

## 儿童肌部室间隔缺损的介入治疗研究

胡伟<sup>1)</sup>, 李金男<sup>2)</sup>, 杨伟<sup>3)</sup>, 苏黎<sup>1)</sup>, 喻卓<sup>1)</sup>, 陈志松<sup>1)</sup>

(1)昆明医科大学第一临床医学院心脏内科, 云南昆明 650032; 2)广安市人民医院心脏内科, 四川广安 638001; 3)昆明医科大学第一临床医学院麻醉科, 云南昆明 650032)

**[摘要]** **目的** 探讨应用 Cardi-O-Fix Plug 封堵器治疗儿童肌部室间隔缺损(muscular ventricle septal defect, mVSD)的有效性和安全性。**方法** 将昆明医科大学第一附属医院从2015年7月至2021年6月心内科收治的14例mVSD患儿作为研究对象。分为实验组(14例)和对照组(10例), 实验组采用 Cardi-O-Fix Plug 封堵器进行封堵, 对照组采用 Cardi-O-Fix mVSD 封堵器进行封堵。术后1d以及随访1个月、3个月、6个月采用经胸超声心动图和心电图评价封堵疗效及并发症的发生情况。**结果** 24例患儿中22例成功封堵, 2例封堵失败(实验组和对照组各1例), 实验组成功率92.8%(13/14), 对照组成功率90.0%(9/10)。实验组的平均手术时长(71.93±14.85)min, 对照组的平均手术时间时长(90.70±19.78)min, 二者比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。实验组和对照组在术中及随访期间均未出现严重并发症。比较不同时间点2组的心脏超声指标(包括左室射血分数、左室舒张末期内径以及肺动脉压), 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论** 采用 Cardi-O-Fix Plug 封堵器在经皮导管封堵心尖部及小梁部的儿童mVSD手术安全有效, 短期及中长期发生心律失常的概率低。

**[关键词]** 室间隔缺损; 肌部; 封堵器; 国产; 经皮介入治疗; 先天性心脏病; 儿童

**[中图分类号]** R541.1 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2095-610X(2024)03-0048-06

## Interventional Treatment of Muscular Ventricular Septal Defect in Children

HU Wei<sup>1)</sup>, LI Jinnan<sup>2)</sup>, YANG Wei<sup>3)</sup>, SU Li<sup>1)</sup>, YU Zhuo<sup>1)</sup>, CHEN Zhisong<sup>1)</sup>

(1) Dept. of Cardiology, The 1st Clinical College, Kunming Medical University, Kunming Yunnan 650032; 2) Dept. of Cardiology, Guang'an People's Hospital, Guang'an Sichuan 638001; 3) Dept. of Anesthesiology, The 1st Clinical College, Kunming Medical University, Kunming Yunnan 650032, China)

**[Abstract]** **Objects** To explore the effectiveness and safety of using the Cardio-O-Fix Plug occluder in the treatment of muscular ventricular septal defect(mVSD) in children. **Methods** 14 patients with mVSD were taken to the cardiology department of First Affiliated Hospital of Kunming Medical University from July 2015 to June 2021 as research subjects. They were divided into two groups: 14 children who received Cardio-O-Fix Plug occluder as the experimental group, and 10 children who received Cardio-O-Fix mVSD occluder as the control group. Electrocardiogram and transthoracic echocardiography were used to evaluate the occlusive efficacy and incidence of complications 1 day after surgery and 1 month, 3 months, and 6 months of follow-up. **Results** Among the 24 pediatric patients, 22 cases were successfully occluded, and 2 cases were unsuccessful(1 in the experimental group and 1 in the control group). The success rate of the experimental group was 92.8%(13/14), while the

**[收稿日期]** 2023-09-23

**[基金项目]** 云南省科技厅-昆明医科大学应用基础研究联合专项基金资助项目(202101AY070001-130); 云南省心脑血管临床医学研究中心子课题项目(ZX2019-03-01); 云南省放射与治疗临床医学研究中心子课题项目(202102AA100067)。

**[作者简介]** 胡伟(1978~), 男, 湖北襄阳人, 医学博士, 副教授, 主要从事心内科疾病的诊治工作。

**[通信作者]** 陈志松, E-mail: 3276890748@qq.com

success rate of the control group was 90.0%(9/10). The average surgical duration of the experimental group was (71.93 ± 14.85) minutes, while the average surgical duration of the control group was(90.70 ± 19.78) minutes. There was a significant statistical difference between the two groups( $P < 0.05$ ). Both the experimental group and the control group did not experience serious complications during surgery and follow-up. There was no significant difference in cardiac ultrasound indicators(including left ventricular ejection fraction, left ventricular end-diastolic diameter, and pulmonary artery pressure) between the two groups at different time points( $P > 0.05$ ). **Conclusion** Trans-catheter closure of mVSD using Cardi-O-Fix Plug occluder in children is both safe and effective. The incidence of arrhythmia is low in the short, medium and long term.

[**Key words**] Ventricular septal defect; Muscule; Occluder; Domestic; Percutaneous intervention; Congenital heart disease; Children

室间隔缺损(ventricular septal defect, VSD)约占先天性心脏病(congenital heart disease, CHD)的20%,而肌部室间隔缺损(muscular ventricle septal defect, mVSD)又占有VSD的5%~20%<sup>[1]</sup>,mVSD在早产儿中的发生率为5.7%,在足月儿中为1.1%~5.3%<sup>[2]</sup>。由于大多数小于3 mm的mVSD可以自然闭合,其中1岁前闭合的占54.2%,3岁前闭合的占90.4%,最终需要接受治疗的mVSD仅占到1%~5%<sup>[3-4]</sup>。

在经皮导管介入封堵术中,封堵器的安全性、有效性以及并发症的发生率一直是关注的焦点。随着介入技术的发展,用于治疗mVSD的封堵器也在不断改进,但如何选择封堵器仍存在诸多争议,许多学者对于封堵器的选择仍在不停地进行探索。

临床上,大部分非镍钛合金的封堵器已经被淘汰。尽管目前多采用弹簧圈、Amplatzer VSD封堵器和Amplatzer Duct occlude II封堵器进行介入封堵,但仍有不同程度的并发症发生。根据mVSD的形态、位置、大小、长度,如何选择封堵器进行mVSD的介入治疗仍是一个巨大挑战。肌部室间隔缺损形态复杂多样,缺损右室面乳头肌丰富,走行迂曲,外科修补难度极大,传统介入封堵器输送系统较大较硬,不易通过建立输送轨道,手术不易成功;国产新型Cardi-O-Fix Plug封堵器(三节型)采用细网镍钛记忆合金丝一体编织,柔韧性较好,仅需5F输送鞘可轻松输送,5F输送鞘较细韧性较好,易通过走行复杂肌部室缺,手术成功率较高。目前,国内外尚未见采用Cardi-O-Fix Plug封堵器治疗肌部室缺的报道。本研究对mVSD经皮导管介入手术中使用国产新型Cardi-O-Fix Plug封堵器(三节型)封堵后的并发症、手术时间及手术成功率等进行评估,探讨Cardi-O-Fix Plug封堵器治疗的临床效果,

为今后进一步临床广泛应用提供理论依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

回顾2015年7月至2021年6月昆明医科大学第一附属医院心内科收治的14例接受Cardi-O-Fix PLUG封堵器治疗的mVSD患儿。入选标准<sup>[4]</sup>:(1)年龄在3至18岁之间且体重超过10 kg;(2)直径在3~10 mm之间的单孔型mVSD;(3)缺损大小:左室面直径<10 mm,右室面一个孔的直径 $\geq 3$  mm。排除标准:(1)已发生艾森曼格综合征;(2)同时并发其他先天性心脏畸形;(3)主动脉瓣关闭不全或存在脱垂;(4)穿刺部位有血栓形成。本研究已通过昆明医科大学第一附属医院伦理审查(2022伦审L第195号)。

### 1.2 应用封堵器

本研究中实验组所选用的封堵器类型为国产新型Plug封堵器(三节型Cardi-O-Fix Plug封堵器,北京华医圣杰有限公司)是一种由144股镍钛丝网制成的可自我膨胀的植入式圆柱形设备。两侧伞盘和连接的腰部都是由聚对苯二甲酸乙二醇酯无纺布填充,该无纺布牢固地缝入圆筒中,以增加其装置的血栓形成。不同型号封堵器有不同的长度,可分为04-06、06-08、08-10、10-12 mm等型号。由于Cardi-O-Fix Plug柔软性和灵活性较强,可以经股静脉途径使用4F或5F输送鞘建立输送轨道。

对照组使用的封堵器为国产肌部室间隔缺损封堵器(对称型Cardi-O-Fix mVSD封堵器,北京华医圣杰有限公司),是一种镍钛合金丝网编织而成的自膨胀的双面盘状结构设备,其两面盘片直径相同,连接2个盘片的中央腰部呈圆柱型,该封堵器长度随着封堵器型号不同而不同,一般

有 06、07、08、09、10、12 mm 等型号，其输送鞘大小使用则 6F 至 10F 不等。

### 1.3 手术方法

局部浸润麻醉和静脉复合麻醉分别适用于能配合的患儿和不能配合的患儿，穿刺右侧股动、静脉。(1)左心室造影：经股动脉将 5F 猪尾导管送入左室，采用左前斜  $45^\circ \sim 60^\circ +$  头  $20^\circ$  的体位进行左室造影，确定 mVSD 位置、大小及形态，若 mVSD 显示不清，则造影角度改为右前斜  $30^\circ \sim 45^\circ +$  足  $20^\circ$  往往能够清楚显示 mVSD 位置及形态，利于轨道建立，输送鞘如何塑形及合理选伞，减少并发症的发生；(2)建立动静脉轨道：将带有超滑导丝的塑形猪尾导管或三维右冠状动脉造影导管(3DRC)送至左心室，然后将超滑导丝通过 mVSD 送至上、下腔静脉；经股静脉将网篮导丝送至上、下腔静脉，或者经右心房、右心室至主肺动脉后，将无腱索缠绕的超滑导丝拉出股静脉，从而建立股动、静脉间经 mVSD 的输送轨道；(3)mVSD 封堵：从股静脉入路，将输送鞘送至主动脉根部后，用 3DRC 右冠状动脉造影导管下压并使输送鞘回撤至左心室水平位，随后退出右冠状动脉造影导管及超滑导丝，利用输送鞘送入合适的封堵器，先打开封堵器的左室面，在 X 线的直观引导下回撤，感受到阻力时即左室面与 VSD 贴合后继续退鞘打开右室面，观察封堵器形态良好后，复查心脏彩超并再次左室造影，必要时在主动脉瓣上 1~2 cm 处采用猪尾导管造影判断有无主动脉瓣反流，再评判是否释放封堵伞。术中按 100 U/kg 静脉注射肝素，若手术时间超过 1 h，则需根据体重追加半量肝素(50 U/kg)。预防性应用抗生素，术后常规使用地塞米松 5~10 mg/d，静脉滴注 3~5 d。手术成功标准：患儿生命征无异常，释放封堵器后听诊心脏杂音消失，采用心

脏彩超及 X 线确认封堵器位置无误，造影排除大量残余分流，并确认封堵器对瓣膜无影响。

### 1.4 术后随访

术后第 1 天行心脏彩超和 12 导联心电图检查，观察是否有残余分流、瓣膜反流以及心律失常等术后并发症；第 2 至 5 天继续行心电图检查若无异常则予以出院。术后 1、3、6、12 个月随访时复查十二导联心电图和心脏彩超的相关资料：左室射血分数、左室舒张末期内径、肺动脉压、有无残余分流、有无瓣膜返流的加重或新发。

### 1.5 统计学处理

所有数据采用 SPSS 26.0 软件进行分析。属于计量资料且服从正态分布的数据采用均数  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示，不服从正态分布的数据利用中位数、上下四分位数间距表示；针对计数资料，则采用百分数表示。率的比较采用确切概率法(Fisher's Exact Test)。符合正态分布的 2 组数据比较采用独立样本 *t* 检验分析；不符合正态分布的 2 组数据比较使用秩和检验，2 组间中位数比较用秩和检验中的 Mann-Whitney U 检验。 $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料

本研究共纳入 24 例 mVSD 患儿，其中男性患儿和女性患儿各 12 例。年龄最小为 2 岁，最大为 16.6 岁，平均(6.50  $\pm$  4.16)岁。体重最小为 11.70 kg，最大为 51.20 kg，平均体重为 17.70 (14.70, 22.28)kg。2 组患儿术前年龄、体重及 mVSD 左右室面的大小差异无统计学意义( $P > 0.05$ )，见表 1。术前患儿十二导联心电图提示正常范围心电图。

表 1 2 组患儿的基本信息 [ $(\bar{x} \pm s)/M(P_{25}, P_{75})$ ]

Tab. 1 General information of two groups of children [ $(\bar{x} \pm s)/M(P_{25}, P_{75})$ ]

项目	对照组( $n=10$ )	实验组( $n=14$ )	<i>t/z</i>	<i>P</i>
年龄(岁)	6.92 $\pm$ 5.17	6.21 $\pm$ 3.45	-0.380	0.709
体重(kg)	18.85 [12.68, 44.28]	17.75 [15.98, 21.08]	-0.088	0.930
左室面大小(cm)	0.69 $\pm$ 0.13	0.57 $\pm$ 0.14	-2.057	0.052
右室面大小(cm)	0.47 $\pm$ 0.13	0.37 $\pm$ 0.12	-1.941	0.065

### 2.2 mVSD 封堵术

实验组 13 例患儿成功植入的 Cardi-O-Fix Plug 封堵器型号分别为：10-12 (11 例)，08-10

(1 例)，06-08(1 例)，均使用 5F 输送鞘。对照组 9 例患儿成功植入的 Cardi-O-Fix mVSD 封堵器型号分别为：6 mm (2 例)，8 mm(1 例)，9 mm

(1例), 10 mm (1例), 12 mm (2例), 14 mm (1例), 16 mm (1例), 使用6F~9F输送鞘。

实验组的平均手术时长为(71.93 ± 14.85)min, 对照组的平均手术时长为(90.70 ± 19.78)min, 2组手术时长比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。2组患儿中各有1例因缺损较小并走行迂曲, 导丝无法通过建立轨道, 而导致封堵失败, 实验组手术成功率为92.8%, 对照组手术成功率为90.0%。见表2。

**2.3 随访结果**

比较术后1d、术后1月以及术后6月2组心脏超声指标的变化情况, 包括左室射血分数(%)、

左室舒张末期内径(mm)以及肺动脉压(mmHg), 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ), 见表3。

**2.4 并发症发生情况**

实验组中1例在术中发生心律失常(一过性的Ⅲ°房室传导阻滞), 1例术后出现细小残余分流(随访3个月后消失)。对照组中3例在术后发生心律失常(1例交界性逸搏、1例右束支传导阻滞、1例左前分支传导阻滞), 2例术后出现细小残余分流(1例随访1个月后消失), 4例发生术后瓣膜返流(2例轻度三尖瓣返流、2例轻度主动脉瓣返流)。随访期间对照组瓣膜返流的发生率高于实验组, 所有患儿均无严重并发症, 无死亡病例。见表4。

表2 2组患儿手术时长及成功率的对比 [( $\bar{x} \pm s$ )/n(%)]

Tab. 2 Comparison of surgical duration and success rate between two groups of pediatric patients [( $\bar{x} \pm s$ )/n(%)]

类别	对照组(n=10)	实验组(n=14)	t	P
手术成功率	9(90.0)	13(92.8)	-	1.000
手术时长(min)	90.70 ± 19.78	71.93 ± 14.85	-2.661	0.014*

\* $P < 0.05$ 。

表3 不同时间点2组患儿心脏超声指标的比较( $\bar{x} \pm s$ )

Tab. 3 Comparison of cardiac ultrasound indicators between two groups of pediatric patients at different time points( $\bar{x} \pm s$ )

时间	心超结果	对照组(n=9)	实验组(n=13)	t	P
术后1d	左室射血分数(%)	60.11 ± 5.67	59.00 ± 3.14	-0.592	0.561
	左室舒张末期内径(mm)	35.22 ± 7.61	31.00 ± 3.65	-1.744	0.097
	肺动脉压(mmHg)	28.78 ± 2.91	27.77 ± 2.71	-0.980	0.415
术后1月	左室射血分数(%)	58.89 ± 5.01	59.31 ± 3.17	0.241	0.812
	左室舒张末期内径(mm)	34.00 ± 7.00	30.62 ± 3.62	-1.490	0.152
	肺动脉压(mmHg)	27.67 ± 3.32	26.31 ± 2.56	-1.085	0.291
术后6月	左室射血分数(%)	58.78 ± 3.99	59.62 ± 2.90	0.571	0.574
	左室舒张末期内径(mm)	32.33 ± 3.50	30.23 ± 2.83	-1.556	0.135
	肺动脉压(mmHg)	28.11 ± 3.69	26.08 ± 2.69	-1.499	0.149

表4 2组并发症的比较 [n(%)]

Tab. 4 Comparison of complications between two groups [n(%)]

项目	实验组(n=13)	对照组(n=9)	$\chi^2$	P
心律失常	1(7.69)	3(33.3)	2.350	0.264
残余分流	1(7.69)	2(22.2)	0.953	0.544
瓣膜返流	0	4(44.4)	7.062	0.017*

\* $P < 0.05$ 。

**3 讨论**

mVSD 约占所有 VSD 的 5%~20%<sup>[5]</sup>, 可发生于流入道、流出道、心尖部和小梁间隔, 其中以心尖部、小梁部更为多见, 部分小梁部因肌间隔

缺损多发称之为“瑞士奶酪”型 VSD<sup>[6]</sup>。由于 mVSD 缺损大小不一, 形态各异, 传统外科手术可能因为视野不足而导致技术困难和闭合不完全<sup>[7]</sup>。随着医学科学的发展, 经导管装置实现 mVSD 的新型微创闭合技术得到了广泛的应用。

自 Lock 等<sup>[8]</sup> 首先对 mVSD 采取介入治疗以来, 全球经验表明<sup>[9]</sup>, 采用该种方式治疗 mVSD 是安全的、有效的, 它不仅是成人 mVSD 的首选治疗方式, 而且随着封堵器和输送鞘的不断推陈出新, 在儿童 mVSD 治疗中同样显示出了极高的疗效<sup>[10-11]</sup>。因此目前国内专家共识推荐导管介入封堵适用于儿童 mVSD<sup>[12]</sup>。

为规避并发症, 封堵器的选择极为重要, 目前治疗 mVSD 的封堵装置可选择 mVSD 专用封堵器、动脉导管未闭封堵器以及弹簧圈等<sup>[13]</sup>。然而, 迄今为止尚无一种完美的封堵器可以应对各种类型的 mVSD。因此, 临床上大多根据术者的经验及 mVSD 具体条件选择不同类型的封堵器。本研究提出使用 Cardi-O-Fix Plug 封堵器, 基于 2021 年, Zhisong Chen<sup>[14]</sup> 回顾 2017 年至 2019 年的 5 例患儿, 探究使用 Cardi-O-Fix Plug 封堵器封堵 mVSD 的安全性和有效性, 原来的 Plug 封堵器为 72 股镍钛丝组成, 如今 Cardi-O-Fix Plug 封堵器的镍钛丝网的数量是原来的 2 倍为 144 股组成, 较前能够有效提高封堵器的封堵效果, 减少术后残余分流的发生, 同时其丝径较原来减小, 使得封堵器更加柔软, 对心血管的压力减少, 从而减小组织损伤, 减少并发症的发生。而如今的 Cardi-O-Fix Plug 封堵器较其他类型的封堵器, 其特征在于双圆盘的扭转角可在一定范围内调节, 连接腰部具有良好的拉伸和弯曲性能。采用普通输送鞘建轨时导丝容易成角, 导致输送鞘推送时阻力较大; mVSD 常由迂曲的窦道形成, 导丝通过时容易缠绕腱索, 若强行推送鞘管则会导致三尖瓣的损伤, 而 Cardi-O-Fix Plug 封堵器配套的输送系统有效长度为 100 cm, 前端柔软, 没有成型角度, 可以减少对血管及腱索的损伤, 能够顺利到达目标位置, 减少三尖瓣返流的发生, 其传递杆的直径较细, 运送封堵器时更加灵活。同时与鞘管的内腔间隙较大, 在输送、释放封堵器过程不会造成传递杆与输送鞘管之间咬合, 而影响封堵器的释放。

本研究中采用同一术者实施介入封堵治疗, 保证了实验结果的可比性。24 例患儿中, 22 例封堵成功, 总体手术成功率 91.7%, 其中实验组成功率为 92.8%, 对照组成功率 90.0%, 实验组高于对照组, 表明了 Cardi-O-Fix Plug 封堵器在治疗 mVSD 中有较高的应用价值。将不同时间点的心脏大小和收缩功能指标进行对比后发现均无显著性差异, 表明封堵后效果相同。此外, 输送

Cardi-O-Fix Plug 封堵器的鞘较柔软, 经股静脉途径时利于塑型后顺利通过 mVSD 建立输送轨道。在安全性方面, 术中仅 1 例有一过性三度房室传导阻滞的发生, 余无新发心律失常病例, 考虑为 Cardi-O-Fix Plug 封堵器较柔软, 对心肌组织的压迫力较小, 引起炎症反应的概率较低, 从而降低心律失常的发生; 本研究中无新发的瓣膜返流或返流加重, 考虑 Cardi-O-Fix Plug 封堵器使用的输送鞘小且柔软, 损伤瓣膜及腱索的可能性小, 因此瓣膜返流发生率低。1 例术后存在残余分流, 在第 3 月随访时残余分流消失。本研究中, 在围手术期和随访期内没有严重并发症的发生, 这进一步验证了 Cardi-O-Fix Plug 封堵器在 mVSD 的治疗中是安全的与有效的。在型号的选择上, 笔者的经验是考虑到 mVSD 部位较厚, 可以选择较缺损直径大 2~6 mm 范围内的封堵器, 可以有效减少封堵器脱落及残余分流的发生概率。另外, Cardi-O-Fix Plug 封堵器可通过 5F 输送鞘释放, 其输送鞘较柔软, 经股静脉途径时利于塑形顺利通过 mVSD 建立输送轨道, 从而缩短手术时间, 避免术者及患儿过久暴露于放射线下。

另外, 左室造影对 mVSD 缺损大小、形态及位置的准确判断起到重要的作用。多项研究报道所选择的造影角度不一, 部分选择左侧头位 70°+正头位 20°, 部分选择左前斜位 40°~50°+正头位 20°、部分选择左前斜 30°~45°+正头位 15°~20°进行造影, 各自表明能较好地显示 mVSD 的形态及大小<sup>[3-4, 15]</sup>, 而在笔者的手术中常规使用左前斜 45°~60°+头 20°进行造影, 若缺损显示不清, 则造影角度改为右前斜 30°~45°+足 20°, 往往能更能较好地显示造影时小梁部及心尖部的缺损形态及大小, 有利于笔者选择合适的封堵器, 但考虑 mVSD 的多样性, 由于不同类型的缺损, 目前且暂无一种固定角度的造影可完全明确各类型的 mVSD 形态及大小, 因此造影角度的选择有待进一步讨论。

综上所述, 采用 Cardi-O-Fix Plug 封堵器介入治疗儿童 mVSD 是安全的、有效的, 影像资料的充分评估以及介入操作的熟练程度是减少并发症和降低放射性损伤的有力举措。由于 mVSD 在临床上相对比较罕见, 本研究收集病例的时间跨度长, 样本例数相对较少, 为保证研究对象的代表性和结果的可靠性, 笔者在研究中所采用的观察指标是具有生物学特征恒定的指标; 所用封堵器的厂家及产品的质量是一致的; 手术操作过程

中遵循相同的操作标准,操作流程是一致的。因此尽量保证研究的严谨性和科学性。然而,由于本研究属于单中心回顾性研究,受限于样本量和专家经验水平,因此具有一定的局限性。未来需要更多中心以及更大样本量的临床研究,来进一步证实 Cardi-O-Fix Plug 封堵器在 mVSD 治疗中的安全性和有效性。

#### [参考文献]

- [1] Rao P S, Harris A D. Recent advances in managing septal defects: ventricular septal defects and atrioventricular septal defects[J]. *F, 1000, Res*, 2018, 26(7): 482-498.
- [2] Miyake T. A defect septal ventricular muscular review of isolated[J]. *World J Pediatr*, 2020, 16(2): 120-128.
- [3] 李博宁,刘琮,欧振恒,等. 小儿肌部室间隔缺损介入治疗分析[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2021, 29(10): 589-591.
- [4] 张力,张金盈. 儿童肌部室间隔缺损介入治疗效果分析[J]. *郑州大学学报(医学版)*, 2017, 52(4): 504-507.
- [5] Thanopoulos B D. Catheter closure of congenital muscular ventricular septal defects[J]. *Pediatr Cardiol*, 2005, 26(3): 220-223.
- [6] Chowdhury U K, Anderson R H, Spicer D E, et al. A review of the therapeutic management of multiple ventricular septal defects[J]. *J Card Surg*, 2022, 37(5): 1361-1376.
- [7] Maddali M M, Al-Maskari S N, Kandachar P S, et al. Transesophageal echocardiography-assisted transcatheter device closure of apical muscular ventricular septal defect[J]. *Saudi J Anaesth*, 2019, 13(2): 148-150.
- [8] Lock J E, Block P C, McKay R G, et al. Transcatheter closure of ventricular septal defects[J]. *Circulation*, 1988, 78(2): 361-368.
- [9] Pedra C A, Pedra S R, Chaccor P, et al. Periventricular device closure of congenital muscular ventricular septal defects[J]. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2010, 8(5): 663-674.
- [10] Patel H T, Hijazi Z M. Pediatric catheter interventions: a year in review 2004-2005[J]. *Curr Opin Pediatr*, 2005, 17(5): 568-573.
- [11] 刘锦纷. 先天性心脏病镶嵌治疗的若干问题[J]. *中华外科杂志*, 2007, 45(12): 798-800.
- [12] 陈捷,傅立军,杜军保. 《儿童常见先天性心脏病介入治疗专家共识》解读[J]. *中国医刊*, 2015, 50(5): 22-25.
- [13] Song J. Percutaneous transcatheter closure of congenital ventricular septal defects[J]. *Korean Circ J*, 2023, 53(3): 134-150.
- [14] Chen Z, Yu Z, Su L, et al. Transcatheter closure of muscular ventricular septal defects using the Cardi-O-Fix plug[J]. *Cardiol Young*, 2021, 31(9): 1472-1475.
- [15] 韦丹妮,韩咏,雷先强,等. 经皮介入封堵治疗小儿心尖部肌部室间隔缺损2例[J]. *岭南心血管病杂志*, 2020, 26(1): 98-99.