

斑点追踪成像技术对阻塞性睡眠呼吸暂停综合征患者右心室功能的评价

郭英男¹, 冯艳红¹, 刘彩杰¹, 冯刚²

¹ 辽宁医学院附属第一医院 超声科, 辽宁锦州 121001; ² 辽宁医学院, 辽宁锦州 121001

摘要: **目的** 探讨超声二维斑点追踪成像技术 (speckle tracking imaging, STI) 评价阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征 (obstructive sleep apnea hypopnea syndrome, OSAHS) 患者右心室功能的临床价值。**方法** 选取 2012 年 3 月 - 2013 年 2 月间我院住院或门诊确诊的 OSAHS 患者 61 例, 正常对照 20 例, 根据睡眠呼吸暂停低通气指数 (apnea hypopnea index, AHI) 将 OSAHS 划分为轻、中及重度组, 所有研究对象右心室游离壁各节段应变及应变率曲线的分析测量通过 STI 完成。**结果** 与对照组比较, OSAHS 组 TAPSE、E/A、IVA 减小, RAVM、E/Em、DTm、IVRT 增大, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 右心室游离壁各节段心肌 SR、SRs、SRe、SRe/SRa 均减小, SRa 增大, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。**结论** 超声斑点追踪成像技术能够评价 OSAHS 患者右心室功能受损的早期表现。

关键词: 阻塞性睡眠呼吸暂停; 右心室; 超声心动图; 斑点追踪

中图分类号: R 445.1 文献标志码: A 文章编号: 2095-5227(2013)11-1144-05 DOI: 10.3969/j.issn.2095-5227.2013.11.014

网络出版时间: 2013-07-11 09:53 网络出版地址: http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3275.R.20130711.0953.001.html

Application of speckle tracking imaging in assessment of right ventricular function in patients with obstructive sleep apnea hypopnea syndrome

GUO Ying-nan¹, FENG Yan-hong¹, LIU Cai-jie¹, FENG Gang²

¹Department of Ultrasonics, First Affiliated Hospital of Liaoning Medical College, Jinzhou 121001, Liaoning Province, China;

²Liaoning Medical College, Jinzhou 121001, Liaoning Province, China

Corresponding author: FENG Yan-hong. Email: huamaojiang@yahoo.com.cn

Abstract: Objective To study the clinical value of speckle tracking imaging (STI) in assessment of right ventricular function in patients with obstructive sleep apnea hypopnea syndrome (OSAHS). **Methods** Sixty-one OSAHS patients admitted to our hospital from March 2012 to February 2013 served as an OSAHS group which was further divided into mild OSAHS group, moderate OSAHS group and severe OSAHS group according to their apnea hypopnea index (AHI), and 20 healthy subjects served as a control group in this study. Myocardial strain of right ventricular free wall segments and its curve were analyzed according to their STI. **Results** The TAPSE, E/A, IVA, SR, SRs, SRe, and SRe/SRa were lower while the RAVM, E/Em, DTm, IVRT, and SRa were higher in OSAHS group than in control group ($P < 0.05$). **Conclusion** STI can assess the early clinical manifestations of right ventricular function in OSAHS patients.

Key words: obstructive sleep apnea; right ventricle; echocardiography; speckle tracking

阻塞性睡眠呼吸暂停 (低通气) 综合征 (obstructive sleep apnea hypopnea syndrome, OSAHS) 以夜间睡眠过程中打鼾且鼾声不规律, 呼吸及睡眠节律紊乱, 反复出现呼吸暂停及觉醒等为特点, 被定义为每夜 7 h 睡眠过程中呼吸暂停及低通气反复发作 30 次以上, 或睡眠呼吸暂停低通气指数 (apnea hypopnea index, AHI) ≥ 5 次/h^[1]。已有研究表明, OSAHS 可以影响心肌功能^[2], 目前已有关于 OSAHS 对左心功能影响的研究, 并研究了经过持续正压通气 (continuous positive airway pressure, CPAP) 治疗后, 心功能的变化情况^[3], 然而, OSAHS

右心功能的相关研究还不是很多。

超声斑点追踪成像技术从心肌形变的角度评价心肌运动, 是反映心脏功能的新方法, 本研究旨在对 OSAHS 患者右心室游离壁的纵向应变及应变率 (SR、STR) 进行分析, 探讨 OSAHS 患者早期右心功能及其与疾病严重程度的相关性。

资料和方法

1 研究对象 2012 年 3 月 - 2013 年 2 月间我院住院或门诊确诊的 OSAHS 患者 61 例, 平均年龄 (46.33 ± 6.9) 岁, 其中男 46 例。根据中华医学会 2011 年 OSAHS 疾病诊断标准, 按 AHI 将 OSAHS 分为: 轻度组 AHI 5 ~ 15 次/h (n=22), 中度组 AHI 15 ~ 30 次/h (n=20), 重度组 AHI > 30 次/h (n=19)。排除左心室射血分数 (LVEF) 低于 50%, 平均肺动脉压

收稿日期: 2013-06-10

作者简介: 郭英男, 女, 硕士, 医师。研究方向: 心血管超声医学。Email: zhizhuowoniu123@126.com

通信作者: 冯艳红, 女, 副主任医师, 副教授, 硕士生导师。Email: huamaojiang@yahoo.com.cn

(MPAP) > 25 mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa), 高血压(包括服用抗高血压药物)、冠心病、先天性心脏病、心包疾病、中-重度瓣膜狭窄、心肌病、慢性阻塞性肺疾病、外周血管疾病、糖尿病、甲状腺疾病、肝、肾功能不全等患者。同时选择经我院体检为健康者 20 例, 平均年龄(44.85 ± 5.1) 岁, 其中男 9 例, AHI < 5 次/h, 经临床检查、心电图及超声心动图检查无明显异常, 无重要器质性疾病者。四组年龄、性别及体质量指数比较差异均无统计学意义。

2 多导睡眠监测 采用 Embla N7000(Embla systemic Inc, USA) 多导睡眠诊断仪, 监测脑电图、二导眼电图(EOG)、下颌颏肌电图(EMG)、心电图、口、鼻呼吸气流和胸腹呼吸运动、血氧饱和度、体位、鼾声、胫前肌肌电图等。所有患者均经正规整夜不少于 7 h 的睡眠监测。数据自动存储、人工手动评分, 微机回放打印结果。

3 24 h 动态血压监测 所有患者均进行 24 h 动态血压监测, 为了解患者全天的血压波动水平和趋势提供有价值的信息。

4 超声心动图检查 采用 Philips IE33 型多功能超声诊断仪, M5S 探头, 频率 1 ~ 5 MHz, 配有 Q-LAB 图像分析工作站。被检者采取左侧卧位, 嘱平静呼吸, 同步连接心电图, 确定心动周期。常规超

声测量以下指标: 右心室前壁厚度(RVAW)、右心室舒张末期内径(RVDD)、右心室射血分数(RVEF)及三尖瓣口 E/A; M 型超声测量三尖瓣环收缩期运动幅度(TAPSE); 脉冲组织多普勒(PW-TDI) 分析测量右心室等容收缩期加速度(IVA)、舒张早期峰值速度(Em)、舒张晚期峰值速度(Am)、等容舒张时间(IVRT)、减速时间(DTm), 并计算 E/Em 值; 然后采集并存储 3 ~ 4 个心动周期的二维灰阶心尖四腔动态图像, 帧频设置为 50 ~ 70 帧/s, 启用 Q-Lab6.0 分析软件, 得到右心室游离壁各节段心肌应变(S)及应变率(SR) 曲线, 记录各节段心肌收缩期峰值 SR、SRs 及舒张早期峰值应变率(SRe)、舒张晚期峰值应变率(SRa), 并计算 SRe/SRa 值。

5 统计学分析 统计学处理采用 SPSS17.0 统计学软件, 所有计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。多组间比较用 One-way ANOVA 方差分析, 正常对照组与 OSAHS 各组间均数比较采用独立样本资料的 *t* 检验, 不同指标与 AHI 的相关性采用 Pearson 相关性分析, 上述统计学分析均以 $\alpha = 0.05$ 为检验水准。

结 果

1 对照组与 OSAHS 组一般资料比较 各组间年龄、性别、体质量指数、收缩压及舒张压的差异均无统计学差异($P > 0.05$), OSAHS 各组 AHI 比

表 1 对照组与 OSAHS 组一般资料比较
Tab. 1 General information of two groups

	Control(n=20)	Mild OSAHS(n=22)	Moderate OSAHS(n=20)	Severe OSAHS(n=19)
Age(yrs)	44.85 ± 5.1	46.55 ± 6.8	46.31 ± 5.7	46.14 ± 8.2
Male(n, %)	9(45)	16(72.7)	14(70)	16(84.2)
BMI(kg/cm ²)	27.54 ± 4.2	28.76 ± 3.3	29.15 ± 2.1	29.33 ± 2.3
SBP(mmHg)	120.25 ± 6.75	118.71 ± 6.61	120.93 ± 10.54	121.05 ± 8.07
DBP(mmHg)	75.47 ± 6.64	75.9 ± 6.20	73.65 ± 5.96	75.58 ± 5.04
AHI(per/hour)	-	10.69 ± 2.61	20.12 ± 3.0 ^b	59.12 ± 15.83 ^{bc}

^a $P < 0.05$, vs control group; ^b $P < 0.05$, vs mild OSAHS group; ^c $P < 0.05$, vs moderate OSAHS group

表 2 对照组与 OSAHS 组 RV 常规及脉冲组织多普勒 PW-TDI 超声心动图测量数据比较
Tab. 2 Standard two-dimensional, doppler and tissue doppler right ventricular echocardiographic parameters of two groups

	Control(n=20)	Mild OSAHS(n=22)	Moderate OSAHS(n=20)	Severe OSAHS(n=19)
RVAM(mm)	4.2 ± 0.43	4.4 ± 0.28	4.8 ± 0.65 ^{ab}	4.9 ± 0.76 ^{ab}
RVDD(mm)	2.53 ± 0.12	2.59 ± 0.15	2.62 ± 0.17	2.62 ± 0.18
RVEF(%)	65.7 ± 4.1	65.4 ± 5.1	65.6 ± 4.8	64.4 ± 3.7
E/A	1.62 ± 0.19	1.57 ± 0.21	1.55 ± 0.22	1.39 ± 0.21 ^a
TAPSE(mm)	23.94 ± 1.39	22.28 ± 1.55	21.16 ± 1.54 ^a	19.77 ± 1.66 ^{abc}
IVA(m/s ²)	4.98 ± 1.11	4.57 ± 0.89	3.62 ± 1.25 ^a	2.52 ± 1.06 ^{abc}
IVRT(ms)	90.89 ± 4.69	94.42 ± 8.05	94.58 ± 8.15	97.28 ± 15.40
DTm(ms)	170.13 ± 43.05	195.42 ± 44.74	214.68 ± 46.59	236.37 ± 49.07 ^a
E/Em	8.25 ± 2.27	8.74 ± 2.53	11.33 ± 2.77 ^{ab}	13.91 ± 2.41 ^{ab}

^a $P < 0.05$, vs control group; ^b $P < 0.05$, vs mild OSAHS group; ^c $P < 0.05$, vs moderate OSAHS group

表3 对照组与 OSAHS 组右心室游离壁各节段心肌应变及应变率参数比较

Tab.3 Parameters of right ventricular free segment strain in two groups

	Control	Mild OSAHS	Moderate OSAHS	Severe OSAHS
Basical				
SR	-35.84 ± 5.36	-32.29 ± 6.14	-23.69 ± 5.58 ^{ab}	-21.48 ± 6.27 ^{ab}
SRs	-2.31 ± 0.49	-2.21 ± 0.58	-1.76 ± 0.35 ^{abc}	-1.34 ± 0.26 ^{abc}
SRe	2.64 ± 0.76	2.56 ± 0.92	2.18 ± 0.51 ^a	1.73 ± 0.42 ^{ab}
SRa	1.73 ± 0.32	1.76 ± 0.37	1.94 ± 0.43	1.99 ± 0.48
SRe/SRa	1.54 ± 0.43	1.43 ± 0.55	1.20 ± 0.30 ^{ab}	0.80 ± 0.42 ^{abc}
Middle				
SR	-33.27 ± 4.68	-31.14 ± 5.49	-22.67 ± 4.73 ^{ab}	-20.41 ± 5.56 ^{ab}
SRs	-1.98 ± 0.45	-1.89 ± 0.53	-1.51 ± 0.37 ^a	-1.29 ± 0.30 ^{abc}
SRe	2.48 ± 0.63	2.41 ± 0.85	1.97 ± 0.72 ^a	1.64 ± 0.38 ^{ab}
SRa	1.58 ± 0.30	1.62 ± 0.34	1.82 ± 0.51	1.87 ± 0.55 ^a
SRe/SRa	1.51 ± 0.50	1.39 ± 0.64	1.14 ± 0.36 ^{ab}	0.60 ± 0.23 ^{abc}
Apical				
SR	-27.95 ± 4.83	-25.66 ± 5.74	-21.43 ± 4.90 ^{ab}	-20.36 ± 5.87 ^{ab}
SRs	-1.73 ± 0.42	-1.68 ± 0.49	-1.40 ± 0.35 ^a	-1.21 ± 0.17 ^{abc}
SRe	2.41 ± 0.79	2.36 ± 0.95	1.92 ± 0.47 ^a	1.33 ± 0.34 ^{ab}
SRa	1.54 ± 0.44	1.60 ± 0.45	1.80 ± 0.59	1.85 ± 0.66 ^a
SRe/SRa	1.57 ± 0.84	1.44 ± 0.66	0.93 ± 0.51 ^{ab}	0.50 ± 0.18 ^{abc}

^a $P < 0.05$, vs control group; ^b $P < 0.05$, vs mild OSAHS group; ^c $P < 0.05$, vs moderate OSAHS group

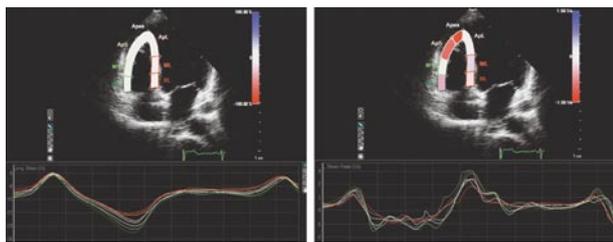


图1 对照组右心室游离壁各节段心肌应变及应变率曲线

Fig.1 Myocardial strain of right ventricular free wall segments and its curve in control group

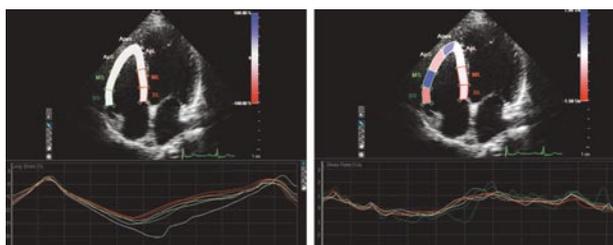


图2 OSAHS重度组右心室游离壁各节段心肌应变及应变率曲线

Fig.2 Myocardial strain of right ventricular free wall segments and its curve in severe OSAHS group

表4 反应右心室功能的指标与 AHI 的 Pearson 相关性分析

Tab.4 Pearson correlation analysis of right ventricular AHI and function

	AHI	
	r	P
TAPSE	-0.488	< 0.001
IVA	-0.439	< 0.001
E/A	0.463	0.082
SR	-0.652	< 0.001
SRs	-0.680	< 0.001
SRe/SRa	-0.662	< 0.001

较差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 1。

2 对照组与 OSAHS 组常规超声及脉冲组织多普勒 PW-TDI 测量数据比较 与对照组比较, OSAHS 中、重度组中 TAPSE、E/A、IVA 均减小, RAVM、E/Em、DTm、IVRT 均增大, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 而 RVDD、RVEF 及 IVRT 于各组间比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 2。

3 对照组与 OSAHS 组右心室游离壁各节段应变及应变率参数比较 与对照组比较, OSAHS 各组右心室游离壁各节段心肌 SR、SRs、SRe、SRe/SRa 均减小, SRa 增大。重度组所有参数与对照组比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。中度组中 SR、SRs、SRe/SRa 及重度组所有参数与轻度组相应指标比较差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。重度组中 SRs、SRe 及 SRe/SRa 与中度组相应指标比较均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 3, 图 1、2。

4 反应右心室功能的指标与 AHI 的相关性分析 睡眠呼吸暂停指数 AHI 与 E/A 比值无相关性 ($r=0.463$, $P=0.082$), 斑点追踪参数与 AHI 之间的相关性比常规超声心动图参数要好。见表 4。

讨论

OSAHS 患者反复出现的夜间血氧饱和度降低、高碳酸血症、胸腔内负压的波动及急性增加的肺动脉压可能是病人发病的主要机制, 其中上呼吸道阻塞所引起的胸腔内负压增加是 OSAHS 患者的

重要特征,它可以在呼吸暂停期间引起静脉回流增加、容量负荷增加及扩张,导致右心室结构发生改变,同时,右心室舒张期的充盈受多种因素的影响,如右心室的舒张、右心室的顺应性、右心房的收缩力及肺血管阻力等^[4]。因此,右心室功能的减低可能是这些因素综合作用的结果。

由于慢性间歇性缺氧和呼吸暂停的觉醒引起肺压力变化,除了许多并存的因素,如肥胖,全身性高血压和冠状动脉疾病,导致 OSAHS 患者右心室功能在一定程度上受损。有些评价 OSAHS 左右心室功能的研究并没有将病例组与对照组体质量指数和高血压相匹配,为了确保我们的结论: OSAHS 对右心室功能的影响会不会在无意中反映全身性高血压和肥胖的影响,我们排除 24 h 动态血压监测的全身性高血压,并比较了同样肥胖的 OSAHS 患者。从而,各组间年龄、性别、体质量指数、动脉压均无统计学差异, AHI 各组间有统计学差异,由此增加了实验的准确性。

本研究中,右心功能首先通过常规及脉冲组织多普勒 PW-TDI 超声心动图研究, RVAM 增加,以 OSAHS 中、重度组显著,这可能与 OSAHS 患者低氧血症有关,后者可直接引起肺血管床收缩以及非肌性小动脉肌化造成肺动脉压力显著升高,即右心室后负荷的增加,长时间作用导致右心室肥厚,这与 Guidry 等^[5]的研究一致。此外,随着疾病严重程度增加, TAPSE 值有所减低, OSAHS 重度组减低尤为明显, E/A 比值及 DTm 仅于 OSAHS 重度组开始出现变化,且三尖瓣口 E/A 评价右心室舒张功能受年龄、前后负荷及右心室重量等多个因素的影响,因此单独应用该指标会低估了右心室的舒张功能。同时, AHI 与三尖瓣口 E/A 比值之间无相关性, RVDD、RVEF 及 IVRT 于各组间比较差异无统计学意义,上述结果均表现出了评价右心功能早期阶段受损的局限性,我们需要更准确的方法去判断不同程度 OSAHS 对心脏功能的影响。

由于常规超声心动图及脉冲多普勒超声心动图的诸多不足,近年来越来越多的实验通过组织多普勒研究 OSAHS 与右心功能之间的关系^[6-7],本实验中反应右心室整体收缩功能的指标 IVA 在中度 OSAHS 组与正常对照组,重度 OSAHS 组与正常对照组及轻度 OSAHS 组比较时差异均有显著统计学意义, Tugcu 等^[8]的研究利用 TDI 测量 27 例无其他合并症的中重度 OSAHS 患者的右心室功

能,经多元线性回归分析得出 AHI 是 RVIVA 的独立影响因子 ($\beta = -0.519, P < 0.000 1$),而右心室 Sm、Em、Am 在各组间比较差异无统计学意义,提示了 IVA 在 OSAHS 早期心肌运动障碍评估中具有较好的特异度和敏感度。然而,在实际操作过程中,由于 TDI 技术基于多普勒原理,必然会受到声束与室壁运动夹角的影响,很难保证声束与室壁运动方向完全一致,因此会使测量结果出现一定偏差。

新近发展的斑点追踪成像技术通过逐帧追踪二维灰阶图像中均匀分布在心肌内的散射斑点,逐帧比较每个斑点的运动及斑点间的相对运动,从而得出心肌应变,克服了角度依赖性,可以更为准确地评价心肌运动情况及功能,此技术已成熟应用于左心室功能的评价,但亦有研究证明了其评价右心室的可行性及准确性^[9-10]。右心室的收缩一方面是依靠收缩期纵向心肌纤维的收缩,使三尖瓣环向心尖部移动从而缩短长轴距离,另一方面依靠左心室收缩继发的牵引右心室游离壁。右心室纵向的缩短比径向的缩短更显著,扭转运动对右心室收缩的贡献并不明显。因此,测定右心室纵向收缩功能即可反映右心室的整体射血功能。在本次实验中,对斑点追踪数据分析发现,随着疾病的加重,反应右心室收缩功能的收缩期峰值应变及应变率相应地减低,且 OSAHS 中度组及重度组与对照组相比较,变化显著。应用二维斑点追踪技术评价右心室收缩功能的同时,我们也评价其舒张功能,随着疾病的加重, STR-E 及 STR-E/STR-A 值有所减低,而 STR-A 值增加,这些研究结果表明,右心室纵向的收缩及舒张功能从中度 OSAHS 患者开始就出现了受损情况。右心室应变及应变率与 AHI 的高度相关性表明右心室功能障碍可以通过二维斑点追踪技术评价其亚临床阶段。

尽管斑点追踪技术对整体和局部心肌组织的功能评价较为敏感,但由于其对图像质量的要求较高,因此在临床应用上受到了一定限制。且右心室空间结构较为复杂,而斑点追踪技术仅限于分析二维平面上的心肌运动规律,因此并不能全面地反映右心室的功能变化,有待于通过三维斑点追踪技术来弥补其不足。

参考文献

- 1 中华医学会呼吸病学分会睡眠呼吸障碍学组.阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征诊治指南(2011年修订版)[J].中华结核和呼吸杂志,2012,35(1):9-12.

(上接 1147 页)

- 2 Altekin RE, Yanikoglu A, Baktir AO, et al. Assessment of subclinical left ventricular dysfunction in obstructive sleep apnea patients with speckle tracking echocardiography [J] . *Int J Cardiovasc Imaging*, 2012, 28 (8) : 1917–1930.
- 3 Oliveira W, Campos O, Cintra F, et al. Impact of continuous positive airway pressure treatment on left atrial volume and function in patients with obstructive sleep apnoea assessed by real-time three-dimensional echocardiography [J] . *Heart*, 2009, 95 (22) : 1872–1878.
- 4 Rudski LG, Lai WW, 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 Echocardiogr*, 2010, 23 (7) : 685–713.
- 5 Guidry UC, Mendes LA, Evans JC, et al. Echocardiographic features of the right heart in sleep-disordered breathing : the Framingham Heart Study [J] . *Am J Respir Crit Care Med*, 2001, 164 (6) : 933–938.
- 6 Bayram NA, Ciftci B, Bayram H, et al. Effects of continuous positive airway pressure therapy on right ventricular function assessment by tissue Doppler imaging in patients with obstructive sleep apnea syndrome [J] . *Echocardiography*, 2008, 25 (10) : 1071–1078.
- 7 Attia G, Ahmad MA, Saleh AB, et al. Impact of obstructive sleep apnea on global myocardial performance in children assessed by tissue Doppler imaging [J] . *Pediatr Cardiol*, 2010, 31 (7) : 1025–1036.
- 8 Tugcu A, Yildirimtürk O, Tayyareci Y, et al. Evaluation of subclinical right ventricular dysfunction in obstructive sleep apnea patients using velocity vector imaging [J] . *Circ J*, 2010, 74 (2) : 312–319.
- 9 Borges AC, Knebel F, Eddicks S, et al. Right ventricular function assessed by two-dimensional strain and tissue Doppler echocardiography in patients with pulmonary arterial hypertension and effect of vasodilator therapy [J] . *Am J Cardiol*, 2006, 98 (4) : 530–534.
- 10 Sugiura E, Dohi K, Onishi K, et al. Reversible right ventricular regional non-uniformity quantified by speckle-tracking strain imaging in patients with acute pulmonary thromboembolism [J] . *J Am Soc Echocardiogr*, 2009, 22 (12) : 1353–1359.