3),患者在Android和iOS平台上创建智慧医疗应用程序,采用电子数据采集系统(electronic data capture, EDC)上传基本生命体征、药物方案、查看电子病历和预约诊疗等(图4);医护端通过电脑网页实时查看TAVR项目下所有纳入电子管理系统的患者,包括手术记录、随访方案、检验和影像结果、康复方案等。当患者上传健康数据或点击会诊图标时,心内科医师会收到消息提醒,并随时联系患者发送文本或视频信息,提供个体化医疗建议。

### 1.5 研究终点事件

主要终点事件:术后180d内的全因死亡、心源性死亡、心肌梗死、缺血性脑卒中事件/短暂性脑缺血发作(transient ischemic attack, TIA)、房室传导阻滞、出血事件的复合终点[根据国际瓣膜学术研究联盟(Valve Academic Research Consortium, VARC)-3



注: TAVR, 经导管主动脉瓣置换术。  
图3 TAVR术后全生命周期管理平台与内容  
Figure 3 The life cycle management Platform and Content for TAVR

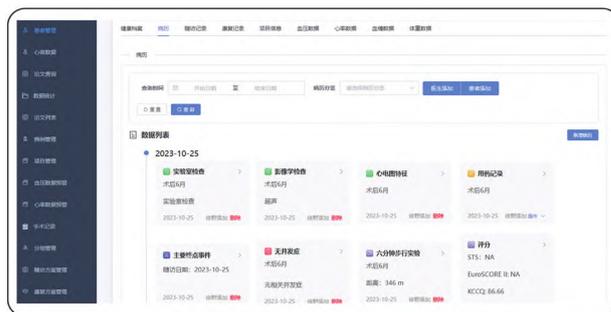


图4 医护端远程监控管理页面  
Figure 4 Remote monitoring management page for medical staff

定义]。次要终点事件: (1) 以上终点事件的任何一个单独的事件; (2) 从事件发生到就诊或得到医疗建议的时间间隔(h); (3) 患者对远程智慧医疗的满意度评价; (4) 患者随访完成率与面诊率。所有终点事件由至少2位心内科主任/副主任医师审核, 怀疑出现心源性死亡时, 审核人员将结合患者病史、发现死亡时的体格检查、影像学检查、血液中心脏肌钙蛋白、其他损伤标志物等进行综合性诊断, 心脏监测组则将增加患者发病时的心音心电图结果综合判断是否发生心源性死亡, 确保事件评估的准确性和可靠性。

### 1.6 统计学分析

所有数据采用SPSS 27.0统计软件处理数据。定量指标使用均数±标准差描述, 组间比较用独立样本t检验。不符合正态分布的指标用中位数(四分位数间距)描述, 用Mann-Whitney U检验比较组间差异。定性指标用频数和百分比描述, 组间比较用χ<sup>2</sup>检验或Fisher精确概率法检验。采用Kaplan-Meier法描述生存状况, 用Log-rank检验比较组间生存分布。建立单因素和多因素Cox比例风险回归模型, 结果用风险比和95%置信区间描述。首先筛选P<0.1的变量, 结合临床经验和研究证据确定纳入多因素模型的变量。

## 2 结果

### 2.1 基线资料

389例患者中,男220例(56.6%),年龄(72.31±8.12)岁,身体质量指数25.57(22.31, 26.95) kg/m<sup>2</sup>,体表面积181.21(170.00, 192.00) dm<sup>2</sup>。吸烟史31例(8.0%),饮酒史70例(18.0%);高血压病215例(55.3%),糖尿病71例(18.3%),肺部疾病26例(6.7%),高脂血症122例(31.4%),冠状动脉血运重建手术史30例(7.7%),慢性肾病15例(3.9%),缺血性脑卒中/TIA 29例(7.5%),心房颤动32例(8.2%)。纽约心脏病协会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级III~IV级181(46.5%)。胸外科医师协会预测死亡率风险评分(Society of Thoracic Surgeons predicted risk of mortality, STS-PROM) (2.1±1.35)分。器械类型:球囊扩张式瓣膜33例(8.5%);自膨胀式瓣膜356例(91.5%);人工瓣尺寸:≤23 mm, 126例(32.4%);>23 mm, 263例(67.6%)。出院后抗栓用药:抗血小板治疗70例(18.0%),抗凝治疗319例(82.0%)。TAVR术前血流动力学参数:主动脉瓣最大流速(468.8±79.58) cm/s,主动脉瓣平均跨瓣压差(53.7±19.12) mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),主动脉瓣口面积指数(0.4±0.13) cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>;术后血流动力学参数:主动脉瓣最大流速(236.0±41.33) cm/s,主动脉瓣平均跨瓣压差(12.9±6.56) mmHg,主动脉瓣口面积指数(0.9±0.22) cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>。心脏监测组与常规门诊复查组中体表面积、高血压病及高脂血症比较,差异均有统计学意义(均P<0.05,表1)。

### 2.2 Cox风险比例模型构建

心脏监测组比常规门诊复查组复合终点事件发生率显著降低(17.7%比8.9%, P=0.016,表2)。纳入所有P<0.1的变量构建多因素Cox比例风险模型。-2倍对数似然值=575.167; P=0.03,模型总体有效。使用心脏多模态监测对生存时间的影响差异有统计学意义(HR 0.439, 95%CI 0.244~0.790, P=0.006,表3);其他变量对生存时间的影响差异均无统计学意义(均P>0.05)。

### 2.3 Kaplan-Meier生存曲线分析与其他评价指标构建(图5)

经混杂因素校正后,心脏监测组较常规门诊复查组复合终点事件风险更低(HR 0.506, 95%CI 0.292~0.877, P=0.015)。其他次要终点事件经Log-rank检验后显著性均>0.05,不存在明显的生存差异。患者从事件发生到得到医疗救助的平均时间

间隔明显缩短,由 $\bar{X}_{UC}=97.09$  h降低至 $\bar{X}_{HMM}=3.02$  h (P<0.001)。且智慧医疗使面诊率由81.3%进一步提高至97.8%,患者满意率从81.3%提升至97.8%。

表1 两组患者基线资料比较

Table 1 Patient characteristics for the TAVR program

项目	心脏监测组 (203例)	常规门诊复查组 (186例)	P值
男[例(%)]	121(59.6)	99(53.2)	0.220
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ )	72.50±7.69	72.11±8.58	0.635
身体质量指数[kg/m <sup>2</sup> , M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	26.54(22.49, 27.21)	24.61(22.22, 26.67)	0.115
体表面积[dm <sup>2</sup> , M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	183.81(172.00, 193.75)	178.45(165.50, 188.50)	0.003
吸烟史[例(%)]	15(7.4)	16(8.6)	0.710
饮酒史[例(%)]	35(17.2)	35(18.8)	0.694
病史[例(%)]			
高血压病	124(61.1)	91(48.9)	0.019
糖尿病	42(20.7)	29(15.6)	0.237
肺部疾病	17(8.4)	9(4.8)	0.222
高脂血症	81(39.9)	41(22.0)	<0.001
冠状动脉血运重建手术史	16(7.9)	14(7.5)	0.572
慢性肾病	9(4.4)	6(3.2)	0.605
缺血性脑卒中/TIA	15(7.4)	14(7.5)	0.959
心房颤动	15(7.4)	17(9.1)	0.582
心功能分级[例(%)]			0.085
NYHA 0~II	100(49.3)	108(58.1)	
NAHA III~IV	103(50.7)	78(41.9)	
STS-PROM评分(分, $\bar{x}\pm s$ )	2.20±1.14	2.00±0.80	0.425
器械类型[例(%)]			0.469
球囊扩张式瓣膜	15(7.4)	18(9.7)	
自膨胀式瓣膜	188(92.6)	168(90.3)	
人工瓣尺寸[例(%)]			0.588
≤23 mm	63(31.0)	63(33.9)	
>23 mm	140(69.0)	123(66.1)	
出院后抗栓用药[例(%)]			0.793
抗血小板治疗	38(18.7)	32(17.2)	
抗凝治疗	167(82.3)	152(81.7)	
TAVR术前血流动力学参数 ( $\bar{x}\pm s$ )			
主动脉瓣最大流速(cm/s)	476.80±78.98	450.10±81.09	0.106
主动脉瓣平均跨瓣压差 (mmHg)	55.20±19.81	49.30±17.02	0.424
主动脉瓣口面积指数(cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	0.40±0.12	0.40±0.10	0.469
TAVR术后血流动力学参数 ( $\bar{x}\pm s$ )			
主动脉瓣最大流速(cm/s)	240.70±57.98	235.90±57.71	0.106
主动脉瓣平均跨瓣压差(mmHg)	13.40±6.86	12.89±4.29	0.114
主动脉瓣口面积指数(cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	0.90±0.21	0.90±0.25	0.109

注: TAVR, 经导管主动脉瓣置换术; TIA, 短暂性脑缺血发作; NYHA, 纽约心脏病协会; STS-PROM, 胸外科医师协会预测死亡率风险评分。

表2 两组患者事件发生率比较 [例 (%) ]

项目	常规门诊复查组 (186例)	心脏监测组 (203例)	P值
复合终点事件	33 (17.7)	18 (8.9)	0.016
全因死亡	4 (2.2)	3 (1.5)	0.714
心肌梗死	1 (0.5)	1 (0.5)	0.951
心源性死亡	1 (0.5)	1 (0.5)	0.951
脑卒中	1 (0.5)	0 (0.0)	0.478
传导阻滞	22 (11.8)	14 (6.9)	0.161
大出血	2 (1.1)	1 (0.5)	0.608

表3 TAVR 术后患者风险回归分析

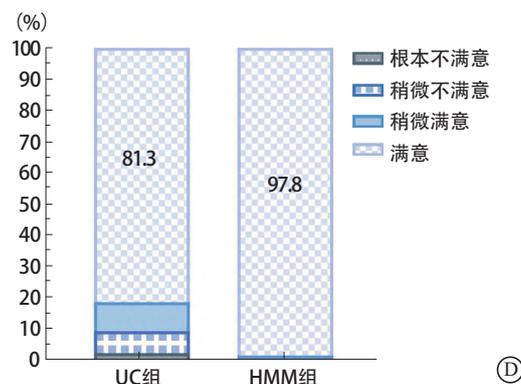
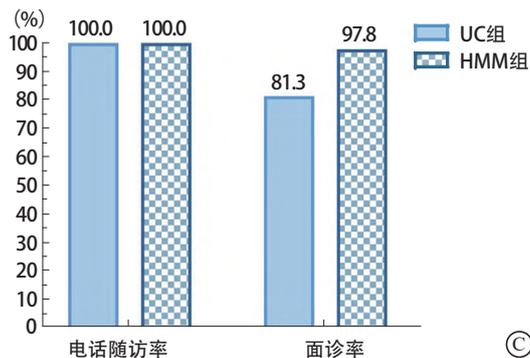
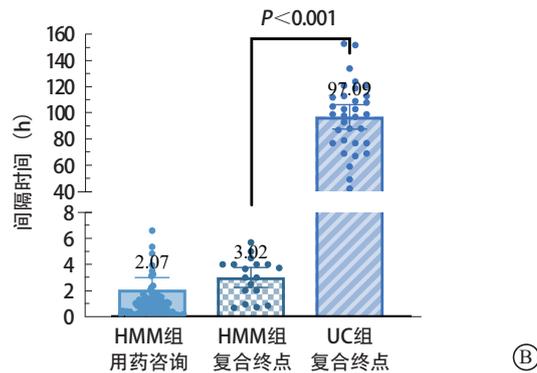
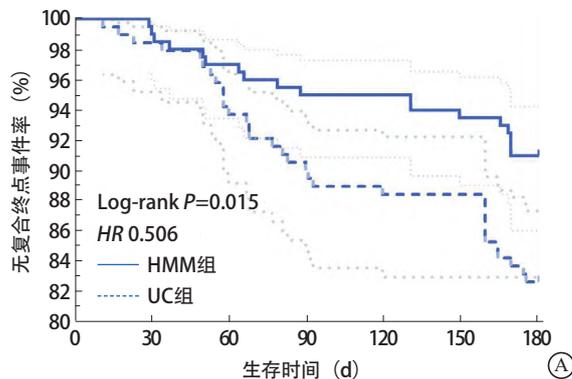
项目	单因素分析 <sup>a</sup>		多因素分析 <sup>b</sup>	
	HR (95%CI)	P值	HR (95%CI)	P值
复合终点事件	0.434 (0.242~0.780)	0.004	0.439 (0.244~0.790)	0.006
全因死亡	0.668 (0.150~2.986)	0.595	0.688 (0.151~3.132)	0.643
心肌梗死	0.897 (0.056~14.350)	0.939	0.978 (0.058~16.620)	0.937
心源性死亡	0.874 (0.055~13.974)	0.924	0.433 (0.016~11.927)	0.102
脑卒中	—	—	—	—
传导阻滞	0.510 (0.257~1.414)	0.050	0.514 (0.258~1.023)	0.058
大出血	0.014 (0.031~6.068)	0.001	0.505 (0.045~5.650)	0.354

注: a, 为单因素回归分析; b, 矫正所有单因素回归分析中P<0.1的变量包括是否使用心脏多模态监测、是否吸烟、NYHA心功能分级、年龄; TAVR, 经导管主动脉瓣置换术; NYHA, 纽约心脏病协会。

### 3 讨论

TAVR患者出院后的常见并发症包括房室传导阻滞、冠状动脉综合征、心肌梗死、亚临床瓣叶血栓<sup>[9-10]</sup>、心力衰竭再入院、出血及人工瓣功能不全<sup>[11]</sup>等,严重影响生活质量和生存时间<sup>[12]</sup>,需要现代智慧医疗的“前置性”监测、预警和反馈功能来提升术后长期疗效。本研究表明,利用互联网平台和远程监测设备可显著降低全因死亡率,及时识别房室传导阻滞,将复合终点事件发生率从17.7%降至8.9%。同时,监测心脏重构恢复、抗栓药物调整<sup>[13]</sup>和心脏康复亦是维护手术效果的重要手段,因此选择心音心电同步监测设备,基于互联网平台,实现术后精准管理和连续性医疗服务<sup>[14]</sup>,有助于提升患者依从性、心脏康复成效<sup>[15-16]</sup>,并减轻患者心理负担<sup>[17]</sup>。

既往研究显示,心音心电同步监测设备通过机械活动时间<sup>[18-19]</sup>可以远程识别传导阻滞、心脏功能状态和瓣膜杂音变化等异常,帮助患者确定下一步诊疗方案。在本研究中,心脏监测组在主要终点事件中体现的优效性是基于对房室传导阻滞及时准确的诊断和识别率,这与近年来TAVR技术的进步、经验的积累和器械的改进密切相关。而远程智



注: HMM组, 心脏监测组; UC组, 常规门诊复查组; TAVR, 经导管主动脉瓣置换术。

图5 TAVR 术后患者全生命周期管理的综合指标评定 A. TAVR 手术后随访无复合终点事件 Kaplan-Meier 曲线; B. 心脏监测组患者经互联网平台得到药物咨询建议的时间间隔 (h), 以及两组患者发生事件至得到医疗救助的时间间隔 (h); C. 患者术后 6 个月电话随访率与面诊率; D. 患者术后 6 个月随访满意度调查

Figure 5 Comprehensive assessment of patient lifecycle management following TAVR procedure

慧医疗和可穿戴设备成为证实技术发展的方式之一。此外,可穿戴设备成为优化患者康复策略、及时预警风险的重要手段,促进患者由围术期康复过渡至居家康复,进行长期监测和持续管理。

在关于心力衰竭管理的BETTER-CARE研究<sup>[20]</sup>中显示,使用智慧医疗系统后,医患有效沟通次数得到显著提升,近56%的建议被患者接纳为后期康复方案。这些研究提示,投入合理的医疗团队需配备预约随访助理1名、专科医师2名、数据整理与录入人员1名。未来本平台随访时间将延伸至1年、3年至终身的管理中,应用范围也将进一步扩展至其他结构性心脏病患者、先天性心脏病患者、冠心病患者、心力衰竭患者和高血压病患者等慢性终身性疾病的人群中。

本文属于观察性研究,存在的局限在于:(1)受患者收录时间影响,新冠疫情期间收录的常规门诊复查患者仅有少部分在医护人员监督下完成6 min步行试验,尚未对此组数据进行对比分析;

(2)需要更大规模的多中心数据来验证结果,并进一步探讨远程心脏康复指导的效果。

通过使用远程监护设备和智慧医疗平台显著降低了TAVR患者复合终点事件的发生率,大幅缩短了患者因症状或药物疑问而寻求医疗救助的时间,充分实现了TAVR术后全生命周期管理的优势。期待这项研究能够更广泛应用于临床,并进一步指导患者的心脏康复治疗、优化药物治疗以及改善患者的生存预后。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参 考 文 献

- [1] 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. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000923.
- [2] 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. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab395.
- [3] 王墨扬, 周政, 牛冠男, 等. 经导管主动脉瓣置换术2023年度进展 [J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2024, 32 (01) : 14-19. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8812.2024.01.004.
- [4] 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. 经导管主动脉瓣置换术后运动康复专家共识 [J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2020, 28 (7) : 361-368. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8812.2020.07.001.
- [5] 马丽媛, 王增武, 樊静, 等. 《中国心血管健康与疾病报告2021》概要 [J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2022, 30 (7) : 481-496. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8812.2022.07.001.
- [6] 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. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.02.068.
- [7] Muntan é -Carol G, Okoh AK, Chen C, et al. Ambulatory electrocardiographic monitoring following minimalist transcatheter aortic valve replacement [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021, 14 (24) : 2711-2722. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.08.039.
- [8] Muntan é -Carol G, Philippon F, Nault I, et al. Ambulatory electrocardiogram monitoring in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement: JACC state-of-the-art review [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 77 (10) : 1344-1356. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.12.062.
- [9] 中国医师协会心血管内科医师分会结构性心脏病学组, 周达新, 吴永健. 单纯主动脉瓣反流经股动脉主动脉瓣置换中国专家共识2023 [J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2023, 31 (11) : 801-809. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8812.2023.11.001.
- [10] Makkar RR, Blanke P, Leipsic J, et al. Subclinical leaflet thrombosis in transcatheter and surgical bioprosthetic valves: PARTNER 3 cardiac computed tomography substudy [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2020, 75 (24) : 3003-15. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.04.043.
- [11] Makkar RR, Thourani VH, Mack MJ, et al. Five-year outcomes of transcatheter or surgical aortic-valve replacement [J]. *N Engl J Med*, 2020, 382 (9) : 799-809. DOI: 10.1056/NEJMoa1910555.
- [12] Park DW, Park SJ. Unplanned coronary intervention after tavr: timing, causes, and management [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021, 14 (2) : 208-210. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.11.021.
- [13] Ricottini E, Nusca A, Ussia GP, et al. Antithrombotic treatment for valve prostheses: which drug, which dose, and when? [J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2022, 72: 4-14. DOI: 10.1016/j.pcad.2022.05.008.
- [14] 秦泽家. 数智时代环境下情报协同驱动全生命周期健康服务体系构建研究 [J]. *情报理论与实践*, 2024, 47 (1) : 65-74. DOI: 10.16353/j.cnki.1000-7490.2024.01.009.
- [15] Allen LA, Venechuk G, McIvannan CK, et al. An electronically delivered patient-activation tool for intensification of medications for chronic heart failure with reduced ejection fraction: the EPIC-HF trial [J]. *Circulation*, 2021, 143 (5) : 427-437. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.051863.
- [16] Lachonius M, Wallström S, Odell A, et al. Patients' motivation to undergo transcatheter aortic valve replacement. A phenomenological hermeneutic study [J]. *Int J Older People Nurs*, 2023, 18 (1) : e12521. DOI: 10.1111/opr.12521.
- [17] 杨莹, 熊晓云, 魏雯婷, 等. 经皮冠状动脉介入治疗术后患者运动康复依从性的研究进展 [J]. *军事护理*, 2023, 40 (11) : 19-22. DOI: 10.3969/j.issn.2097-1826.2023.11.005.
- [18] Mentias A, Desai MY, Saad M, et al. Incidence and outcomes of acute coronary syndrome after transcatheter aortic valve replacement [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2020, 13 (8) : 938-950. DOI: 10.1016/j.jcin.2019.11.027.
- [19] Winter JL, Healey JS, Sheth TN, et al. Remote ambulatory cardiac monitoring before and after transcatheter aortic valve replacement [J]. *CJC Open*, 2020, 2 (5) : 416-419. DOI: 10.1016/j.cjco.2020.04.006.
- [20] Mukhopadhyay A, Reynolds HR, Xia Y, et al. Design and pilot implementation for the BETTER CARE-HF trial: a pragmatic cluster-randomized controlled trial comparing two targeted approaches to ambulatory clinical decision support for cardiologists [J]. *Am Heart J*, 2023, 258: 38-48. DOI: 10.1016/j.ahj.2022.12.016.

(收稿日期: 2024-01-03 录用日期: 2024-04-04)

(编辑: 齐彤)