·综 述·

超声心动图评价肺高压患者右室收缩功能的研究进展

刘娟娟 孙丹丹 白 洋 杨 军

摘 要 肺高压是指肺动脉压力升高超过一定界值并导致右心功能衰竭的综合征，早期识别、准确评价右心功能障碍在肺高压患者的诊断、治疗及预后中均有重要作用。超声是无创评估肺高压的重要手段，组织多普勒、实时三维超声心动图及斑点追踪成像等超声新技术可定性、定量评价肺高压患者的右室结构和功能。本文就超声心动图在评价肺高压患者右室局部及整体收缩功能中的临床应用进展进行综述。

关键词 超声心动描记术；肺高压；心室功能，右

[中图法分类号]R540.45 [文献标识码]A

Research progress of echocardiography on evaluation of right ventricular systolic function in patients with pulmonary hypertension

LIU Juanjuan, SUN Dandan, BAI Yang, YANG Jun

Department of Cardiovascular Ultrasound, the First Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China

ABSTRACT Pulmonary hypertension refers to the pulmonary arterial pressure exceeding a certain threshold and leading to right heart failure syndrome. Early detection and accurate assessment of right ventricular dysfunction plays an important role in the patients' diagnosis, treatment and prognosis. Echocardiography is a noninvasive means for evaluating pulmonary hypertension. New technology of echocardiography, such as tissue Doppler imaging, real-time three-dimensional echocardiography and speckle tracking imaging can be used to evaluate the structure and function of right ventricle qualitatively and quantitatively in patients with pulmonary hypertension. This article reviews the application progress of echocardiography on evaluation of regional and global right ventricular systolic function in patients with pulmonary hypertension.

KEY WORDS Echocardiography; Pulmonary hypertension; Ventricular function, right

肺高压是肺部循环阻力在致病因素作用下持续上升，导致肺动脉收缩压（pulmonary arterial systolic pressure，PASP）持续性上升，伴随不可逆性的肺血管重构，继而损害患者右心系统功能甚至死亡的一组病理生理综合征。右心功能是决定肺高压患者预后的关键因素。2015年欧洲心脏病学会和欧洲呼吸学会联合制定的新版肺高压诊治指南[1]强调，超声心动图检测右室收缩功能对于评估肺高压病情的临床转归十分重要。目前超声心动图评价右室收缩功能主要分为评价右室整体收缩功能和评价右室局部收缩功能。本文就超声心动图在评价肺高压患者右室局部及整体收缩功能中的临床应用进展进行综述。

一、肺高压的右室形态和功能改变

肺高压发生时右室后负荷增加，室壁逐渐增厚，右室顺应性下降，发生重构，右室充盈压增高，舒张末容积增大，导致右室扩张。此外，右室舒张末压增高，冠状动脉灌注减少，心肌缺血加重，最终导致心肌收缩力逐渐下降及右心功能进行性衰竭。在中重度肺高压患者中，右室短轴切面正常的新月形态消失，整个心动周期可出现室间隔位置左移、呈扁平状改变。收缩期室间隔的扁平程度是衡量肺高压的一个敏感指标，而右室壁的增厚为肺动脉压力升高提供了间接证据[1]。

二、超声心动图评价肺高压患者右室收缩功能的应用

（一）评价肺高压患者右室整体收缩功能

1. 常规超声心动图：Roberts和Forfia[2]研究表明，三尖瓣环收缩期位移（TAPSE）<18 mm是肺高压患者致死的独立危险因素。Sato等[3]研究发现在肺高压患者中，TAPSE与MRI测得的右室射血分数（RVEF）相关性好（r=0.86，P<0.001），当TAPSE<19.7 mm时，其预测肺高压患者RVEF<40%的敏感性和特异性分别为88.9%和84.6%。Kassem等[4]研究表明，在小儿特发性肺高压患者中，右室面积变化率（RVFAC）越低，提示病情预后

作者单位：110001 沈阳市，中国医科大学附属第一医院心血管超声科

通讯作者：杨军，Email：junyang63@sina.com

越差。Vonk等[5]研究表明，与健康对照组比较，肺高压患者的右室心肌做功指数增高，且与心导管测量的平均肺动脉压（mPAP）相关（r=0.46，P=0.01）。Ogihara等[6]研究表明，右室心肌做功指数能准确预测肺高压患者疾病严重程度和临床治疗后肺动脉血流动力学改变。

2. 组织多普勒成像（tissue Doppler imaging，TDI）：王臻臻等[7]应用TDI对肺高压患者右室整体功能进行研究，结果显示三尖瓣环收缩期速度（Tricuspid S'）与MRI测得的RVEF显著相关（r=0.69，P<0.001），当Tricuspid S'<8.79 cm/s时，其预测肺高压患者RVEF≤20%的敏感性和特异性分别为91%和80%。Gurudevan等[8]对比研究慢性血栓栓塞性肺高压患者的Tricuspid S'和心导管测量指标，发现Tricuspid S'与mPAP和肺血管阻力（PVR）均相关（r=−0.493、−0.710，均P<0.001），且Tricuspid S'减低能够预测肺高压患者PVR进行性增加。Yang等[9]发现肺高压患者右室心肌等容收缩期加速度与MRI测得的RVEF相关（r=0.60，P=0.001），在校正血流动力学因素后，该指标仍是RVEF的独立预测因子。

3. 实时三维超声心动图（real-time three-dimensional echocardiography，RT-3DE）：Jone等[10]研究显示RT-3DE定量评估肺高压患儿右室功能较传统二维超声心动图更可靠，RT-3DE测得的RVEF与血浆脑利钠肽、mPAP、PASP均呈负相关（r=−0.67、−0.61、−0.54，均P<0.05）。Morikawa等[11]应用RT-3DE和MRI检测30例肺高压患者的右室舒张末期容积、右室收缩末期容积和RVEF，发现两种技术检测的右室容量指标相关性良好（r=0.96、0.96、0.93，均P<0.001），表明RT-3DE可以客观评价肺高压患者的右室容积和功能改变。

（二）评价肺高压患者右室局部收缩功能

1. 基于TDI的应变及应变率参数：Utsunomiya等[12]应用TDI对50例慢性肺高压患者进行研究，发现右室应变参数与血流动力学指标PASP和PVR均相关（r=0.53、0.68，均P<0.001），以RVFAC<32%及右心导管测得的心指数<2.0 L·min·m^{2}作为右室功能障碍的标准，右室应变<−15.5%诊断右室功能不全的敏感性为100%，特异性为84%，准确率为92%，表明该指标可反映肺高压患者病情的严重程度，识别右室功能障碍。Kowalski等[13]发现正常人右室心尖段测得的纵向应变和应变率最高，而Dambrauskaite等[14]发现肺高压患者右室心尖段应变和应变率均显著减低，且与心导管测得的mPAP和PVR相关性较好（r=0.82、0.73，均P<0.001）。上述研究表明基于TDI的应变及应变率参数可以识别肺高压患者右室局部收缩功能障碍，评估病情严重程度。

2. 斑点追踪成像（speckle tracking imaging，STI）：Li等[15]应用2D-STI技术检测53例肺高压患者的右室游离壁整体峰值纵向应变（RVFWS），发现其与TAPSE、RVFAC及右室心肌做功指数均相关（r=−0.326、−0.495、0.508，均P<0.05），RVFWS≥−19%的肺高压患者右室功能减低，当截断值为−19.26%时，评估肺高压患者mPAP≥45 mm Hg（1 mm Hg=0.133 kPa）的敏感性为83.9%，特异性为73.4%，说明该参数可反映肺高压患者右室功能障碍和肺动脉高压程度，为临床诊断和治疗提供参考。Smith等[16]应用3D-STI分析97例肺高压患者的右室收缩功能，发现与正常对照组比较，肺高压患者的右室纵向、径向、圆周、面积应变均减低，当面积应变<−28.9%时，预测肺高压患者RVEF<40%的敏感性和特异性分别为88.5%和88.6%。目前2D-STI测得的RVFWS已被证明具有较高的重复性和可行性，并可评估肺高压患者预后[17]，而3D-STI应用于右心的研究尚少。

（三）评价肺高压患者右室局部心肌收缩同步性

Lopez-Candales等[18]应用TDI测量24例慢性肺高压患者室间隔和右室游离壁应变达峰时间差值，结果显示轻度肺高压患者右室大小和功能参数尚正常时，右室游离壁应变达峰时间已较室间隔延迟，而中重度肺高压患者右室游离壁的收缩延迟更为明显，且右室收缩非同步性参数与肺高压患者病情的严重程度和心功能分级有关。Badagliacca等[19]应用2D-STI检测特发性肺高压患者右室4节段（不包括心尖2节段）纵向应变达峰时间标准差，发现其值>18 ms可作为右室收缩非同步标准出现在60%的患者中，进一步分组研究发现RVFAC≤38%的肺高压患者右室收缩不同步更加显著。Murata等[20]应用2D-STI检测100例肺高压患者的右室收缩同步性参数，并分别对右室4节段和6节段进行分析，结果显示右室6节段应变达峰时间标准差与mPAP和PVR相关，且是肺高压患者临床预后的独立预测因子，该研究还提示纳入右室心尖节段对肺高压患者右室收缩功能非同步的评价效果最佳。上述研究表明右室心肌机械收缩的不同步在肺动脉压力升高早期即可出现，超声心动图对评价肺高压患者右室收缩不同步有重要作用。

（四）鉴别不同病因及病理类型肺高压患者右室重构

Giusca等[21]应用常规超声心动图和2D-STI对34例PASP程度相同的肺高压患者（特发性肺高压12例、慢性血栓栓塞性肺高压11例、艾森曼格综合征11例）的右室形态和功能进行研究，结果显示艾森曼格综合征患者心指数、右室壁厚度、RVFAC及RVFWS均高于特发性肺高压和血栓栓塞性肺高压患者（均P<0.05），表明在相同PASP水平下艾森曼格综合征患者的右室功能较好。陈晓峰等[22]应用RT-3DE对心功能分级、临床病程长短及PASP增高程度无显著差异的24例肺间质性肺高压和19例慢性肺血管栓塞性肺高压患者进行对比研究，结果显示两组肺高压患者右室收缩功能均减低，与肺间质性肺高压组比较，慢性肺血管栓塞性肺高压患者的右室舒张末期容积指数增加，而RVEF减低，差异均有统计学意义（均P<0.05），表明RT-3DE可作为评价不同病因肺高压患者右室功能的有效手段。白洋等[23]根据PASP和PVR将左室射血分数减低（<50%）的左心力衰竭患者分为被动性肺高压组和反应性肺高压组，发现被动性肺高压组较反应性肺高压组右室舒张末期容积指数、右室收缩末期容积指数、RVEF均增大（均P<0.05），表明RT-3DE结合传统二维超声心动图可准确评价左心力衰竭患者的右室功能状态，对指导临床诊断和治疗有重要价值。

（五）预测肺高压患者不良心血管事件的风险

Fine等[24]将575例确诊或疑诊为肺高压患者的右室功能按RVFWS等级分为4组，其8个月生存率分别为92%、88%、85%和71%，且随应变每降低6.7%则增加1.46倍死亡的危险。Moceri等[25]应用3D-STI检测104例肺高压患者右室应变，与正常对照组比较，所有节段右室整体和局部的运动及形变（圆

周、纵向和面积应变）均受到影响，右室整体面积应变<-18%的患者死亡率增加了48%，右室整体面积应变是最能反映肺高压患者右室功能的参数。Vitarelli等[26]应用2D-STI和3D-STI对73例慢性肺高压患者进行随访，结果显示以右心导管测得的心指数<2.0 L·min·m^2和右房压力>15 mm Hg为右心力衰竭的标准，ROC曲线显示RVEF、右室三维游离壁整体峰值纵向应变、RVFWS、右室游离壁心尖段纵向应变等参数反映右心力衰竭的截断值分别为39%、17%、18%、16%，且右室三维游离壁整体纵向应变和RVEF是患者2年死亡率的独立预测因子，表明上述参数可为慢性肺高压患者提供血流动力学和预后的相关信息。

三、小结

超声心动图评价肺高压患者右室收缩功能的指标均可直接或间接反映肺高压患者的右室整体和局部收缩功能。有研究[24-26]证明RVEF、RVFWS、右室整体面积应变等指标均与肺高压患者的预后有关，但这些指标在评估不同类型、不同病情程度肺高压患者右室功能和预后中的价值可能存在差异，今后应纳入更大样本进行分组分层研究，为临床诊断和治疗提供更有价值的信息。

参考文献

[1] 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.

[2] Roberts JD, Forfia PR. Diagnosis and assessment of pulmonary vascular disease by Doppler echocardiography[J]. Pulm Circ, 2011, 1(2): 160-181.

[3] Sato T, Tsujino I, Oyama-Manabe N, et al. Simple prediction of right ventricular ejection fraction using tricuspid annular plane systolic excursion in pulmonary hypertension[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2013, 29(8): 1799-1805.

[4] Kassem E, Humpl T, Friedberg MK. Prognostic significance of 2-dimensional, M-mode, and Doppler echo indices of right ventricular function in children with pulmonary arterial hypertension[J]. Am Heart J, 2013, 165(6): 1024-1031.

[5] Vonk MC, Sander MH, Van Den Hoogen FH, et al. Right ventricle Tei-index: a tool to increase the accuracy of non-invasive detection of pulmonary arterial hypertension in connective tissue diseases[J]. Eur J Echocardiogr, 2007, 8(5): 317-321.

[6] Ogihara Y, Yamada N, Dohi K, et al. Utility of right ventricular Tei-index for assessing disease severity and determining response to treatment in patients with pulmonary arterial hypertension[J]. J Cardiol, 2013, 63(2): 149-153.

[7] 王臻臻，杨振文，万征，等. 超声心动图与心脏核磁共振评估肺高血压患者右室功能的比较[J]. 中华心血管病杂志，2014，42(9)：748-752.

[8] Gurudevan SV, Malouf PJ, Kahn AM, et al. Noninvasive assessment of pulmonary vascular resistance using Doppler tissue imaging of the tricuspid annulus[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2007, 20(10): 1167-1171.

[9] Yang T, Liang Y, Zhang Y, et al. Echocardiographic parameters in patients with pulmonary arterial hypertension: correlations with right ventricular ejection fraction derived from cardiac magnetic resonance and hemodynamics[J]. PLoS One, 2013, 8(8): e71276.

[10] Jone PN, Patel SS, Cassidy C, et al. Three-dimensional echocardiography of right ventricular function correlates with severity of pediatric pulmonary hypertension[J]. Congenit Heart Dis, 2016, 11(6): 562-569.

[11] Morikawa T, Murata M, Okuda S, et al. Quantitative analysis of right ventricular function in patients with pulmonary hypertension using three-dimensional echocardiography and a two-dimensional summation method compared to magnetic resonance imaging[J]. Am J Cardiol, 2011, 107(3): 484-489.

[12] Utsunomiya H, Nakatani S, Okada T, et al. A simple method to predict impaired right ventricular performance and disease severity in chronic pulmonary hypertension using strain rate imaging[J]. Int J Cardiol, 2011, 147(1): 88-94.

[13] Kowalski M, Kukulski T, Jamal F, et al. Can natural strain and strain rate quantify regional myocardial deformation? A study in healthy subjects[J]. Ultrasound Med Biol, 2001, 27(8): 1087-1097.

[14] Dambrauskaite V, Delcroix M, Claus P, et al. Regional right ventricular dysfunction in chronic pulmonary hypertension[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2007, 20(10): 1172-1180.

[15] Li Y, Wang Y, Ye X, et al. Clinical study of right ventricular longitudinal strain for assessing right ventricular dysfunction and hemodynamics in pulmonary hypertension[J]. Medicine(Baltimore), 2016, 95(50): e5668.

[16] Smith BC, Dobson G, Dawson D, et al. Three-dimensional speckle tracking of the right ventricle: toward optimal quantification of right ventricular dysfunction in pulmonary hypertension[J]. J Am Coll Cardiol, 2014, 64(1): 41-51.

[17] Ayach B, Fine NM, Rudski LG. Right ventricular strain: measurement and clinical application[J]. Curr Opin Cardiol, 2018, 33(5): 486-492.

[18] Lopez-Candales A, Dohi K, Rajagopalan N, et al. Right ventricular dyssynchrony in patients with pulmonary hypertension is associated with disease severity and functional class[J]. Cardiovasc Ultrasound, 2005, 29(3): 23.

[19] Badagliacca R, Papa S, Valli G, et al. Right ventricular dyssynchrony and exercise capacity in idiopathic pulmonary arterial hypertension[J]. Eur Respir J, 2017, 49(6). pii: 1601419. doi: 10.1183/13993003.01419-2016.

[20] Murata M, Tsugu T, Kawakami T, et al. Right ventricular dyssynchrony predicts clinical outcomes in patients with pulmonary hypertension[J]. Int J Cardiol, 2017, 228(2): 912-918.

[21] Giusca S, Popa E, Amzulescu MS, et al. Is right ventricular remodeling in pulmonary hypertension dependent on etiology? An echocardiographic study[J]. Echocardiography, 2016, 33(4): 546-554.

[22] 陈晓峰，李华，孙运峰. 三维超声对不同病因肺动脉高压患者右

心功能的对比研究[J].中国超声医学杂志,2014,30(1):30-33.
[23] 白洋,杨军,王旭,等.实时三维超声心动图区分左心衰合并肺高压不同亚型的研究[J].中国临床医学影像杂志,2016,27(6):393-396.
[24] Fine NM, Chen L, Bastiansen PM, et al. Outcome prediction by quantitative right ventricular function assessment in 575 subjects evaluated for pulmonary hypertension[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2013,6(5):711-721.
[25] Moceri P, Duchateau N, Baudouy D, et al. Three-dimensional right-ventricular regional deformation and survival in pulmonary hypertension[J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2018, 19(4): 450-458.
[26] Vitarelli A, Mangieri E, Terzano C, et al. Three-dimensional echocardiography and 2D-3D speckle-tracking imaging in chronic pulmonary hypertension: diagnostic accuracy in detecting hemodynamic signs of right ventricular (RV) failure[J]. J Am Heart Assoc, 2015, 4(3): e001584.

(收稿日期:2018-12-24)

·病例报道·

Ultrasonic manifestations of osteochondroma in soft tissue: a case report

软组织骨软骨瘤超声表现1例

杨 军 范晓梅 王少特

[中图法分类号]R445.1 [文献标识码]B

患者男,19岁,7个月前发现右髋部外侧一包块,右髋关节活动无异常。体格检查:右髂前上棘前下方皮肤可见局限性隆起,皮肤无红肿,可触及一"枣粒"样大小包块,无波动感,皮温不高,质偏硬,表面光滑,边界清楚,推之可移动,有压痛,右髋、膝关节活动均未见异常。超声检查:右髂前上棘前方皮下见一大小约15 mm×4 mm团状混合回声(图1),内可见斑片状强回声,后伴声影,其深部肌层受压;CDFI于回声内部及周边均未探及明显血流信号(图2)。超声提示:右髂前上棘前方皮下团状混合回声。因触之有压痛,包块无明显增大,遂行手术治疗。术中见右髋部皮下一直径约10 mm质硬包块,表面光滑,边界清晰,无完整包膜,完整切除包块送病理检查,见一大小约10 mm×10 mm×3 mm扁平骨样组织。病理诊断:(右髋部)软组织骨软骨瘤(图3)。

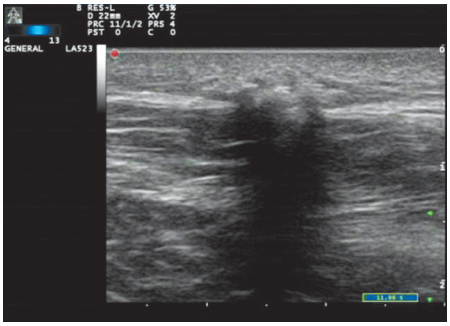

图1 右髋部皮下软组织骨软骨瘤声像图

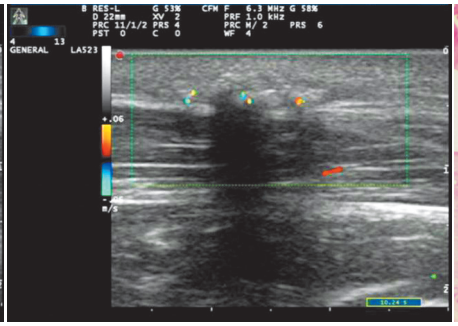

图2 软组织骨软骨瘤CDFI图

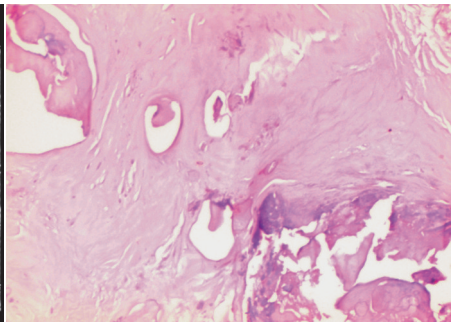

图3 软组织骨软骨瘤病理图(HE染色,×100)

讨论:软组织骨软骨瘤是指发生在骨以外软组织中,与骨骼及骨膜无关系的良性肿瘤性骨软骨组织,是一种较罕见的良性肿瘤。一般认为其发病机制为肌组织间质内的成纤维细胞受到内在或外来因素刺激,可化生为成软骨细胞或成骨细胞,在此基础上转变为骨软骨瘤[1]。该病好发于30~60岁成年男性,临床上常无症状,多以体外扪及包块就诊,肿瘤生长缓慢,体积较小,病史长短不一,当肿瘤增大时可产生压迫症状。本例患者无特殊症状,因包块有压痛就诊。该病变超声表现为:皮肤及皮下软组织层内可探及边界清晰、大小不等的质硬包块,与周边骨骼、关节及肌肉组织无关,包块较大时周边组织可受压,其内多以强回声斑为主并伴声影,部分可呈叠瓦状;CDFI示包块内部及周边均无明显血流信号。本例患者符合上述超声表现。目前该病变临床治疗以手术切除为主。软组织骨软骨瘤需与骨化性肌炎、滑膜软骨瘤病及钙化上皮瘤鉴别诊断。软组织骨软骨瘤缺乏特异性超声表现,但结合病史、发生部位、临床表现等综合分析多能准确诊断。

参考文献

[1] 张磊,禹志宏,邹海兵,等.拇趾软组织内骨外骨软骨瘤1例[J].中国临床医学影像杂志,2011,22(10):760.

(收稿日期:2018-12-21)

作者单位:430060 武汉市,武警湖北省总队医院特检科