论 著

食道超声心动图评估边缘不足房间隔缺损经胸小切口与经颈内静脉封堵术的有效性和稳定性

陈玲玲[1,2]，左明良[1,2]，谭　今[3]，尹立雪[1,2]

1.四川省医学科学院·四川省人民医院（电子科技大学附属医院）心血管超声及心功能科（成都 610072）；2.超声心脏电生理学与生物力学四川省重点实验室，四川省心血管病临床医学研究中心（国家心血管疾病临床医学研究中心四川分中心）（成都 610072）；3.四川省医学科学院·四川省人民医院（电子科技大学附属医院）心脏外科（成都 610072）

【摘　要】目的 探讨经食道超声心动图（transesophageal echocardiography，TEE）评估边缘不足房间隔缺损（atrial septal defect，ASD）经胸小切口与经颈内静脉封堵术的有效性和稳定性。 **方法** 选取四川省人民医院心脏外科收治的边缘不足ASD患者72例，根据手术方式不同分为经胸小切口封堵组26例和经颈内静脉封堵组46例。所有患者均在TEE引导下进行封堵治疗。术前TEE筛选合适病例；麻醉状态下TEE再次评估ASD缺损状态（即ASD最大径和缺损边缘情况），选择合适型号封堵器并引导放置，封堵后即刻记录房间隔血流状态（即残余分流）和封堵器状态指标（即封堵器直径、主动脉端夹角和上腔静脉端夹角）；术后3天、2周、6月及12月进行心电图和经胸超声心动图（transthoracic echocardiography，TTE）随访并记录封堵器的脱落、瓣膜损伤等封堵器相关心脏并发症。 **结果** ①72例边缘不足ASD患者中69例成功置入封堵器，3例术后出现封堵器脱落并在急诊外科再次微创封堵。2例术后即刻显示有少量残余分流，1例3天后自行消失，1例因封堵器脱落再次封堵后消失。后期随访未见其他封堵器相关心脏并发症。②经颈内静脉封堵组封堵器主动脉端夹角、上腔静脉端夹角与ASD最大径呈正相关，主动脉端夹角与后缘残端长度呈负相关，上腔静脉端夹角与房室瓣缘残端长度呈负相关（$P<0.05$）。经胸小切口组封堵器主动脉端夹角、上腔静脉端夹角与ASD缺损最大径、各残端长度无明显相关（$P>0.05$）。 **结论** TEE引导经胸小切口与经颈内静脉封堵边缘不足ASD是一种可行且有效的手术方式，TEE能准确评估术前ASD缺损状态和术后封堵器状态，封堵器主动脉端夹角可以量化封堵器骑跨大动脉端的程度，封堵器上腔静脉端夹角可以反映外科缝合加固后封堵器伞面与上腔静脉间解剖位置变化，两者可用于外科微创封堵ASD术后封堵器稳定性的量化评估。

【关键词】房间隔缺损；经食道超声心动图；微创封堵治疗；封堵器

【中图分类号】R445.1　　**文献标志码**　A　　DOI：10.3969/j.issn.2096-3351.2023.04.012

Assessment of the effectiveness and stability of atrial septal defect closure using a mini thoracotomy and transvenous occlusion via the internal jugular vein guided by transesophageal echocardiography

CHEN Lingling[1,2], ZUO Mingliang[1,2], TAN Jin[3], YIN Lixue[1,2]

1. *Department of Cardiovascular Ultrasound and Non-invasive Cardiology, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu 610072, China*; 2. *Ultrasound in Cardiac Electrophysiology and Biomechanics Key Laboratory of Sichuan Province, Sichuan Provincial People's Hospital, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610072, China*; 3. *Department of Cardiothoracic Surgery, Sichuan Academy of Medical Sciences and Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu 610072, China*

【Abstract】Objective Assessment of the effectiveness and stability of atrial septal defect closure using a mini thoracotomy and transvenous occlusion via the internal jugular vein guided by transesophageal echocardiography. **Methods** A total of 72 cases of ostium secundum ASD patients with deficient rim, who underwent mini-invasive closure under the guidance of TEE at the Department of Cardiac Surgery in Sichuan Provincial People's Hospital were enrolled. The subjects were classified into two groups by the different surgical closure paths: 26 cases in the mini-incision transthoracic device closure (transthoracic group) and 46 cases in the trans-jugular vein device closure (trans-jugular vein group). TEE was used to screen suitable cases before operation. Under anesthesia, TEE re-evaluated the ASD defect status, including the maximum diameter and defect edge of ASD, selected the appropriate type of occluder and guided the monitoring placement. Immediately after occlusion, the blood flow status (i.e. residual shunt) of atrial septum and the status index of occluder (i.e. occluder diameter, occluder angles of the aortic edge and the SVC edge angle) were recorded. ECG and TTE were followed up 3 days, 2 weeks, 6 months and 12 months after operation to record related cardiac complications (i.e. occluder disloca-

基金项目：电子科技大学中央高校基金项目（ZYGX2020ZB038）

通信作者：尹立雪，E-mail:yinlixue_cardiac@163.com

引用本文：陈玲玲，左明良，谭今，等.食道超声心动图评估边缘不足房间隔缺损经胸小切口与经颈内静脉封堵术的有效性和稳定性[J].西南医科大学学报，2023，46（4）：336-341.DOI：10.3969/j.issn.2096-3351.2023.04.012

tion, valve injury). **Results** ①Among 72 ASD patients with insufficient rim, 69 cases were successfully closed, and 3 cases underwent second minimally invasive closure operation because of occluder dislocation.Small residual shunts were found in 2 cases after operation, 1 case disappeared by TEE observation 3 days after the procedure, and 1 case disappeared after re-occlusion due to the dislocation of occluder. No cardiovascular complication occurred during the later follow-up. ②The occluder angles of the aortic edge and the superior vena cava (SVC) edge in the trans-jugular vein group were positively correlated with the maximal defect diameter. The occluder angles of the aortic edge were negatively correlated with the posterior rim, and the occluder angles of the SVC edge were negatively correlated with the atrioventricular valve rim in the trans-jugular vein group ($P < 0.05$).The occluder angles of the aortic edge and the SVC edge were not correlated with the maximal defect diameter and each rim length in the transthoracic group ($P > 0.05$). **Conclusion**s TEE-guided minimally invasive surgical closure of ASD with insufficient edge is a feasible and effective procedure for ASD patients with deficient rims. TEE can accurately assess the defect state of ASD before operation and the state of occluder immediately after surgery. The occluder angles of the aortic edge can quantify the extent of the occluder riding across the aortic end, and the occluder angle of the SVC edge can reflect the changes of the anatomical position between the umbrella surface of the occluder and the superior vena cava after suture fixation. The above two ultrasonic indexes can be applied to the quantitative evaluation of the stability of the occluder after minimally invasive closure of ASD.

【Key words】 Atrial septal defect; Transesophageal echocardiography; Minimally invasive occlusion therapy; Occluder

房间隔缺损(atrial septal defect, ASD)是常见的先天性心脏病之一,约占整体先心病的30%[1-2]。目前ASD手术治疗方式包括传统开胸、介入封堵以及近年来兴起的外科微创封堵。体外循环下外科开胸手术尽管疗效可靠,适应症广,但因手术创伤大而不被ASD患者作为治疗首选。经皮导管介入封堵是ASD的标准治疗方法,与传统外科手术相比,具有创伤小、成功率高、住院时间和恢复时间短等优点[3],但其也有目前无法克服的缺点如医疗放射性暴露、患者年龄和体重的依赖性、缺损右肺静脉缘、上或下腔静脉缘等边缘不足或无残端患者封堵禁忌等。

现有研究显示,继发孔型ASD中存在单个或多个边缘不足5 mm的患者约20%。对于ASD缺损较大、边缘不够又不愿接受外科开胸手术的患者,外科经胸小切口路径封堵是不错的选择。而经颈内静脉封堵是外科微创封堵的另一种方式,即手术路径为颈内静脉。外科微创封堵ASD具有微创、安全、有效和无辐射等优点[4-5]。经食道超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)在这一术式完成过程中发挥着至关重要的作用[6],可以准确评估ASD缺损大小、边缘及与邻近结构的关系。

目前外科微创封堵术中TEE对边缘不足的ASD患者的封堵器稳定性判断,如有无移位或脱落风险等相关报道较少。本文分析了TEE引导经胸小切口与经颈内静脉封堵边缘不足ASD术前缺损状态及术后封堵器状态,拟评价ASD封堵术的有效性及封堵器稳定性有关的量化指标。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取四川省人民医院心脏外科接受TEE引导下外科微创封堵的边缘不足的继发孔型ASD患者72例。纳入标准:①单纯性继发孔型房间隔缺损;②缺损边缘不足(定义:缺损边缘小于5 mm)。排除标准:①需要在体外循环下手术修复的其他畸形,如其他类型的先心病和心脏瓣膜病等;②合并重度肺动脉高压不能耐受手术者。

所有患者术前均通过TEE确诊,并常规接受心电图、胸片检查。根据封堵途径不同将患者分为2组,即经胸小切口封堵组26例(男14例,女12例,年龄3 ~ 68岁)和经颈内静脉封堵组46例(男18例,女28例,年龄4 ~ 66岁)。入选患者均无明显临床症状如心悸、气促等。本研究患者均知情同意,并经医院伦理委员会审核批准。

1.2 仪器和方法

1.2.1 仪器准备 采用PHILIPS CX50彩色多普勒超声诊断仪,X7-2t TEE探头或SIEMENS ACUSON SC2000彩色多普勒超声诊断仪,Z6Ms TEE探头。房间隔缺损封堵器(深圳先健科技有限公司),根据TEE测量ASD最大径选择封堵器合适型号,即缺损最大直径加上2 ~ 6 mm。

1.2.2 术前评估ASD 术前采用多切面的TEE扫查,二维联合实时三维成像共同观测ASD缺损形态、大小、边缘、周围组织关系和房间隔最大径。在三个标准TEE超声心动图切面中对缺损边缘测量进行ASD分类,即:胸骨旁大动脉短轴切面测量缺损的主动脉缘及后缘,心尖四腔切面测量缺损的房室瓣缘及上缘,剑下双腔切面测量缺损的上腔静脉及下腔静脉缘[7]。

1.2.3 手术方法

1.2.3.1 经胸小切口封堵组 麻醉成功后仰卧位,常规消毒、铺巾;置入食道超声探头,术前及术中均行TEE检查;取右侧胸骨旁第3或4肋间约2 ~ 3 cm切口,逐层切开皮肤、皮下组织、胸大肌、肋间肌进胸,用胸骨牵开器撑开胸骨;膈神经上方约1 cm处切开心包约2 cm,悬吊;使用5-0丙烯线于右心房表面做一荷包,圈套器套线备用;穿刺置入输送鞘至左房,选用合适大小封堵器,经输送鞘、房缺顺利送至左心房,释放左心房面伞面,逐步后退输送鞘至房缺位置,轻轻牵拉封堵器固定

良好，释放封堵器右房伞面，封闭ASD，行“推拉”试验，调整封堵器释放器的位置至正常且无脱落。

全程TEE引导，确保无残余分流、并对房室瓣口、上下腔静脉及右侧肺静脉开口均无影响，完全释放封堵器，退出输送杆；若房间隔缺损后下缘缺损时，用3/0针穿过右房游离壁在封堵器后缘继续缝合1 ~ 2针；右房荷包打结，置心包引流管，逐层缝合右胸切口。

1.2.3.2 *经颈内静脉封堵组*　麻醉成功后仰卧位，常规消毒、铺巾；置入食道超声探头，术前及术中均行TEE检查。取右侧颈内静脉，穿刺针穿刺颈内静脉，顺利抽出回血后，置入导丝；通过引导钢丝置入可弯鞘，可弯鞘位于右房内，退出导丝及鞘管内芯，调节可调弯鞘使鞘管开口位于左房内；选用合适大小的房缺封堵器，经输送鞘、房缺顺利送至左心房，释放左心房面伞面，逐步退输送鞘至房缺位置，轻轻牵拉封堵器固定良好，释放封堵器右房伞面，封闭ASD。进行“推拉”试验和超声检查确保无残余分流，并对房室瓣口、上下腔静脉及右侧肺静脉开口均无影响后，完全释放封堵器，退出输送杆；右侧颈内静脉纱布加压包扎。

1.2.4 *术后即刻观测封堵器状态*　观测残余分流、封堵器直径、封堵器主动脉端夹角和上腔静脉端夹角情况。残余分流分级：①微量：分流束宽度 ≤ 1 mm；②少量：1 mm < 分流束宽度 ≤ 2 mm；③中等：2 mm < 分流束宽度 < 4 mm)；④大量：分流束宽度 ≥ 4 mm。封堵器主动脉端夹角：即主动脉端封堵器左、右心房面伞面内侧缘之间夹角(见图1)。封堵器上腔静脉端夹角：即上腔静脉端封堵器右房面伞面内侧缘与上腔静脉左侧壁间夹角(见图2)，若有腔静脉端加固情况需测量加固后的上腔静脉端夹角。

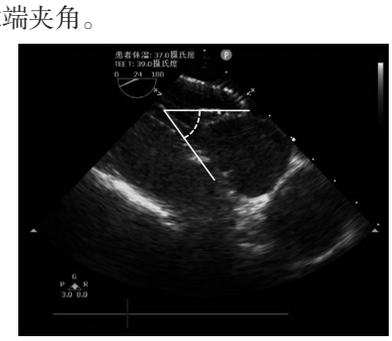


图1 TEE测量封堵器主动脉端夹角

Figure 1 TEE measurement of the occluder angle of aortic edge

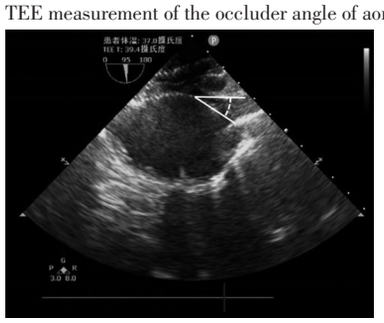


图2 TEE测量封堵器上腔静脉端夹角

Figure 2 TEE measurement of the occluder angles of the SVC edge

1.2.5 *术后随访*　术后使用阿司匹林抗凝治疗6个月，术后3天、2周、6个月及12个月进行随访评估，随访内容包括心电图和TTE检查。随访记录封堵器相关心脏并发症，如残余分流、封堵器脱落、主动脉或心房壁磨蚀、瓣膜损伤、房室传导阻滞及死亡等。

1.3 统计学分析

采用SPSS 26.0统计软件对数据进行统计分析。计量资料符合正态分布，以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。两组间差异用独立样本t试验分析连续变量，用卡方检验分析分类变量，以$P < 0.05$为差异有统计学意义。同一观察者和不同观察者之间封堵器夹角的一致性检测采用组内相关系数(intraclass correlation coeffcient，ICC)评估，ICC > 0.75表示一致性良好。选取10例经胸小切口封堵组和15例颈内静脉封堵组的封堵器主动脉端夹角、上腔静脉端夹角在同一观察者和不同观察者间作重复性检验。

2 结果

2.1 两组ASD患者基线资料比较

经胸小切口封堵组26例患者中1例为3岁儿童，余25例均为成人；经颈内静脉封堵组46例患者中1例为4岁儿童，余42例均为成人。两组患者相比，年龄、性别、体重、左室射血分数差异无统计学意义($P > 0.05$)；经胸小切口封堵组ASD最大径大于经颈内静脉封堵组，而上缘残端、房室瓣缘及下腔静脉缘残端小于经颈内静脉封堵组，差异有统计学意义($P < 0.05$)，而主动脉缘残端两组间差异无统计学意义($P > 0.05$)，见表1。

表1 两组ASD患者基线资料比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Preoperative clinical data between the two groups($\bar{x} \pm s$)

临床资料	经颈内静脉封堵组($n = 46$)	经胸小切口封堵组($n = 26$)	P
年龄(岁)	39.1 ± 18.6	40.6 ± 14.5	0.76
性别(女/男，%)	28/46 = 0.61	12/26 = 0.46	0.23
体重(kg)	56.0 ± 2.0	49.5 ± 5.6	0.32
左室射血分数(%)	0.66 ± 0.01	0.65 ± 0.02	0.88
ASD最大径(mm)	19.13 ± 6.69	33.89 ± 1.01	< 0.01
主动脉缘残端(mm)	1.06 ± 1.34	0.39 ± 0.70	0.09
后缘残端(mm)	11.37 ± 1.53	6.88 ± 2.02	0.09
上缘残端(mm)	7.25 ± 1.12	4.06 ± 1.39	< 0.01
房室瓣缘(mm)	14.68 ± 1.40	9.00 ± 1.15	< 0.05
上腔静脉缘(mm)	12.63 ± 1.06	9.38 ± 2.83	0.77
下腔静脉缘残端(mm)	8.38 ± 2.09	4.44 ± 2.25	< 0.01

2.2 两组患者术后并发症发生情况

2例患者封堵术后即刻TEE发现存在少量的残余分流，术后3天TTE检查发现其中1例残余分流自行消失，另1例患者出现封堵脱落而行急诊外科封堵手术，手术成功且未见残余分流。3例患者封堵术后第3天

TTE常规随访发现封堵器脱落，均行急诊外科封堵手术且成功（见表2）。后期随访观察2周 ~ 4年，无封堵器脱落或移位、无残余分流，未见明显主动脉或心房壁磨蚀或瓣膜损伤，无封堵器栓塞、房室传导阻滞及死亡等不良事件发生。

2.3 两组患者术后封堵器状态评价

表2 两组ASD患者外科微创封堵术后并发症

Table 2 Postoperative complications after minimally invasive surgical closure between the two groups

并发症	n	发生率(n,%)	发生时间	结局
封堵器脱落	经颈内静脉组1例	1,2.17	术后第3 d	取出脱落封堵器，再次放入原封堵器，在右房表面近
	经胸小切口组2例	2,7.69	术后第3 d	下腔静脉缘间断缝合1针，固定封堵器
残余分流	经颈内静脉组1例	1,2.17	术后即刻	近下腔缘残余分流2 mm：术后第2 d封堵器脱落，取出封堵器后再次封堵并加固右房顶1针
	经胸小切口组1例	1,3.85	术后即刻	房间隔远处残余分流2 mm：术后3 dTEE检查示自发闭合消失
血栓形成	0			
心脏侵蚀	0			
房室传导阻滞	0			
死亡	0			

表3 两组ASD患者封堵术后封堵器状态参数比较($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Post-operative occluder parameters between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

参数	经颈内静脉封堵组 (n = 46)	经胸小切口组 (n = 26)	P
封堵器主动脉端夹角(度)	71.38 ± 7.78	69.50 ± 16.8	0.67
封堵器上腔静脉端夹角(度)	16.94 ± 3.94	18.83 ± 6.02	0.29
封堵器直径(mm)	27.20 ± 1.68	38.00 ± 0.97	< 0.01
术后短期内脱落比例	1/46	2/26	0.46

2.3.2 两组封堵器夹角与ASD大小及残端的相关性

经颈内静脉封堵组封堵器主动脉端夹角与ASD最大径呈正相关($r = 0.663$, $P < 0.01$)，与后缘残端长度呈负相关($r = -0.480$, $P < 0.05$)；经颈内静脉封堵组封堵器上腔静脉端夹角与ASD最大径呈正相关($r = 0.563$, $P < 0.01$)，与房室瓣缘残端长度呈负相关($r = -0.515$, $P < 0.05$)（见表4）。经胸小切口封堵组封堵器主动脉端夹角、上腔静脉端夹角与ASD最大径及其残端长度均无明显相关性($P > 0.05$)，见表5。

表4 经颈内静脉组封堵器夹角与ASD大小及残端相关性分析

Table 4 Correlation between the occluder angle and defect size or rim in trans-jugular vein group

参数	主动脉端封堵器夹角		上腔静脉端封堵器夹角	
	r	P	r	P
ASD最大径	0.663	< 0.01[b]	0.563	< 0.01[b]
主动脉缘	0.263	0.276	−0.347	0.145
后缘	−0.480	0.038[a]	−0.211	0.386
房室瓣缘	−0.266	0.271	−0.515	0.024[a]
上缘	−0.350	0.142	−0.317	0.185
上腔静脉缘	−0.316	0.187	−0.119	0.626
下腔静脉缘	−0.009	0.972	0.039	0.875

注：与颈内静脉组封堵器夹角相关性，[a]$P < 0.05$, [b]$P < 0.01$。

2.3.1 两组封堵术后即刻封堵器状态参数

两组间封堵器主动脉端夹角、上腔静脉端夹角、术后2 d内封堵器脱落比例差异无统计学意义($P > 0.05$)；经胸小切口封堵组封堵器直径大于经颈内静脉封堵组，差异有统计学意义($P < 0.05$)，见表3。

表5 经胸小切口封堵组封堵器夹角与ASD大小及残端相关性分析

Table 5 Correlation between the occluder angle and defect size or rim in the transthoracic group

参数	主动脉端封堵器夹角		上腔静脉端封堵器夹角	
	r	P	r	P
ASD最大径	0.051	0.904	−0.290	0.487
主动脉缘	−0.577	0.134	−0.361	0.380
后缘	−0.280	0.502	0.255	0.542
房室瓣缘	0.046	0.914	0.266	0.525
上缘	0.00	1.000	0.088	0.837
上腔静脉缘	−0.325	0.432	−0.227	0.588
下腔静脉缘	−0.064	0.880	0.414	0.308

2.3.3 术中加固病例及脱落再次封堵病例封堵器夹角变化

2.3.3.1 加固病例 经胸小切口封堵加固患者有11例，封堵器上腔静脉端夹角由加固前平均值17.54 ± 4.85变化为51.09 ± 1.97($P < 0.05$)，平均变化31.82 ± 6.54（见图3）。

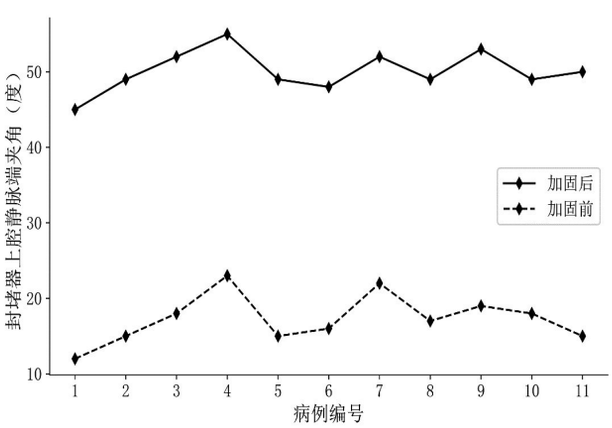


图3 经胸小切口封堵组缝合加固后封堵器上腔静脉端夹角变化

Figure 3 Changes in the occluder angle of the SVC edge after suture reinforcement in the transthoracic group

2.3.3.2 脱落再次封堵病例　回顾3例封堵后脱落病例主动脉端夹角分别为42度、27度、34度。再次封堵并手术加固后，主动脉端夹角增大，几乎达到70度。同时，封堵器上腔静脉端夹角也较第一次封堵后变得更大，分别增加22度、19度、37度。

2.4 封堵器夹角重复性检验　同一观察者和不同观察者之间经胸小切口封堵组主动脉端、上腔静脉端封堵器夹角和经颈内静脉封堵组主动脉端、上腔静脉端封堵器夹角检测到一致性良好，ICC分别为0.956、0.825、0.989和0.925。

3 讨论

缺损偏大、边缘不足的ASD经介入封堵非常困难[8-9]，封堵器无有效支撑，脱落风险高，而外科修补疗效确切但创伤较大，患者接受度差，外科微创封堵成为这类患者的另一选择[10-11]。TEE的应用是心脏外科术中监测上的一大进展，在微创外科ASD封堵的评价中更具优势[12-14]，如术前明确ASD类型、缺损残端及合并畸形以筛选适合封堵的患者，术中实时引导封堵器并评估封堵器对周围重要结构如房室瓣、肺静脉等的影响。本研究边缘不足ASD患者在TEE引导下行封堵成功率为95.8%（69/72），后期随访未出现封堵器相关心脏并发症，提示TEE引导外科微创封堵边缘不足ASD是一种有效、可行的手术方式。

封堵器移位、脱落是ASD封堵术后主要并发症之一，发生率为0.24%～1.44%[15]，常见原因为封堵器选择偏小或ASD边缘短小、薄软[16-20]。本研究中有4.2%（3/72）ASD患者出现封堵器脱落，发生率高于既往研究，考虑原因为纳入的ASD病例均存在缺损边缘不足。目前相关提高封堵器稳定性的超声研究较多[5-6,10,12,21]，但主要是集中在术前精准化评估ASD缺损状态等方面，而术后相关研究较少且多为定性观察封堵器移位或脱落情况，未见封堵器稳定性的量化评价。

主动脉缘残端缺乏或不足在继发孔型ASD中很常见，占成人ASD约24%[22]，占儿童ASD约60%[23]，这类继发孔型ASD进行封堵治疗时，大动脉短轴切面上封堵器呈“Y”型骑跨在主动脉后壁上，可以增加与心血管壁的接触面积，减少其在房间隔上的相对移位，增加封堵器的稳定性[19,24]。主动脉端封堵器夹角可能是预测封堵器稳定性的潜在指标。本研究发现经颈内静脉封堵组封堵器主动脉端夹角与ASD最大径呈中度正相关，提示缺损越大，封堵器主动脉端夹角越大，即封堵器主动脉骑跨度越大。杨宏波等研究[25]显示ASD介入封堵后，相对于封堵器与大动脉接触成角组，封堵器与大动脉呈切线组患者发生封堵器严重并发症更少，这与本研究结果类似。综上提示合适的封堵器主动脉端夹角对提高封堵器稳定性非常重要。

研究表明缝合固定封堵器可以有效地防止封堵器移位[26]。在外科微创封堵尤其是经胸小切口封堵ASD患者时，若缺损后缘或下腔静脉缘不足，外科医生常在右房顶近上腔静脉处行加固缝合，以增加封堵器左房侧盘片支撑力。本研究中有11例胸小切口封堵患者首次封堵和3例封堵器脱落患者再次封堵时均进行了封堵器加固缝合，TEE显示加固后封堵器右房侧盘片与上腔静脉内侧壁间夹角明显增大，这些病例随访未出现封堵器移位或脱落。本研究引入测量封堵器上腔静脉端夹角，量化反映缝合加固对封堵器与相邻上腔静脉解剖关系变化，发现经颈内静脉封堵组封堵器上腔静脉端夹角与ASD最大径呈中度正相关，提示缺损越大，封堵器上腔静脉端夹角越大，这可能与封堵术后24 h内房间隔位移不明显有关，而后者直接与术前ASD大小呈正相关。

本研究中经颈内静脉封堵组主动脉端夹角与后缘残端长度呈中度负相关，上腔静脉端夹角与房室瓣缘残端长度呈中度负相关，提示缺损后缘残端和房室瓣缘残端越短时，封堵器主动脉端夹角和上腔静脉端夹角越大，原因可能时缺损前缘和房室瓣缘残端越短时，封堵器会向缺损的相应对侧缘结构后缘和上腔静脉缘移动以增加封堵器稳定性。本研究中经胸小切口封堵组的封堵器主动脉端及上腔静脉端夹角则与ASD大小及残端无明显相关，考虑可能原因与其ASD缺损更大、残端更短及手术方式不同有关。本研究中手术病例数不多，尤其是经胸小切口封堵组，可能影响了该组患者的封堵器主动脉端及上腔静脉端夹角的评价。

4 结论

TEE引导边缘不足ASD经胸小切口与经颈内静脉封堵均是可行且有效的手术方式，TEE能准确评估术前ASD缺损状态和术后封堵器状态，封堵器主动脉端夹角可以量化封堵器骑跨大动脉端的程度，封堵器上腔静脉端夹角可以反映外科缝合加固后封堵器伞面与上腔静脉间解剖位置变化，两者可用于ASD封堵术后对封堵器稳定性的量化评估。

5 参考文献

[1] RAO P S, HARRIS A D. Recent advances in managing septal defects: atrial septal defects[J]. F1000Research, 2017, 6: 2042.

[2] BRADLEY E A, ZAIDI A N. Atrial septal defect[J]. Cardiology Clinics, 2020, 38(3): 317-324.

[3] OSTER M, BHATT A B, ZARAGOZA-MACIAS E, *et al*. Interventional therapy versus medical therapy for secundum atrial septal defect: a systematic review (part 2) for the 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): e814-e830.

[4] YANG Y F, ZHANG W Z, WU Q, *et al*. Transcatheter closure of atrial septal defects without fluoroscopy: a well-established procedure for alternative use in children[J]. EuroIntervention, 2016,12(5): e652-e657.

[5] ZHU P, QIANG H F, LIU F, *et al*. Clinical evaluation of percutaneous and intra-operative device closure of atrial septal defects under transesophageal echocardiographic guidance: one center experience and mid-term follow-up[J]. Journal of Cardiothoracic Surgery, 2020,15(1): 20.

[6] 叶振盛, 戴莹, 赖宝春, 等.单纯经胸超声引导下经皮房间隔缺损封堵术临床价值分析[J]. 临床合理用药杂志, 2019,12(11):164-165.

[7] AMIN Z. Transcatheter closure of secundum atrial septal defects[J]. Catheterization and Cardiovascular Interventions, 2006 ,68(5): 778-787.

[8] FACCINI A, BUTERA G. Atrial septal defect (ASD) device trans-catheter closure: limitations[J]. Journal of Thoracic Disease, 2018,10(S24): S2923-S2930.

[9] 和旭梅, 谢学刚, 何璐, 等.选择成人巨大房间隔缺损介入治疗封堵器的影响因素[J]. 中国介入影像与治疗学, 2019,16(12): 717-720.

[10] CHEN Q, CAO H, ZHANG G C, *et al*. Safety and feasibility of intra-operative device closure of atrial septal defect with transthoracic minimal invasion[J]. European Journal of Cardio-Thoracic Surgery, 2012,41(1): 121-125.

[11] AGARWAL S K, GHOSH P K, MITTAL P K. Failure of devices used for closure of atrial septal defects: mechanisms and management[J]. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, 1996,112(1): 21-26.

[12] XU W Z, LI J H, YE J J, *et al*. Transesophageal echocardiography and fluoroscopy for percutaneous closure of atrial septal defects[J]. Medicine, 2018,97(43): e12891.

[13] 王富栋.经食道超声引导室、房间隔缺损外科微创封堵手术效果与经验总结[D].南昌:南昌大学,2020.

[14] 朱全伟, 刘宇航, 卢绪宁, 等. 经胸超声与经食管超声引导下经右颈内静脉可调弯鞘封堵小儿房间隔缺损疗效比较[J]. 中国现代医学杂志, 2022,32(1): 13-17.

[15] BARTEL T, BONATTI J O, MÜLLER S. Device dislocation, probably due to paroxysmal coughing early after percutaneous closure of secundum type atrial septal defect[J]. The American Journal of Cardiology, 2008,101(4): 548-549.

[16] OMELCHENKO A, GORBATYKH Y, VOITOV A, *et al*. Perventricular device closure of ventricular septal defects: results in patients less than 1 year of age[J]. Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery, 2016,22(1): 53-56.

[17] KIM H H, YI G J, SONG S W. Late migration of amplatzer septal occluder device to the descending thoracic aorta[J]. The Korean Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, 2017,50(1): 47-49.

[18] 邢佳怡, 王建德, 田莉莉, 等.超声心动图检查继发孔型房间隔缺损封堵术后并发症的诊断价值[J]. 中国循环杂志, 2020,35(1): 72-77.

[19] 中国医师协会心血管内科医师分会先天性心脏病工作委员会.常见先天性心脏病介入治疗中国专家共识[J]. 介入放射学杂志, 2011, 20(1): 3-9.

[20] AMEDRO P, BAYBURT S, ASSAIDI A, *et al*. Should transcatheter closure of atrial septal defects with inferior-posterior deficient rim still be attempted? [J]. Journal of Thoracic Disease, 2019,11(3): 708-716.

[21] 梁栋, 范太兵.超声引导下外科微创封堵治疗儿童单纯房间隔缺损的疗效与分析[J]. 中西医结合心血管病电子杂志, 2019,7(12):16-17.

[22] BUTERA G, ROMAGNOLI E, CARMINATI M, *et al*. Treatment of isolated secundum atrial septal defects: impact of age and defect morphology in 1, 013 consecutive patients[J]. American Heart Journal, 2008,156(4): 706-712.

[23] O'BYRNE M L, GLATZ A C, SUNDERJI S, *et al*. Prevalence of deficient retro-aortic rim and its effects on outcomes in device closure of atrial septal defects[J]. Pediatric Cardiology, 2014,35(7): 1181-1190.

[24] 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®. Catheter Cardiovasc Interv. 2017 ,89(1):102-111.

[25] 杨宏波,张戈军,唐永研,等.房间隔缺损封堵器相关严重并发症的原因分析[J].岭南心血管病杂志,2019,25(2):195-197.

[26] MOHITE P N, KUTHE S A, RANADE S D, *et al*. Suture fixation of migrated septal occluder device to prevent further migration: a simple surgical technique[J]. Journal of Cardiothoracic Surgery, 2013,8: 10.

(利益冲突:无)

(收稿日期:2023-03-23;修回日期:2023-04-26)