

# 经导管主动脉瓣置换术(TAVR)术后植入永久起搏器的术前影响因素

屈占军<sup>1\*</sup>, 刘伟丽<sup>2</sup>, 杨宝童<sup>1</sup>, 高政<sup>1</sup>, 江磊<sup>1#</sup>

<sup>1</sup>青岛大学附属医院心血管外科, 山东 青岛

<sup>2</sup>青岛大学附属医院介入手术室, 山东 青岛

收稿日期: 2022年5月8日; 录用日期: 2022年5月25日; 发布日期: 2022年6月9日

## 摘要

目的: 本研究通过描述分析, 找到经导管主动脉瓣置换术后植入永久起搏器的术前影响因素, 以期对临床医师决定经导管主动脉瓣置换术的术前评估、手术操作或永久起搏器植入时机起到参考作用。方法: 回顾性分析2017年9月至2021年4月在青岛大学附属医院心血管外科行经导管主动脉瓣置换术的73名患者, 收集其病史资料、术前检验检查资料, 使用独立样本t检验、卡方检验、二元Logistics回归检验各因素的独立影响作用。结果: 在73例研究人群中, 经导管主动脉瓣置换术后起搏器植入率为20.5%; 在起搏器植入组和非起搏器植入组两组人群中, 术前完全性右束支传导阻滞( $p < 0.001$ )、主动脉瓣重度钙化( $p = 0.028$ )、瓣膜过大率( $p = 0.002$ )、后扩张球囊大小( $p = 0.037$ )、年龄( $p = 0.037$ )因素存在统计学差异; 通过二元Logistic回归分析显示术前完全性右束支传导阻滞( $p = 0.014$ )、主动脉瓣重度钙化( $p = 0.019$ )和瓣膜过大率( $p = 0.021$ )为经导管主动脉瓣置换术后植入永久起搏器的独立影响因素, 且均为危险因素。结论: 术前完全性右束支传导阻滞、主动脉瓣重度钙化和瓣膜过大率是经导管主动脉瓣置换术后植入永久起搏器的独立危险因素。

## 关键词

经导管主动脉瓣置换术, 永久起搏器, 完全性右束支传导阻滞, 主动脉瓣钙化, 瓣膜过大率

# Preoperative Influencing Factors of Permanent Pacemaker Implantation after Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR)

Zhanjun Qu<sup>1\*</sup>, Weili Liu<sup>2</sup>, Baotong Yang<sup>1</sup>, Zheng Gao<sup>1</sup>, Lei Jiang<sup>1#</sup>

\*第一作者。

#通讯作者 Email: [jianglei1126@sina.com](mailto:jianglei1126@sina.com)

文章引用: 屈占军, 刘伟丽, 杨宝童, 高政, 江磊. 经导管主动脉瓣置换术(TAVR)术后植入永久起搏器的术前影响因素[J]. 临床医学进展, 2022, 12(6): 5051-5061. DOI: [10.12677/acm.2022.126732](https://doi.org/10.12677/acm.2022.126732)

<sup>1</sup>Department of Cardiovascular Surgery, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

<sup>2</sup>Interventional Operating Room of Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

Received: May 8<sup>th</sup>, 2022; accepted: May 25<sup>th</sup>, 2022; published: Jun. 9<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

**Objective:** Through description and analysis, this study found the preoperative influencing factors of permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve replacement, in order to play a reference role for clinicians to determine the preoperative evaluation, surgical operation or the timing of permanent pacemaker implantation of transcatheter aortic valve replacement. **Methods:** 73 patients who underwent transcatheter aortic valve replacement in the Department of cardiovascular surgery of the Affiliated Hospital of Qingdao University from September 2017 to April 2021 were retrospectively analyzed. Their medical history and preoperative examination data were collected. The independent influence of various factors was tested by independent sample t-test, chi square test and binary logistic regression. **Results:** In the 73 study population, the pacemaker implantation rate after transcatheter aortic valve replacement was 20.5%; There were significant differences in preoperative complete right bundle branch block ( $p < 0.001$ ), severe aortic valve calcification ( $p = 0.028$ ), valve oversize rate ( $p = 0.002$ ), post dilation balloon size ( $p = 0.037$ ) and age ( $p = 0.037$ ) between pacemaker implantation group and non pacemaker implantation group; Binary logistic regression analysis showed that preoperative complete right bundle branch block ( $p = 0.014$ ), severe aortic valve calcification ( $p = 0.019$ ) and valve oversize rate ( $p = 0.021$ ) were independent influencing factors of permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve replacement. **Conclusion:** Preoperative complete right bundle branch block, severe aortic valve calcification and valve oversize are independent risk factors for permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve replacement.

## Keywords

Transcatheter Aortic Valve Replacement, Permanent Pacemaker, Complete Right Bundle Branch Block, Aortic Valve Calcification, Valve Oversize Rate

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

对于外科外胸手术中高龄高危的严重主动脉瓣疾病患者,经导管主动脉瓣置换术(Transcatheter Aortic Valve Replacement, TAVR)已经成为首选的手术方案[1]。但是相较于传统开胸主动脉瓣置换术(Surgical Aortic Valve Replacement, SAVR), TAVR 术后永久起搏器的植入发生率较高[2], 这一直是一个值得关注的问题。TAVR 手术中人工瓣膜植入后依靠对周围组织的径向支撑力固定在工作区域。多项荟萃分析表明[2] [3] [4], 主动脉瓣区距离房室结和房室束较近, 人工瓣膜植入后对周围组织的机械性挤压作用, 是造成房室传导束损伤受阻并需要永久起搏器的主要原因。TAVR 手术的人工瓣膜分为两大类, 自膨胀式和球囊膨胀式。Sudhakar Subramani 等人[5]的比较显示, 自膨胀式瓣膜的起搏器植入率比球囊膨胀式更高。国外的几项单中心研究[6] [7] [8] [9]显示, TAVR 术后植入永久起搏器的几个预测因素包括瓣膜植入

深度、膜部室间隔长度、术前完全性右束支传导阻滞、自体主动脉瓣钙化、人工瓣膜尺寸放大程度等。但是与 TAVR 术后植入永久起搏器的术前影响因素在国内尚未见讨论报道。本研究通过对青岛大学附属医院心血管外科近年来接受 TAVR 手术的患者进行回顾性研究,探讨 TAVR 术后植入永久起搏器的术前影响因素,希望对临床工作的术前准备和术后植入永久起搏器的决定有所参考。

## 2. 方法

### 2.1. 研究对象

2017年9月16日至2021年4月30日,共有80人在我中心(青岛大学附属医院心血管外科)行TAVR手术。通过回顾性病例收集将其纳入本研究数据库。排除术前植入永久起搏器2例,单纯球囊扩张未植入人工瓣膜3例,术后一年因窦性心动过缓植入永久起搏器1例,术中转为开胸手术1例,共有73例患者进入最后的分析。根据TAVR人工瓣膜植入的工作原理及心脏解剖学[10],TAVR手术主要影响心房心室之间的传导,距离窦房结区较远,所以本研究排除1例因窦性心动过缓植入永久起搏器的患者。球囊扩张后可能对主动脉瓣叶有一定损伤,但无人工瓣膜的持续性挤压作用,患者术后是否需要永久起搏器与我们研究的TAVR手术相关性无从参考,所以排除该类患者。患者是否行TAVR手术均在青岛大学附属医院心血管外科TAVR手术团队评估后决定并取得患者及家属知情同意。所有患者术前均在我院行CT、心脏超声、心电图等统一的术前检查,并由专业人员对患者CT检查影像进行评估分析。术后患者是否需要植入永久起搏器由我院心血管内科心脏电生理专家决定。本研究通过青岛大学附属医院伦理委员会审查。

### 2.2. 相关数据来源

术前完全性右束支传导阻滞诊断从术前十二导联心电图的诊断中获得,所有患者均在我院心电图室完成检查。主动脉瓣钙化观察区域为主动脉瓣瓣叶及其附着区的生理主动脉瓣环[10]。主动脉瓣有无钙化及钙化分级由杭州启明公司专业技术人员评估获得。瓣膜过大率(Valve Oversize Rate, Oversize)的计算为, $[(\text{植入人工瓣膜型号}/\text{主动脉瓣环直径}) - 1] * 100\%$ 。在TAVR手术中,主动脉瓣环定义为[8],在左心室舒张期,三个主动脉瓣窦最低点围成的平面,主动脉瓣环直径在CT评估结果中获得。若植入多枚人工瓣膜,取最大型号瓣膜尺寸。是否进行瓣膜植入后球囊扩张和扩张球囊大小由术者和TAVR团队中的专家讨论决定。

### 2.3. 统计方法

所有统计方法使用IBM SPSS 26.0软件完成统计检验。对计量资料使用贝叶斯因子的独立样本正态性检验,对符合正态分布的计量资料使用独立样本t检验,根据方差齐性检验结果选择不同的p值,对不符合正态分布的计量资料使用Mann-Whitney U检验。计数资料通过交叉表的卡方检验进行比较率的不同。在统计学里认为p值小于0.05是有统计学意义。将有差异的变量带入二元logistic回归进一步判断TAVR术后植入永久起搏器的独立影响因素。

## 3. 结果

本实验将总研究人群分为起搏器植入组和非起搏器植入组。在73名纳入研究的人群中,总的起搏器植入率为20.5%(15/73)。

### 3.1. 计量资料结果

73名分析患者的计量资料部分的正态性检验如表1所示。从表1可以看出,瓣膜过大率和后扩张球

囊大小不是正态分布。其他拟分析的计量资料为正态性分布。通过对正态性分布的计量资料使用独立样本 t 检验, 结果如表 2。两组人群在年龄这一因素中显示出了统计学差异( $p = 0.037$ ), 在 BMI、生化指标、心脏超声指标等呈正态性分布的资料中均无明显差异。瓣膜过大率、后扩张球囊大小为非正态分布, 通过 Mann-Whitney U 检验, 得出瓣膜过大率( $p = 0.002$ )、后扩球囊大小( $p = 0.037$ )在两组中不同并且有统计学差异。

**Table 1.** Normality test of measurement data (Bayesian factor independent sample test)  
**表 1.** 计量资料的正态性检验(贝叶斯因子独立样本检验)

	贝叶斯因子	t 值	显著性(双尾)
瓣膜过大率	0.028	3.489	0.001
年龄	1.581	1.566	0.122
BMI	3.367	0.852	0.397
预扩球囊大小	1.011	-1.867	0.066
后扩球囊大小	0.637	-2.138	0.036
手术时长(min)	3.666	0.73	0.468
术前总胆红素	4.082	-0.54	0.591
术前谷丙转氨酶	4.502	-0.266	0.791
术前尿素氮	4.022	-0.57	0.571
术前肌酐	3.497	-0.8	0.426
术前 Vmax	1.407	-1.65	0.103
术前 Pmax	0.909	-1.933	0.057
术前 LVEF	4.105	0.528	0.599
术前 LVDd	3.656	0.734	0.465
术前 IVS	2.54	1.169	0.246
术前 RV 前后径	4.408	0.344	0.732
术前 LA 前后径	4.428	0.328	0.744
术前 RA 长径	3.773	-0.685	0.496
术前 PASP	4.645	0.007	0.995
EURO 评分	4.625	0.099	0.922

**Table 2.** Comparison results of measurement data with normal distribution  
**表 2.** 正态分布的计量资料比较结果

	起搏器植入组(15)	非起搏器植入组(58)	p 值
年龄(岁)	76.93 ± 3.56	74.26 ± 6.34	0.037
BMI (%)	24.43 ± 3.71	23.49 ± 3.84	0.397
预扩球囊大小(mm)	9.87 ± 10.97	15.24 ± 9.67	0.066
手术时长(min)	142 ± 75.85	130.09 ± 50.36	0.572
术前总胆红素(mmol/L)	12.31 ± 4.18	13.46 ± 7.91	0.591
术前谷丙转氨酶	30.47 ± 22.19	32.97 ± 34.52	0.791

## Continued

术前尿素氮	8.80 ± 3.59	9.62 ± 5.25	0.571
术前肌酐	79.58 ± 33.90	119.20 ± 190.04	0.426
术前 Vmax (m/s)	3.48 ± 1.77	4.25 ± 1.56	0.103
术前 Pmax (mmHg)	59.47 ± 41.28	81.67 ± 39.26	0.057
术前 LVEF (%)	52.93 ± 9.33	51.21 ± 11.73	0.599
术前 LVDd (cm)	5.36 ± 0.69	5.21 ± 0.71	0.465
术前 IVS (cm)	1.37 ± 0.27	1.29 ± 0.20	0.336
术前 RV 前后径(cm)	2.77 ± 0.56	2.74 ± 0.26	0.823
术前 LA 前后径(cm)	4.54 ± 0.50	4.49 ± 0.49	0.744
术前 RA 长径(cm)	4.71 ± 0.42	4.83 ± 0.64	0.494
术前 PASP (mmHg)	44.13 ± 13.02	44.10 ± 16.20	0.995
EURO 评分	7.53 ± 3.62	7.43 ± 3.57	0.922

## 3.2. 计数资料结果

两组人群中的计数资料比较结果如表 3。通过对计数资料使用交叉表卡方检验, 结果显示, 两组人群在术前完全性右束支传导阻滞(40.0% vs 5.2%,  $p = 0.001$ )和主动脉瓣钙化( $p = 0.008$ )存在统计学差异。在本实验的数据分析中, 性别、高血压、冠心病、糖尿病、术前其他房室传导阻滞、主动脉瓣狭窄或返流、二叶式主动脉瓣等与 TAVR 术后是否需要永久起搏器无明显关联。另外我们将主动脉瓣钙化分成重度钙化和非重度钙化的二分类变量, 两组仍然表现出统计学差异( $p = 0.028$ )。

Table 3. Comparison results of counting data

表 3. 计数资料的比较结果

	起搏器植入组(15)	非起搏器植入组(58)	p 值
男性	9 (60.0%)	40 (69.0%)	0.726
经股动脉	14 (93.3%)	54 (93.1)	1.000
是否球囊预扩张	7 (46.7%)	42 (72.4%)	0.113
是否球囊后扩张	0	14 (24.1%)	0.080
植入多个瓣膜	3 (20.0%)	13 (22.4%)	1.000
高血压			0.484
无高血压	5 (33.3%)	26 (44.8%)	
高血压 1 级	1 (6.7%)	1 (1.7%)	
高血压 2 级	2 (13.3%)	10 (17.2%)	
高血压 3 级	7 (46.7%)	21 (36.2%)	
冠心病	6 (40.0%)	26 (44.8%)	0.737
糖尿病	7 (46.7%)	24 (41.4%)	0.712
术前心梗	4 (26.7%)	14 (24.1%)	1.000

## Continued

术前脑梗	0	8 (13.8%)	0.289
心脏手术史	4 (26.7%)	19 (32.8%)	0.888
术前窦性心律	14 (93.3%)	54 (93.1%)	1.000
术前 I 度 AVB	0	5 (8.0%)	0.545
术前 II 度 AVB	0	0	
术前 LBBB	0	1 (1.7)	1.000
术前 RBBB	6 (40.0%)	3 (5.2%)	0.001
术前血液透析	0	1 (1.7)	1.000
主动脉瓣狭窄为主	9 (60.0%)	49 (84.5%)	0.083
术后瓣周漏			0.596
无瓣周漏	11 (73.3%)	29 (50.0%)	
轻微瓣周漏	1 (6.7%)	2 (3.4%)	
轻度瓣周漏	2 (13.3%)	17 (29.3%)	
轻 - 中度瓣周漏	1 (6.7%)	8 (13.8%)	
中度瓣周漏	0	1 (1.7%)	
中 - 重度瓣周漏	0	1 (1.7%)	
BAV 类型			0.619
无 BAV	12 (80.0%)	33 (56.9%)	
Type0 BAV	1 (6.7%)	8 (13.8%)	
RN Type1	0	6 (10.3%)	
LN Type1	0	2 (3.4%)	
RL Type1	2 (13.3%)	9 (15.5%)	
术前 MR 程度			0.146
轻度	6 (40.0%)	39 (67.2%)	
轻 - 中度	4 (26.7%)	5 (8.6%)	
中度	4 (26.7%)	8 (13.8%)	
中 - 重度	1 (6.7%)	4 (6.9%)	
重度	0	2 (3.4%)	
主动脉瓣钙化			0.008
无	4 (26.7%)	8 (13.8%)	
轻度	1 (6.7%)	25 (43.1%)	
中度	1 (6.7%)	10 (17.2%)	
重度	9 (60.0%)	15 (25.9%)	
主动脉瓣重度钙化	9 (60.0%)	15 (25.9%)	0.028

### 3.3. Logistic 回归结果

通过将两组之间有统计学差异的因素带入二元 Logistic 回归分析,以术后是否植入永久起搏器为因变量,以术前完全性右束支传导阻滞、主动脉瓣重度钙化、瓣膜过大率、后扩张球囊大小、年龄为自变量建立二元 Logistic 回归模型,判断各因素对永久起搏器植入的影响作用。经过 Hosmer-Lemeshowz 检验,结果为  $p = 0.811$ ,如表 4 所示,说明本二元 logistic 回归模型与实际观测情况的拟合效果良好。Logistic 回归结果如表 5 所示,结果显示,术前完全性右束支传导阻滞是 TAVR 术后植入永久起搏器的术前独立影响因素,OR 值 16.598,95% CI 为[1.765, 156.07], $p = 0.014$ 。说明 TAVR 术前有完全性右束支传导阻滞的患者术后植入永久起搏器的概率是术前没有完全性右束支传导阻滞的患者的 16.598 倍。主动脉瓣重度钙化是 TAVR 术后植入永久起搏器的独立影响因素,OR 值 7.205,95% CI 为[1.387, 37.429], $p = 0.019$ 。说明 TAVR 术前主动脉瓣重度钙化的患者是主动脉瓣没有重度钙化患者的 7.205 倍。瓣膜过大率也是 TAVR 术后植入永久起搏器的独立影响因素,OR 值 1.117,95% CI 为[1.017, 1.227], $p = 0.021$ 。说明选择植入瓣膜的过大率每提高 1%,术后植入永久起搏器的概率提升 11.7%。年龄和后扩张球囊大小经过回归分析后,不再是 TAVR 术后植入永久起搏器的术前独立影响因素。术前完全性右束支传导阻滞、主动脉瓣重度钙化和瓣膜过大率的 OR 值均大于 1,说明三个因素均为危险性因素。

**Table 4.** Hosmer-Lemeshow test

**表 4.** 霍斯默 - 莱梅肖检验

卡方	自由度	显著性
4.487	8	0.811

**Table 5.** Binary logistic regression analysis

**表 5.** 二元 logistic 回归分析

	显著性	Exp(B)	EXP(B)的 95%置信区间	
			下限	上限
术前完全性右束支传导阻滞(1)	0.014	16.598	1.765	156.07
主动脉瓣重度钙化	0.019	7.205	1.387	37.429
瓣膜过大率	0.021	1.117	1.017	1.227
后扩球囊大小	0.998	0.388	0	.
年龄	0.305	1.085	0.929	1.266

## 4. 讨论

在本研究中,通过对我中心 TAVR 手术患者的分析,拟描述 TAVR 术后植入永久起搏器的术前影响因素,得出以下结果: 1) 我中心 TAVR 术后永久起搏器的总体植入率为 20.5%; 2) 术前完全性右束支传导阻滞、主动脉瓣重度钙化和瓣膜过大率是 TAVR 术后植入永久起搏器的独立影响因素; 3) 年龄和后扩张球囊大小可能与 TAVR 术后需要永久起搏器相关,但不能成为独立影响因素。

目前, TAVR 术后植入永久起搏器的预测因素的研究只有很少的内容可以参考,在国内更是尚未发现研究报告。虽然国内外尚没有统一的起搏器植入指南和规定[11][12],各中心对起搏器植入的指征和时机自行控制,不尽相同,但本研究得出的我中心的永久起搏器植入率与 Yasser Sammour [12]和 Sudhakar Subramani [5]等人报告的 TAVR 术后起搏器植入率大致相似,并在近 1 年来呈下降趋势。

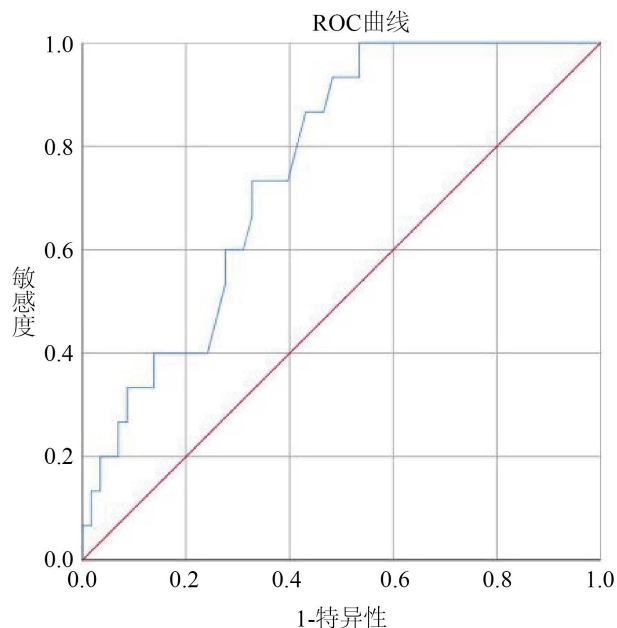
完全性右束支传导阻滞是 TAVR 术后永久起搏器植入的独立预测因素。主动脉瓣位于心脏的冠状面投影的中间位置,同时位于心脏纤维结构的中央,与心脏的各腔面相连或相邻。在心脏的传导系统中,主动脉瓣环位于房室交界区。在 TAVR 手术中,人工瓣膜通过支架的径向支撑力固定在自体主动脉瓣环的位置。所以人工瓣膜支架的机械挤压成为损伤传导束导致房室传导阻滞以至于需要永久起搏器的主要原因。中央纤维体是心脏纤维结构中最重要的一部分,由主动脉瓣环、二尖瓣环、三尖瓣环聚集而成,向下延续为膜部室间隔。房室结位于 Koch 三角尖端,向前下方延续为房室束,即 His 束。房室束穿过中央纤维体进入膜部室间隔[13],在膜部室间隔后下方向浅表走行并在肌部室间隔上缘分为左右束支走行于肌部室间隔两侧。人工瓣膜支架直接挤压在室间隔上,更易导致左束支传导受阻。TAVR 术后左束支传导阻滞的综合发生率在 4%~65% [12],我中心为 38.36%。所以,TAVR 手术术后人工瓣膜支架对室间隔的挤压容易造成完全性左束支传导阻滞或三度房室传导阻滞,明显发生完全性左束支传导阻滞的概率更高。此时若合并完全性右束支传导阻滞,那么左右束支全部被阻断,发生三度房室传导阻滞并需要永久起搏器是毫无疑问的。另外通过 Ashraf Hamdan 等人[9]的研究,膜部室间隔的长短和人工瓣膜植入深度也是 TAVR 术后永久起搏器植入的重要影响因素。此结果也与 TAVR 术后发生左束支传导阻滞甚至三度房室传导阻滞相关,但是本研究因为技术条件限制,未对膜部室间隔长短的影响进行描述,将在以后的研究中进行完善补充。所以在术前检查中,发现患者存在完全性右束支传导阻滞,应关注患者膜部室间隔长度,仔细把握人工瓣膜释放位置,并提前联系心内科电生理专家团队做好永久起搏器的手术准备。

主动脉瓣重度钙化是 TAVR 术后植入永久起搏器的独立术前影响因素。Yoshio Maeno [8]和 Esseim Sharma [7]等人认为主动脉瓣钙化,尤其是无冠状动脉瓣区域钙化是 TAVR 术后植入永久起搏器的独立预测因素。无冠状动脉瓣在左心室隔面,人工瓣膜膨胀后将自体主动脉瓣钙化块推向室间隔方向,加重对膜部室间隔的挤压作用,造成传导阻滞的发生。Luca [14]和 Fujita [15]等人认为,左冠状动脉瓣下的钙化或延伸至左冠状动脉下的左心室流出道的钙化,是 TAVR 术后需要永久起搏器的独立影响因素。他们认为左冠状动脉瓣的钙化会导致人工瓣膜的偏心性释放,使得人工瓣膜向无冠状动脉瓣或右无冠状动脉瓣交界区挤压力量变大。同样,无冠状动脉瓣下方为膜部室间隔,从而影响房室传导。Taishi Okuno 等人[16]通过对左心室流出道钙化对手术效果的影响,并未提及对术后需要永久起搏器的影响。在我们的研究中,左心室流出道钙化与 TAVR 术后植入永久起搏器无明显关联。结合我们的研究与既往研究资料,无论左冠状动脉瓣钙化或无冠状动脉瓣钙化,主动脉瓣钙化均可造成人工瓣膜的偏心性释放和着陆,造成对主动脉瓣环、膜部室间隔或左心室流出道的不均匀挤压,导致 TAVR 术后植入永久起搏器的概率增加。从而成为 TAVR 手术后植入永久起搏器的术前独立影响因素。

瓣膜过大率是 TAVR 术后植入永久起搏器的独立影响因素。同样,根据 TAVR 手术的瓣膜植入原理,人工瓣膜通过径向挤压力固定在自体主动脉瓣位置。如果人工瓣膜比自体主动脉瓣环放大程度越大,则人工瓣膜的径向支撑力越大,人工瓣膜对主动脉瓣环及周围组织的挤压力越大,继而损伤传导束并发生房室传导阻滞的概率越大,所以需要永久起搏器的概率越大。Nazif 等人[17]发现,人工瓣膜直径和左室流出道直径的比值过大也可以成为 TAVR 术后植入永久起搏器的预测因素。Jared 等人[6]从主动脉瓣窦(Sinus of Valsalva, Valsalva 窦,法氏窦)着手研究,发现人工瓣膜直径和主动脉瓣窦的比例也是 TAVR 术后植入永久起搏器的独立影响因素,并且比例越高,术后植入永久起搏器的可能性越大。这些研究和本研究瓣膜过大率的计算指标虽然不同,但有异曲同工之妙。本研究的瓣膜过大率计算方法为大多数临床中心所采用。所以使用较小的瓣膜过大率可能减少 TAVR 术后永久起搏器的植入率。我们将瓣膜过大率和术后植入永久起搏器的关系建立 ROC 曲线,结果如图 1。通过约登指数计算,得出最佳截取值为 8.75%。通过对瓣膜过大率在 8.75%进行二分类转换,经过卡方检验,结果仍然具有统计学意义( $p = 0.001$ ),结果如表 6。但是术前评估选择瓣膜型号是多方面考虑的,需要根据患者主动脉瓣环大小,冠状动脉开



口高低, 人工瓣膜着陆区的锚定点等不同而综合得出的结果。瓣膜过小又会导致术后瓣周漏、瓣膜定位不稳甚至移位等风险, 需要手术医师及 CT 评估专家综合考虑。所以在患者术前评估的瓣膜型号选择如果瓣膜过大率大于 8.75%, 术者应注意瓣膜释放位置, 术后应密切观察患者传导阻滞的发生。



**Figure 1.** Valve oversize rate and ROC curve of permanent pacemaker

**图 1.** 瓣膜过大率和永久起搏器 ROC 曲线

**Table 6.** The valve oversize rate was 8.75%

**表 6.** 瓣膜过大率 8.75% 检验结果

	起搏器植入组(15)	非起搏器植入组(58)	p 值
瓣膜过大率大于 8.75%	15 (100.0%)	32 (53.4%)	0.001

后球囊扩张大小和年龄经过 Logistic 回归分析后, 不再是 TAVR 术后植入永久起搏器的独立影响因素。是否使用球囊后扩张通过计数资料的分析我们发现, 永久起搏器植入组全部未使用球囊后扩张, 所以回归分析是没有意义的。是否使用球囊后扩张和植入后瓣膜位置、瓣膜展开形态、瓣周漏程度相关, 球囊后扩张大小依据植入人工瓣膜大小决定, 与术后是否发生房室传导阻滞无明显关联。

本实验的局限性: TAVR 手术作为一项新技术手术, 手术量较以往 SAVR 明显较少。本实验将我中心自第一例 TAVR 手术至研究时段的全部病例纳入筛选范围, 最终纳入研究的病例数基本符合统计学样本量要求。但是总体病例数依然有限, 对于潜在影响因素, 或 p 值在临界值附近的因素, 并不能客观的反应其真实影响作用。另外, 在满足样本量的情况下, 本研究并未将主动脉瓣狭窄和主动脉瓣关闭不全患者分开研究讨论, 与狭窄或关闭不全的病理生理不同造成的测量数据差异, 结果可能出现居中趋势亦未可知。随着 TAVR 手术的普及应用, 更大的病例数或样本量将允许我们做细分类研究, 得到更加反映真实情况的结果。另外, 通过查阅文献得到的膜部室间隔长度和瓣膜植入深度, 由于现有条件限制, 难以获得对应数据, 我们将在后续对相关部分进行研究讨论。

## 5. 结论

本实验研究了近年来在我院行 TAVR 手术的患者术后植入永久起搏器的术前影响因素, 得出术前完全性右束支传导阻滞、主动脉瓣重度钙化、瓣膜过大率是 TAVR 术后植入永久起搏器的独立影响因素。手术医师对术前具有某一影响因素的患者, 或合并多种危险因素的患者, 术前可向心内科电生理专家说明并进行相应的术前准备, 术后在发生高度房室传导阻滞时, 可即刻进行永久起搏器的植入。相反, 可在临时起搏器有效且妥善固定的前提下, 等待手术损伤导致的心肌水肿期过后再行决定。因为经过 Auffret [18]等人总结发现, 部分传导阻滞会在心肌水肿期过后恢复传导。

## 参考文献

- [1] Makkar, R.R., Fontana, G.P., Jilaihawi, H., *et al.* (2012) Transcatheter Aortic-Valve Replacement for Inoperable Severe Aortic Stenosis. *The New England Journal of Medicine*, **366**, 1969-1704. <https://doi.org/10.1056/NEJMoal202277>
- [2] Jilaihawi, H., Chakravarty, T., Weiss, R.E., *et al.* (2012) Meta-Analysis of Complications in Aortic Valve Replacement: Comparison of Medtronic-Corevalve, Edwards-Sapien and Surgical Aortic Valve Re-Placement in 8,536 Patients. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, **80**, 128-138. <https://doi.org/10.1002/ccd.23368>
- [3] Siontis, G.C., Juni, P., Pilgrim, T., *et al.* (2014) Predictors of Permanent Pacemaker Implantation in Patients with Severe Aortic Stenosis Undergoing TAVR: A Meta-Analysis. *Journal of the American College of Cardiology*, **64**, 129-140. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.04.033>
- [4] Agarwal, S., Tuzcu, E.M., Stewart, W., *et al.* (2013) Comparison of Multicenter Registries and Randomized Control Trials for Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR). *Indian Heart Journal*, **65**, 400-411. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2013.06.007>
- [5] Subramani, S., Arora, L., Krishnan, S., *et al.* (2020) Analysis of Conduction Abnormalities and Permanent Pacemaker Implantation after Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, **34**, 1082-1093. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2019.07.132>
- [6] Jared, M., Lee, J., Brodie, R., *et al.* (2018) Imaging-Based Predictors of Permanent Pacemaker Implantation after Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Pacing and Clinical Electrophysiology*, **41**, 81-86. <https://doi.org/10.1111/pace.13249>
- [7] Sharma, E., McCauley, B., Dhairyasheel, S., *et al.* (2020) Aortic Valve Calcification as a Predictor of Post-Transcatheter Aortic Valve Replacement Pacemaker Dependence. *Cardiology Research*, **11**, 155-167. <https://doi.org/10.14740/cr1011>
- [8] Maeno, Y., Abramowitz, Y., Kawamori, H., *et al.* (2017) A Highly Predictive Risk Model for Pacemaker Implantation after TAVR. *JACC: Cardiovascular Imaging*, **10**, 1139-1147. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2016.11.020>
- [9] Hamdan, A., Guetta, V., Klempfner, R., *et al.* (2015) Inverse Relationship between Membranous Septal Length and the Risk of Atrioventricular Block in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation. *JACC: Cardiovascular Interventions*, **9**, 1218-1228. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2015.05.010>
- [10] Young, L.M., Chilakamarri, Y.S., Chava, S., *et al.* (2015) Mechanisms of Heart Block after Transcatheter Aortic Valve Replacement-Cardiac Anatomy, Clinical Predictors and Mechanical Factors That Contribute to Permanent Pacemaker Implantation. *Arrhythmia & Electrophysiology Review*, **4**, 81-85. <https://doi.org/10.15420/AER.2015.04.02.81>
- [11] Khaliq, O.K., Hahn, R.T., Gada, H., *et al.* (2014) Quantity and Location of Aortic Valve Complex Calcification Predicts Severity and Location of Paravalvular Regurgitation and Frequency of Post-Dilation after Balloon-Expandable Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC: Cardiovascular Interventions*, **7**, 885-894. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2014.03.007>
- [12] Sammour, Y., Krishnaswamy, A., Kumar, A., *et al.* (2021) Incidence, Predictors, and Implications of Permanent Pacemaker Requirement after Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC: Cardiovascular Interventions*, **2**, 115-134. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2020.09.063>
- [13] 郭兰敏, 范全心, 邹承伟. 实用胸心外科手术学[M]. 第3版. 北京: 科学出版社, 2010: 22-26.
- [14] Luca, N.F., Alberto, C., Tommaso, F., *et al.* (2021) Anatomical Predictors of Pacemaker Dependency after Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*, **14**, e009028. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.120.009028>
- [15] Fujita, K.M., Seiffert, M., Scholtz, S., *et al.* (2016) Calcium Distribution Patterns of the Aortic Valve as a Risk Factor for the Need of Permanent Pacemaker Implantation after Transcatheter Aortic Valve Implantation. *European Heart*

---

*Journal—Cardiovascular Imaging*, **17**, 1385-1393. <https://doi.org/10.1093/chjci/jev343>

- [16] Taishi, O., Masahiko, A., Dik, H., *et al.* (2020) Impact of Left Ventricular Outflow Tract Calcification on Procedural Outcomes after Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC: Cardiovascular Interventions*, **13**, 1789-1799. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2020.04.015>
- [17] Nazif, T.M., Dizon, J.M., Hahn, R.T., *et al.* (2015) Predictors and Clinical Outcomes of Permanent Pacemaker Implantation after Transcatheter Aortic Valve Replacement: The Partner (Placement of Aortic Transcatheter Valves) Trial and Registry. *JACC: Cardiovascular Interventions*, **8**, 60-69. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2014.07.022>
- [18] Auffret, V., Puri, R., Urena, M., *et al.* (2017) Conduction Disturbances after Transcatheter Aortic Valve Replacement: Current Status and Future Perspectives. *Circulation*, **136**, 1049-1069. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.028352>