

## 论 著

## Evaluation Value of RT-3DE Combined with CMRI for Right Ventricular Systolic Function in Patients with Moderate And Severe PAH

ZHANG Hui\*

Department of Ultrasound, Zaozhuang Hospital of Zaozhuang Mining Group, Zaozhuang 277011, Shandong Province, China

## RT-3DE技术联合CMRI评估中重度PAH患者右室收缩功能的价值观察

张 慧\*

枣庄矿业集团枣庄医院超声科  
(山东 枣庄 277011)

**【摘要】目的** 探究实时三维超声心动图(RT-3DE)技术联合心脏磁共振(CMRI)评估中重度肺动脉高压(PAH)患者右室收缩功能的价值。**方法** 将2017年8月至2019年8月本院的中、重度患者PAH患者各25例作为研究组 I、研究组 II, 将30例同期的健康体检者作为对照组。研究组 I、研究组 II 患者均行常规超声心动图[指标包含右心室心肌做功指数(RIMP)、右心室面积变化分数(RVFAC)、三尖瓣收缩期峰速(S')、三尖瓣收缩期位移(TAPSE)]与RT-3DE、CMRI检查[指标包含右心室心肌做功指数(RIMP)、右心室面积变化分数(RVFAC)、三尖瓣收缩期峰速(S')、三尖瓣收缩期位移(TAPSE)], 对照组接受常规超声心动图及RT-3DE检查。分析RT-3DE联合CMRI评估中重度PAH患者右室收缩功能的价值。**结果** 研究组 I、研究组 II 与对照组RVESV、TAPSE、RVEDV、RVFAC值均差异明显( $P<0.05$ )。研究组 I、研究组 II 患者TAPSE、RIMP、RVFAC、S' 与RVEF的相关系数分别为0.568、-0.712、0.757、0.406( $P<0.05$ )。对照组、研究组 I、研究组 II 中分别以RVFAC、RIMP、S' 与RVEF相关性最好( $P<0.05$ )；研究组中RT-3DE与CMRI检测结果差异均不明显( $P>0.05$ )。**结论** RT-3DE技术联合CMRI可较准确评估中重度PAH患者的右室收缩功能, 为临床评估提供重要依据。

**【关键词】** 三维超声心动图；肺动脉高压；心脏核磁共振；右室收缩功能

**【中图分类号】** R445.2

**【文献标识码】** A

**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2022.09.034

## ABSTRACT

**Objective** To explore the evaluation value of real-time three-dimensional echocardiography (RT-3DE) combined with cardiac magnetic resonance imaging (CMRI) for right ventricular systolic function in patients with moderate and severe pulmonary arterial hypertension (PAH). **Methods** A total of 25 patients with moderate PAH and 25 patients with severe PAH in the hospital were enrolled as study I and study II groups between August 2017 and August 2019, respectively. A total of 30 healthy controls during the same period were enrolled as control group. The patients in study I group and study II group underwent routine echocardiography [right ventricular index of myocardial performance (RIMP), right ventricular fractional area change (RVFAC), systolic peak velocity of tricuspid valve (S'), tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE)], RT-3DE and CMRI examination (RIMP, RVFAC, S', TAPSE), while control group underwent routine echocardiography and RT-3DE. The evaluation value of RT-3DE combined with CMRI for right ventricular systolic function in patients with moderate to severe PAH was analyzed. **Results** The differences in RVESV, TAPSE, RVEDV and RVFAC among study I group, study II group and control group were statistically significant ( $P<0.05$ ). The correlation coefficients between TAPSE, RIMP, RVFAC, S' and RVEF in study I group and study II group were 0.568, -0.712, 0.757 and 0.406, respectively ( $P<0.05$ ). RVFAC, RIMP and S' had the best correlation with RVEF in study I group, study II group and control group, respectively ( $P<0.05$ ). There was no significant difference in the examination results between RT-3DE and CMRI in study group ( $P>0.05$ ). **Conclusion** RT-3DE combined with CMRI can more accurately evaluate right ventricular systolic function in patients with moderate and severe PAH. which can provide important basis for clinical evaluation.

**Keywords:** Three-dimensional Echocardiography; Pulmonary Arterial Hypertension; Cardiac MRI; Right Ventricular Systolic Function

肺动脉高压(pulmonary arterial hypertension, PAH)指肺动脉压超过正常生理临界值的一种病理状态, 是临床上一种常见的心肺疾病, 可导致右心衰竭, 致死致残率很高, 严重威胁患者的生命健康<sup>[1]</sup>。研究表明, 中重度PAH患者常见有不同程度的右心功能不全, 评估PAH患者右心功能状态与疾病的严重程度、预后判断具有重要意义<sup>[2]</sup>。三维超声心动图(three-dimensional echocardiography, RT-3DE)可重塑右心室三维空间结构, 对检测右心功能具有重要作用<sup>[3]</sup>。心脏核磁共振(Cardiac MRI, CMRI)检查具有分辨率高、视野大等优势, 是无创性评价心脏结构功能的金标准<sup>[4]</sup>。在上述研究背景下, 本研究采用了RT-3DE联合CMRI对中重度PAH患者右室收缩功能进行检测, 来探讨其临床应用价值。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 将2017年8月至2019年8月本院的中、重度患者PAH患者各25例作为研究组 I、研究组 II, 将30例同期的健康体检者作为对照组。

研究组纳入标准: 均符合《肺动脉高压筛查诊断与治疗专家共识》中PAH的诊断标准<sup>[5]</sup>; 排除标准: 合并除PAH外其他心肺疾病者; 合并高血压; 既往有心脏病史者; 不耐受本研究检查者; 合并有精神疾病者; 不配合本研究研究者。根据相关分级标准<sup>[5]</sup>将研究组分为研究组 I [肺动脉收缩压(pulmonary arterial systolic pressure, PASP): 50mmHg~70mmHg]、研究组 II [PASP>70mmHg]。研究组 I 男性12例, 女性13例; 年龄12~68岁, 平均(38.20±14.29)岁; 研究组 II 男14例, 女11例; 年龄12~67岁, 平均(38.32±14.41)岁; 对照组男性14例, 女性16例; 年龄11~68岁, 平均(38.26±14.09)岁。三组一般资料均无明显差异( $P>0.05$ )。

## 1.2 仪器与方法

**1.2.1 仪器** 采用GE Vivid i彩色多普勒超声诊断仪, 多点变频探头, 频率1.5~3.6MHz, 三维探头, 频率2.0~4.0MHz, 配置超声工作站, 应用4D Auto RVQ软件行图像分析。采用GE-HD×1.5T磁共振扫描仪, 配置GE ADW4.2工作站, 应用argUS软件进行参数测算。

**1.2.2 常规超声心动图检测** 患者取平卧位, 用M5S探头测得右室收缩末、舒张末面积, 计算右室面积变化分数(right ventricular area change fraction, RVFAC)=(舒张末面积-收缩末面积)/舒张末面积×100%, 同时根据三尖瓣最大反流速度、右房压估测PASP。启用TDI模式, 于右室三尖瓣处听诊区, 测得三尖瓣运动频谱, 记录三尖瓣收缩期峰速(S'), 测得心室等容收缩期时间(ventricular isometric systolic time, IVCT)、

**【第一作者】** 张 慧, 女, 副主任医师, 主要研究方向: 心脏血管超声。E-mail: hui20090502@163.com

**【通讯作者】** 张 慧

等容舒张期时间(isometric diastolic time, IVRT)、射血时间(Ejection time, ET), 计算右室心肌做功指数(right ventricular myocardial work index, RIMP) = (IVCT+IVRT)/ET。启用M型模式, 于右心室三尖瓣听诊区测得三尖瓣收缩期位移(systolic displacement of tricuspid valve, TAPSE)。

1.2.3 RT-3DE检查 患者取平卧位, 启用三维探头, 采集连续3个心动周期的右心室三维结构图并保存。将采集图像导入超声工作站, 利用4D Auto RVQ软件计算右心室收缩末期容积(right ventricular end-systolic volume, RVESV)、右心室舒张末期容积(right ventricular end-diastolic volume, RVEDV)、右心室每搏输出量(right ventricular output per stroke, RVSV)、右心室射血分数(right ventricular ejection fraction, RVEF)。

1.2.4 CMRI检查 患者取平卧位, 采用GE-HD×1.5T磁共振扫描仪进行检查, 场强40mT/m, 切换率150mT/(m·s), 层厚8mm, 层间距2mm, 重复激发时间4ms, 回波时间1.7ms, 扫描野40cm×40cm, 视野35 cm×35cm, 翻转角45°。将采集的心脏

图像送至GE ADW4.2工作站进行分析, 利用argUS软件测算得出RVSV、RVEF、RVESV、RVEDV。

以上所有检查均由同一医生完成, 数值均取3个心动周期的平均值。

1.4 统计学方法 用SPSS 20.0软件进行统计分析, 计量数据以平均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )的方式表示, 组间比较采用t检验, 相关性分析采用Pearson检验。以 $P < 0.05$ 视为差异具有统计学意义。

## 2 结果

2.1 RT-3DE图像与CMRI图像 见图1、图2。

2.2 研究组与对照组常规超声心动图、RT-3DE相关参数比较 各组间RVEDV、RVESV、TAPSE、RVFAC差异均明显( $P < 0.05$ ); 在对照组与研究组 I、对照组与研究组 II 中, RVEF、RIMP值均差异明显( $P < 0.05$ ), 在研究组 I、研究组 II 中差异不明显( $P > 0.05$ ); RVSV、S' 仅在对照组与研究组 II 中差异明显( $P < 0.05$ ), 见表1、表2。

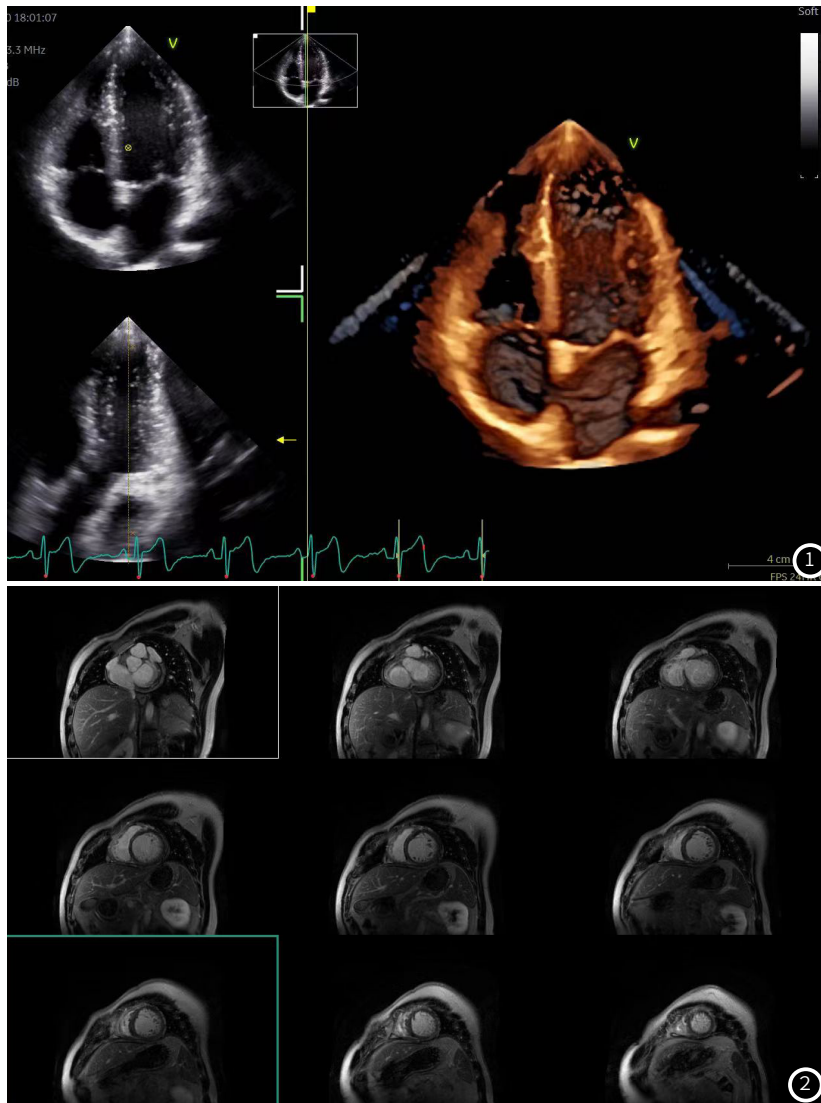


图1 RT-3DE图像。图2 CMRI图像

表1 研究组与对照组常规超声心动图相关参数比较或M(QR)

组别	例数	S' (cm/s)	RIMP	TAPSE(mm)	RVFAC(%)
对照组	30	14.06±3.53	0.41±0.03	21.03±2.56	45.96±4.20
研究组 I	25	12.16±3.51	0.56±0.12	17.16±1.68	38.57±4.45
研究组 II	25	11.24±3.28	0.58±0.18	14.12±2.44	33.82±4.11
t1/P1		2.211/0.090	6.614/0.000	6.480/0.000	6.324/0.000
t2/P2		0.997/0.323	0.462/0.646	5.131/0.000	3.921/0.000
t3/P3		3.046/0.004	5.098/0.000	10.181/0.000	10.778/0.000

表2 研究组与对照组RT-3DE相关参数比较或M(QR)

组别	例数	RVEDV(mL)	RVESV(mL)	RVSV(mL)	RVEF(%)
对照组	30	61.10±15.28	26.32±16.33	31.15±8.12	52.17±5.15
研究组 I	25	85.36±18.75	52.86±18.92	32.19±8.11	37.26±4.95
研究组 II	25	113.83±18.76	88.86±14.51	34.92±4.78	35.44±4.21
t1/P1		5.289/0.000	5.609/0.000	0.472/0.639	10.880/0.000
t2/P2		5.367/0.000	2.302/0.026	1.450/0.154	1.400/0.168
t3/P3		5.289/0.000	4.402/0.000	2.043/0.046	13.013/0.000

注: t1/P1: 对照组与研究组 I 比较; t2/P2: 研究组 I 与研究组 II 比较; t3/P3: 对照组和研究组 II 比较。

2.3 研究组RT-3DE与CMRI相关参数比较 研究组中RT-3DE与CMRI检测的相关参数结果差异均不明显(P>0.05), 见表3。

表3 研究组RT-3DE与CMRI相关参数比较(n=50)

指标	RT-3DE	CMRI	t	P
RVSV/mL	48.75±14.23	45.61±12.44	1.745	0.243
RVEF/%	35.63±8.57	33.75±10.49	0.981	0.323
RVESV/mL	85.62±36.39	91.31±46.41	0.682	0.497
RVEDV/mL	120.42±49.58	124.36±57.75	0.366	0.715

2.4 各组各指标间的相关性分析 在RT-3DE与常规超声心动图的检查中, 从整体来看, RIMP、TAPSE、RVEDV、RVFAC、RVEF、S'、RVESV与PASP的相关系数分别为0.598、-0.618、0.843、-0.717、-0.882、-0.341、0.720(P<0.05), TAPSE、RIMP、RVFAC、S'与RVEF的相关系数分别为0.568、-0.712、0.757、0.406(P<0.05)。

对照组中, TAPSE、RIMP、RVFAC、S'与RVEF的相关系数分别为0.739、-0.678、0.781、0.567(P<0.05); 研究组 I 中, 上述对应指标的相关系数分别为0.632、-0.779、0.345、0.621(P<0.05); 研究组 II 中, 上述对应指标的相关系数分别为0.368、-0.569、0.654、0.725(P<0.05)。

3 讨论

相较于左心室, 右心室的功能异常在心脏病中长期以来一直被忽视, 近年来, 由于其与各种心脏病预后存在的强相关性而逐渐得到人们重视<sup>[6]</sup>。右心衰竭是导致中重度PAH致死、致残的主要原因, 及时评估中重度PAH患者右心功能状态对治疗该病及改善该病临床预后具有重要意义<sup>[7]</sup>。RT-3DE、CMRI均可对心脏结构功能进行较精准的测量, 为临床诊疗中重度PAH提供大量的有价值的参考信息<sup>[8]</sup>。现为探讨RT-3DE技术联合CMRI评估PAH患者右室收缩功能的价值, 特做此研究。

本研究结果显示, 各组RVESV、TAPSE、RVEDV、RVFAC值均差异明显, 而研究组中RT-3DE与CMRI检测结果差异均不明显, 在对照组与研究组 I、对照组与研究组 II 中, RVEF、RIMP值均差异明显; RVSV、S' 仅在对照组与研究组 II 中差异明显, 提示RT-3DE技术联合CMRI可较准确客观地检测中重度PAH患者的右室收缩功能, 辨别指标差异, 可靠性较高。究其原因, 可能是中重度PAH患者心脏由于长期存在不同程度的过载压力负荷, 导致右心室不同程度的心肌肥厚、心室容积增大、收缩功能减退等一系列病理变化<sup>[9-10]</sup>, 而RT-3DE技术联合CMRI由于大大提高了图像的时空分辨率, 可在短时间内清晰地获取患者连续多个心动周期的心脏三维图像, 利用配套工作站, 测算出准确数据, 辨出数据差异<sup>[11-12]</sup>。

另外, 本研究相关性分析结果显示, 在RT-3DE与常规超声心动图的检查中, 整体上TAPSE、RIMP、RVFAC、S'与RVEF的相关系数分别为0.568、-0.712、0.757、0.406(P<0.05), 对照组、研究组 I、研究组 II 中分别以RVFAC、RIMP、S'与RVEF相

关性最好, 相关系数分别为0.781、-0.779、0.725, 表明在用常规超声心动图检测中重度PAH患者与正常人右室收缩功能间差异时, 最可靠的指标分别为RVFAC、RIMP、S', 其原因可能是肺动脉高压直接导致右心室压力、容量负荷增大, 右心室心肌细胞做功增多, 心肌代偿性肥大, 右心腔面积变大<sup>[13]</sup>。另外, 在研究组 I、研究组 II、对照组中, RVEF与S'的相关性均明显低于其他指标, 表明S'对反映右心室收缩功能相对不敏感, 其他参数指标相对更有评估价值, 其原因可能是S'主要受瓣环自身结构功能影响, 相对不易被右心室压力、容量负荷所累及<sup>[14-15]</sup>。

综上所述, RT-3DE技术联合CMRI可较准确客观地检测中重度PAH患者的右室收缩功能, 且可在常规超声心动图中选取对中重度PAH的敏感参数进一步评估右室收缩功能, 为临床评估提供重要依据。

参考文献

- [1]Tamura Y,Phan C,Tu L,et al.Ectopic upregulation of membrane-bound IL6R drives vascular remodeling in pulmonary arterial hypertension[J]. Journal of Clinical Investigation,2018,128(5):123-126.
- [2]Zhu N,Gonzaga-Jauregui C,Welch C L,et al.Exome Sequencing in Children With Pulmonary Arterial Hypertension Demonstrates Differences Compared With Adults[J].circulation genomic & precision medicine,2018,11(4):187-190.
- [3]Y Hongning,X Ruiqin,W Jing,et al.Assessment of left atrial function and dyssynchrony by real time three-dimensional echocardiography predicts recurrence of paroxysmal atrial fibrillation after radiofrequency ablation. [J].eur rev med pharmacol sci,2018,16(5):3151-3159.
- [4]Bernard O,Lalande A,Zotti C,et al.Deep learning techniques for automatic MRI cardiac multi-structures segmentation and diagnosis:Is the problem solved?[J].IEEE Transactions on Medical Imaging,2018,37(11):2514-2525.
- [5]中华医学会心血管病学分会,中华心血管病杂志编辑委员会.肺动脉高压筛查诊断与治疗专家共识[J].中华心血管病杂志,2007,35(11):979-987.
- [6]Luo R,Cui H,Huang D,et al.Early assessment of right ventricular function in systemic lupus erythematosus patients using strain and strain rate imaging[J].Arquivos Brasileiros de Cardiologia,2018,111(6):75-81.
- [7]Rog ério Souza,Channick R N,Delcroix M,et al.Association between six-minute walk distance and long-term outcomes in patients with pulmonary arterial hypertension:Data from the randomized SERAPHIN trial[J].PLoS ONE,2018,13(3):1926-1932.
- [8]A. Zaroui,M. Boukhris,R.Mechmeche.Evaluation of left ventricular function by two-dimensional echocardiography and three-dimensional speckle-tracking echocardiography in noncompaction cardiomyopathy and dilated myocardopathy[J].archives of cardiovascular diseases supplements,2018,10(1):43-44.
- [9]Yang X,Kong Q,Zhao C,et al.New pathogenic variant of BMPR2 in pulmonary arterial hypertension[J].Cardiology in the Young,2019,29(4):1-5.
- [10]Bhagal S,Khraisha O,Madani M A,et al.Sildenafil for pulmonary arterial hypertension[J].American Journal of Therapeutics,2019,26(4):12-16.
- [11]Cuspidi C,Tadic M.Three-dimensional echocardiography:a further step in the evaluation of hypertensive heart disease[J].Journal of Hypertension,2018,10(3):36-38.
- [12]赖宝春,郭薇,郑富臻,等.实时三维超声心动图评价急性肺动脉栓塞患者右心室功能的研究[J].创伤与急诊电子杂志,2019,7(2):68-73.
- [13]Iyinnikell J,Murray F.G protein-coupled receptors in pulmonary arterial hypertension:Tiping the balance:GPCRs in pulmonary hypertension[J]. British Journal of Pharmacology,2018,175(15):123-126.
- [14]Zack C J,Nishimura R A.Isolated tricuspid regurgitation:outcomes and therapeutic interventions[J].Heart,2018,104(10):798-802.
- [15]Mccarthy F H,Vemulapalli S,Li Z,et al.Association of tricuspid regurgitation with transcatheter aortic valve replacement outcomes: A report from The society of thoracic surgeons/american college of cardiology transcatheter valve therapy registry[J].The Annals of thoracic surgery,2018,105(4):1121-1125.

(收稿日期:2020-04-25)