

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2019.11.022

应变及应变率成像评价房间隔缺损患者封堵术后右心室功能变化

刘娟¹,倪锐志¹,包凡^{2△},白文伟¹,李敬¹,宋蕊¹

(1.昆明医科大学第二附属医院超声科 650000;2.云南省第一人民医院口腔医学中心,昆明 650000)

[摘要] **目的** 通过应变、应变率成像及超声心动图量化分析房间隔缺损患者介入封堵术后右房室大小、右心室功能及心肌收缩性的变化。**方法** 选取 33 例先天性心脏病继发孔中央型房间隔缺损(ASD)并行封堵术患者作为病例组,健康志愿者 20 例作为对照组,对照组及病例组术前 1 d、术后 3 d 及 3 个月行常规超声心动图检查及应变、应变率成像分析,比较各参数在封堵术前后的变化。**结果** (1)病例组右心室侧壁收缩期达峰应变、应变率值均高于对照组($P<0.05$);术后 3 d、3 个月较术前改变不明显($P>0.05$)。(2)右房、右心室内径术后 3 d、3 个月均较术前缩小($P<0.05$)。(3)主肺动脉内径术后 3 个月较术前、术后 3 d 均缩小($P<0.05$);肺动脉收缩压术后 3 d 及 3 个月均较术前降低($P<0.05$),但术后 3 个月与术后 3 d 相比下降不明显($P>0.05$)。(4)右心室射血分数(RVEF)术后 3 d 较术前减小($P<0.05$),但术后 3 个月与术后 3 d 比较减小不明显($P>0.05$)。**结论** 房间隔缺损封堵治疗矫正了右心容量负荷的增多,右心结构逐步改善,肺动脉收缩压下降,右心室心肌收缩力保持不变。

[关键词] 房间隔缺损;超声心动图;应变;应变率**[中图法分类号]** R542.2+2**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2019)11-1887-04

**Assessment of right ventricular function by strain and strain rate imaging
after transcatheter closure of atrial septal defect**

LIU Juan¹, NI Ruizhi¹, BAO Fang^{2△}, BAI Wenwei¹, LI Jing¹, SONG Rui¹

(1. Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming, Yunnan 650000, China; 2. Stomatological Center, Yunnan First People's Hospital, Kunming, Yunnan 650000, China)

[Abstract] **Objective** Study quantitatively alteration of the regional myocardial contractility, right heart dimension as well as systolic function of 33 ASD patients suffered from transcatheter closure via echocardiography, strain and strain rate imaging. **Methods** Selected cases of congenital heart disease of secundum type ASD patients underwent central catheter occlusion in thirty cases, the control group of twenty healthy volunteers were selected, routine echocardiography examination and analysis by strain and strain rate imaging were applied for the ASD group and control one to compare change of image-parameter before and after transcatheter closure. **Results** (1) Compared with the control group, the peak systolic strain and strain rate of right ventricular wall of ASD group rised up dramatically ($P<0.05$), However, alteration in post-operative 3 days and 3 monthes is not distinct ($P>0.05$). (2) Diameters of RA and RV are both lessen than that of pre-operative ones ($P<0.05$). (3) Diameters of pulmonary trunk are both lessen than that of pre-operative ones ($P<0.05$), SPAP (systolic pulmonary artery) pressure of patients at post-operative 3 days and 3 monthes is also declined compared with that of pre-operartive ones, but the difference between that of post-operative 3 days and 3 monthes is not significant ($P>0.05$). (4) REVF (Right ventricular ejection fraction) at post-operative 3 days is lessen than than that of pre-operation ($P<0.05$), but the difference between that of post-operative 3 days and 3 monthes is not significant ($P>0.05$). **Conclusion** Transcatheter closure to ASD can remedy volume overloading of right heart, improve gradually constructure of right heart, and contribute to decline of SPAP. however, the peak systolic strain and strain rate of interventricular septal and right ventricular wall of ASD experience little change after transcatheter closure, indicating that myocardial contractility of Right ventricular remains unchanged after transcatheter closure to ASD.

[Key words] atrial septal defects; ultrasonic cardiography; strain; strain rate

房间隔缺损是最常见的先天性心脏病之一^[1]。经导管先天性心脏病继发孔中央型房间隔缺损(ASD)封堵术能有效阻止左向右分流,已成为治疗先天性心脏病 ASD 安全、有效的方法^[2-3]。超声心动图是目前临床最常用的评价 ASD 封堵术疗效的可靠技术。但常规超声心动图主要评估术后右心的大小和功能的改变,对 ASD 封堵术后右心容量急剧变化对右心室心肌收缩性的改变缺乏深入的研究。心肌应变及应变率成像不受邻近组织运动牵拉的影响,能够实时、无创、精准地测量心肌的运动和功能^[4]。本研究应用应变及应变率成像观察 ASD 患者封堵术前、术后右心室心肌收缩性的变化,以评价 ASD 封堵术的疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料

1.1.1 病例组 选取 33 例 ASD 且成功行封堵术的患者,男 8 例,女 25 例,年龄(26.47±12.34)岁。所有患者常规超声心动图和组织多普勒成像满意。

1.1.2 健康对照组 在健康体检者中随机选取年龄、性别与病例组匹配的健康志愿者 20 例,男 4 例,女 16 例,年龄(26.25±12.57)岁。

1.2 仪器 采用美国 GE ViVid E9 超声心动图诊断仪,配备 M5S 心脏探头,仪器具有组织多普勒、应变及应变率显像方式。所有房间隔缺损患者封堵术前 1 d、封堵术后 3 d 和 3 个月在静息状态下行超声心动图检查。

1.3 方法

1.3.1 组织多普勒显像采集方法 患者取左侧卧位,连接心电图,探头放于左室心尖部,获得心尖四腔心切面,特别注意清晰显现右心室腔,运行组织多普勒显像,调整超声设备采样深度、增益等参数,使帧频大于 90 帧/秒。

1.3.2 右心室应变及应变率定量分析 启动定量分析软件,取样容积大小设为 6 mm×12 mm,将其置于需要分析节段的心肌中央,相应节段的应变时间曲线和应变率时间曲线通过软件自动分析,收缩期达峰应变(ϵ)及应变率(SR)需手动测量,每次测量 3 个心动周期,取平均值。

1.3.3 测量右心房、右心室径线 (1)舒张末期右心室前后径在胸骨旁左室长轴切面测量;(2)舒张末期右心室上下径、左右径及收缩末期右心房左右径、上下径在心尖四腔心切面测量。

1.3.4 测量主肺动脉径线、肺动脉收缩压 主肺动脉于胸骨旁主动脉根部短轴切面测量,测量位置在肺动脉瓣上 1.0~1.5 cm 处;用连续多普勒在心尖四腔获取三尖瓣返流频谱,计算三尖瓣返流压差,肺动脉收缩压=三尖瓣返流压差+右房压,右房压通过下腔静脉的内径以及下腔静脉吸气末塌陷水平来评估。

1.3.5 右心室收缩功能的测定 右心室射血分数用 Simpson 法在心尖四腔心切面手动测算。

1.4 统计学处理 采用 SPSS13.0 行资料统计分析,计数资料用百分率表示,采用 χ^2 检验,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 t 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 右心室长轴局部心肌收缩力 右心室侧壁基底段和中间段收缩期达峰 ϵ 、SR 数值病例组都高于对照组 ($P<0.05$);室间隔基底段和中间段收缩期达峰 ϵ 、SR 值两组比较差异无统计学意义 ($P>0.05$),见表 1。

2.2 ASD 封堵术后右心室长轴局部心肌收缩期峰值 ϵ 及 SR 的变化 病例组术后 3 d 及 3 个月右心室侧壁及室间隔相应节段的 ϵ 、SR 值与封堵术前比较差异无统计学意义 ($P>0.05$),见表 2。

2.3 ASD 封堵术后右心腔室大小的变化 右心房左右径术后 3 d 与术前比较明显缩小 ($P<0.01$),上下径较术前也缩小 ($P<0.05$),右心房左右径术后 3 个月与术前、术后 3 d 比较明显缩小 ($P<0.01$),右心房上下径与术前比较明显缩小 ($P<0.01$),与术后 3 d 比较也缩小 ($P<0.05$)。与术前比较,术后 3 d 右心室前后径缩小 ($P<0.05$)、左右径明显缩小 ($P<0.01$),上下径较术前变化不明显 ($P>0.05$);右心室前后径、左右径、上下径术后 3 个月较术前明显缩小 ($P<0.01$);封堵术后 3 个月右心室前后径较术后 3 d 明显缩小 ($P<0.01$),右心室左右径较术后 3 d 也缩小 ($P<0.05$),但右心室上下径与术后 3 d 比较改变不明显 ($P>0.05$),见表 3。

表 1 两组患者右心室侧壁、室间隔基底段和中间段 ϵ 、SR 比较($\bar{x}\pm s$)

部位	$\epsilon(\%)$		SR(s^{-1})	
	对照组	病例组	对照组	病例组
右心室侧壁基底段	-21.42±5.18	-24.89±4.61 Δ	-1.49±0.38	-2.06±0.45 Δ
右心室侧壁中间段	-31.28±4.65	-36.52±5.47 Δ	-2.55±0.44	-3.16±0.60 Δ
室间隔基底段	-19.43±2.84	-19.54±2.66	-1.42±0.24	-1.40±0.18
室间隔中间段	-19.63±2.38	-18.44±2.31	-1.39±0.27	-1.38±0.21

Δ : $P<0.05$,与对照组比较

表 2 病例组患者封堵术前、术后右心室侧壁及室间隔相应节段 ϵ 及 SR 的改变($\bar{x}\pm s$)

部位	$\epsilon(\%)$			SR(s^{-1})		
	术前 1 d	术后 3 d	术后 3 个月	术前 1 d	术后 3 d	术后 3 个月
右心室侧壁基底段	-24.89±4.61	-25.57±4.81	-25.14±3.85	-2.06±0.45	-2.13±0.41	-2.03±0.39
右心室侧壁中间段	-36.52±5.47	-36.94±5.15	-37.03±5.11	-3.16±0.60	-3.18±0.66	-3.10±0.68
室间隔基底段	-19.54±2.66	-19.93±2.40	-20.10±2.32	-1.40±0.18	-1.39±0.28	-1.42±0.12
室间隔中间段	-18.44±2.31	-18.79±2.95	-18.72±2.28	-1.38±0.21	-1.39±0.18	-1.38±0.38

表 3 病例组患者封堵术前、术后右心系统的变化($\bar{x}\pm s$)

时间	右心房			右心室	
	左右径(mm)	上下径(mm)	前后径(mm)	左右径(mm)	上下径(mm)
术前 1 d	45.15±6.11	52.36±6.61	34.27±6.38	44.24±6.81	72.87±7.65
术后 3 d	37.88±6.06 $\Delta\Delta$	48.12±6.43 Δ	29.85±7.36 Δ	36.54±6.43 $\Delta\Delta$	69.75±7.85
术后 3 个月	32.69±4.73 $\Delta\Delta\Delta\blacktriangle$	42.21±5.36 $\Delta\Delta\blacktriangle$	26.13±5.42 $\Delta\Delta\blacktriangle$	32.36±7.32 $\Delta\Delta\blacktriangle$	66.34±6.19 $\Delta\Delta$

Δ : $P < 0.05$, $\Delta\Delta$: $P < 0.01$, 与术前比较; \blacktriangle : $P < 0.05$, $\Delta\Delta\blacktriangle$: $P < 0.01$, 与术后 3 d 比较

2.4 主肺动脉内径和肺动脉收缩压的改变 主肺动脉内径术后 3 d 较术前缩小不明显 ($P > 0.05$), 术后 3 个月较术前、术后 3 d 均缩小 ($P < 0.05$)。肺动脉收缩压术后 3 d 较术前降低 ($P < 0.05$), 术后 3 个月较术前降低 ($P < 0.05$), 但术后 3 个月较术后 3 d 降低不明显 ($P > 0.05$), 见表 4。

表 4 病例组患者封堵术前、术后主肺动脉内径和肺动脉收缩压的变化($\bar{x}\pm s$)

项目	术前 1 d	术后 3 d	术后 3 个月
主肺动脉内径(mm)	25.89±5.89	25.78±5.93	22.15±3.86 $\Delta\blacktriangle$
肺动脉收缩压(mm Hg)	40.83±8.15	29.12±5.78 Δ	27.33±6.13 Δ

Δ : $P < 0.05$, $\Delta\Delta$: $P < 0.01$, 与术前比较; \blacktriangle : $P < 0.05$, $\Delta\Delta\blacktriangle$: $P < 0.01$, 与术后 3 d 比较

2.5 ASD 封堵术后右心功能的变化 右心室射血分数(RVEF)术后 3 d 较术前减少 ($P < 0.05$), 术后 3 个月较术前明显减少 ($P < 0.01$), 但术后 3 个月较术后 3 d 无明显变化 ($P > 0.05$)。

3 讨论

本研究除了用传统超声心动图测量右心系统内径、肺动脉收缩压及右心室收缩功能外, 还采用超声新技术应变及应变率成像定量测定房间隔缺损患者介入封堵术前、术后右心室局部心肌收缩期达峰 ϵ 及 SR 率, 从而评估右心室长轴方向收缩功能的变化。结果发现与健康对照组相比, 房间隔缺损患者的右心室侧壁基底段及中间段收缩期达峰 ϵ 、SR 率值均增高, 与国内外研究一致^[5-6]; 然而与健康对照组比较, 病例组室间隔基底段和中间段的收缩期达峰 ϵ 、SR 无明显差异。究其原因可能是因为房间隔缺损的患者存在心房水平的左向右分流, 导致右心室前负荷加重, 处于一种高动力的血流状态, 相应右心室壁收缩力增强, 所以与对照组相比 ASD 组右心室长轴方向

局部心肌收缩期达峰 ϵ 、SR 显著增高; 由于房间隔缺损的存在, 右心室前负荷逐渐增加, 这时室间隔会帮助右心室射血, 但室间隔的改变主要表现为横轴方向运动增强, 由于本研究只测量了超声三维应变中的长轴应变, 没有涉及横向应变, 所以与健康对照组比较房间隔缺损患者的室间隔基底段、中间段收缩期达峰 ϵ 、SR 无明显差别。通过房间隔缺损介入封堵术, 尽管心房水平的左向右分流即刻消失、右心前负荷迅速下降, 但是与封堵术前比较, 术后右心室侧壁局部心肌 ϵ 、SR 改变不明显, 国外的很多研究也得出与本研究相似的结论^[6-8]。引起上述结果的原因大致是: (1) 房间隔缺损患者从出生开始就存在房水平的左向右分流, 随着时间推移右心容量负荷增加, 导致右心室形态改变, 主要表现为右心室心肌细胞代偿性的增生、增多, 从而出现结构上不可逆的变化, 房间隔缺损介入封堵术后尽管房水平左向右分流即刻消失、右心前负荷迅速下降, 但已出现结构上改变的右心室并不可能在急性前负荷降低及短期的随访中迅速发生改变^[7]; (2) 与封堵术前比较, 术后 3 d 舒张末期右心室前后径和左右径已有明显改变, 术后 3 个月进一步缩小, 而封堵术后 3 d 舒张末期右心室长径改变并不显著, 直到封堵术后 3 个月观察径线才有缩小, 说明房间隔缺损封堵术后舒张末期右心室长径的改变不会即刻出现, 同时表明右心室横向上的缩小最早出现、纵向上的变化出现较晚, 进一步提示房间隔缺损封堵术后右心室心肌的收缩性在短期内保持不变。

通过本研究还发现房间隔缺损患者右心房、右心室径线在介入封堵术后 3 d 就开始缩小, 术后 3 个月随访回缩更明显。另外本研究也发现与介入封堵术前比较, 房间隔缺损封堵治疗后 3 d, 右心室射血分数减低, 说明介入封堵术后右心前负荷即刻减少, 进一

步减轻右心室的高动力循环状态。但介入封堵术后 3 个月随访,右心室射血分数未再进一步减小,提示右心室射血分数并不是没有限制的缩小,而是在新的血流动力学情况下,建成新的血流循环,保持了右心室的正常收缩功能,与相关研究^[9-12]结果一致。ASD 封堵术纠正了心房水平异常的左向右分流,右心容量负荷减少,使右心大小及功能逐渐恢复至正常水平。

经房间隔缺损介入封堵治疗后患者先天的心脏畸形得以彻底矫治,紊乱的血流动力学得以纠正,并且患者右心形态、右心室收缩功能在短期观察中进行性改善^[11-12];与健康对照组相比房间隔缺损患者右心室侧壁收缩期纵向应变、应变率显著增高,提示房间隔缺损时患者右心室室壁运动是一种高动力的状态;右心室局部心肌收缩期达峰应变及应变率封堵术前、术后比较变化不明显,提示房间隔缺损时右心室为适应前负荷的增加引起的心室重构,在前负荷急剧降低及短时间的随访中,右心室心肌长轴收缩性并未发生明显变化,右心室心肌收缩性能的改变不是一个短期行为,是否长期会恢复有待进一步观察。

本研究除了应用常规超声心动图评估房间隔缺损介入封堵术前、术后右心大小及右心室收缩功能指标的变化情况,还应用应变和应变率成像技术定量评估房间隔患者与健康人右心室长轴局部心肌应变和应变率的差别,以及房间隔缺损介入封堵术前、术后右心室长轴局部心肌应变和应变率的改变情况。为临床认识房间隔缺损介入封堵术前、术后右心的变化情况患者的恢复过程提供有用的参考依据。超声应变及应变率成像技术可以定量评价右心室心肌的收缩性能,本研究为临床评价右心功能开辟了新途径。

参考文献

- [1] ZHU P, SUN Y, YANG Q, et al. Intraoperative device closure of atrial septal defects with minimal transthoracic invasion: a single-center experience[J]. *Texas Heart Institute J*, 2013, 40(3): 256-260.
- [2] DHILLON R, JOSEN M, HENEIN M, et al. Transcatheter closure of atrial septal defect preserves right ventricular function[J]. *Heart*, 2002, 87(5): 461-465.
- [3] 覃诗耘, 郭盛兰, 陈敏华, 等. 房间隔缺损介入封堵术长期疗效追踪及术前预测因素分析[J]. *中国超声医学杂志*, 2015, 31(8): 722-724.
- [4] TEE M, NOBLE J A, BLUEMKE D A. Imaging techniques for cardiac strain and deformation: comparison of echocardiography, cardiac magnetic resonance and cardiac computed tomography[J]. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2013, 11(2): 221-231.
- [5] 刘冰冰, 邓又斌, 黎春蕾, 等. 右心容量负荷对小儿右心长轴局部心肌应变和应变率的影响[J]. *中国超声医学杂志*, 2006, 22(4): 276-278.
- [6] ABD EL RAHMAN M Y, HUI W, TIMME J, et al. Analysis of atrial and ventricular performance by tissue Doppler imaging in patients with atrial septal defects before and after surgical and catheter closure[J]. *Echocardiography*, 2005, 22(7): 579-585.
- [7] EYSKENS B, GANAME J, CLAUS P, et al. Ultrasonic strain rate and strain imaging of the right ventricle in children before and after percutaneous closure of an atrial septal defect[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2006, 19(8): 994-1000.
- [8] DI SALVO G, DRAGO M, PACILEO G, et al. Comparison of strain rate imaging for quantitative evaluation of regional left and right ventricular function after surgical versus percutaneous closure of atrial septal defect[J]. *Am J Cardiol*, 2005, 96(2): 299-302.
- [9] SANTORO G, PASCOTTO M, SARUBBI B, et al. Early electrical and geometric changes after percutaneous closure of large atrial septal defect[J]. *Am J Cardiol*, 2004, 93(7): 876-880.
- [10] SANTOR G, PASCOTTO M, SAPUTO S, et al. Similar cardiac remodelling after transcatheter atrial septal defect closure in children and young adults[J]. *Heart*, 2005, 12(5): 33-37.
- [11] 张玉顺, 吴栋梁, 张军, 等. 房间隔缺损封堵术后右心形态和功能的变化[J]. *中国循环杂志*, 2002, 17(4): 287-289.
- [12] 郭燕丽, 李锐, 宋治远, 等. 超声心动图在房间隔缺损经导管介入封堵术中的应用[J]. *临床超声医学杂志*, 2007, 9(8): 464-466.

(收稿日期: 2018-12-02 修回日期: 2019-02-13)