

# TAVR 与 SAVR 对主动脉瓣重度狭窄患者围术期心肌损伤的影响

赵永峰<sup>1</sup>, 杨雅钗<sup>2</sup>, 李柳<sup>2</sup>, 邓岐<sup>1</sup>, 陈勤聪<sup>1</sup>, 王硕<sup>1</sup>

(1. 石家庄市人民医院心内科; 2. 河北医科大学第一医院心内科, 河北 石家庄 050000)

**【摘要】目的:** 探讨经导管主动脉瓣置换术(TAVR)与外科主动脉瓣置换术(SAVR)对主动脉瓣重度狭窄患者心肌损伤的程度及对心肌灌注的影响。**方法:** 回顾性分析 77 例行 TAVR 或 SAVR 手术并完成 1 个月随访的主动脉瓣重度狭窄且无明显冠脉狭窄患者的临床资料。观察心肌损伤指标: 术前及术后 1、3、7 d、1 个月的肌酸激酶同工酶-MB(CK-MB)、肌钙蛋白 I (cTnI), 心肌灌注指标: 术前及术后 1 个月应用静息动态单光子发射计算机断层扫描系统(D-SPECT); 瑞加诺生负荷 D-SPECT 检查心肌 17 节段分布下心肌灌注总积分、心肌缺血总节段数、左心室射血分数(LVEF)、左心室舒张末期容积(LV-EDV)和异常灌注面积情况。通过上述指标评价 TAVR 和 SAVR 对心肌损伤、心肌灌注的影响。**结果:** 心肌损伤指标: 两组患者 cTnI、CK-MB 均随时间变化明显, 在术后 1 d 达到峰值, 两组患者组间对比, TAVR 组低于 SAVR 组( $P < 0.05$ )。心肌灌注指标: 术后 1 个月, 两组患者在心肌缺血节段数、心肌灌注总积分和异常灌注面积较术前明显改善( $P < 0.05$ ); TAVR 组在静息+负荷心肌灌注总评分和异常灌注面积优于 SAVR 组( $P < 0.05$ )。**结论:** TAVR 和 SAVR 手术均可改善心肌灌注水平; 术中的心肌损伤, TAVR 较 SAVR 更小; 术后 1 个月的心肌灌注, TAVR 较 SAVR 更优。

**【关键词】** 主动脉瓣重度狭窄; 外科主动脉瓣置换术; 心肌损伤、心肌灌注

**【中图分类号】** R541.4 **【文献标志码】** A

## Impact of TAVR versus SAVR on perioperative myocardial injury in patients with severe aortic stenosis

ZHAO Yong-feng<sup>1</sup>, YANG Ya-chai<sup>2</sup>, LI Liu<sup>2</sup>, DENG Qi<sup>1</sup>, CHEN Qin-cong<sup>1</sup>, WANG Shuo<sup>1</sup>

(Department of Cardiology, 1. Shijiazhuang People's Hospital; 2. The First Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050000, Hebei, China)

**【Abstract】Objective:** To explore the extent of myocardial injury and the impact on myocardial perfusion in patients with severe aortic stenosis undergoing transcatheter aortic valve replacement (TAVR) and surgical aortic valve replacement (SAVR). **Methods:** A retrospective analysis was conducted on 77 patients with severe aortic valve stenosis and no significant coronary artery stenosis who underwent TAVR and SAVR surgeries and completed a 1-month follow-up. Myocardial injury indicators were observed: creatine kinase MB (CK-MB) and troponin I (cTnI) before surgery and on postoperative day 1, 3, 7, and 1 month. Myocardial perfusion indicators were also observed: total myocardial perfusion score, total number of myocardial ischemic segments, left ventricular ejection fraction (LVEF), left ventricular end-diastolic volume (LV-EDV), and abnormal perfusion area under the 17-segment myocardial perfusion distribution using rest dynamic single-photon emission computed tomography (D-SPECT) + regadenoson stress D-SPECT before and 1 month after surgery. The above indicators were used to evaluate the impact of TAVR and SAVR on myocardial injury and myocardial perfusion. **Results:** Myocardial injury indicators: Both cTnI and CK-MB in the two groups of patients showed significant changes over time, reaching their peak values on postoperative day 1, and the TAVR group was lower than the SAVR group ( $P < 0.05$ ). Myocardial perfusion indicators: 1 month post-operation, both groups showed significant improvement in the number of myocardial ischemic segments, total myocardial perfusion score, and abnormal perfusion area compared to pre-operative levels ( $P < 0.05$ ). The TAVR group demonstrated better results in terms of total myocardial perfusion score under rest and stress conditions, as well as abnormal perfusion area, compared to the SAVR group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Both TAVR and SAVR can improve myocardial perfusion levels, TAVR causes less myocardial damage during surgery and offers superior myocardial perfusion improvement 1 month

**基金项目:** 河北省卫生健康委员会重点科技研究计划(20240119)

**作者简介:** 赵永峰(1982-), 男, 主治医师。E-mail: 8991722@qq.com

**通讯作者:** 王硕, 博士。E-mail: ws19860913@163.com

post-surgery compared to SAVR.

**【Key words】** Severe aortic stenosis;Surgical aortic valve replacement;Myocardial injury;Myocardial perfusion

随着我国逐步进入老龄化社会,老年退行性心脏瓣膜病的患者逐年增加<sup>[1]</sup>,主动脉瓣狭窄(aortic stenosis,AS)尤其是重度狭窄,显著损害患者健康并增加全因死亡率风险<sup>[2]</sup>。重度 AS 会导致心肌缺血<sup>[3]</sup>,动态单光子发射计算机断层扫描(dynamic single-photon emission computed tomography,D-SPECT)是无创评估心肌缺血程度的新基准<sup>[4]</sup>。近年来,经导管主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement,TAVR)已成为治疗重度 AS 的重要选择<sup>[5]</sup>。VitaFlow 瓣膜本土产业化促使 TAVR 均次费用明显下降,推动手术适应证从高危向中危患者拓展<sup>[6]</sup>,解除了 AS 会改善由 AS 狭窄导致的心肌缺血,但是相当大一部分患者在术后会出现不同程度的心肌损伤<sup>[7]</sup>。同样,外科主动脉瓣置换术(surgical aortic valve replacement,SAVR)也难以避免心肌损伤。本研究对石家庄市人民医院完成 TAVR 且无明显冠脉狭窄的 31 例患者,与同期行 SAVR 手术植入生物瓣且无明显冠脉狭窄的 46 例患者进行回顾性分析,观察术前及术后 1、3、7 d、1 个月心肌损伤指标[肌酸激酶同工酶-MB(creatinine kinase isoenzyme-MB,CK-MB)、肌钙蛋白 I(cardiac troponin I,cTnI)],并在术前及术后 1 个月应用 D-SPECT 检查心肌 17 节段分布下心肌灌注总积分、心肌缺血总节段数、LVEF、LV-EDV 和异常灌注面积,为了解 TAVR 和 SAVR 对患者心肌损伤、心肌灌注的影响提供依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选择 2020 年 5 月至 2024 年 5 月石家庄市人民医院收治的行 TAVR 或 SAVR 手术并完成 1 个月随访的 77 例主动脉瓣重度狭窄且无明显冠脉狭窄患者为研究对象。本研究严格遵循《赫尔辛基宣言》伦理准则(2022 修订版),经石家庄市人民医院伦理委员会审查认证,所有人组对象均自愿完成双重知情确认流程,研究数据实行三重加密脱敏处理。入选标准<sup>[8]</sup>:(1)年龄 60~85 岁;(2)重度 AS 患者;(3)冠脉造影示冠脉狭窄程度<70%;(4)术后预期寿命≥12 个月。排除标准<sup>[9]</sup>:(1)冠脉狭窄程度≥70%的患者;(2)对镍钛合金、造影剂及相关成分过敏或抵抗者;(3)TAVR、SAVR 手术禁忌患者;(4)左心室流出道梗阻;(5)脑梗死急性期患者;(6)经伦理审查委员会审议未通过准入审查的患者。

### 1.2 方法

本研究共纳入 77 例患者,我院心脏瓣膜团队(multiple disciplinary team,MDT)专家组负责患者全程管理,D-SPECT 结果应用美国心脏学会(AHA)的判定心肌灌注的标准计算总积分<sup>[10]</sup>。TAVR 植入上海微创心通 VitaFlow 自膨式瓣膜,SAVR 植入爱德华 INSPIRIS RESILIA 主动脉瓣生物瓣,术毕送入 CCU 恢复。TAVR 和 SAVR 术后给予双联抗血小板治疗 3~6 个月后,终身单抗血小板治疗<sup>[11]</sup>;房颤患者联合抗凝治疗<sup>[12]</sup>。

### 1.3 观察指标

1.3.1 心肌损伤指标 术前及术后 1、3、7 d、1 个月的 CK-MB、cTnI。

1.3.2 心肌灌注指标 术前及术后 1 个月应用 D-SPECT 检查心肌 17 节段分布下心肌灌注总积分、心肌缺血总节段数、LVEF、LV-EDV 和异常灌注面积。

### 1.4 统计学分析

所有数据均用 SPSS 23.0 软件处理。数值变量用( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较用独立样本  $t$  检验,组内比较用配对样本  $t$  检验,同一指标多个时间点比较应用重复测量方差分析;计数资料用[ $n(\%)$ ]表示,组间比较用独立样本  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法;等级资料采用秩和检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者的临床资料

两组患者在临床特征、合并症、心功能、肝肾功能、合并用药方面比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较[ $n(\%)$ ], $\bar{x} \pm s$ ]

资料	TAVR( $n=31$ )	SAVR( $n=46$ )	$t/\chi^2$ 值	$P$ 值
年龄(岁)	63.22±8.65	64.01±9.22	0.377	0.706
男性	19(61.29)	26(56.52)	0.173	0.677
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	24.53±3.42	24.87±2.69	0.487	0.627
STS 评分(分)	6.23±1.56	6.29±1.35	0.179	0.858
二叶式主动脉瓣	9(29.03)	14(30.43)	0.017	0.895
糖尿病	5(16.13)	8(17.39)	0.021	0.884
高血压	10(32.26)	15(32.61)	0.001	0.974
心房颤动	4(12.90)	6(13.04)	0.107	0.743
完全性束支传导阻滞	1(3.23)	2(4.35)	0.123	0.725
吸烟	6(19.35)	9(19.57)	0.0005	0.982

续表 1

资料	TAVR(n=31)	SAVR(n=46)	t/χ <sup>2</sup> 值	P 值
心脑血管病家族史	10(32.26)	13(28.26)	0.141	0.707
第一秒用力呼气容积 FEV1(%)	83.56±6.35	81.28±7.83	1.348	0.181
主动脉瓣收缩期跨瓣压差(mmHg)	84.53±23.12	85.67±29.85	0.179	0.858
主动脉瓣平均跨瓣压差(mmHg)	50.43±10.18	52.36±8.74	1.349	0.181
主动脉瓣最大跨瓣流速(cm/s)	451.74±65.37	467.25±57.85	1.094	0.277
左心室射血分数(%)	55.47±16.32	56.12±12.81	0.195	0.845
左心室舒张末期内径(mm)	45.24±12.67	44.37±10.84	0.332	0.747
BNP(pg/mL)	266.75±147.63	258.52±129.38	0.258	0.796
CK-MB(U/L)	26.39±12.57	25.87±10.66	0.195	0.845
cTnI(ng/mL)	0.263±0.114	0.242±0.096	0.872	0.385
ALT(U)	41.90±9.25	42.17±7.62	0.139	0.889
AST(U)	42.63±11.39	44.03±7.32	0.657	0.513
Scr(μmol/L)	84.16±14.68	85.37±16.27	0.332	0.740
血红蛋白(g/L)	115.91±11.98	117.35±14.27	0.462	0.645
他汀	10(32.26)	14(30.43)	0.028	0.856
β受体阻滞剂	9(29.03)	11(23.91)	0.252	0.615
降糖药物	5(16.13)	8(17.39)	0.021	0.884
利尿剂	16(51.61)	27(58.70)	0.376	0.539
ACEI/ARB/ARNI	23(74.19)	31(67.39)	0.409	0.522

2.2 两组患者术中并发症情况比较

SAVR 术后发生三度房室传导阻滞 1 例,72 h 后仍未恢复,植入永久起搏器。新发束支阻滞 TAVR 组 1 例,SAVR 组 2 例,均无血流动力学异常。瓣周漏两组各 1 例,均<2 mm,均无瓣周漏相关溶血反应发生。大出血 TAVR 组 1 例,为股动脉入径血管破裂,后行股动脉外科修补后康复;SAVR 组 3 例,1 例为主动脉切口撕裂,2 例为主动脉插管处出血,经外科手术中积极修补后康复。两组患者瓣膜植入即刻成功率均为 100%。两组患者术中情况

及总并发症发生率比较,差异均无统计学意义(P>0.05)。见表 2。

表 2 两组患者手术并发症情况比较[n(%)]

手术情况	TAVR(n=31)	SAVR(n=46)	χ <sup>2</sup> 值	P 值
瓣膜植入即刻成功率	31(100.0)	46(100.0)	0.000	1.000
瓣膜移位	0(0.0)	0(0.0)	0.000	1.000
死亡	0(0.0)	0(0.0)	0.000	1.000
三度房室传导阻滞	0(0.0)	1(2.1)	—	1.000
新发束支阻滞	1(3.2)	2(2.1)	0.062	0.803
植入永久起搏器	0(0.0)	1(2.1)	—	1.000
瓣周漏	1(3.2)	1(2.1)	—	1.000
溶血反应	0(0.0)	0(0.0)	0.000	1.000
冠脉阻塞	0(0.0)	0(0.0)	0.000	1.000
脑卒中	0(0.0)	0(0.0)	0.000	1.000
入径血管破裂	1(3.2)	0(0.0)	—	0.403
心脏压塞	0(0.0)	0(0.0)	0.000	1.000
主动脉夹层	0(0.0)	0(0.0)	0.000	1.000
大出血	1(3.2)	3(6.5)	0.013	0.908
术中并发症合计	4(12.90)	8(17.39)	0.045	0.832

瓣周漏导致溶血反应定义标准为:LDH > 正常上限 1.5 倍,且合并血红蛋白下降>20 g/L。“—”采用 Fisher 确切概率法。

2.3 两组患者心肌损伤指标比较

cTnI:两组患者均随时间变化明显(图 1),在术后 1 d 达到峰值,两组患者组间对比,TAVR 组低于 SAVR 组(P<0.05);组别和时间的交互效应无统计学意义(P>0.05)。术后 1 d 和术后 3 d 组间对比,TAVR 组均低于 SAVR 组(P<0.05)。CK-MB:两组患者均随时间变化明显(图 2),在术后 1 d 达到峰值,两组患者组间对比,TAVR 组低于 SAVR 组(P<0.05);组别和时间的交互效应无统计学意义(P>0.05)。术后 1 d 和术后 3 d 组间对比,TAVR 组均低于 SAVR 组(P<0.05)。见表 3。

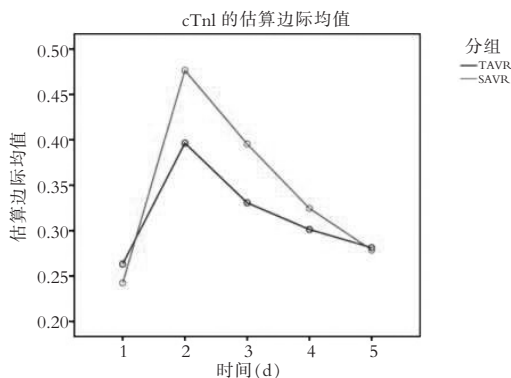


图 1 cTnI 随时间变化

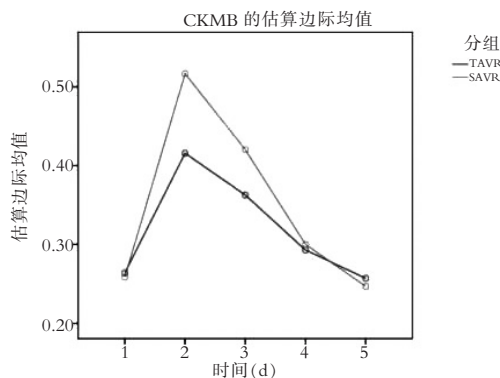


图 2 CK-MB 随时间变化

表 3 术前和术后的心功能和心肌损伤指标变化情况( $\bar{x} \pm s$ )

心肌损伤指标	术前	术后 1 d	术后 3 d	术后 7 d	术后 1 个月	重复测量方差分析
cTnI(ng/mL)						
TAVR( $n=31$ )	0.263±0.114	0.396±0.193	0.331±0.072	0.301±0.145	0.281±0.132	$F_{\text{组间}}=3.993 P=0.048$
SAVR( $n=46$ )	0.242±0.096	0.477±0.149	0.395±0.117	0.325±0.128	0.279±0.148	$F_{\text{时间}}=23.066 P<0.001$
$t$ 值	0.872	2.075	2.715	0.764	0.061	$F_{\text{交互}}=2.016, P=0.104$
$P$ 值	0.385	0.041	0.008	0.446	0.951	
CK-MB(U/L)						
TAVR( $n=31$ )	26.39±12.57	41.58±14.65	36.28±11.39	29.31±13.07	25.72±10.92	$F_{\text{组间}}=5.099 P=0.027$
SAVR( $n=46$ )	25.87±10.66	51.67±19.92	42.05±12.54	30.03±11.67	24.69±11.75	$F_{\text{时间}}=35.295 P<0.001$
$t$ 值	0.195	2.412	2.053	0.253	0.388	$F_{\text{交互}}=2.365, P=0.064$
$P$ 值	0.845	0.018	0.043	0.801	0.699	

## 2.4 两组心肌灌注指标比较

术前,两组患者心肌灌注总积分、心肌缺血总节段数、LVEF、LVEDV 和异常灌注面积无统计学差异( $P>0.05$ )。术后 1 个月,两组患者在心肌缺血节段数、心肌灌注总积分和异常灌注面积较术前明显改善( $P<0.05$ );TAVR 组在静息+负荷心肌灌注总评分和异常灌注面积优于 SAVR 组( $P<0.05$ )。见表 4。

表 4 术前和术后的心肌灌注评分比较( $\bar{x} \pm s$ )

时间	D-SPECT	TAVR( $n=31$ )	SAVR( $n=46$ )	$t$ 值	$P$ 值
术前	静息缺血节段数(个)	5.17±2.63	5.07±1.78	0.199	0.842
	负荷缺血节段数(个)	7.04±2.42	7.12±2.93	0.125	0.900
	静息灌注总评分(分)	9.83±3.52	9.62±2.81	0.290	0.772
	负荷灌注总评分(分)	12.91±2.82	13.05±2.96	0.207	0.836
	静息 LVEF(%)	53.09±12.58	54.17±10.08	0.416	0.677
	负荷 LVEF(%)	42.14±14.28	43.55±10.17	0.506	0.614
	静息 LVEDV(mL)	82.49±9.24	80.69±6.53	1.002	0.319
	负荷 LVEDV(mL)	87.33±16.57	88.67±19.21	0.316	0.752
	异常灌注面积(%)	13.59±5.72	14.39±5.14	0.640	0.524
	术后 1 个月	静息缺血节段数(个)	3.59±1.71 <sup>①</sup>	3.72±1.32 <sup>②</sup>	0.375
负荷缺血节段数(个)		3.93±1.35 <sup>①</sup>	3.88±1.45 <sup>①</sup>	0.152	0.879
静息灌注总评分(分)		4.14±1.03 <sup>①</sup>	4.89±1.79 <sup>①</sup>	2.106	0.038
负荷灌注总评分(分)		4.42±1.89 <sup>①</sup>	5.86±2.97 <sup>②</sup>	2.390	0.019
静息 LVEF(%)		52.87±11.46	53.07±10.49	0.079	0.937
负荷 LVEF(%)		46.35±12.77	45.86±10.71	0.185	0.853
静息 LVEDV(mL)		81.04±7.29	80.97±6.34	0.044	0.964
负荷 LVEDV(mL)		85.79±13.72	87.71±17.18	0.520	0.604
异常灌注面积(%)		6.09±2.82 <sup>①</sup>	7.89±3.61 <sup>①</sup>	2.335	0.022

① $P<0.05$ ,与同组术前对比。

## 3 讨论

正常成人主动脉瓣口面积 3~4 cm<sup>2</sup>,当主动脉

瓣口面积 $\leq 1$  cm<sup>2</sup>,在心脏收缩期会产生明显的主动脉-左心室压力阶差,这是主动脉瓣重度狭窄产生明显临床症状的主要病理生理原因<sup>[13]</sup>,因此,无冠脉狭窄的重度 AS 患者也有心绞痛症状<sup>[14]</sup>。其主要的机制为:(1)收缩期左心室压力负荷的增加可诱发心肌代偿性肥厚,进而引起射血时相延长及心肌氧需求量的异常升高<sup>[15]</sup>;(2)心肌肥厚造成单位心肌组织内毛细血管的分布相对稀疏<sup>[16]</sup>;(3)舒张期左室充盈压的异常升高产生对心内膜下冠脉系统的外源性机械压迫,同时会造成主动脉-左心室压差降低,都会使冠状动脉灌注压下降<sup>[17-18]</sup>。国内徐晤等<sup>[19]</sup>应用冠脉内多普勒导丝测量冠脉内平均峰值流速证实主动脉瓣狭窄使心脏负荷加重、心肌耗氧量增加从而导致心肌缺血。Bailey 等<sup>[20]</sup>应用 SPECT 检查,在 22 例经冠脉造影确诊的非阻塞性冠状动脉疾病合并重度主动脉瓣狭窄患者行 201 显像心肌摄取率降低。无独有偶,Pfisterer 等<sup>[21]</sup>在 29 例冠脉无异常的主动脉瓣重度狭窄患者中,通过静息+运动负荷行 201 心肌灌注显像,发现了心肌灌注稀疏-缺损的可逆变化。由于冠脉具有高度的代偿能力,即使有极重的狭窄,静息 SPECT 仍可获得正常的图像,但在应用负荷药物期间,狭窄的冠脉扩张程度受限,以致无法与正常冠脉获得等效血流量,故心肌缺血区和无缺血区之间会在显影剂摄取方面有差异。故本研究应用 D-SPECT 检查心肌灌注总积分、心肌缺血总节段数、LVEF、LVEDV 和异常灌注面积情况,这样能准确评估 TAVR/SAVR 对主动脉瓣重度狭窄患者心肌灌注的影响。在本研究中,无论是 TAVR 还是 SAVR 手术,在解除了重度 AS 后,术后 1 个月两组患者在心肌缺血节段数、心肌灌注总积分和异常灌注面积均较术前明显改善,这与上述国内外研究<sup>[19-21]</sup>结果一致。TAVR 组在术后 1 个月静息+负荷灌注总评分和异常灌注

面积优于 SAVR 组,说明 TAVR 组的心肌灌注水平优于 SAVR 组。

两组患者 cTnI、CK-MB 均随时间变化明显,在术后 1 d 达到峰值,两组患者组间对比,TAVR 组低于 SAVR 组,提示 TAVR 对心肌损伤较 SAVR 更小,这也是术后 1 个月 TAVR 组的心肌灌注水平优于 SAVR 组的主要原因。

综上,TAVR 和 SAVR 手术均可改善心肌灌注水平,术中均会造成一定程度的心肌损伤,但是该损伤是一过性且可逆的;TAVR 较 SAVR 对心肌的损伤较小,且 1 个月后心肌灌注明显改善。

#### 参考文献

- [1] 谢祯晖,陈长源.老年退行性心脏瓣膜病的流行病学现状及诊疗进展[J].国际心血管病杂志,2023,50(2):65-68.
- [2] 张帅,陆文远,唐汉玮,等.中国合并心力衰竭的老年心脏瓣膜病患者的临床特征与外科治疗现状[J].中国循环杂志,2023,38(5):520-525.
- [3] 夏辰兮,王翔,孟旭阳,等.中国老年重度瓣膜性心脏病患者合并冠心病的危险因素分析:全国多中心横断面研究[J].中国分子心脏病学杂志,2022,22(6):5000-5004.
- [4] 宋智勇,姜超,罗东雷,等.验前概率联合核素心肌灌注显像对冠心病的诊断价值及性别差异[J].天津医药,2021,49(8):870-874.
- [5] 姜楠,付博.TAVI 的前世、今生和未来[J].天津医药,2018,46(5):454-457.
- [6] 邢利菲,韩宇,刘煜昊,等.自膨式 Venus-A 瓣膜和 VitaFlow 瓣膜治疗重度主动脉瓣狭窄的临床效果[J].介入放射学杂志,2022,31(8):756-760.
- [7] Kappetein AP,Head SJ,Généreux P,et al. Updated standardized endpoint definitions for transcatheter aortic valve implantation:the Valve Academic Research Consortium-2 consensus document (VARC-2)[J].European Journal of Cardio-Thoracic Surgery,2012,42(5):S45-S60.
- [8] 张倩,王墨扬,吴永健.《经导管主动脉瓣置换术中国专家共识(2020 更新版)》解读[J].华西医学,2021,36(9):1191-1195.
- [9] 周达新,潘文志,吴永健,等.经导管主动脉瓣置换术中国专家共识(2020 更新版)[J].中国介入心脏病学杂志,2020,28(6):

301-309.

- [10] 李柳,李晓燕,高志超,等.应用瑞加诺生负荷 D-SPECT 评价定量血流分数在经皮冠状动脉介入治疗中的作用[J].西安交通大学学报(医学版),2024,45(3):443-448.
- [11] Praz F,Borger MA,Lanz J,et al. 2025 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease[J].European Heart Journal,2025,46(44):4635-4736.
- [12] Nishimura RA,Otto CM,Bonow RO,et al. 2017 AHA/ACC focused update of the 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease:a report of the American college of cardiology/American heart association task force on clinical practice guidelines[J].Journal of the American College of Cardiology,2017,70(2):252-289.
- [13] 杨雪圆,冯超,冯津萍.血压波动对重度主动脉瓣狭窄患者不良预后的影响[J].天津医药,2023,51(10):1110-1116.
- [14] 刘大治,李贺,姚民.对主动脉瓣狭窄病人发生心绞痛的认识[J].心血管病学进展,2004,25(1):25-28.
- [15] 李莹莹,柴珂,罗瑶,等.老年人中重度钙化性主动脉瓣狭窄合并冠心病的心肌病理特点分析[J].中华老年医学杂志,2018,37(3):245-249.
- [16] 薛玉刚.主动脉瓣疾病对冠状动脉血流动力学的影响[D].天津:天津医科大学,2009.
- [17] 罗丽萍,董秀玲,李雪玲,等.主动脉瓣狭窄患者心绞痛的发生机制及意义[J].农垦医学,2003,25(6):446-450.
- [18] 陈允安,张洁,张鹏英,等.不同时间的微创左室压力-应变环技术对冠心病多支病变患者预后的预测价值[J].川北医学院学报,2025,40(5):633-637.
- [19] 徐晤,张超群,夏勇,等.冠状动脉内多普勒导丝评价主动脉瓣狭窄对冠状动脉血流的影响[J].中国医学影像技术,2007,23(6):858-861.
- [20] Bailey IK,Come PC,Kelly DT,et al. Thallium-201 myocardial perfusion imaging in aortic valve stenosis[J].The American Journal of Cardiology,1977,40(6):889-899.
- [21] Pfisterer M,Müller-Brand J,Bründler H,et al. Prevalence and significance of reversible radionuclide ischemic perfusion defects in symptomatic aortic valve disease patients with or without concomitant coronary disease[J].American Heart Journal,1982,103(1):92-96.

(收稿日期:2025-09-26

修回日期:2025-11-24)