



中国临床医学

Chinese Journal of Clinical Medicine

ISSN 1008-6358

CN 31-1794/R

主动脉根部缺如的房间隔缺损经导管介入治疗疗效分析

李明飞, 林大卫, 潘文志, 张晓春, 陈莎莎, 张蕾, 周达新, 葛均波

引用本文:

李明飞, 林大卫, 潘文志, 张晓春, 陈莎莎, 张蕾, 周达新, 葛均波. 主动脉根部缺如的房间隔缺损经导管介入治疗疗效分析[J]. 中国临床医学, 2023, 30(6): 988-992.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2023.20231393>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

经食管超声心动图引导下两种术式治疗房间隔缺损的临床对照研究

Comparison of closure of secundum atrial septal defects (ASD) under transesophageal echocardiographic (TEE) guidance through right anterolateral minithoracotomy versus percutaneous approaches

中国临床医学. 2020, 27(3): 397-400 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20201029>

先天二叶式主动脉瓣畸形临床及超声心动图特征分析

Analysis of congenital bicuspid aortic valve malformation clinical and echocardiographic features

中国临床医学. 2021, 28(1): 60-64 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20202546>

腔内治疗3级钝性外伤后胸主动脉扩张性疾病的中期随访结果

Mid-term follow-up results of endovascular repair for Grade 3 blunt thoracic aortic injuries

中国临床医学. 2021, 28(2): 204-209 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20202698>

低管电压在经导管主动脉瓣置换术前CTA中的应用

Application of low tube voltage in CTA before transcatheter aortic valve replacement

中国临床医学. 2021, 28(4): 682-687 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20210564>

非阻塞性与阻塞性冠状动脉心肌梗死临床特征分析

Differences of clinical characteristics between non-obstructive and obstructive coronary myocardial infarction

中国临床医学. 2021, 28(4): 635-639 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20211231>

DOI: 10.12025/j.issn.1008-6358.2023.20231393

· 短篇论著 ·

主动脉根部缺如的房间隔缺损经导管介入治疗疗效分析



李明飞, 林大卫, 潘文志, 张晓春, 陈莎莎, 张 蕾, 周达新*, 葛均波

复旦大学附属中山医院心血管内科, 上海市心血管病研究所, 国家放射与治疗临床医学研究中心, 上海 200032

引用本文 李明飞, 林大卫, 潘文志, 等. 主动脉根部缺如的房间隔缺损经导管介入治疗疗效分析[J]. 中国临床医学, 2023, 30(6): 988-992. LI M F, LIN D W, PAN W Z, et al. Transcatheter closure of atrial septal defect with complete aortic rim deficiency[J]. Chin J Clin Med, 2023, 30(6): 988-992.

【摘要】目的 探讨主动脉根部缺如的继发性房间隔缺损(atrial septal defect, ASD)患者介入治疗的安全性及有效性。**方法** 回顾性选择2018年1月至2022年6月于复旦大学附属中山医院心血管内科接受诊治的402例ASD患者,所有患者均接受单一封堵器介入治疗,且接受6个月及1年随访。将其分为主动脉根部缺如组和正常组,比较两组患者临床特征、介入治疗情况、并发症。比较患者治疗前后超声心动图改善情况。**结果** 相比边缘正常组($n=274$),主动脉根部缺如组($n=128$)使用的封堵器更大[(26.4 ± 6.9) mm vs (23.4 ± 7.7) mm, $P<0.001$]。两组患者术后均未出现严重手术并发症,术后右心重构明显改善,表现为肺动脉压力下降、右心房及右心室直径缩小、三尖瓣反流程度下降($P<0.001$),左室射血分数无明显变化。**结论** 介入治疗能改善主动脉根部缺如ASD的患者右心重构及功能。

【关键词】 主动脉根部缺如; 房间隔缺损; 介入治疗; 安全性**【中图分类号】** R 541.1 **【文献标志码】** A

Transcatheter closure of atrial septal defect with complete aortic rim deficiency

LI Ming-fei, LIN Da-wei, PAN Wen-zhi, ZHANG Xiao-chun, CHEN Sha-sha, ZHANG Lei, ZHOU Da-xin*, GE Jun-bo

Department of Cardiology, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai Institute of Cardiovascular Diseases, National Clinical Research Center for Interventional Medicine, Shanghai 200032, China

【Abstract】Objective To investigate the safety and efficacy of interventional therapy in patients with secondary atrial septal defect (ASD) with complete aortic rim deficiency. **Methods** 402 patients with ASD who underwent transcatheter closure and followed up in outpatient at both 6-month and 1-year in the Department of Cardiology, Zhongshan Hospital, Fudan University from January 2018 to June 2020 were enrolled. They were divided into complete aortic rim deficiency group and normal aortic rim group. The clinical features, interventional parameters, and complications were compared between the two groups. Echocardiographic were used to evaluate the outcome. **Results** The occluder size was larger in the aortic rim deficiency group [(26.4 ± 6.9) mm, $n=128$] than that in normal aortic rim group [(23.4 ± 7.7) mm, $P<0.001$; $n=274$]. Both groups exhibited no major postoperative complications, and significant improvements were observed in right heart remodeling following the operation, including pulmonary artery pressure decreasing, the diameters of the right atrium and right ventricle reducing, and the degree of tricuspid regurgitation reducing ($P<0.001$). There was no significant change in left ventricular ejection fraction in all patients. **Conclusion** Transcatheter closure of ASD with complete aortic rim deficiency is safe and feasible.

【Key Words】 aortic rim deficiency; atrial septal defect; transcatheter therapy; safety

房间隔缺损(atrial septal defect, ASD)是常见的先天性心脏病,在新生儿中发生率为6%~10%^[1],约占成人先天性心脏病的25%~30%^[2],

以继发孔型常见。自1976年King和Mills^[3]首次用经导管介入治疗继发孔型ASD后,经导管介入治疗逐渐成为继发孔型ASD的主要治疗手段。既

【收稿日期】 2023-08-28 **【接受日期】** 2023-11-24**【基金项目】** 上海市科学技术委员会基金(21S31904500)。Supported by Fund of Shanghai Municipal Commission of Science and Technology (21S31904500).**【作者简介】** 李明飞,博士,主治医师. E-mail: lmfl115@126.com

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-64041990, E-mail: 1194180219@qq.com

往文献^[4]报道,介入治疗在缺损边缘>5 mm的继发孔型 ASD 患者中的成功率高达 98%。术后并发症如器械血栓、新发房性心律失常、房室传导阻滞、心腔内组织磨损、血栓栓塞事件等发生率均较低^[5-7]。

主动脉根部缺如的继发孔型 ASD 在临床工作中不少见,在儿童中发生率为 40%~60%^[8-10],在成人中发生率略低。但是,国内外对于经导管介入治疗在该类患者中应用的报道较少。本研究旨在评估主动脉根部缺如的 ASD 应用介入治疗的安全性 与有效性,进而提供更多临床证据。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性纳入 2018 年 1 月至 2022 年 6 月在复旦大学附属中山医院心血管内科接受经导管介入封堵治疗,并进行了 6 个月及 1 年随访的 402 例继发孔型 ASD 患者。根据超声评估结果将患者分为主动脉根部缺如组(缺如组)与主动脉根部正常组(正常组)。排除合并其他先天性心脏病、心肌病、瓣膜病、术前右心导管检查提示平均肺动脉压(mean pulmonary arterial pressure, MPAP)>35 mmHg 的患者。所有研究对象均签署知情同意书,本研究通过复旦大学附属中山医院伦理委员会审查(B2022-593R)。

1.2 手术方法 局部麻醉后,穿刺股静脉,行右心导管检查。经股静脉、下腔静脉、右心房、房间隔、左心房建立通路,送入 ASD 封堵器。封堵器购自上海形状记忆或先健科技(深圳),根据术前和术中超声心动图评估的 ASD 直径选择,均采用单一封堵器(直径为 12~44 mm)。术中常规使用肝素抗凝,术后进行抗血小板治疗 6 个月。

1.3 观察指标 收集患者合并症、实验室检查结果、术前超声心动图参数及术中造影参数信息。收集患者进行术后 1 d、6 个月及 1 年的超声心动图检查资料及介入相关并发症发生情况。超声心动图检查显示封堵器稳定、无房间隔水平分流,二尖瓣、三尖瓣瓣膜关闭不受影响为手术成功。超声心动图测得肺动脉收缩压(PASP)≥40 mmHg 诊断为肺动脉高压。

1.4 统计学处理 采用 SPSS 26.0 进行数据分析,

正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用单因素方差分析,手术前后比较采用配对 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 U 检验。计数资料以 $n(\%)$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验,手术前后参数比较采用重复测量方差比较。检测水准(α)为 0.05。

2 结果

2.1 两组患者基线情况比较 402 例患者中,主动脉根部缺如 128 例、正常 274 例。结果(表 1)显示:两组患者年龄、性别,肌酐、N 端脑钠肽前体(NT-proBNP)水平、房缺大小及 PASP 差异均无统计学意义。

表 1 两组患者基线数据及术中主要参数比较

项目	缺如组 (<i>n</i> =128)	正常组 (<i>n</i> =274)	<i>P</i> 值
年龄/岁	41.7±14.7	42.6±14.6	0.560
男性 <i>n</i> (%)	96(75.0)	202(73.7)	0.785
高血压 <i>n</i> (%)	7(5.5)	22(8.0)	
心房颤动 <i>n</i> (%)	2(1.6)	6(2.2)	
肌酐/(μmol·L ⁻¹)	67.6±14.1	69.3±15.5	0.288
NT-proBNP/(pg·mL ⁻¹)	68.2 (41.2, 134.2)	68.8 (41.7, 230)	0.554
NYHA 分级≥I <i>n</i> (%)	126(98.4)	268(97.8)	0.328
超声心动图参数			
房缺大小/mm	19.4±6.4	18.6±7.4	0.201
三尖瓣反流 <i>n</i> (%)			0.682
无	65(50.8)	144(52.6)	
轻度	39(30.4)	87(31.8)	
中度	24(18.7)	43(15.7)	
PASP/mmHg	43.1±9.4	41.2±10.5	0.078
LVEF/%	64.1±4.3	63.7±4.1	0.301
术中主要参数			
MPAP/mmHg	17.4±5.4	16.4±5.3	0.061
<25 mmHg <i>n</i> (%)	112(87.5)	243(88.7)	0.730
25~35 mmHg <i>n</i> (%)	16(12.5)	31(11.3)	0.072
Qp/Qs	2.12±1.15	1.92±1.09	0.128
封堵器大小/mm	26.4±6.9	23.4±7.7	<0.001

NT-proBNP:N 端脑钠肽前体;NYHA:纽约心脏病协会;PASP:肺动脉收缩压;LVEF:左心室射血分数;MPAP:平均肺动脉压;Qp/Qs:肺体循环血流量比值。

2.2 两组患者术中参数及术后并发症比较 两组患者均手术成功。两组患者 MPAP 及 Qp/Qs 值差异无统计学意义;缺如组封堵器大于正常组($P<0.001$,表 1)。结果(表 2)显示,术后 6 个月,缺如组有 8 例(6.3%)患者存在并发症,包括细

束残余分流（分流 ≤ 5 mm）1例、新发心律失常7例；正常组有16例（5.8%）患者存在并发症，包括细束残余分流2例、新发心律失常14例。术

后1年，缺如组有1例（0.8%）存在并发症，为偶发早搏；正常组有2例（0.7%）存在并发症，分别为偶发早搏和窦性心动过速。

表2 两组术后随访并发症比较

项目	术后6个月			术后1年		
	缺如组($n=128$)	正常组($n=274$)	P 值	缺如组($n=128$)	正常组($n=274$)	P 值
主动脉侵蚀	0	0		0	0	
主动脉破裂	0	0		0	0	
封堵器血栓	0	0		0	0	
细束残余分流	1(0.8)	2(0.7)	0.960	0	0	
封堵器脱落	0	0		0	0	
封堵器穿孔、断裂	0	0		0	0	
心源性猝死	0	0		0	0	
新发心律失常						
阵发性房颤	0	2(0.7)	0.330	0	0	
偶发早搏	2(1.6)	4(1.5)	0.940	1(0.8)	1(0.4)	0.580
房室传导阻滞	1(0.8)	2(0.7)	0.960	0	0	
右束支传导阻滞	1(0.8)	2(0.7)	0.960	0	0	
窦性心动过速	3(2.3)	4(1.5)	0.530	0	1(0.4)	0.490
严重心律失常	0	0		0	0	
总计	8(6.3)	16(5.8)	0.930	1(0.8)	2(0.7)	0.960

2.3 两组术后血流动力学改变与心脏逆重构比较 超声心动图结果（表3~4）显示：两组患者

术后PASP逐渐下降、右心腔逐渐缩小、三尖瓣反流减轻（ $P<0.001$ ），左室射血分数无明显变化。

表3 缺如组手术前后超声心动图参数比较

参数	基线	术后1d	术后6个月	术后1年	$n=128$	
					F 值	P 值
PASP/mmHg	43.1 $\pm$ 9.4	36.5 $\pm$ 6.5	34.5 $\pm$ 5.6	32.4 $\pm$ 4.5	141.260	<0.001
右房 $n(\%)$					157.953	<0.001
正常	15(11.7)	42(32.8)	73(57.0)	97(75.8)		
饱满	4(3.1)	22(17.2)	30(23.4)	24(18.8)		
增大	109(85.2)	64(50.0)	25(19.5)	7(5.5)		
右室 $n(\%)$					161.922	<0.001
正常	15(11.7)	41(32.0)	72(56.3)	97(75.8)		
饱满	4(3.1)	26(20.3)	30(23.4)	24(18.8)		
增大	109(85.2)	61(47.7)	26(20.3)	7(5.5)		
三尖瓣反流 $n(\%)$					52.146	<0.001
无	65(50.8)	74(57.8)	89(69.5)	102(79.7)		
轻度	39(30.4)	46(35.9)	39(30.5)	26(20.3)		
中度	24(18.7)	8(6.3)	0	0		
LVEF/%	64.1 $\pm$ 4.3	63.8 $\pm$ 2.9	63.9 $\pm$ 2.7	63.7 $\pm$ 2.8	1.024	0.372

PASP:肺动脉收缩压;LVEF:左心室射血分数。

3 讨论

继发孔型ASD为因房间隔组织发育异常而出现的房间隔闭合不全，导致心内异常分流，早期分流以左向右为主，长期分流导致右心功能受损，右心室扩张、心肌细胞肥大和纤维化；肺血管床随肺平滑肌细胞增殖而重塑，导致小动脉狭窄和肺动

脉高压^[11]。多项研究^[12-13]表明，有明显左向右分流（ $Q_p:Q_s>1.5$ ）伴右心增大的患者能从缺损闭合中受益。2020年ESC成人先天性心脏病指南^[14]已作出如下推荐：对于有右心室容量超负荷证据且无肺动脉高压或左心室疾病的患者，无论症状如何，均建议闭合ASD（I类推荐），且建议在技术成熟前提下使用器械闭合继发性ASD（I类推荐）。

表 4 正常组手术前后超声心动图参数比较

n=274						
参数	基线	术后 1 d	术后 6 个月	术后 1 年	F 值	P 值
PASP/mmHg	41.2±10.5	35.4±6.9	33.8±5.8	31.9±4.7	194.085	<0.001
右房 n(%)					354.966	<0.001
正常	46(16.8)	121(44.2)	189(69.0)	233(85.0)		
饱满	40(14.6)	38(13.9)	57(20.8)	32(11.7)		
增大	188(68.6)	115(42.0)	28(10.2)	9(3.3)		
右室 n(%)					341.435	<0.001
正常	47(17.2)	124(45.3)	193(70.4)	233(85.0)		
饱满	40(14.6)	40(14.6)	55(20.1)	33(12.0)		
增大	187(68.2)	110(40.1)	26(9.5)	8(2.9)		
三尖瓣反流 n(%)					103.410	<0.001
无	144(52.6)	162(59.1)	195(71.2)	227(82.8)		
轻度	87(31.8)	99(36.1)	74(27.0)	45(16.4)		
中度	43(15.7)	13(4.7)	5(1.8)	2(0.7)		
LVEF/%	63.7±4.1	63.9±3.1	63.9±2.7	63.7±3.0	0.687	0.550

PASP:肺动脉收缩压;LVEF:左心室射血分数。

经导管介入治疗目前为继发孔型 ASD 的主要治疗手段,具有良好的安全性和有效性,但须考虑缺损大小、解剖位置、血流动力学影响程度及是否存在肺动脉高压。最大径>36 mm 的继发孔型 ASD 边缘不足以锚定封堵器,同时因封堵器影响房室瓣功能、传导系统或肺静脉回流,介入治疗是其相对禁忌证^[15-16]。目前,对于主动脉根部缺如的 ASD,介入治疗的应用存在争议。2003 年和 2004 年的一系列病例报道^[17-19]中,使用 Amplatzer 封堵器闭合 ASD 后出现主动脉根部侵蚀。原因可能为 ASD 前上缘或主动脉后缘短小以及封堵器型号过大^[20]。此后,美国 FDA 将最大径<5 mm 的主动脉后缘 ASD 作为介入治疗的相对禁忌证^[21]。由于植入封堵器随访的局限性,无法准确评估封堵器侵蚀风险^[22],估算其发生率为 0.04%~0.3%^[23]。大多数封堵器侵蚀发生在封堵器植入后数月甚至数年^[24]。

本研究中,术后 1 年在两组患者中均未发现主动脉根部侵蚀,可能与国产封堵器较软以及封堵器型号选择合适有关。两组 ASD 大小差异无统计学意义,但缺如组封堵器型号选择大于正常组,这是因为较正常选择大 2~4 mm 的封堵器才能左右“盘抱住”主动脉根部,使其达到稳定和有效封堵。

本研究中,两组手术成功率均为 100%,且无严重并发症(心源性猝死、主动脉破裂、严重心律失常),及封堵器故障(穿孔、断裂)、脱落和

封堵器血栓的发生;两组残余分流及新发心律失常事件差异无统计学意义。因此,本研究表明无论存在主动脉根部缺如与否,经导管介入治疗 ASD 均安全,且安全性相似。此外,ASD 闭合的血流动力学反应包括右心房和右心室缩小,多在术后立即发生,并在 1 年后发生重塑^[25]。本研究中,两组术后均发生右心逆重构,右房和右室缩小、PASP 下降、三尖瓣反流不同程度减轻,术后 6 个月和 1 年进一步改善,与既往研究^[25]一致。

综上所述,本研究表明,经导管介入治疗应用于主动脉根部缺如的 ASD 与普通 ASD 具有相似的有效性和安全性,能有效改善患者右心重构。但是本研究为单中心、回顾性研究,样本量小;仅随访超声心动图,未进行右心导管检查,导致血流动力学参数欠准确;同时,鉴于既往研究中封堵器侵蚀风险的存在,经导管介入治疗应用于主动脉根部缺如 ASD 患者的安全性仍须进一步验证。

利益冲突: 所有作者声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] BRADLEY E A, ZAIDI A N. Atrial septal defect[J]. Cardiol Clin, 2020, 38(3): 317-324.
- [2] BRIDA M, CHESSA M, CELERMAJER D, et al. Atrial septal defect in adulthood: a new paradigm for congenital heart disease[J]. Eur Heart J, 2022, 43(28): 2660-2671.
- [3] MILLS N L, KING T D. Nonoperative closure of left-to-right shunts[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 1976,

- 72(3): 371-378.
- [4] HAAS N A, SOETEMANN D B, ATES I, et al. Closure of secundum atrial septal defects by using the occlutech occluder devices in more than 1300 patients: the IRFACODE project: a retrospective case series[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2016, 88(4): 571-581.
- [5] LEVI D S, MOORE J W. Embolization and retrieval of the amplatzer septal occluder[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2004, 61(4): 543-547.
- [6] DIBARDINO D J, MCELHINNEY D B, KAZA A K, et al. Analysis of the US Food and Drug Administration Manufacturer and User Facility Device Experience database for adverse events involving Amplatzer septal occluder devices and comparison with the Society of Thoracic Surgery congenital cardiac surgery database [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2009, 137(6): 1334-1341.
- [7] 徐争鸣, 郑 宏, 蒋世良, 等. 房间隔缺损封堵器脱落及相关并发症原因分析[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2012, 20(1): 28-31. XU Z M, ZHENG H, JIANG S L, et al. Analysis of causes of occluder abscission of atrial septal defect[J]. Chin J Interv Cardiol, 2012, 20(1): 28-31.
- [8] O'BYRNE M L, GILLESPIE M J, KENNEDY K F, et al. The influence of deficient retro-aortic rim on technical success and early adverse events following device closure of secundum atrial septal defects: an Analysis of the IMPACT Registry®[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2017, 89(1): 102-111.
- [9] O'BYRNE M L, GLATZ A C, GOLDBERG D J, et al. Accuracy of transthoracic echocardiography in assessing retro-aortic rim prior to device closure of atrial septal defects[J]. Congenit Heart Dis, 2015, 10(4): E146-E154.
- [10] SALVO G D, DRAGO M, PACILEO G, et al. Atrial function after surgical and percutaneous closure of atrial septal defect: a strain rate imaging study[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2005, 18(9): 930-933.
- [11] SUGIMOTO M, OTA K, KAJIHAMA A, et al. Volume overload and pressure overload due to left-to-right shunt-induced myocardial injury. Evaluation using a highly sensitive cardiac Troponin-I assay in children with congenital heart disease[J]. Circ J, 2011, 75(9): 2213-2219.
- [12] STOUT K K, DANIELS C J, ABOULHOSN J A, et al. 2018 AHA/ACC guideline for the management of adults with congenital heart disease: a report of the American college of cardiology/american heart association task force on clinical practice guidelines[J]. Circulation, 2019, 139(14): e698-e800.
- [13] FRAISSE A, LATCHMAN M, SHARMA S R, et al. Atrial septal defect closure: indications and contraindications[J]. J Thorac Dis, 2018, 10(Suppl 24): S2874-S2881.
- [14] BAUMGARTNER H, BACKER J D, BABU-NARAYAN S V, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease[J]. Eur Heart J, 2021, 42(6): 563-645.
- [15] MEIER B. Percutaneous atrial septal defect closure: pushing the envelope but pushing it gently[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2005, 66(3): 397-399.
- [16] MARIE VALENTE A, RHODES J F. Current indications and contraindications for transcatheter atrial septal defect and patent foramen ovale device closure[J]. Am Heart J, 2007, 153(4 Suppl): 81-84.
- [17] PREVENTZA O, SAMPATH-KUMAR S, WASNICK J, et al. Late cardiac perforation following transcatheter atrial septal defect closure[J]. Ann Thorac Surg, 2004, 77(4): 1435-1437.
- [18] CHUN D S, TURRENTINE M W, MOUSTAPHA A, et al. Development of aorta-to-right atrial fistula following closure of secundum atrial septal defect using the Amplatzer septal occluder[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2003, 58(2): 246-251.
- [19] TREPELS T, ZEPLIN H, SIEVERT H, et al. Cardiac perforation following transcatheter PFO closure[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2003, 58(1): 111-113.
- [20] AMIN Z, HIJAZI Z M, BASS J L, et al. Erosion of Amplatzer septal occluder device after closure of secundum atrial septal defects: review of registry of complications and recommendations to minimize future risk[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2004, 63(4): 496-502.
- [21] MALLULA K, AMIN Z. Recent changes in instructions for use for the Amplatzer atrial septal defect occluder: how to incorporate these changes while using transesophageal echocardiography or intracardiac echocardiography?[J]. Pediatr Cardiol, 2012, 33(7): 995-1000.
- [22] MOORE J, HEGDE S, EL-SAID H, et al. Transcatheter device closure of atrial septal defects: a safety review[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2013, 6(5): 433-442.
- [23] MCELHINNEY D B, QUARTERMAIN M D, KENNY D, et al. Relative risk factors for cardiac erosion following transcatheter closure of atrial septal defects: a case-control study[J]. Circulation, 2016, 133(18): 1738-1746.
- [24] TAGGART N W, DEARANI J A, HAGLER D J. Late erosion of an Amplatzer septal occluder device 6 years after placement[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2011, 142(1): 221-222.
- [25] SCHOEN S P, KITTNER T, BOHL S, et al. Transcatheter closure of atrial septal defects improves right ventricular volume, mass, function, pulmonary pressure, and functional class: a magnetic resonance imaging study[J]. Heart, 2006, 92(6): 821-826.