

## · 超声影像学 ·

## 应变率成像及背向散射积分技术对糖尿病患者心肌局部舒张功能的研究

阴海霞, 龚渭冰, 刘爱玲, 陈伟

**【摘要】 目的:**应用应变率成像(SRI)及背向散射积分技术(IFS)综合评价Ⅱ型糖尿病(DM)患者左室心肌局部舒张功能。**方法:**应用组织多普勒成像技术(TDI)及背向散射积分(IFS)技术对30例健康成人(对照组)及30例Ⅱ型糖尿病患者(DM组)的左室心肌局部舒张功能进行定量分析。计算局部心肌舒张早期峰值应变率(SRe)、心房收缩期峰值应变率(SRa)、背向散射积分参数(IFS、IFS%、CVIB和CVIB%)。应用常规超声心动图检测二尖瓣口血流峰值流速,即舒张早期峰值流速(Ve)和心房收缩期峰值流速(Va),计算Ve与Va的比值。**结果:**与对照组比较,DM组左室局部心肌舒张早期峰值应变率显著减低,心房收缩期峰值应变率显著增高。心肌背向散射积分参数中IFS和IFS%较对照组显著增高,CVIB和CVIB%显著减低( $P<0.05$ )。**结论:**SRI及IFS技术可以客观评价Ⅱ型糖尿病患者左室局部心肌的舒张功能,为临床制定治疗方案和评估预后提供重要的影像学信息。

**【关键词】** 超声检查; 糖尿病; 心肌; 舒张功能

**【中图分类号】** R445.1; R542.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2009)03-0334-04

**Study of Myocardial Regional Diastolic Function in Diabetes Patients by Strain Rate Imaging and Integrated Backscatter Techniques** YIN Hai-xia, GONG Wei-bing, LIU Ai-ling, et al, Department of Ultrasound, Nanfang Hospital, Nanfang Medical University, Guangzhou 510515, P. R. China

**【Abstract】 Objective:** Application of strain rate imaging (SRI) and integrated backscatter (IFS) in the evaluation of myocardial regional diastolic function for patients with type II diabetes mellitus (DM). **Methods:** Tissue Doppler imaging (TDI) and IBS were used in 30 normal subjects (control group) and 30 DM patients in order to quantitatively analyze the myocardial regional diastolic function. The strain rate of early diastolic period (SRe) and atrial systolic period (SRa), parameters of IBS (IFS, IBS%), the magnitude of the cyclic variation of IBS (CVIB, CVIB%) were calculated. Conventional echocardiography was used to measure the transmitral flow velocities of early diastolic peak velocity (Ve) and atrial systolic peak velocity, (Va) Ve/Va ratio was calculated. **Results:** For DM patients, the peak SR in early diastolic period (SRe) was significantly decreased, the peak SR in atrial systolic period (SRa) was significantly increased, regional myocardial IBS and IBS% were significantly increased, CVIB and CVIB% were significantly decreased ( $P<0.05$ ) when compared with that of control group. **Conclusion:** Myocardial regional diastolic function of DM patients could be evaluated objectively by SRI and IBS techniques, which provide important information and is useful in treatment planning.

**【Key words】** Ultrasonography; Diabetes mellitus; Myocardium; Diastolic function

糖尿病(diabetes mellitus, DM)心肌病是由于胰岛素分泌绝对或相对不足所引起的内分泌代谢障碍性疾病,造成心肌结构的改变和心功能的异常。有报道<sup>[1]</sup>认为,糖尿病患者心肌功能的改变早期主要表现为舒张功能的减低,中、晚期才累及收缩功能。如果能较早的发现DM患者心肌病变和客观评价心功能,对采取有效措施防止心功能进一步减退、延缓心肌并发症的出现有着重要临床意义。本研究使用超声应变率

成像(strain rate imaging, SRI)及背向散射积分技术(integrated backscatter, IBS)对Ⅱ型糖尿病患者左室局部心肌的舒张功能进行探讨。

### 材料与方 法

#### 1. 研究对象

DM组:根据1999年WHO公布的诊断标准,即症状加上随机血糖 $>11.1$  mmol/l (2 g/l)、或空腹血浆葡萄糖 $>7.0$  mmol/l (1.26 g/l)、或负荷试验中2 h血浆葡萄糖 $>11.1$  mmol/l (2 g/l),选择在本院住院及门诊及临床确诊为Ⅱ型糖尿病且排除冠心病、高血压等其它心脏器质性病变的患者共30例,男19例,女11例,年龄(49.17 $\pm$ 11.74)岁。

作者单位:510515 广州,南方医科大学南方医院超声科(阴海霞、龚渭冰);450042 郑州,中国人民解放军第一五三中心医院超声科(刘爱玲、陈伟)

作者简介:阴海霞(1980-),女,河南郑州人,住院医师,主要从事糖尿病的超声诊断工作。

通讯作者:龚渭冰, E-mail: gzgwb@163.com

对照组:非糖尿病患者并经各项检查排除各种心脏疾病的健康成人 30 例,男 18 例,女 12 例,平均年龄(51.33±9.57)岁。

## 2. 仪器

采用 Philips Sonos7500 彩色超声诊断仪, S3 超声探头, 频率 1.0~3.0 MHz, 该仪器配有 QLAB3.0 工作站, 可对组织多普勒(tissue Doppler imaging, TDI)图像进行定量分析, 并自动绘出心肌应变率和应变图像; 此外该仪器配有声学密度定量(acquisition densitometry, AD)分析软件及磁光盘记录系统。

## 3. 方法

常规超声心动图检查:受检者取左侧卧位, 平静呼吸, 连接心电图, 取标准心尖四腔心切面。脉冲多普勒测量二尖瓣口舒张早期峰值流速(Ve)和心房收缩期峰值流速(Va), 并计算 Ve/Va。

心肌应变率曲线及测值:受检者取左侧卧位, 平静呼吸, 连接心电图, 将仪器调入 TDI 状态, 采集连续 3 个心动周期的左室心尖二腔心切面、四腔心切面、心尖长轴切面的动态图像, 所有图像均存入机载 MO 盘, 从 MO 盘调出存储的图像, 应用 QLAB3.0 工作站进行定量分析, 取样框置于左室前壁、下壁、后间隔、侧壁、前间隔和后壁的中段心肌中心处, 系统自动绘出该节段心肌的速度、应变及应变率曲线, 分别测量舒张早期峰值应变率(SRe)及心房收缩期峰值应变率(SRa)。

心肌背向散射积分参数测定:受检者取左侧卧位, 平静呼吸, 连接心电图, 获得标准胸骨旁左室长轴切面, 将仪器调至 AD-IBS 分析条件, 采样深度为 14 cm, 增益固定为 64 dB, 在整个实验研究过程中仪器设置保持不变, 将连续 2.48 s 内 62 帧图像以 Loop 形式存

入光盘, 待脱机后分析。脱机分析时取样框形态采用新月形, 凹面朝向左心腔, 长轴与室壁运动方向垂直, 大小为 21 像素×21 像素, 取样框分别置于室间隔及左室后壁中段的心肌层内及左心腔中央, 尽量避开心内膜、心外膜及亮回声线信号的干扰。IBS 均值(AII)及心肌的 IBS 心动周期变异幅度(cyclic variation of IBS, CVIB)由机器自动显示。计算心肌的 IBS 心动周期变异率(CVIB%), 公式如下:

$$CVIB\% = \frac{CVIB}{AII} \times 100\% \quad (1)$$

计算心肌 IBS 的标化值(IFS%), 公式如下:

$$IFS\% = \frac{AII}{\text{心腔血液 AII}} \times 100\% \quad (2)$$

## 4. 统计分析

各参数均取 3 个心动周期的平均值, 计量资料用均数±标准差表示。不同组间参数比较采用 *t* 检验,  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 结果

### 1. 常规超声心动图测值结果比较分析

DM 组和对照组左室舒张功能各项指标测值结果见表 1。DM 组 Ve 及 Ve/Va 较对照组均减低, Va 较对照组增高, 差异均有统计学意义( $P < 0.001$ )。

表 1 DM 组与对照组常规超声心动图测值结果比较 (cm/s)

组别	Ve	Va	Ve/Va
DM 组	68.71±14.01	65.98±10.29	1.05±0.20
对照组	82.40±15.14	52.78±8.42	1.59±0.33

### 2. 心肌应变率指标比较分析

DM 组与对照组比较, SRe 显著减低, SRa 显著增高(图 1), 两组间 SRe、SRa 差异有统计学意义。DM 组和对照组心肌不同部位的舒张早期及心房收缩期峰

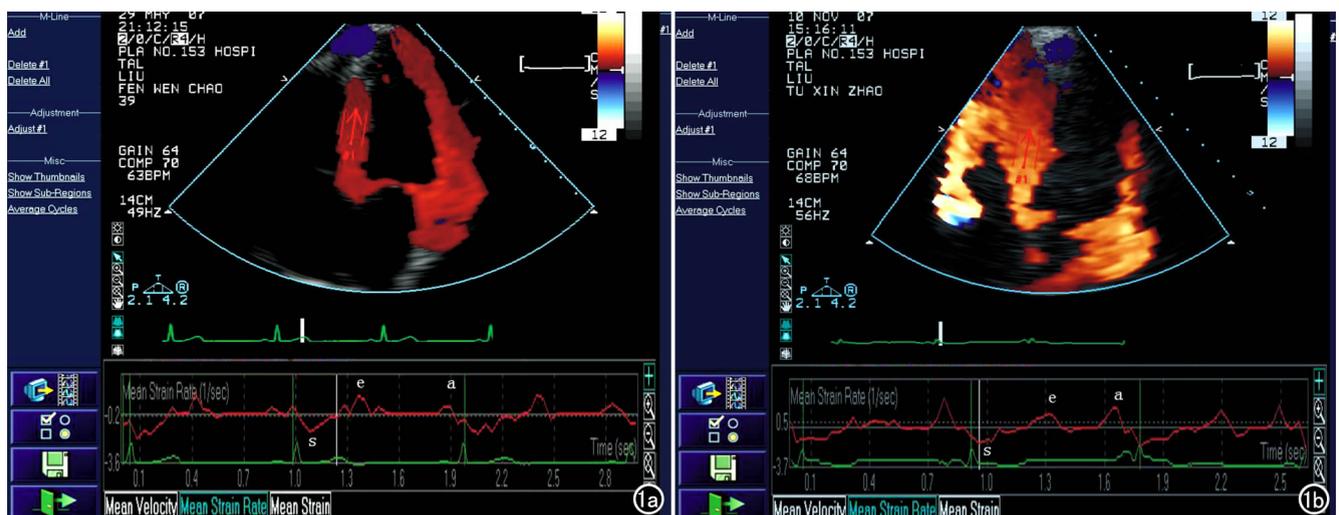


图 1 室间隔中段心肌应变率曲线与对照组比较, DM 组 SRe 显著降低, SRa 显著增高。a) 正常对照组; b) DM 组。

值应变率测结果见表2。

表2 DM组和对照组峰值应变率 (s/l)

部位	舒张早期		心房收缩期	
	DM组	对照组	DM组	对照组
前壁	1.57±0.33 <sup>△</sup>	2.12±0.54	1.94±0.36*	1.61±0.58
下壁	1.55±0.36 <sup>△</sup>	1.93±0.48	1.90±0.43**	1.57±0.50
前间隔	1.60±0.34 <sup>△</sup>	2.08±0.50	1.95±0.38**	1.63±0.52
后壁	1.53±0.35 <sup>△</sup>	2.06±0.51	1.85±0.45**	1.53±0.47
后间隔	1.52±0.34 <sup>△</sup>	2.04±0.52	1.86±0.46**	1.51±0.46
侧壁	1.58±0.37 <sup>△</sup>	2.05±0.50	1.89±0.43*	1.57±0.53

注:与对照组比较, <sup>△</sup> P<0.001, \* P<0.05, \*\* P<0.01。

### 3. 心肌背向散射积分参数比较分析

DM组和对照组各项背向散射积分参数测量结果见表3。

表3 DM组与对照组IBS各参数的比较

参数	IVS		LVPW	
	对照组	DM组	对照组	DM组
AII(dB)	22.53±3.87	28.48±4.31 <sup>△</sup>	23.46±4.36	27.05±4.03**
IBS%	122.40±14.02	152.62±26.20 <sup>△</sup>	129.06±26.69	144.70±21.10*
CVIB(dB)	11.44±1.32	9.86±1.19 <sup>△</sup>	10.61±1.32	9.06±1.13 <sup>△</sup>
CVIB%	52.32±10.77	35.26±7.53 <sup>△</sup>	46.40±8.79	34.06±5.81 <sup>△</sup>

注:与对照组比较, \* P<0.05, \*\* P<0.01, <sup>△</sup> P<0.001。IVS:室间隔; LVPW:左室后壁。

正常对照组心肌各节段的IBS曲线呈周期性变化,以舒张末期最大,收缩末期最小,呈正弦曲线样(图2a)。DM组IBS曲线亦呈周期性变化,但变化幅度减小(图2b)。DM组与对照组比较,AII、IBS%显著减低, CVIB、CVIB%显著增大,两组间AII、IBS%、CVIB和CVIB%的差异均有统计学意义。

### 讨论

1972年, Ruber等<sup>[2]</sup>首次提出糖尿病性心肌病,他们在猝死或死于心源性休克的糖尿病患者的尸检中,并未发现冠状动脉闭塞或心肌梗死,而是发现有心

肌坏死、炎症细胞浸润、心肌间质胶原沉积和广泛纤维瘢痕以及心肌小冠状动脉分支内膜增厚、血管壁内皮细胞增生和血管周围灶性纤维化。随着人们生活水平的不断提高,糖尿病在人群中的发病率日趋上升,而且发病人群趋向年轻化。糖尿病的治疗迄今为止尚无根治方法,只能控制其继续发展,延缓并发症的出现。传统超声心动图检查无法较早定量评价糖尿病患者心肌病变的超微结构改变及心功能异常,仅有心肌活检可确诊,但因其属于有创性检查、价格昂贵、具有风险性,在临床上尚不能普遍开展,故很难直接获得糖尿病患者心肌病变的客观依据。寻找无创性早期评价糖尿病患者心肌病变的新方法,可为医师治疗DM及改善预后提供较为客观的参考依据。

应变(strain, S)及应变率(strain rate, SR)是近年来提出评价局部心肌功能的新的量化指标。S是指心肌发生形变的能力,线形应变可用Lagrangian公式表达为:

$$S = (L - L_0) / L_0 = \Delta L / L_0 \quad (3)$$

S指长轴方向上的应变, L代表瞬时长度,  $\Delta L$ 为长度的改变量,  $L_0$ 为初始长度值。S为正值表示长轴方向上的伸长或短轴方向上增厚, S为负值表示长轴方向上的缩短或短轴方向上的变薄。SR是指单位时间的应变,它描述的是变形速率,公式如下:

$$SR = S / \Delta t = \Delta V / L_0 = (V_1 - V_2) / L_0 \quad (4)$$

所以也等于每单位长度的速度差。因此,可以通过组织的速度梯度来计算SR,将SR计算结果进行彩色编码显示即为SR成像(SRI)<sup>[3]</sup>。SRI可以为局部心肌功能作出客观可靠的评价,为判断心肌运动提供有利的证据。

背向散射是指超声束进入组织后朝向探头方向的散射,也称后散射,一般指朝向探头的单位体积和单位



图2 室间隔心肌IBS时间-强度曲线示IBS呈周期性变化,舒张末期最大,收缩末期最小。a)正常对照组; b)DM组。

立体面的微分散射截面,组织背向散射的幅度与其细微结构有关,各种原因所致的异常改变均可引起回声信号发生细微改变。组织的细微结构是超声波的散射体,超声在组织中传播时,遇到远小于波长的组织细微结构如胶原纤维、细胞、微血管等发生散射,散射波方向与入射波方向呈 $180^\circ$ 时朝向探头方向,被探头接收后,可供分析组织的内在声学特性。将背向散射进行数学积分变换,称IBS,一般以分贝(db)表示,其变化是超声波和传导介质之间相互作用的结果。IBS技术是应用背向散射原理,改变图像前处理分析法,使射频信号不经过放大、滤波、检波等处理,直接提供原始数据进行背向散射成像或用曲线计算背向散射积分,可定量分析组织声学特性和病理特征<sup>[4]</sup>。

本研究结果显示,DM患者E峰及E/A较对照组均减低,A峰较对照组增高。因为心肌舒张是能量依赖性过程,糖尿病时左心室结构改变,心肌重量增加使心肌耗氧量增加,心肌缺血,导致舒张早期功能障碍,长期血糖增高,使心肌细胞肥大,心肌纤维化和细胞外间质增加,会进一步加重心肌缺血,导致左室舒张功能恶化<sup>[5]</sup>。与对照组比较,DM患者左心室各室壁中段心肌SRe显著减低,SRa显著增高,可能是因为DM患者长期糖、脂代谢异常,从而减少了三磷酸腺苷的产生,导致心肌能源供应不足,引起心肌纤维的凋亡,而代之以心肌细胞肥大,间质纤维化,使心肌局部舒张功能受损。DM患者室间隔与左室后壁的AII、IBS%明显高于对照组,CVIB、CVIB%明显低于对照组,可能与DM患者心肌细胞肥大、间质胶原沉积、心肌纤维化、心肌微小血管广泛内膜病变等病理改变导致心肌背向散射信号的强度发生改变有关。有研究表明

DM患者心肌胶原含量的增加与心肌纤维化是决定心肌背向散射信号强度改变的两大主要因素<sup>[6,7]</sup>。

综上所述,应变率成像及背向散射积分技术可以客观评价II型糖尿病患者局部心肌的舒张功能,有一定的临床参考价值。由于研究样本较少,并且2种方法是近年发展起来的新技术,还存在着一些局限性,如SRI易受到角度、噪声、帧频等影响,IBS技术易受到受检者差异、增益、心内膜、心外膜及心肌内亮回声线等影响,故其推广价值有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 李如意,王建华,尹红宁,等.超声背向散射积分技术定量评价糖尿病性心肌病的临床研究[J].中国心血管杂志,2002,7(6):429-430.
- [2] Ruber S,Diugash J,Yuceglu YZ,et al. New Type of Cardimegaly Associated with Diabetic Glomerulosclerosis[J]. Am J Cardiol, 1972,30(6):595-602.
- [3] 陈斌,邓又斌.应变率成像在心肌缺血诊断中的应用[J].中国医学影像技术,2004,20(5):803-805.
- [4] Schechter SO,Teichholz LE,Klig V,et al. Ultrasonic Tissue Characterization[J]. Echocardiography,1996,13(4):415-430.
- [5] 耿静,宋民敏,葛志明.糖尿病心肌病的研究进展[J].中国心血管病研究杂志,2007,15(6):468-471.
- [6] Mimbs JW,O'Donnell M,Bauwens D,et al. The Dependence of Ultrasonic Attenuation and Backscatter on Collagen Content in Dog and Rabbit Hearts[J]. Circ Res,1980,47(1):49-58.
- [7] Natio J,Masuyama T,Mano T,et al. Ultrasonic Myocardial Tissue Characterization in Patients with Dilatid Cardiomyopathy: Value in Noninvasive Assessment of Myocardial Fibrosis[J]. Am Heart J,1996,131(1):115-121.

(收稿日期:2008-08-04)

## 第三届放射青年医师学术研讨会

由中华放射学杂志编辑委员会和中华医学会放射学分会联合主办、浙江中医药大学附属第一医院承办的第三届放射青年医师学术研讨会将于2009年6月26日~29日在杭州召开。

放射青年医师学术研讨会已成功举办两届,本届会议将继续秉承“以青年学者为主体、以学术论文交流为主要形式”的宗旨,充分展示我国青年放射医师的研究成果。力求办成内容丰富、主题突出、形式多样的学术研讨会,为我国放射青年医师提供一个相互学习和交流的平台。

本届研讨会将设“中、英文论文报告”、“热点辩论”、“中、英文论文演讲比赛”、“诊断基础讲座”和“博士论坛”等多种形式。内容丰富,主题突出,形式多样,欢迎青年放射医师踊跃参与。本次研讨会将授国家级继续教育I类学分10分。会议期间还将评选优秀论文,并为获奖者颁发证书。获奖论文经有关专家审阅同意后,可优先刊登在中华放射学杂志上。

(中华放射学杂志编辑委员会 中华医学会放射学分会)