

XPLANE technique for evaluation on right ventricular function of atrial septal defect patients before and after percutaneous intervention

LIU Han, LIU Anning, LI Yuhong*

(Department of Ultrasound, the First Affiliated Hospital of Jinzhou Medical University, Jinzhou 121001, China)

[Abstract] **Objective** To explore the application value of right ventricular longitudinal shortening fraction (LSF) obtained with XPLANE technique for evaluation on changes of right ventricular function in patients with atrial septal defect (ASD) before and after percutaneous intervention (PI), and to analyze relative impact factors. **Methods** Totally 68 patients with ultrasound-diagnosed ASD who accepted PI were collected. All patients underwent echocardiography before PI, 1 month and 3 months after PI, respectively. Then LSF of apical plane of 2-chamber (LSF_{AP2}) and apical plane of 4-chamber (LSF_{AP4}) images and the mean value of LSF_{AP2} and LSF_{AP4} (LSF_{APM}), tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE), pulmonary hypertension (PH) grading, as well as right ventricle end-diastolic diameter/left ventricle end-diastolic diameter (RVEDD/LVEDD) grading before and after PI were measured and compared. The correlation of LSF_{AP2} , LSF_{AP4} , LSF_{APM} and TAPSE, and the impact factors of LSF_{APM} were analyzed. **Results** RVEDD/LVEDD ($H=76.07, 77.74$) and PH ($H=42.02, 49.83$) grading 1 month and 3 months after PI were lower than those before PI (all $P<0.05$). There were statistical differences of LSF_{AP4} , LSF_{AP2} , LSF_{APM} and TAPSE in right ventricle before and after PI ($F=6.11, 3.18, 8.35, 20.28$, all $P<0.05$). NO statistical difference was found between LSF_{AP4} and LSF_{APM} before PI nor those after PI (both $P>0.05$). There were statistical differences of remaining LSF_{AP2} , LSF_{AP4} , LSF_{APM} and TAPSE before and after PI (all $P<0.05$). LSF parameters before and after PI were positively correlated with TAPSE (all $P<0.05$). Age and preoperative PH grading were the common impact factors of LSF_{APM} before and after PI. **Conclusion** XPLANE technique can be used to effectively observe the changes of right ventricular function in patients with ASD before and after PI. The morphology and function of right ventricle in patients can be improved with PI, and the variation trend of LSF parameters and TAPSE before and after PI are basically similar. Age and preoperative PH grading are impact factors of right heart function before and after PI.

[Keywords] heart defects, congenital; ventricular function, right; interventional therapy; ultrasonography

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2020.06.000

XPLANE 技术评价经皮介入封堵房间隔缺损前后右心室功能

刘 晗, 刘安宁, 李玉宏*

(锦州医科大学附属第一医院超声科, 辽宁 锦州 121001)

[摘 要] **目的** 探讨采用 XPLANE 技术测量右心室纵向缩短分数 (LSF) 评估经皮介入封堵 (PI) 房间隔缺损 (ASD) 前

[基金项目] 辽宁省自然科学基金 (20170540381)、辽宁省兴辽英才计划 (XLYC1802049)。

[第一作者] 刘晗 (1994—), 男, 内蒙古乌兰浩特人, 在读硕士, 医师。研究方向: 心血管疾病超声诊断。E-mail: liuhanhlhlh@163.com

[通信作者] 李玉宏, 锦州医科大学附属第一医院超声科, 121001。E-mail: yuhong_jiahui@163.com

[收稿日期] 2019-06-11 **[修回日期]** 2020-02-17

后右心室功能变化的应用价值, 分析及其影响因素。方法 收集 68 例经超声检查诊断 ASD 并接受 PI 患者, 分别于术前及术后 1、3 个月行超声心动图检查, 采用 XPLANE 技术测量并比较其二腔心切面 (LSF_{AP2}) 和四腔心切面 (LSF_{AP4}) 图像 LSF 及其均值 (LSF_{APM})、三尖瓣环收缩期位移 (TAPSE)、肺动脉高压 (PH) 分级、右心室与左心室舒张末期内径比 ($RVEDD/LVEDD$) 分级的差异; 分析 LSF_{AP2} 、 LSF_{AP4} 、 LSF_{APM} 与 TAPSE 的相关性及 LSF_{APM} 的影响因素。结果 术后 1、3 个月 $RVEDD/LVEDD$ ($H=76.07, 77.74$) 及 PH 分级 ($H=42.02, 49.83$) 均较术前降低 (P 均 <0.05)。3 个时间点之间右心室 LSF_{AP2} 、 LSF_{AP4} 、 LSF_{APM} 及 TAPSE 差异均有统计学意义 ($F=6.11, 3.18, 8.35, 20.28, P$ 均 <0.05); 术前与术后 3 个月 LSF_{AP4} 、 LSF_{APM} 差异无统计学意义 (P 均 >0.05), LSF_{AP2} 、 LSF_{AP4} 、 LSF_{APM} 及 TAPSE 两两比较差异均有统计学意义 (P 均 <0.05)。PI 前后 LSF 参数均与 TAPSE 呈正相关 (P 均 <0.05)。年龄、术前 PH 分级为 LSF_{APM} 的共同影响因素。结论 利用 XPLANE 技术可有效观察 ASD 患者 PI 前后右心室功能变化。PI 术后 ASD 患者右心室形态及功能均获改善, 且术前及术后 LSF 参数与 TAPSE 变化趋势基本一致。年龄和术前 PH 分级为 ASD 患者右心功能的影响因素。

【关键词】 心脏缺损, 先天性; 心室功能, 右; 介入治疗; 超声检查

【中图分类号】 R541.1; R445.1 【文献标识码】 A 【文章编号】 1003-3289(2020)06-0000-00

房间隔缺损 (atrial septal defect, ASD) 是最常见的先天性心脏病之一, 经皮介入封堵术 (percutaneous intervention, PI) 为其有效治疗方法, 而术前、术后准确评价患者右心功能甚为重要^[1-2]。右心室纵向运动对评估右心室功能有重要意义^[3-4]。采用 XPLANE 技术测量右心室纵向缩短分数 (longitudinal shortening fraction, LSF) 可有效评价右心室功能变化^[5]。本研究观察 XPLANE 技术测量 LSF 评估 PI 前后 ASD 患者右心室功能变化的应用价值, 并分析其影响因素, 为临床治疗 ASD 提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2017 年 12 月—2019 年 6 月 86 例于锦州医科大学附属第一医院经超声诊断为继发孔型 ASD 患者。纳入标准: ①年龄 >10 岁; ② $5\text{ mm} \leq \text{ASD 直径} < 36\text{ mm}$; ③继发孔型 ASD; ④适于接受 PI 治疗。排除标准: ① ASD 直径 $\geq 36\text{ mm}$; ②缺损边缘与冠状静脉窦、上腔静脉、下腔静脉及肺静脉的距离均 $<5\text{ mm}$, 与房室瓣距离 $<7\text{ mm}$; ③原发孔及多孔型 ASD、ASD 合并肺静脉异位引流; ④合并需外科手术的其他心脏畸形; ⑤心房水平右向左分流; ⑥原发性高血压, 无法行 PI; ⑦妊娠、哺乳期; ⑧持续性房颤及频

发期前收缩。

1.2 仪器及方法 采用 Philips EPIQ 7C 超声诊断仪, X5-1 探头, 频率 $1\sim5\text{ MHz}$, 于 PI 前及术后 1、3 个月行超声心动图检查。嘱患者左侧卧, 采集心尖四腔心切面 (apical plane of 4-chamber, AP4) 图像, 连续 5 个心动周期, 帧频大于 60 帧/s 。选取 XPLANE 模式, 显示屏自动显示 2 幅相交垂直的切面图像后, 尽量将取样线置于三尖瓣开口处, 嘱患者屏气后采集图像。由 2 名具有 5 年工作经验的超声科主治医师采用 Philips QLAB 10.5 定量分析软件对所有数据进行分析, 分别于二腔心切面 (apical plane of 2-chamber, AP2) 及 AP4 图像上手动选取包括三尖瓣两侧瓣环及心尖在内的 3 个点, 获得 2 个切面下右心室 LSF_{AP2} 及 LSF_{AP4} 并计算其均值: $LSF_{APM} = (LSF_{AP2} + LSF_{AP4})/2$ 。见图 1。

根据简化伯努利方程及三尖瓣反流峰速 (tricuspid regurgitation peak velocity, TRPV) 计算肺动脉收缩压 (pulmonary arterial systolic pressure, PASP), 间接估测肺动脉高压 (pulmonary hypertension, PH) 等级: PASP $<50\text{ mmHg}$ 为轻度/无 PH, 记为 1 级; $50\text{ mmHg} \leq \text{PASP} <70\text{ mmHg}$ 为中度 PH, 记为 2 级; $\text{PASP} \geq 70\text{ mmHg}$ 为重度 PH, 记为 3 级^[6-7]。

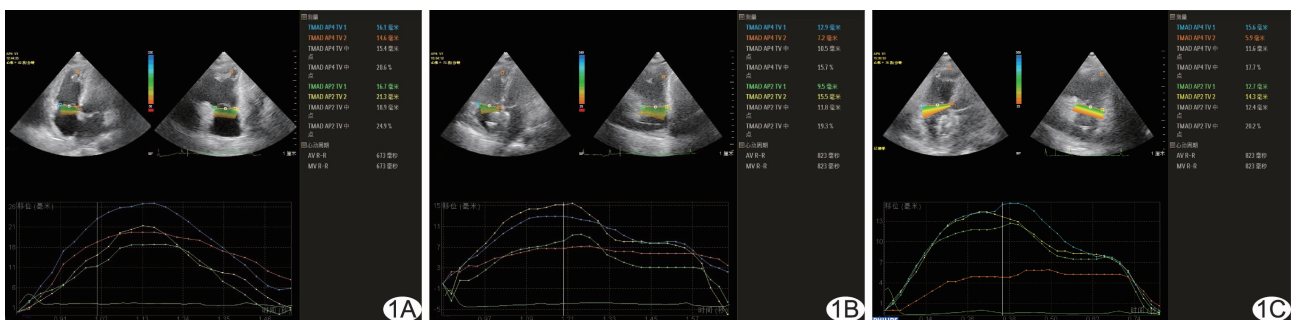


图 1 患者女, 40 岁, ASD, PI 前后 3 个时间点右心室 LSF A. 术前声像图 (LSF_{AP2} : 24.90%, LSF_{AP4} : 20.60%); B. 术后 1 个月声像图 (LSF_{AP2} : 19.30%, LSF_{AP4} : 15.70%); C. 术后 3 个月声像图 (LSF_{AP2} : 20.20%, LSF_{AP4} : 17.70%)

于 AP4 图像上手动测量右心室及左心室舒张期最大直径,并计算其比值,即右心室与左心室舒张末期内径之比(right ventricle end-diastolic diameter/left ventricle end-diastolic diameter, RVEDD/LVEDD)。RVEDD/LVEDD<2/3 为右心比例正常,记为 1 级;2/3≤RVEDD/LVEDD<1 的为右心比例略增大,记为 2 级;RVEDD/LVEDD≥1 者为右心比例增大,记为 3 级。记录三尖瓣环收缩期位移(tricuspid annular plane systolic excursion, TAPSE)^[8]。

1.3 统计学方法 采用 SPSS 23.0 统计分析软件。以 $\bar{x} \pm s$ 表示符合正态分布的计量资料,计数资料以频数表示。采用 *Kruskal-Wallis* 检验比较 PI 前及术后 1、3 个月 PH 分级及 RVEDD/LVEDD 分级的差异。采用单因素方差分析比较 PI 前后患者右心室 LSF 及 TAPSE 差异,以 *LSD* 检验进行组间两两比较;采用 *Pearson* 相关分析观察 LSF 与 TAPSE 的关系,多元线性逐步回归分析右心室 LSF_{APM} 的影响因素。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

共 68 例 ASD 患者纳入本研究,男 24 例,女 44 例,年龄 12~68 岁,中位年龄 46.5 岁;ASD 直径 5~35 mm,平均(18.56±8.51) mm。

2.1 PI 前后 ASD 患者右心各参数比较 3 个时间点 RVEDD/LVEDD 及 PH 分级差异均有统计学意义(*P*均<0.05);两两比较,术后 1、3 个月 RVEDD/LVEDD 分级、PH 分级均较术前明显降低(*P*均<

0.05,表 1、2)。3 个时间点右心室 LSF_{AP2}、LSF_{AP4}、LSF_{APM} 及 TAPSE 差异均有统计学意义(*F*=6.11、3.18、8.35、20.28, *P*均<0.05);两两比较,术前术后 3 个月 LSF_{AP4}、LSF_{APM} 与差异无统计学意义(*P*均>0.05),而 LSF_{AP2}、LSF_{AP4}、LSF_{APM}、TAPSE 差异均有统计学意义(*P*均<0.05)。见图 2。

2.2 LSF 参数与 TAPSE 的关系 PI 术前(*r*=0.72、0.76、0.76, *P*均<0.05)、术后 1 个月(*r*=0.56、0.58、0.61, *P*均<0.05)、术后 3 个月(*r*=0.78、0.79、0.81, *P*均<0.05) LSF_{AP4}、LSF_{AP2}、LSF_{APM} 均与 TAPSE 呈正相关,其中 LSF_{APM} 与

TAPSE 相关性均最强。见图 3。
2.3 PI 前后患者右心室 LSF_{APM} 的影响因素 以 3 个时间点右心室 LSF_{APM} 值为因变量,年龄、术前 ASD 直径、术前 RVEDD/LVEDD 分级、术前 PH 分级为自变量进行多元线性逐步回归分析,结果示年龄、术前 PH 分级为 3 个时间点 LSF_{APM} 的共同影响因素,术前 RVEDD/LVEDD 分级为术前 LSF_{APM} 的影响因素。见表 3。

表 1 PI 前后 ASD 患者 RVEDD/LVEDD 及 PH 分级比较(例, *n*=68)

时间点	RVEDD/LVEDD 分级			PH 分级		
	1 级	2 级	3 级	1 级	2 级	3 级
术前	7	23	38	32	20	16
术后 1 个月	48	19	1	59	8	1
术后 3 个月	50	16	2	65	1	2
<i>H</i> 值	92.45			51.05		
<i>P</i> 值	<0.01			<0.01		

表 2 PI 前后 ASD 患者 RVEDD/LVEDD 分级及 PH 程度两两比较

时间点	RVEDD/LVEDD 分级		PH 分级	
	<i>H</i> 值	<i>P</i> 值	<i>H</i> 值	<i>P</i> 值
术前 vs 术后 1 个月	76.07	<0.01	42.02	<0.01
术后 1 个月 vs 术后 3 个月	1.67	0.86	7.81	0.89
术前 vs 术后 3 个月	77.74	<0.01	49.83	<0.01

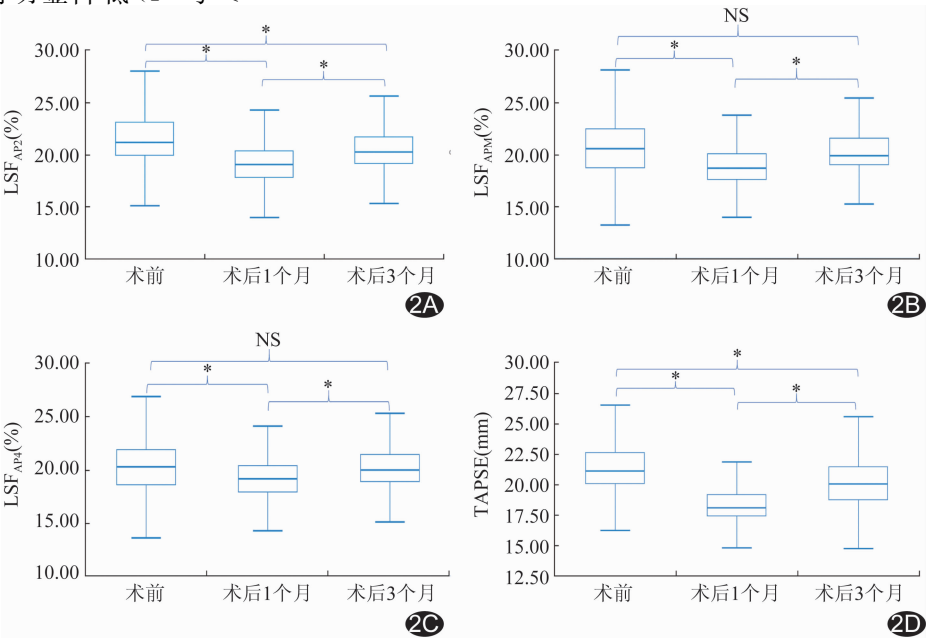


图 2 PI 前后 3 个时间点 ASD 患者右心功能参数箱式图 A. LSF_{AP2}; B. LSF_{APM}; C. LSF_{AP4}; D. TAPSE (* :*P*<0.05; NS 为 *P*>0.05)

表 3 PI 前后 3 个时间点 ASD 患者右心室 LSF_{APM} 影响因素多元逐步回归分析结果

自变量	术前		术后 1 个月		术后 3 个月	
	β 值	P 值	β 值	P 值	β 值	P 值
年龄	-0.59	<0.01	-0.59	<0.01	-0.67	<0.01
术前 PH 分级	-0.67	<0.01	-0.53	<0.01	-0.45	<0.01
术前 RVEDD/LVEDD 分级	0.24	<0.01	0.06	0.39	0.10	0.14
ASD 直径	0.02	0.81	0.01	0.90	-0.06	0.28

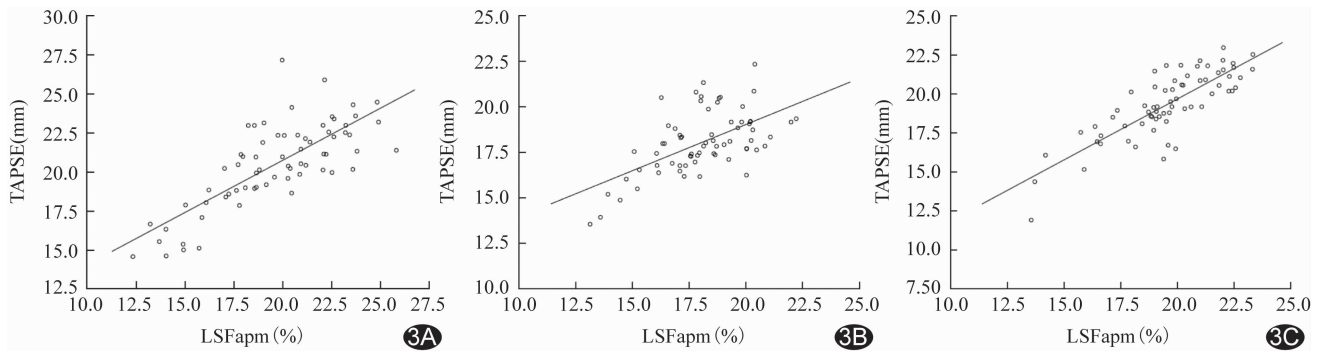


图 3 PI 前后 3 个时间点 ASD 患者右心室 LSF_{APM} 与 TAPSE 相关性的散点图 A. PI 前($r=0.76$); B. PI 后 1 个月($r=0.61$); C. PI 后 3 个月($r=0.81$)

3 讨论

目前 PI 已成为 ASD 的标准治疗方法^[9]。超声心动图可用于评估 PI 后心功能变化,是判断预后及病情发展的重要手段^[10-11]。ASD 对右心形态和功能影响较大,评价 PI 后 ASD 患者右心室功能尤为重要^[2]。右心解剖结构复杂,传统双平面 Simpson 法不能较好地评价其功能。有学者^[12]认为右心室功能改变主要体现为纵向缩短,故纵向运动参数对观察右心室功能有较好的价值。

TAPSE 为评价右心室长轴变化的常用传统指标,可很好地反映右心室总体运动,且与其他右心指标相关性好^[8]。本组 PI 前后 3 个时间点右心室 LSF 变化趋势与 TAPSE 基本一致,且与 TAPSE 均呈正相关,LSF_{APM} 与 TAPSE 相关性均最佳。既往研究^[3-4]显示 LSF 与 CMR 的相关性及一致性均较好,后者为评价心室功能的金标准,且诊断效能高于 TAPSE。李一丹等^[5]发现以 XPLANE 模式测得的双平面 LSF_{APM} 与传统右心室功能参数的相关性高于任意单平面获得的 LSF,且其预测右心功能减低的特异度亦较 CMR 更佳。采用 XPLANE 技术测量 LSF,可将 2 个平面的 LSF 结合而成为一种实时双平面二维斑点追踪技术,可用于评估 ASD 患者 PI 前后右心室功能变化。

本研究结果显示 PI 后右心室径线及 PH 分级均明显下降,提示 PI 可使之迅速改善;而代表右心功能的 LSF 及 TAPSE 则在短期内下降,可能是术后右室容积迅速减小,前负荷减低,心肌初长度缩短,右室功

能代偿性下降所致。既往研究^[13]认为上述表现并不意味着右心功能真正降低,相反是良性改变^[14];但本组术前存在重度肺动脉高压患者术后右心功能恢复缓慢而微弱,且右心室内径恢复时间延长,50 岁以上患者甚至可于术后 3~6 个月发生病情恶化和右心功能衰竭。研究^[15]发现 18~50 岁 ASD 患者 PI 后右心室收缩压下降,而 50 岁以上患者术后右心室收缩压基本无改变;而在无右室流出道梗阻以肺动脉狭窄的前提下,右室收缩压等同于肺动脉高压^[16]。50 岁以上 ASD 患者或许已经存在不可逆肺动脉高压,直接影响右室功能恢复。

通过分析 PI 前后各时间点右心室 LSF_{APM} 的影响因素,本研究发现年龄及术前 PH 分级与各时间点 LSF_{APM} 均呈负相关,为其共同影响因素,即年龄越大、PH 级别越高,对右心功能影响越大;而 ASD 直径对 3 个时间点右心室 LSF_{APM} 均无明显影响,可能与样本量小、且其中 50 岁以上者较少有关。即使 ASD 直径 > 25 mm,早期行 PI 亦可使轻、中度 PH 患者肺动脉压恢复正常,避免发展成为永久性 PH^[17]。早期干预及降低 PH 分级对提高 PI 治疗 ASD 的效果及善预后十分重要。

综上,利用 XPLANE 技术可有效测量 ASD 患者 PI 前后右心室功能变化;PI 术后 ASD 患者右心室形态及功能均获改善,且 PI 前后 LSF 与 TAPSE 变化趋势基本一致,提示年龄和术前 PH 分级为 PI 前后影响右心功能的因素。本研究尚存不足:①样本量少,未能

按照年龄、PH 等因素进行分组观察;②未随访右心功能远期恢复情况。

[参考文献]

- [1] YANG M C, WU J R. Recent review of transcatheter closure of atrial septal defect [J]. Kaohsiung J Med Sci, 2018, 34 (7): 363-369.
- [2] RAO P S, HARRIS A D. Recent advances in managing septal defects: Atrial septal defects[J]. F1000Res, 2017, 6:2042.
- [3] ALONSO P, ANDRES A, MIRO V, et al. Diagnostic power of echocardiographic speckle tracking of the tricuspid annular motion to assess right ventricular dysfunction[J]. Int J Cardiol, 2014, 172(1):e218-e219.
- [4] HUGUES T, GIBELIN P P. Assessment of right ventricular function using echocardiographic speckle tracking of the tricuspid annular motion: Comparison with cardiac magnetic resonance[J]. Echocardiography, 2012, 29(3):375-376.
- [5] 李一丹,王怡丹,杨媛华,等. xPlane 技术测量右室纵向缩短分数评价肺动脉高压右心功能[J]. 中国超声医学杂志, 2017, 33(11): 970-973.
- [6] GALIE N, HUMBERT M, VACHIERY JL, et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT)[J]. Eur Heart J, 2016, 37(1):67-119.
- [7] POST M C. Association between pulmonary hypertension and an atrial septal defect[J]. Neth Heart J, 2013, 21(7-8):331-332.
- [8] RUDSKI L G, LAI W W, AFILALO J, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: A report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography [J]. J Am Soc Echocardiography, 2010, 23(7):685-788.
- [9] LEMPEREUR M, LANCELLOTTI P. Percutaneous treatment of atrial septal defect and patent foramen ovale [J]. Rev Med Liege, 2019, 74(S1): S87-S96.
- [10] 穆玉明,卢寒冰. 对经皮冠状动脉介入术后超声观察心功能变化研究现状与进展[J]. 中国医学影像技术, 2020, 36(1):2-5.
- [11] 赵联璧,邢长洋,杨沛,等. 超声心动图观察经皮冠状动脉介入术后心肌缺血再灌注损伤[J]. 中国医学影像技术, 2020, 36(1): 16-20.
- [12] BROWN S B, RAINA A, KATZ D, et al. Longitudinal shortening accounts for the majority of right ventricular contraction and improves after pulmonary vasodilator therapy in normal subjects and patients with pulmonary arterial hypertension[J]. Chest, 2011, 140(1):27-33.
- [13] Correction to: 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):e835.
- [14] AKULA V S, DURGAPRASAD R, VELAM V, et al. Right ventricle before and after atrial septal defect device closure[J]. Echocardiography, 2016, 33(9):1381-1388.
- [15] VIJARNSORN C, DURONGPISITKUL K, CHANTHONG P, et al. Beneficial effects of transcatheter closure of atrial septal defects not only in young adults[J]. J Interv Cardiol, 2012, 25 (4):382-390.
- [16] 中华医学会小儿外科学分会胸心外科学组. 小儿先天性心脏病相关性肺高压诊断和治疗(专家共识)[J]. 中华小儿外科杂志, 2011, 32(4):306-318.
- [17] JUNG S Y, KIM A Y, JUNG J W, et al. Procedural, early and long-term outcomes after Percutaneous closure of atrial septal defect: Comparison between large and very large atrial septal defect groups[J]. Korean Circ J, 2019, 49(10):975-986.