

## · 专题 · 先心病诊疗进展 ·

## 食管超声引导下经肋间超微切口封堵小儿膜周部和高位室间隔缺损的对比研究



全文二维码

傅行鹏<sup>1</sup> 叶菁菁<sup>1</sup> 俞劲<sup>1</sup> 张泽伟<sup>2</sup> 尤海容<sup>1</sup> 谈林华<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 浙江大学医学院附属儿童医院超声科、国家儿童健康与疾病临床医学研究中心, 杭州 310052; <sup>2</sup> 浙江大学医学院附属儿童医院心脏外科、国家儿童健康与疾病临床医学研究中心, 杭州 310052; <sup>3</sup> 浙江大学医学院附属儿童医院外科重症监护室、国家儿童健康与疾病临床医学研究中心, 杭州 310052

通信作者: 谈林华 Email: chtlh@zju.edu.cn

**【摘要】 目的** 比较食管超声引导(transesophageal echocardiography, TEE)下经肋间超微切口(即左侧胸骨旁肋间超微切口长度 $\leq 1$  cm)封堵小儿膜周部和高位(流出道及膜高位)室间隔缺损(ventricular septal defect, VSD)的临床特点和预后, 为此类微创手术的开展提供参考。**方法** 本研究为回顾性研究, 选取 2015 年 1 月至 2021 年 12 月浙江大学医学院附属儿童医院收治的 344 例 TEE 下经胸骨旁左肋间超微切口行 VSD 封堵术的患儿作为研究对象, 根据 VSD 的位置将其分为膜周部 VSD 和高位 VSD 两组, 其中膜周部 VSD 组 239 例(239/344, 69.5%), 高位 VSD 组 105 例(105/344, 30.5%); 比较两种不同类型 VSD 的手术过程、手术时间、术后并发症及预后资料。**结果** 膜周部 VSD 组封堵成功 229 例(229/239, 95.8%), 高位 VSD 组封堵成功 100 例(100/105, 95.2%), 两组成功率差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); 膜周部 VSD 组手术时间[24 ~ 170 (58.8  $\pm$  27.2) min]长于高位 VSD 组[20 ~ 98 (48.8  $\pm$  17.9) min], 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。两组 VSD 直径均与封堵器直径呈正相关( $P < 0.05$ ), 但与手术时间无显著相关性( $P > 0.05$ )。在 239 例膜周部 VSD 患儿和 105 例高位 VSD 患儿中, 分别有 12 例(12/239, 5.0%)和 5 例(5/105, 4.8%)经调整或更换封堵器后再次封堵成功, 两组再次封堵成功率的差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。膜周部 VSD 组共 10 例封堵失败, 包括术中导丝不能通过 VSD 7 例, 封堵器脱落 2 例, 发生室颤 1 例; 高位 VSD 组共 5 例封堵失败, 包括术中导丝不能通过 VSD 1 例, 术中及术后封堵器移位各 1 例, 主动脉瓣反流加重 1 例, 血压明显下降 1 例。膜周部 VSD 组在术后 1 ~ 4 d 的随访中, 发现 1 例新增二尖瓣轻度反流, 4 例新增三尖瓣轻度反流, 随访 6 个月后均情况稳定; 高位 VSD 组在术后 1 ~ 4 d 随访中, 1 例出现右室流出道梗阻, 随访 6 个月后发现流速下降。两组共发现残余轻微分流 19 例, 心包积液 19 例, 胸腔积液 4 例, 均在 6 个月的随访过程中自愈。**结论** TEE 下经肋间超微切口封堵小儿膜周部和高位 VSD 成功率高且术后患儿恢复佳, 其中高位 VSD 的手术耗时较膜周部 VSD 短, VSD 直径并不是影响手术时间的唯一决定性因素。

**【关键词】** 室间隔缺损; 心间隔封堵装置; 超声检查, 多普勒; 外科手术; 儿童**基金项目:** 浙江省公益技术应用研究项目(LGF22H180002)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202212030-003

**Comparative analysis of perimembranous and high ventricular septal defects closure via an ultra-minimal trans-intercostal incision guided by transesophageal echocardiography in children**Fu Xingpeng<sup>1</sup>, Ye Jingjing<sup>1</sup>, Yu Jin<sup>1</sup>, Zhang Zewei<sup>2</sup>, You Hairong<sup>1</sup>, Tan Linhua<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Ultrasonography, Children's Hospital, Zhejiang University School of Medicine, National Clinical Research Center for Child Health, Hangzhou 310052, China. <sup>2</sup> Department of Cardiac Surgery, Children's Hospital, Zhejiang University School of Medicine, National Clinical Research Center for Child Health, Hangzhou 310052, China. <sup>3</sup> Department of Surgical Intensive Care Unit, Children's Hospital, Zhejiang University School of Medicine, National Clinical Research Center for Child Health, Hangzhou 310052, China

Corresponding author: Tan Linhua, Email: chtlh@zju.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To explore the characteristics and prognoses of perimembranous and high ventricular septal defects (VSD) closure via a ultra-minimal trans-intercostal incision (i. e. left parasternal intercostal ultra-minimal incision  $\leq 1$  cm) in children guided by transesophageal echocardiography (TEE) and provide references for such mini-invasive surgery. **Methods** From January 2015 to December 2021, 344 cases of VSD closure via a left parasternal ultra-minimal trans-intercostal incision in children guided by TEE. According to the location of VSD, they were divided into two groups of perimembranous VSD (239/344, 69.5%) and high VSD (outflow tract & high membrane) (105/344, 30.5%). Operative procedures, operative duration, postoperative complications, prognoses and other relevant data of two groups were compared. **Results** Among them, 229 cases (229/239, 95.8%) of perimembranous VSD and 100 cases (100/105, 95.2%) of high VSD were successfully occluded. No significant difference existed in success rate ( $P > 0.05$ ). However, operative duration of perimembranous VSD was longer than that of high VSD ( $P < 0.05$ ). In both groups, diameter of VSD was correlated positively with diameter of occluder, but not with operative duration. Among 239 cases of perimembranous VSD and 105 cases of high VSD, 12 cases (12/239, 5.0%) and 5 cases (5/105, 4.8%) were successfully re-occluded after adjusting or replacing occluder. No significant inter-group difference existed in success rate of re-occlusion ( $P > 0.05$ ). A total of 10 children in perimembranous VSD group failed to occlude, including 7 cases (7/239, 2.9%) in which guide wire could not pass through VSD, 2 cases (2/239, 0.8%) in which occluder slipped off and 1 case of ventricular fibrillation. There were 5 cases of occlusion failure in high VSD group, including 1 case in which guide wire could not pass through VSD during operation (1/105, 1.0%), 1 case with occluder displacement during operation and 1 case post-operation (2/105, 1.9%), 1 case with aggravation of aortic regurgitation and 1 case with marked decrease in blood pressure. There was no significant inter-group difference in failure rate when guide wire could not pass through VSD and occluder slipped off or shifted ( $P > 0.05$ ). During a follow-up period of (1–4) days in perimembranous VSD group, there were 1 case of mild mitral regurgitation and 4 cases of mild-to-moderate tricuspid regurgitation. No change occurred during 6-month follow-ups. During a follow-up period of (1–4) days in high VSD group, one case developed right ventricular outflow tract obstruction and flow velocity declined during 6-month follow-ups. There were residual slight shunt ( $n = 19$ ), pericardial effusion ( $n = 19$ ) and pleural effusion ( $n = 4$ ) in two groups. They were self-cured during 6-month follow-ups. **Conclusion** Through a ultra-minimal trans-intercostal incision guided by TEE, perimembranous and high VSD closure offers a high success rate and an excellent postoperative recovery in children. Although operative duration of high VSD is shorter, diameter of VSD is not a sole influencing factor of operative duration.

**【Key words】** Heart Septal Defects, Ventricular; Septal Occluder Device; Ultrasonography, Doppler; Surgical Procedures, Operative; Child

**Fund program:** Zhejiang Public Welfare Technology Application Research Project (LGF22H180002)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202212030-003

室间隔缺损(ventricular septal defect, VSD)是儿童最常见的先天性心脏病,临床上常用的治疗方法为体外循环下手术治疗和微创封堵治疗<sup>[1]</sup>。浙江大学医学院附属儿童医院心脏中心使用食管超声引导(transesophageal echocardiography, TEE)下经肋间超微切口(即左侧胸骨旁肋间超微切口长度 $\leq 1$  cm)封堵 VSD 已有一定年限,积累了一定经验<sup>[2–8]</sup>。本研究旨在介绍该院食管超声引导下经肋间超微切口(即左侧胸骨旁肋间超微切口长度 $\leq 1$  cm)封堵小儿膜周部和高位 VSD 的临床预后,为此类微创手术的开展提供参考。

## 资料与方法

### 一、研究对象

回顾性分析 2015 年 1 月至 2021 年 12 月浙江大学医学院附属儿童医院心脏中心于 TEE 下经胸骨左侧肋间超微切口行 VSD 封堵术患儿的临床资料。病例纳入标准:①术前诊断为 VSD;②手术方式为 TEE 下经胸骨左缘肋间超微切口 VSD 封堵术。排除标准:①术前检查存在其他心脏疾病(如右室流出道狭窄、主动脉弓缩窄);②膜部瘤型 VSD 分流口血流束朝向三尖瓣或平行于室间隔;③高位 VSD 合并主动脉瓣中度及以上反流;④VSD 位置

靠近肺动脉瓣或位于肺动脉瓣下；⑤治疗过程中断。本研究共纳入 344 例患儿，其中男 189 例，女 155 例；年龄 9 ~ 195 个月；体重 7.6 ~ 63.0 kg。所有患儿术前采用经胸超声心动图检查确认 VSD 的大小和形态，其中膜周部 VSD (膜周部 VSD 组) 239 例 (239/344, 69.5%)，分流口直径 1.7 ~ 8 ( $3.9 \pm 1.2$ ) mm；高位 VSD (高位 VSD 组) 105 例 (105/344, 30.5%)，分流口直径 2 ~ 7 ( $3.7 \pm 1.1$ ) mm。两组患儿基本情况见表 1。本研究经浙江大学医学院附属儿童医院伦理委员会审批通过 (2023-IRB-0109-P-01)，患儿家属均签署知情同意书。

## 二、观察指标及相关定义

比较两种不同类型 VSD 患儿的术中操作细节、手术时间、术后并发症的差异。①术中操作细节：包括两种不同类型 VSD 的术前定位方式，TEE 导丝穿过不同形态的 VSD，封堵器类型及型号的选择以及封堵器的置入方式。②手术时间为切开皮肤开始至缝合皮肤结束，包含术中 TEE 右室面穿刺点定位时间。③手术指征：无法自愈的 VSD 或 VSD 已影响患儿的生长发育。④手术成功的判定标准：封堵器置入后形态正常，无明显残余分流，邻近瓣膜运动正常，且心律及血压正常。⑤术后并发症：包括新增瓣膜反流、右室流出道梗阻、心包积液及胸腔积液等。

手术过程中需注意的细节包括以下几个方面：

①患儿麻醉后需将右肩部略垫高，体位向左倾斜，再用经胸超声心动图 (transthoracic echocardiography, TTE) 行体表切口定位 (膜周部 VSD 一般选择胸骨左缘第 4 ~ 5 肋间，高位 VSD 一般选择胸骨左缘第 3 ~ 4 肋间)；②手术开始前需再次用 TEE 评估 VSD，膜状瘤型 VSD 需清晰显示膜状瘤形态和局部血流束方向，高位 VSD 应重点关注瓣膜情况 (图 1)；③心包悬吊后采用 TEE 辅助外科医师精准定位右室面穿刺点，再引导导丝穿过 VSD；④导丝穿过 VSD 后，需清晰显示左心内导丝的条状弧形强回声 (图 2)，观察导丝头在左心系统的位置；⑤高位 VSD 使用的偏心封堵器释放时，TEE 需清晰显示 mark 点，确保 mark 点朝左下且封堵器不影响主动脉瓣 (图 3)；⑥封堵器输送器完全撤离前，需多切面、多角度观察封堵器形态，判断有无残余分流、有无新增瓣膜反流及心包积液等，并采用 TEE 监测外科医师行封堵器推拉试验，同时观察患儿心律、血压；⑦术后拔出探头时，先确认手柄转盘回位且打开其开关，顺着食管方向轻轻拔出，拔出时不能影响气管插管位置<sup>[2,8]</sup>。

## 三、随访

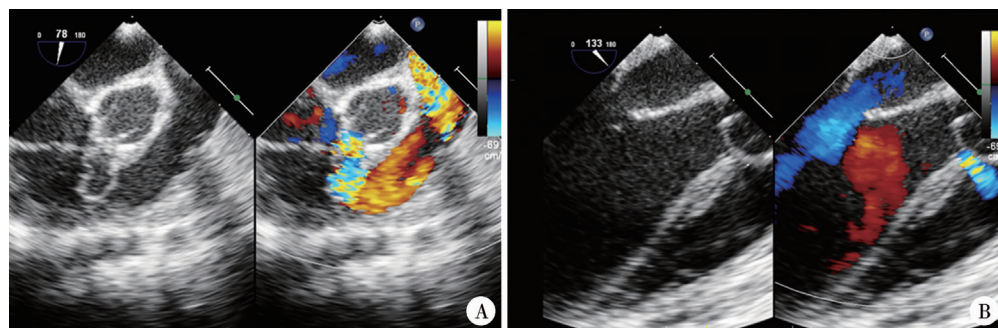
所有患儿于术后第 1 ~ 4 天出院后第 1、3、6 个月定期随访，随访时行经胸超声心动图检查，检查项目包括心功能、封堵器位置、残余分流、瓣膜反流、心包积液、心律等。

表 1 膜周部 VSD 组和高位 VSD 组患儿基本情况

Table 1 Basic profiles of VSD children in two groups

分组	例数	性别 (例)		年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 月)	体重 ( $\bar{x} \pm s$ , kg)	VSD 直径 ( $\bar{x} \pm s$ , mm)
		男	女			
膜周部 VSD 组	239	120	119	$36.6 \pm 24.6$	$14.3 \pm 5.3$	$3.9 \pm 1.2$
高位 VSD 组	105	69	36	$44.0 \pm 35.2$	$15.1 \pm 6.3$	$3.7 \pm 1.1$
$t/\chi^2$ 值	/	$\chi^2 = 7.084$		$t = -2.216$	$t = -1.105$	$t = 1.538$
P 值	/	0.008		0.027	0.270	0.125

注 VSD: 室间隔缺损; /: 代表无相关数据

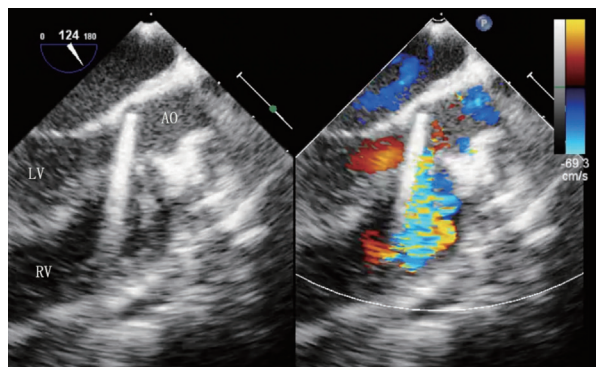


注 A: 大动脉短轴切面可清晰显示室间隔缺损膜状瘤形态，彩色多普勒可见血流束方向朝向右室流出道；B: 左室长轴切面显示主动脉瓣脱垂，彩色多普勒可见脱垂主动脉瓣部分遮挡室间隔缺损分流

图 1 1 例室间隔缺损患儿封堵术前经食管超声引导评估声像图 (二维与彩色多普勒双拼图)

Fig. 1 Ultrasonic images of VSD evaluated by TEE before occlusion in children with VSD (two-dimensional color Doppler image)

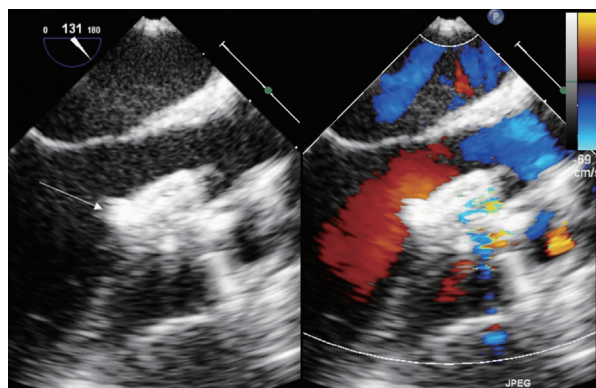




注 左室长轴切面可见导丝穿过室间隔缺损后到达左心系统,导丝呈现条状强回声

图2 室间隔缺损患儿封堵术中经食管超声引导导丝穿过室间隔缺损的声像图(二维与彩色多普勒双拼图)

Fig. 2 Ultrasonic images of guide wire through VSD guided by TEE during occlusion in VSD children (two-dimensional color Doppler image)



注 左室长轴切面可见左室面偏心封堵器 mark 点朝向左下(箭头所示)

图3 室间隔缺损患儿封堵术中经食管超声引导偏心封堵器置入的声像图(二维与彩色多普勒双拼图)

Fig. 3 Ultrasonic images of eccentric occluder implantation guided by TEE during occlusion in VSD children (two-dimensional color Doppler image)

#### 四、统计学处理

采用 Empower States 与 R 语言进行统计分析。服从正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用独立样本  $t$  检验;不服从正态分布的计量资料以  $M(Q_1, Q_3)$  表示,组间比较采用独立样本 Kruskal-Wallis 秩和检验;计数资料以例数(%)表示,组间比较采用卡方检验。计算 Pearson 相关系数( $r$ ),评估

VSD 直径与封堵器型号、手术时间的相关性。 $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 结果

### 一、基本情况

膜周部 VSD 组选取等边封堵器封堵成功 229 例(229/239, 95.8%),高位 VSD 组选取偏心型封堵器封堵成功 100 例(100/105, 95.2%),两组成功率差异无统计学意义( $P > 0.05$ );膜周部 VSD 组手术时间[24 ~ 170(58.8 ± 27.2) min]长于高位 VSD 组[20 ~ 98(48.8 ± 17.9) min],差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 2。两组患儿的 VSD 直径与封堵器直径均呈正相关( $P < 0.05$ ),但与手术时间均无显著相关性( $P > 0.05$ ),见表 3、图 4、图 5。

239 例膜周部 VSD 患儿和 105 例高位 VSD 患儿中,分别有 12 例(12/239, 5.0%)和 5 例(5/105, 4.8%)经调整或更换封堵器后再次封堵成功,再次封堵成功率的组间差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。膜周部 VSD 组中共 10 例封堵失败,包括术中导丝不能通过 VSD 7 例,封堵器脱落 2 例,发生心室颤动 1 例;高位 VSD 组中共 5 例封堵失败,包括术中导丝不能通过 VSD 1 例,术中及术后封堵器移位各 1 例,主动脉瓣反流加重 1 例,血压明显下降 1 例。

### 二、随访结果

膜周部 VSD 组术后随访 1 ~ 4 d, 1 例新增二尖瓣轻度反流、4 例新增三尖瓣轻、中度反流,随访 6 个月后情况稳定;高位 VSD 组术后随访 1 ~ 4 d, 1 例出现右室流出道梗阻,随访 6 个月后发现流速下降。两组共发现残余轻微分流 19 例,心包积液 19 例,胸腔积液 4 例,均在 6 个月的随访过程中自愈。

## 讨论

目前国内已有多家医疗单位开展经胸微创

表 2 膜周部 VSD 组和高位 VSD 组患儿手术相关情况比较

Table 2 Comparison of operation-related conditions between perimembranous VSD and high VSD groups

分组	例数	成功例数 [例(%)]	手术时间 ( $\bar{x} \pm s$ , min)	调整/更换封堵器后成功 [例(%)]	导丝不能通过 VSD [例(%)]	封堵器移位/脱落 [例(%)]
膜周部 VSD 组	239	229(95.8)	58.8 ± 27.2	12(5.0)	7(2.9)	2(0.8)
高位 VSD 组	105	100(95.2)	48.8 ± 17.9	5(4.8)	1(1.0)	2(1.9)
$t/\chi^2$ 值	/	$\chi^2 = 0.058$	$t = 2.680$	$\chi^2 = 0.010$	$\chi^2 = 1.255$	$\chi^2 = 0.724$
$P$ 值	/	0.809	0.008	0.918	0.263	0.395

注 VSD:室间隔缺损;/:代表无相关数据

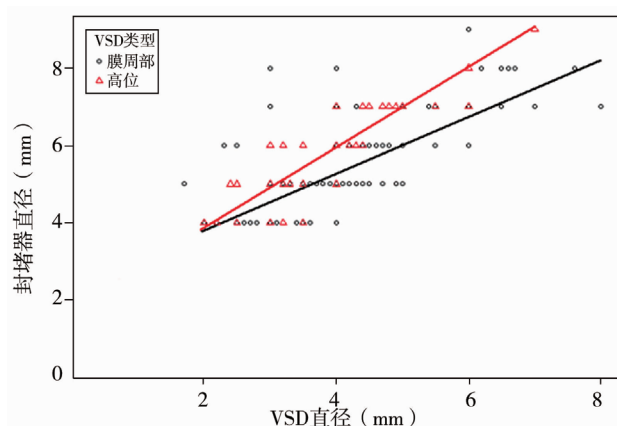


图4 膜周部 VSD 组和高位 VSD 组患儿的 VSD 直径与封堵器直径关系的散点图

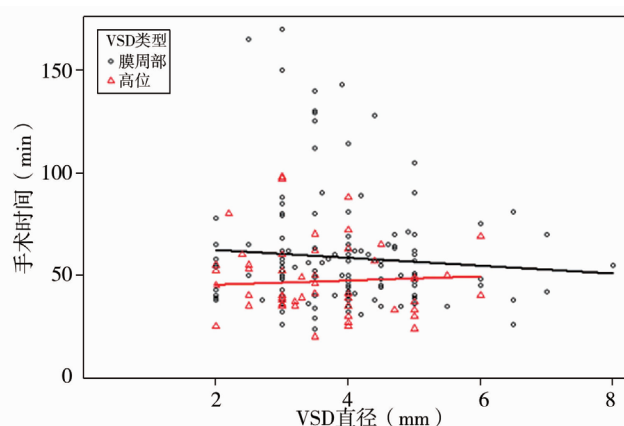


图5 膜周部 VSD 组和高位 VSD 组患儿 VSD 直径分别与手术时间关系的散点图

Fig. 4 Scatter diagrams of relationship between VSD diameter and occluder diameter in children with perimembranous VSD and high VSD Fig. 5 Scatter diagram of relationship between VSD diameter and operative duration in children with peri-membranous VSD and high VSD groups

表3 膜周部 VSD 组和高位 VSD 组患儿的 VSD 直径与封堵器直径、手术时间的相关性

Table 3 Correlation of VSD diameter with occluder diameter and operative duration in children with perimembranous VSD and high VSD groups

分组	封堵器直径		手术时间	
	r 值	P 值	r 值	P 值
膜周部 VSD 组	0.811	<0.001	-0.078	0.086
高位 VSD 组	0.908	<0.001	-0.111	0.170

注 VSD:室间隔缺损

VSD 封堵术。本团队采用改良经胸骨左缘肋间超微切口封堵小儿 VSD, 并发症发生率低, 且手术成功率高, 总体成功率达 95.6%, 略高于部分文献报道<sup>[9-11]</sup>。既往本团队研究发现, 对于不同类型的 VSD, 微创封堵术的总成功率差异有统计学意义, 而本研究中经肋间超微切口封堵膜周部 VSD 和高位 VSD 的成功率差异无统计学意义, 故此术式可较好地应用于此两种类型 VSD 的封堵治疗<sup>[12]</sup>。

### 一、术前 VSD 的体表定位和评估

膜周部和高位 VSD 采用经肋间超微切口。进行封堵治疗时, 虽均为肋间切口, 但因缺损位置不同, 故选取的肋间切口位置亦不同。为降低因超微切口带来的手术难度, 术前患儿体表定位应尽量精准。通常膜周部 VSD 一般选择胸骨左缘第 4~5 肋间, 高位 VSD 一般选择胸骨左缘第 3~4 肋间。行胸骨左缘肋间体表定位前, 应先摆好体位 (即患儿取平卧位, 右肩部稍垫高), 再行经胸超声心动图检查, 重点观察缺损位置及分流血流束方向, 选择缺损尽可能正对的肋间体表投影位置作为手术切口。膜周部缺损形态多样, 当缺损毗邻三尖瓣时极易影响瓣膜周围组织, 从而可能导致不同程度的三尖瓣反流。除三尖瓣本身发育异常需行瓣膜修复手术

外, 其余的三尖瓣反流均可通过封堵治疗改善, 故术前 TEE 对于此类缺损形成三尖瓣反流机制的评估应是重点<sup>[13-14]</sup>。高位 VSD 虽缺损靠近主动脉瓣或肺动脉瓣, 不伴有右室面的不规则增生, 分流口在形态上较膜周部 VSD 单一, 但因其解剖特点和血流动力学效应, 极易造成主动脉瓣脱垂和反流, 而脱垂瓣膜在一定程度上会部分覆盖缺损, 导致分流血流束直径实际上小于缺损直径, 故术前高位 VSD 评估的重点应是主动脉瓣膜脱垂及反流情况<sup>[5,15-16]</sup>。

### 二、术中右室面穿刺点定位

术中导丝能否顺利穿过 VSD 是决定手术成败的关键, 但对于不同类型的缺损而言, 决定导丝能否顺利穿过 VSD 的机制不同。膜周部 VSD 常因右室面不规则增生而形成膜状瘤, 并可伴有一个或多个分流口, 从而导致分流呈现多样化。因术中需从右室面穿刺插入导丝, 故应选择血流束朝向右室游离壁的分流口作为术中导丝插入处。对于高位 VSD, 缺损位置过高导致血流朝向肺动脉, 会增加导丝穿过缺损的难度。干下型 VSD 术中右室面穿刺点需位于右室流出道距离肺动脉瓣 5 mm 及以上处, 以免损伤肺动脉瓣环, 导致过高的分流束与穿刺点形成较大角度, 从而妨碍导丝的插入。

### 三、封堵器类型和型号的选择

术中对于膜周部和高位 VSD 在封堵器的选择上亦有所不同。膜周部 VSD 一般选择等边封堵器, 伞片大小一般比 VSD 最大径大 0.5~1.5 mm, 但当膜周部 VSD 伴膜状瘤形成、且膜状瘤中出现多孔分流时, 需根据实际情况选择。术前需仔细评估所有分流口的大小和位置, 以判断所选择的封堵器释放后是否能覆盖住所有的分流; 对于高位 VSD, 术前

应仔细观察缺损位置及瓣膜脱垂情况,缺损合并中度主动脉瓣脱垂、轻度主动脉瓣脱垂且缺损上缘距主动脉瓣距离  $< 2\text{ mm}$  者应选择偏心型封堵器,伞片大小一般比 VSD 最大径大  $1.5 \sim 2.0\text{ mm}$ ,此类封堵器左室面伞盘下缘自带 mark 点,这是术中封堵器释放时调整封堵器位置的重要标志<sup>[2-4]</sup>。

#### 四、封堵器置入后的评估

不管是何种类型的 VSD,在封堵器释放后均需第一时间采用 TEE 评估封堵器的形态和瓣膜情况。膜周部 VSD 封堵器释放后若右室面伞盘呈蘑菇蒂样,则说明封堵器在隧道或者膜状瘤内释放<sup>[4]</sup>;高位 VSD 偏心型封堵器释放后若封堵器形态不平整,则说明封堵器过小,导致上缘嵌入缺损内,此时需调整或更换封堵器后再行释放,防止封堵器脱落。当封堵器形态无异常后需观察瓣膜情况,偏心型封堵器的释放要重点关注主动脉瓣情况,等边封堵器的释放要重点关注三尖瓣情况,通常情况下,因不同缺损而形成的主动脉瓣反流或三尖瓣反流在封堵器成功释放后,都会获得一定程度的改善<sup>[5,16]</sup>;但若反流未改善甚至加重,则需判断是否因封堵器过大或位置不佳而致瓣膜关闭不全,此时需调整或更换封堵器释放后再行评估,以免随着时间推移封堵器磨蚀瓣膜或腱索而造成不可逆损伤。本研究中,仅有 1 例高位 VSD 患儿因封堵器释放后主动脉瓣反流加重而致封堵失败。对于封堵器释放后残余分流的情况,首先应考虑残余分流是否因封堵器型号过小无法完全覆盖 VSD 所致;若封堵器释放后不能覆盖所有的分流口,则需评估残余分流口的数量、大小、位置及血流流速,如残余分流口较小 ( $\leq 2\text{ mm}$ ) 且流速不快,则无需更换手术方案<sup>[3]</sup>;偏心型封堵器由于其非对称性结构,容易造成血流自封堵器腰部流向右室,当伞腰部分流流速  $< 2.5\text{ mL/s}$  时亦无需调整手术方案<sup>[5]</sup>。若发现分流来自偏心伞上缘、分流口较大或流速较快,可先尝试调整封堵器位置后再行 TEE 评估;若未见好转,可更换较大的封堵器后再行释放,此时不仅要重新评估封堵器释放后的形态、瓣膜和残余分流情况,还需关注封堵器是否会对流出道造成影响。

#### 五、相关并发症的评估

在行肋间超微切口封堵 VSD 的手术过程中,悬吊心包往左牵拉心脏时、使用镊子头行右室面定位时、导丝或鞘管穿过 VSD 戳破室间隔时,以及封堵器释放时,均可能导致患儿血压下降或心律失常,故术中应时刻监测心律和血压,一旦出现不良情

况,应及时调整手术方案,确保手术顺利进行。本研究所有封堵成功的患儿中,残余轻微分流 19 例,心包积液 19 例,胸腔积液 4 例,均在随访过程中自愈。

#### 六、对于手术团队的建议

本研究发现,膜周部 VSD 组和高位 VSD 组的缺损大小与手术时间均无关,但膜周部 VSD 组平均手术时间长于高位 VSD 组,可能是因为膜周部 VSD 较高位 VSD 在形态上呈多样化,另外膜部瘤的特定形态也极大增加了导丝通过缺损的难度。为提高此类手术的效率,除术中精准评估和引导外,TEE 医师和心脏外科医师的配合亦十分重要。故对此类难度较高的 VSD 行肋间切口封堵术时,建议选择经验丰富且经常合作的 TEE 医师和外科医师一起手术,以提高手术效率和成功率。

综上所述,TEE 下经肋间超微切口封堵小儿膜周部和高位 VSD 成功率高,术后患儿恢复质量好,虽高位 VSD 的手术耗时更短,但 VSD 的直径并不是影响手术时间的唯一决定性因素。介于此两种类型的 VSD 在整个围手术期中存在诸多不同之处,术者需注重手术细节,仔细鉴别评估,才能进一步提高手术成功率。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 谈林华、叶菁菁负责研究的设计;傅行鹏、俞劲和张泽伟进行研究;傅行鹏、俞劲、尤海容收集资料,傅行鹏和尤海容进行数据分析,傅行鹏、俞劲实施和起草文章;谈林华、叶菁菁对文章知识性内容进行审阅

#### 参 考 文 献

- [1] 俞劲,蒋国平,叶菁菁. 28772 例先天性心脏病超声心动图诊断分析[J]. 中华流行病学杂志, 2011, 32(5): 523-524. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.05.023.  
Yu J, Jiang GP, Ye JJ. Diagnosing congenital heart disease by echocardiography: a report of 28772 cases[J]. Chin J Epidemiol, 2011, 32(5): 523-524. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.05.023.
- [2] Yu J, Ma LL, Ye JJ, et al. Doubly committed ventricular septal defect closure using eccentric occluder via ultraminimal incision [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2017, 52(4): 805-809. DOI: 10.1093/ejcts/ezx269.
- [3] 俞劲,施旭聪,张泽伟,等. 食管超声引导下经肋间超微切口封堵小儿膜周部室间隔缺损[J]. 中华胸心血管外科杂志, 2017, 33(7): 400-403. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-4497.2017.07.005.  
Yu J, Shi XC, Zhang ZW, et al. Perimembranous ventricular septal defect performed super mini-invasive trans-intercostal device closure under the guidance of transesophageal echocardiography in children[J]. Chin J Thorac Cardiovasc Surg, 2017, 33(7): 400-403. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-4497.2017.07.005.



- [4] 俞劲,叶菁菁,张泽伟,等. 经食管超声在经左侧肋间小切口封堵小儿高位室间隔缺损中的应用价值[J]. 中华超声影像学杂志,2019,28(10):849-853. DOI:10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2019.10.004.
- Yu J, Ye JJ, Zhang ZW, et al. Application of transesophageal echocardiography in high ventricular septal defect closure via a small intercostal incision with eccentric occluder in children[J]. Chin J Ultrasonogr, 2019, 28(10):849-853. DOI:10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2019.10.004.
- [5] 高强,马良龙,张泽伟,等. 肋间超微创切口封堵干下型室间隔缺损[J]. 中华胸心血管外科杂志,2021,37(12):725-728. DOI:10.3760/cma.j.cn12434-20201209-00532.
- Gao Q, Ma LL, Zhang ZW, et al. Closing doubly committed ventricular septal defect through a super-minimal intercostal incision[J]. Chin J Thorac Cardiovasc Surg, 2021, 37(12):725-728. DOI:10.3760/cma.j.cn12434-20201209-00532.
- [6] Gao Z, Yu J, Zhang ZW, et al. Perimembranous ventricular septal defect closure via ultra-minimal trans intercostal incision in children[J]. J Card Surg, 2021, 36(9):3131-3137. DOI:10.1111/jocs.15760.
- [7] Gao Q, Jin J, Zhang ZW, et al. A study on eccentric occluder via ultra minimal incision of doubly committed subarterial ventricular septal defects[J]. J Card Surg, 2021, 36(6):2055-2060. DOI:10.1111/jocs.15484.
- [8] Yu J, Ye JJ, Zhang ZW, et al. Value of transesophageal echocardiography in device closure of perimembranous ventricular septal defects in children via ultra-minimal trans intercostal incision[J]. J Card Surg, 2022, 37(5):1171-1179. DOI:10.1111/jocs.16311.
- [9] 符芳永,胡世军,卜海松,等. 经胸封堵先天性室间隔缺损临床疗效[J]. 中国临床研究,2018,31(3):326-330. DOI:10.13429/j.cnki.cjcr.2018.03.009.
- Fu FY, Hu SJ, Bu HS, et al. Clinical efficacy for transthoracic closure of congenital ventricular septal defect[J]. Chin J Clin Res, 2018, 31(3):326-330. DOI:10.13429/j.cnki.cjcr.2018.03.009.
- [10] Fang J, Xie SB, Ma LC, et al. Anatomic and surgical factors affecting the Switch from minimally invasive transthoracic occlusion to open surgery during ventricular septal defect repair[J]. J Thorac Dis, 2018, 10(2):749-756. DOI:10.21037/jtd.2018.01.47.
- [11] 刘垚,欧阳文斌,逢坤静,等. 改良切口经胸微创封堵术治疗膜周室间隔缺损[J]. 中华小儿外科杂志,2016,37(2):81-84. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2016.02.001.
- Liu Y, Ouyang WB, Pang KJ, et al. Mini-invasive periventricular device closure of perimembranous ventricular septal defects via a modified skin approach[J]. Chin J Pediatr Surg, 2016, 37(2):81-84. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2016.02.001.
- [12] Yu J, Shi Z, Qian JJ, et al. Analysis and comparison of failure causes of minimally invasive surgical closure of ventricular septal defects in children[J]. World J Pediatr Surg, 2022, 6(1):e000432. DOI:10.1136/wjps-2022-000432.
- [13] 刘凌,刘君,高磊,等. 膜周部室间隔缺损合并三尖瓣中、重度反流介入治疗的疗效分析[J]. 中国循环杂志,2021,36(1):69-73. DOI:10.3969/j.issn.1000-3614.2021.01.013.
- Liu L, Liu J, Gao L, et al. Effect analysis of interventional therapy for perimembranous ventricular septal defect with moderate/severe tricuspid regurgitation[J]. Chin Circul J, 2021, 36(1):69-73. DOI:10.3969/j.issn.1000-3614.2021.01.013.
- [14] 刘凌,陈屿,郑庆厚,等. 合并三尖瓣中重度反流的膜周部室间隔缺损介入封堵疗效评价[J]. 河北医科大学学报,2021,42(6):637-640. DOI:10.3969/j.issn.1007-3205.2021.06.004.
- Liu L, Chen Y, Zheng QH, et al. Evaluations of therapeutic effect of interventional occlusion for perimembranous ventricular septal defect with moderate-to-severe tricuspid regurgitation[J]. J Hebei Med Univ, 2021, 42(6):637-640. DOI:10.3969/j.issn.1007-3205.2021.06.004.
- [15] Hu GB, Zhu XM, Song F. Aortic valve prolapse misdiagnosed as aortic sinus aneurysm in patients with ventricular septal defect. Analysis of the echocardiographic findings[J]. Saudi Med J, 2017, 38(4):431-434. DOI:10.15537/smj.2017.4.18761.
- [16] Zhang S, Zhu D, An Q, et al. Minimally invasive periventricular device closure of doubly committed sub-arterial ventricular septal defects: single center long-term follow-up results[J]. J Cardiothorac Surg, 2015, 10:119. DOI:10.1186/s13019-015-0326-6.
- (收稿日期:2022-12-13)

**本文引用格式:**傅行鹏,叶菁菁,俞劲,等. 食管超声引导下经肋间超微创切口封堵小儿膜周部和高位室间隔缺损的对比研究[J]. 临床小儿外科杂志,2023,22(5):412-418. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202212030-003.

**Citing this article as:** Fu XP, Ye JJ, Yu J, et al. Comparative analysis of perimembranous and high ventricular septal defects closure via an ultra-minimal trans-intercostal incision guided by transesophageal echocardiography in children[J]. J Clin Ped Sur, 2023, 22(5):412-418. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202212030-003.

· 编读往来 ·

## 论文中医学伦理问题及知情同意的要求

医学科研论文应遵循医学伦理基本原则。当报告以人为研究对象的临床研究时,作者应该说明其遵循的程序是否符合负责人体试验的委员会(单位性的、地区性的或国家性的)所制订的伦理学标准,提供该委员会的批准文件(批准文号著录于论文中)及受试对象或其亲属的知情同意书。如无批准文件,需说明是否符合2013年修订的《赫尔辛基宣言》的基本原则。研究涉及实验动物时,材料与方法中需注明动物许可证号及实验操作是否遵循国家或单位的动物伦理操作规范。