

实时三维经食管超声心动图诊断二尖瓣置换术后瓣周漏的价值及其治疗效果的对比分析

李师森 李冰震 易弼顺 田 锋 马柏强

摘 要 **目的** 探讨实时三维经食管超声心动图(RT 3D-TEE)在二尖瓣置换术后瓣周漏诊断中的价值,对比分析介入封堵术与外科手术对其的治疗效果。**方法** 选取我院收治的 105 例二尖瓣置换术后疑似瓣周漏患者,以介入封堵术或外科手术结果为金标准,确诊为瓣周漏共 56 例(后叶漏 34 例、前叶漏 22 例),术前均行二维经食管超声心动图(2D-TEE)和 RT 3D-TEE 检查,比较两种方法检查结果与金标准的一致性,以及漏口位置及漏口长度、宽度、面积的检出情况。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估 2D-TEE、RT 3D-TEE 诊断瓣周漏的效能。56 例瓣周漏患者根据不同治疗方法进一步分为介入封堵组 28 例和外科手术组 28 例,比较两组术前和术后 6 个月左室射血分数(LVEF)、左室舒张末期内径(LVIDd)、左室收缩末期内径(LVIDs)、左室内径(LVD),以及两组手术时间、住院费用、住院时间及输血、肺部感染、新发心律失常、残余瓣周漏占比的差异。**结果** 105 例疑似瓣周漏患者中,2D-TEE 准确检出 39 例,敏感性、特异性、准确率分别为 69.64%、69.39%、69.52%,与金标准的一致性较差($Kappa=0.389, P<0.001$);RT 3D-TEE 准确检出 54 例,敏感性、特异性、准确率分别为 96.43%、95.92%、96.19%,与金标准的一致性好($Kappa=0.923, P<0.001$)。RT 3D-TEE 检出后叶漏、前叶漏占比均高于 2D-TEE,且漏口长度、宽度、面积均大于 2D-TEE,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。ROC 曲线分析显示,2D-TEE、RT 3D-TEE 诊断二尖瓣置换术后瓣周漏的曲线下面积分别为 0.690、0.955,二者比较差异有统计学意义($Z=5.336, P<0.05$)。介入封堵组患者术前和术后 6 个月 LVEF、LVIDd、LVIDs、LVD 与外科手术组比较差异均无统计学意义,手术时间、住院费用、住院时间及输血、肺部感染、新发心律失常占比均低于外科手术组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。**结论** RT 3D-TEE 在二尖瓣置换术后瓣周漏诊断中具有较高价值;介入封堵术治疗瓣周漏效果显著,安全性和性价比均较外科手术更高。

关键词 超声心动描记术,经食管,三维,实时;二尖瓣置换术;瓣周漏;介入封堵;外科手术

[中图分类号]R540.45

[文献标识码]A

Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in the diagnosis of paravalvular leakage after mitral valve replacement and a comparative analysis of treatment effect

LI Shimiao, LI Bingzhen, YI Bishun, TIAN Feng, MA Baiqiang

Department of Emergency Trauma Surgery, Lishui People's Hospital, Zhejiang 323000, China

ABSTRACT **Objective** To investigate the value of real-time three-dimensional transesophageal echocardiography (RT 3D-TEE) in the diagnosis of paravalvular leakage (PVL) after mitral valve replacement, and to compare the effect of interventional closure and surgical treatment. **Methods** A total of 105 patients with suspected PVL after mitral valve replacement were selected, taking surgery (interventional occlusion, surgery) as the gold standard, 56 cases of PVL after operation (34 cases of posterior lobe leakage and 22 cases of anterior lobe leakage) were confirmed, and two-dimensional echocardiography (2D-TEE) and RT 3D-TEE were performed before operation, the consistency of the two methods to the gold standard were compared. The location of PVL and the length, width and area of leakage were recorded. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to evaluate the efficacy of 2D-TEE and RT 3D-TEE in the diagnosis of PVL. 56 patients

基金项目:丽水市科技计划项目(2021SJZC027)

作者单位:323000 浙江省丽水市人民医院急诊创伤外科

通讯作者:马柏强, Email:394328979@qq.com

with PVL were divided into interventional occlusion group ($n=28$) and surgery group ($n=28$) according to different treatment methods, left ventricular ejection fraction (LVEF), left ventricular end-diastolic diameter (LVIDd), left ventricular end-systolic diameter (LVESd), left atrial diameter (LAD) before and 6 months after surgery, operation time, hospitalization cost, hospitalization time and the proportion of blood transfusion, pulmonary infection, new-onset arrhythmia, residual PVL were compared between the two groups. **Results** Among 105 patients with suspected PVL, 39 cases were accurately detected by 2D-TEE, the sensitivity, specificity and accuracy were 69.64%, 69.39%, 69.52%, respectively. Compared with the gold standard, the consistency was poor ($Kappa=0.389$, $P<0.001$). 54 cases were accurately detected by RT 3D-TEE, the sensitivity, specificity and accuracy were 96.43%, 95.92%, 96.19%, respectively. Compared with the gold standard, the consistency was good ($Kappa=0.923$, $P<0.001$). The proportion of posterior lobe leakage and anterior lobe leakage by RT 3D-TEE was higher than that of 2D-TEE, and the length, width and area of the leakage were higher than those of 2D-TEE, the differences were statistically significant (all $P<0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve of 2D-TEE and RT 3D-TEE for the diagnosis of PVL after mitral valve replacement were 0.690 and 0.955, respectively, and the difference was statistically significant ($Z=5.336$, $P<0.05$). There were no significant differences in LVEF, LVIDd, LVESd and LAD before and 6 months after operation between interventional occlusion group and surgery group. The operation time, hospitalization cost, hospitalization time and proportion of blood transfusion rate, pulmonary infection rate and new arrhythmia in interventional occlusion group were lower than those in surgery group, and the differences were statistically significant (all $P<0.05$). **Conclusion** RT 3D-TEE has high value in the diagnosis of PVL after mitral valve replacement, and the interventional occlusion is effective, safer and more cost-effective than surgery.

KEY WORDS Echocardiography, transesophageal, three-dimensional, real-time; Mitral valve replacement; Paravalvular leakage; Interventional closure; Surgery

瓣周漏为瓣膜置换术后常见并发症之一。临床上对于该病的发病机制尚未完全阐明,认为其可能与瓣周组织薄弱或瓣叶、瓣环纤维、钙化等因素有关。随着病情进展,瓣周漏可引发心力衰竭等严重后果^[1]。故尽早进行有效治疗十分重要。目前临床多采用外科手术或介入封堵术治疗该病,前者通过瓣周漏修补或行换瓣手术而改善心功能,但具有创伤大、手术时间长等不足;后者属于微创技术,采用封堵装置封堵瓣周漏。既往临床多采用二维超声心动图检查瓣周漏,虽然其能实时显示心脏活动情况,但因穿透力差无法准确评估二尖瓣的解剖特征,故临床应用受限^[2]。实时三维经食管超声心动图(real-time three-dimensional transesophageal echocardiography, RT 3D-TEE)能对解剖结构提供准确的三维形态、空间维持关系等信息,已在心血管疾病诊断中广泛应用^[3]。但关于 RT 3D-TEE 诊断瓣周漏的报道相对较少。基于此,本研究旨在探讨 RT 3D-TEE 在二尖瓣置换术后瓣周漏中的诊断价值,同时比较介入封堵术现外科手术对其的治疗效果。

资料与方法

一、研究对象

选取我院 2018 年 5 月至 2020 年 6 月收治的 105 例二尖瓣置换术后疑似瓣周漏患者,男 49 例,女 56 例,

年龄 28~66 岁,平均(46.62 ± 2.36)岁,均于术前行二维经食管超声心动图(2D-TEE)和 RT 3D-TEE 检查,以介入封堵术或外科手术结果为金标准,确诊二尖瓣置换术后瓣周漏患者共 56 例(后叶漏 34 例、前叶漏 22 例),进一步根据不同治疗方法分为介入封堵组 28 例和外科手术组 28 例。介入封堵组中男女各 14 例,年龄 28~65 岁,平均(46.52 ± 2.32)岁;外科手术组中男 12 例,女 16 例,年龄 29~66 岁,平均(46.71 ± 2.41)岁。纳入标准:①均行二尖瓣置换术;②认知功能正常;③能耐受介入手术或外科手术。排除标准:①近期存在肺栓塞病史;②操作部位存在新发血栓;③资料不完整;④凝血功能障碍。两组一般资料比较差异均无统计学意义。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均知情同意。

二、仪器与方法

1. 超声检查:使用 Phillip iE 33 彩色多普勒超声诊断仪, X7-2t 探头,频率 2~7 MHz; S5-1 探头,频率 1.7~3.4 MHz。患者取左侧卧位,连接同步心电图,先行 2D-TEE 检查,获取食管中段四腔心切面、心尖两腔心切面、左室长轴切面,观察收缩期左房内异常血流及其起源位置,以及二尖瓣人工瓣膜是否存在瓣周漏,观察瓣周漏漏口位置、长度、宽度、面积,测量左室射血分数(LVEF)、左室舒张末期内径(LVIDd)、左室收缩末期内径(LVIDs)、左室内径(LVD)。然后切换至

RT 3D-TEE,于上述切面观察二尖瓣人工瓣膜及周围组织情况,寻找瓣周漏起源位置,获取 RT 3D-TEE 图像后采用 3D Zoom、3D 彩色多普勒成像模式观察瓣周漏病理解剖情况。使用 QLAB 7.0 软件进行图像分析,软件自动切割 3D 图像,检测瓣周漏漏口长度、宽度及面积。

2. 手术治疗:①外科手术。患者全身麻醉后,于胸部正中做一切口,中低温体外循环,术中行 3D-TEE 检查明确瓣周漏漏口位置、长度、宽度、面积,经心房切口显露二尖瓣,选择二尖瓣置换术或瓣周漏修补术进行治疗;②介入封堵术。患者在局部麻醉下穿刺右股动脉,置入导丝及动脉鞘管后,沿右股动脉送入 4F 猪尾导管至左室,行左室心肌造影,测量漏口长度、宽度、面积,并沿同一入径送入导丝,到达肺静脉远端后沿导丝将导管推送肺静脉,置换加硬导丝,将输送系统沿轨道导入左房,选择合适的封堵装置封堵瓣周漏。

3. 观察指标:①比较 2D-TEE、RT 3D-TEE 诊断二尖瓣置换术后瓣周漏的敏感性、特异性、准确率;②比较 2D-TEE、RT 3D-TEE 对瓣周漏漏口位置及漏口长度、宽度、面积的检出情况;③比较介入封堵组与外科手术组手术时间、住院费用、住院时间及输血、肺部感染、新发心律失常、残余瓣周漏占比,以及两组术前和术后 6 个月 LVEF、LVIDd、LVIDs、LVD 的差异。

三、统计学处理

应用 SPSS 22.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 t 检验;计数资料以例或频数表示,采用 χ^2 检验。绘制四格表进行一致性分析,计算 2D-TEE 和 RT 3D-TEE 诊断瓣周漏的敏感性、特异性和准确率。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析两种方法对二尖瓣置换术后瓣周漏的诊断效能,曲线下面积比较采用 Z 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、2D-TEE 与 RT 3D-TEE 对二尖瓣置换术后瓣周漏的检测情况

1.105 例疑似瓣周漏患者中,2D-TEE 准确检出 39 例瓣周漏,敏感性、特异性、准确率分别为 69.64%、69.39%、69.52%,与金标准的一致性较差($Kappa=0.389, P < 0.001$);RT 3D-TEE 准确检出 54 例瓣周漏,敏感性、特异性、准确率分别为 96.43%、95.92%、96.19%,与金标准的一致性好($Kappa=0.923, P < 0.001$)。见表 1。

表 1 2D-TEE 与 RT 3D-TEE 对二尖瓣置换术后瓣周漏的检出情况

方法	金标准		合计
	阳性	阴性	
2D-TEE			
阳性	39	15	54
阴性	17	34	51
RT 3D-TEE			
阳性	54	2	56
阴性	2	47	49
合计	56	49	105

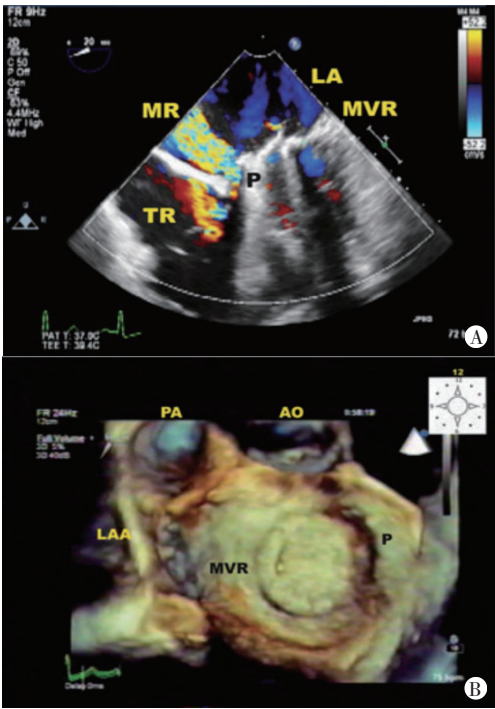
2.RT 3D-TEE 检出后叶漏、前叶漏占比均高于 2D-TEE,且其所测漏口长度、宽度、面积均高于 2D-TEE 测值,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 2 和图 1。

二、2D-TEE 与 RT 3D-TEE 对二尖瓣置换术后瓣周漏的诊断效能

ROC 曲线分析显示,2D-TEE 与 RT 3D-TEE 诊断

表 2 2D-TEE 与 RT 3D-TEE 检测瓣周漏漏口位置、长度、宽度、面积比较

方法	漏口位置(例)		漏口长度 (mm)	漏口宽度 (mm)	漏口面积 (mm ²)
	后叶	前叶			
RT 3D-TEE	33	21	5.78±0.98	4.91±0.68	21.75±3.25
2D-TEE	25	14	3.72±0.52	2.70±0.37	7.52±1.05
t/χ^2 值	7.503	6.844	13.260	20.387	29.754
P 值	0.006	0.009	<0.001	<0.001	<0.001



A: 2D-TEE 仅发现一个漏口;B: RT 3D-TEE 发现封堵器另一侧存在一较小漏口

图 1 二尖瓣置换术后瓣周漏超声图

二尖瓣置换术后瓣周漏的曲线下面积分别为 0.690、0.955,二者比较差异有统计学意义($Z=5.336, P<0.05$)。见图 2。

三、介入封堵组与外科手术组手术相关指标、并发症、残余瓣周漏及 2D-TEE 参数比较

介入封堵组手术时间、住院费用、住院时间及输血、肺部感染、新发心律失常占比均低于外科手术组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。两组残余瓣周漏占比、术前及术后 6 个月 LVEF、LVIDd、LVIDs、LVD 比较差异均无统计学意义。见表 3。

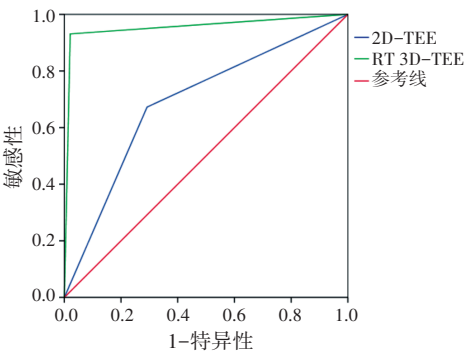


图 2 2D-TEE、RT 3D-TEE 诊断二尖瓣置换术后瓣周漏的 ROC 曲线图

表 3 两组手术相关指标、并发症、残余瓣周漏及 2D-TEE 参数比较

组别	手术时间(min)	住院费用(万元)	住院时间(d)	输血(例)	肺部感染(例)	新发心律失常(例)
介入封堵组(28)	53.21±12.05	3.71±0.65	5.23±1.21	0	0	0
外科手术组(28)	285.65±36.85	6.52±0.85	9.52±2.32	4	4	5
χ^2 值	31.724	13.896	8.676	4.308	4.308	5.490
P值	<0.001	<0.001	<0.001	0.038	0.038	0.019

组别	残余瓣周漏(例)	LVEF(%)		LVIDd(mm)		LVIDs(mm)		LVD(mm)	
		术前	术后6个月	术前	术后6个月	术前	术后6个月	术前	术后6个月
介入封堵组(28)	1	40.21±2.32	51.32±2.12	58.62±5.32	48.23±2.65	36.52±4.11	28.02±2.32	39.25±4.02	32.41±5.21
外科手术组(28)	0	40.69±2.41	50.85±2.18	58.75±5.39	47.69±3.01	36.47±4.17	27.78±2.29	40.01±4.09	31.96±5.12
χ^2 值	1.018	0.759	0.818	0.091	0.713	0.045	0.39	0.701	0.326
P值	0.313	0.451	0.417	0.928	0.479	0.964	0.698	0.486	0.746

LVEF:左室射血分数;LVIDd:左室舒张末期内径;LVIDs:左室收缩末期内径;LVD:左室内径

讨 论

瓣周漏发生率约为 5%~17%,其可能与瓣叶、瓣环纤维化、钙化等有关^[4]。有研究^[5]显示,瓣周组织薄弱、人工瓣膜与机体瓣环不匹配、缝线断裂或切割、人工瓣心内膜炎及手术操作者不熟练等均会导致瓣周漏。瓣周漏若未及时进行有效治疗,严重者可引发心力衰竭、溶血、感染性心内膜炎等并发症。目前临床常使用超声对瓣周漏进行检查,2D-TEE 可通过观察瓣周反流情况显示瓣周漏位置并测量瓣周漏大小,为临床确诊提供依据^[6],但该方法仅能提供心脏解剖结构的平面信息,对于二尖瓣的解剖特征,如漏口形态、数目、直径等无法准确评估^[7],且该方法对操作者的临床经验有较高要求,需经验丰富的医师通过调整探头角度仔细观察每一切面才能发现瓣周裂隙^[8]。另外,瓣膜置换术后金属瓣产生的伪影也会对 2D-TEE 探查瓣周漏产生不利影响^[9]。因此,2D-TEE 对瓣周漏的诊断准确性欠佳,临床上需要探索一种具有较高诊断准确率的方法。

近年来随着超声检查技术的进一步发展,RT 3D-TEE 逐渐用于瓣周漏检查。研究^[10]报道,RT 3D-TEE

在瓣周漏中具有较高的检出率,这可能与其获得的高质量立体图像有关,通过三维图像采集和工作站重建三维图像,可直观、立体地显示心脏在满负荷状态下的实时二尖瓣解剖影像,包括缺损形态、类型、大小、数量及残边情况等^[11-12]。此外,RT 3D-TEE 还能准确定位二尖瓣瓣周漏位置及延伸范围,有助于为临床治疗提供参考^[13]。陈昕等^[14]使用 RT 3D-TEE 判断二尖瓣脱垂,诊断准确率为 99.00%,且与术中所见结果具有较高的一致性($Kappa=0.970$),提示 RT 3D-TEE 具有较高的诊断价值。本研究结果也显示,RT 3D-TEE 检查结果与金标准具有较好的一致性($Kappa=0.923, P<0.01$),说明 RT 3D-TEE 能为瓣周漏诊断及治疗提供准确全面的影像信息。ROC 曲线分析结果也显示,RT 3D-TEE 诊断二尖瓣置换术后瓣周漏的曲线下面积为 0.955,显著高于 2D-TEE 的曲线下面积 0.690,差异有统计学意义($P<0.05$)。表明 RT 3D-TEE 诊断二尖瓣置换术后瓣周漏具有较高价值。

目前临床针对瓣周漏常采用外科手术修补瓣周漏或再次换瓣治疗,其虽能有效改善患者心功能及避免残余瓣周漏出现,但存在手术创伤大,可能出现出血、低心排血量、肾功能衰竭等并发症的不足^[15-16]。介

入封堵术具有创伤小、术后恢复快等优势,已在临床上广泛用于瓣周漏治疗^[17]。本研究结果显示,上述两种方法在瓣周漏治疗中均有显著疗效,且治疗效果较为相当。但介入封堵组手术时间、住院费用、住院时间较外科手术组更少,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),另外,介入封堵组术后未出现输血、肺部感染、新发心律失常等不良事件,而外科手术组分别出现了4例输血、4例肺部感染及5例新发心律失常,表明介入封堵术的安全性更高。本研究结果还显示,介入封堵组与外科手术组术前、术后LVEF、LVIDd、LVIDs、LVD比较差异均无统计学意义,提示介入封堵术获得的治疗效果与外科手术相当,建议临床采用介入封堵术治疗瓣周漏,以提高手术安全性,降低患者的经济负担。

综上所述,RT 3D-TEE在二尖瓣置换术后瓣周漏诊断中具有较高价值,且介入封堵术治疗瓣周漏效果显著,安全性和性价比均较外科手术更高。

参考文献

- [1] 王红鹄,赵瑜,侯苏芸,等.实时三维经食管超声心动图在二尖瓣瓣周漏诊断及封堵治疗中的应用价值[J].中国临床医学影像杂志,2020,31(3):204-207.
- [2] Moral S, Avegliano G, Cuéllar H, et al. Usefulness of transesophageal echocardiography in the evaluation of celiac trunk and superior mesenteric artery involvement in acute aortic dissection[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2021, 34(4):327-335.
- [3] 刘雨奇,孙鹏涛,林勇,等.三维经食管超声心动图引导经皮二尖瓣瓣周漏封堵术1例报道[J].中西医结合心脑血管病杂志,2020,18(20):3509-3513.
- [4] 蒲俊舟,吴文辉,科雨彤,等.心脏瓣膜替换术后瓣周漏的介入与外科治疗的比较观察[J].中华医学杂志,2021,101(16):1160-1164.
- [5] Xie Y, Fang L, Li H, et al. Multimodality cardiac imaging for guidance of transapical transcatheter aortic valve implantation and mitral paravalvular leak closure[J]. Eur Heart J, 2021, 25(1):402.
- [6] Coisne A, Pontana F, Aghezzaf S, et al. Utility of three-dimensional transesophageal echocardiography for mitral annular sizing in transcatheter mitral valve replacement procedures: a cardiac computed tomographic comparative study[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2020, 33(10):1245-1252.
- [7] 雷明,焦琳阳,代晗星.经食管实时三维超声心动图定量评价非瓣膜病性房颤-二尖瓣反流患者心脏功能的研究[J].影像科学与光化学,2020,38(5):838-843.
- [8] Nowosielecka D, Jacheć W, Polewczyk A, et al. The role of transesophageal echocardiography in predicting technical problems and complications of transvenous lead extractions procedures[J]. Clin Cardiol, 2021, 44(9):1233-1242.
- [9] 杨洋,周微微,王祖禄,等.实时三维经食管超声心动图在左心耳封堵术围术期的应用价值[J].中国超声医学杂志,2021,37(4):406-409.
- [10] Sudhakaran S, Tandon A, Rafael AE, et al. Severe mitral paravalvular leak treated with percutaneous paravalvular leak closure with underlying severe mitral annular calcium[J]. Am J Cardiol, 2021, 152(1):165-167.
- [11] Ye W, Ren G, Zhong X, et al. ECG-gated CT in aortic perivalvular abscess: comparison with transesophageal echocardiography and intraoperative findings[J]. Radiology, 2020, 297(2):334-341.
- [12] 王凯,刘飞,刘博,等.食管超声引导下经胸外科封堵治疗先天性心脏病的疗效[J].中国心血管病研究,2020,18(3):246-250.
- [13] Posada-Martinez EL, Ortiz-Leon XA, Ivey-Miranda JB, et al. Understanding non-P2 mitral regurgitation using real-time three-dimensional transesophageal echocardiography: characterization and factors leading to underestimation[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2020, 33(7):826-837.
- [14] 陈昕,杨亮,冯伟,等.实时三维经食管超声心动图术前评价二尖瓣脱垂的准确性研究[J].中国超声医学杂志,2012,28(4):327-329,347.
- [15] Izumo M, Okuyama K, Akashi YJ. A novel 3-Dimensional echocardiographic transillumination rendering with transparency in the evaluation of paravalvular leak after transcatheter aortic valve implantation[J]. Circ J, 2021, 85(3):317.
- [16] 王石雄,王小峰,高秉仁,等.经食管超声心动图引导FustarTM可调弯鞘封堵主动脉瓣瓣周漏手术经验总结[J].中国循环杂志,2019,34(8):823-827.
- [17] Harada Y, Utsunomiya H, Susawa H, et al. Determinants of exercise-induced mitral regurgitation using three-dimensional transesophageal echocardiography combined with isometric handgrip exercise[J]. Am J Cardiol, 2021, 157(7):78-85.

(收稿日期:2022-05-07)

欢迎基金资助课题的论文投稿

为了进一步提高本刊的学术水平,鼓励基金资助课题(国家自然科学基金,国家各部委及省、市、自治区各级基金)的论文投到本刊。本刊决定,将对上述基金课题论文以绿色通道快速发表。请作者投稿时,在文中注明基金名称及编号,并附上基金证明材料。

欢迎广大作者踊跃投稿!

本刊编辑部