

❖ 心脏、血管影像学

Evaluation on global and regional left ventricular systolic function by two-dimensional longitudinal strain in patients with familial hypercholesterolemia

SONG Li¹, YANG Ya^{1*}, LI Zhi-an¹, ZHANG Xiao-shan¹, REN Hong-yan¹,
LI Rong-juan¹, WANG Zheng¹, LIN Jie², WANG Lv-ya²

(1. Department of Ultrasound, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China; 2. Beijing Heart and Lung Blood Vessel Disease Institute, Beijing 100029, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the left ventricular systolic function of global and each section through left ventricular longitudinal strain in familial hypercholesterolemia (FH) patients with speckle tracking imaging (STI). **Methods** Forty-two patients with FH (FH group) and 34 volunteers (control group) underwent STI. The long axis myocardial peak systolic strain (S) and peak systolic strain rate (SRs) of 18 segments in different left ventricular walls and overall S and SRs were measured. **Results** Totally 1368 segments in 76 subjects were analyzed, and tracking successful rate was 98.25% (1344/1368). The S of anterior basal segment in FH group decreased compared with that of control group ($P < 0.05$). The three chambers, two chambers, four chambers of the heart S and SRs in FH group was lower than those of the control group, but the difference was not statistically significant ($P > 0.05$). The overall SRs in the FH group decreased compared with that of control group ($P < 0.05$). The SRs of posterior basal segment, poster-septal basal segment and the apex segment, lateral from basal segment to the middle segment, and anterior from basal segment to middle segment, inferior from basal segment to the middle segment in FH group were lower than those of the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** Using STI can detect left ventricular overall and segmental systolic function impairment in FH patients through longitudinal strain in the early stage. SRs is more sensitive than S.

[Key words] Speckle tracking imaging; Hyperlipoproteinemia type II; Ventricular function, left; Longitudinal strain

纵向二维应变评价家族性高胆固醇血症患者左心室整体及局部收缩功能改变

宋 砾¹, 杨 娅^{1*}, 李治安¹, 张小杉¹, 任红艳¹, 李嵘娟¹, 王 征¹, 蔺 洁², 王绿娅²

(1. 首都医科大学附属北京安贞医院超声诊断科, 北京 100029;

2. 北京市心肺血管疾病研究所, 北京 100029)

[摘要] **目的** 应用斑点追踪成像(STI)技术分析家族性高胆固醇血症(FH)患者左心室纵向应变, 评价 FH 患者左心室整体及各段收缩功能。**方法** 对 42 例 FH 患者(FH 组)及 34 名健康志愿者(正常对照组)行超声心动图检查, 测量左心室各室壁基底段、中间段、心尖段共 18 个节段及整体收缩期峰值应变(S)、收缩期峰值应变率(SRs)。**结果** 分析所有受检者共 1368 个节段, 追踪成功率 98.25%(1344/1368)。FH 组前壁基底段 S 较正常对照组减低($P < 0.05$)。FH 组三腔心、两腔心、四腔心 S、SRs 均较正常对照组减低, 但差异无统计学意义($P > 0.05$); FH 组整体 SRs 较正常对照组减低($P <$

[基金项目] 国家自然科学基金(30772356)、北京市自然科学基金(7092016)、北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养计划(2009-3-45)。

[作者简介] 宋砾(1986—), 女, 陕西西安人, 在读硕士。研究方向: 心血管超声。E-mail: zhu_bamboo@126.com

[通讯作者] 杨娅, 首都医科大学附属北京安贞医院超声诊断科, 100029。E-mail: yangya99@hotmail.com

[收稿日期] 2011-08-12 **[修回日期]** 2011-10-25

0.05)。FH 组后壁基底段、后间隔基底段及心尖段、侧壁基底段至中间段、下壁基底段至中间段及前壁基底段至中间段 SRs 较正常对照组减低 ($P < 0.05$)。结论 FH 患者左心室整体及节段性收缩功能受损;通过 STI 技术纵向应变可早期发现其改变,其中 SRs 较 S 更敏感。

[关键词] 斑点追踪技术;高胆固醇血症,II 型;心室功能,左;纵向应变

[中图分类号] R589.2; R540.45 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2012)04-0685-05

家族性高胆固醇血症 (familial hypercholesterolemia, FH) 是由于低密度脂蛋白受体 (low density lipoprotein receptor, LDL-R) 基因突变引起功能性 LDL-R 减少,使 LDL 从血中转移受阻,导致血清胆固醇浓度升高,尤其以血清 LDL 升高为主要特征,致大量 LDL 聚集于巨噬细胞中,并在组织内过度淤积,形成黄色瘤和动脉粥样硬化^[1]。FH 患者动脉粥样硬化发生较早,心绞痛和心肌梗死等心血管事件均可在幼年发生,病变早期心功能即可受到影响。

应力-应变关系能比压力-容积关系更敏感地反映组织的功能特征^[2],因而心肌应变是反映心肌收缩性的直接而客观的指标。本研究应用斑点追踪成像 (speckle tracking imaging, STI) 技术分析 FH 患者左心室纵向应变,评价 FH 患者左心室整体及各段收缩功能。

1 资料与方法

1.1 研究对象 FH 组:2006 年 8 月—2011 年 6 月北京市心肺血管疾病研究所确诊 FH 患者 42 例 (FH 组),男 23 例,女 19 例,年龄 3~51 岁,中位年龄 13.0 岁。入选标准:成人 TC > 7.8 mmol/L (300 mg/dl);16 岁以下儿童 TC > 6.7 mmol/L (258 mg/dl);成人 LDL-C > 4.9 mmol/L (190 mg/dl);患者或亲属有黄色瘤者诊断为 FH^[3]。正常对照组 34 名,男 15 名,女 19 名,年龄 2~45 岁,中位年龄 24.5 岁;无心脏病史,血脂、血压、心电图均正常。所有受检者均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用 GE Vivid 7 彩色多普勒超声诊

断仪, M4S、M3S 探头,频率 1.7~3.4 MHz。受检者左侧卧位,平静呼吸。连接体表心电图,记录心尖四腔心、心尖二腔心及心尖左心室长轴切面的二维灰阶动态图像。存储至少 3 个连续、稳定的心动周期供脱机分析,记录过程中尽量使受检者的心率保持一致。按美国超声心动图学会推荐的左心室壁 16 个节段划分法,加后壁心尖段、前间隔心尖段,共 18 个节段。从心尖左心室长轴、心尖二腔、心尖四腔动态图中选取清晰图像,定帧于收缩末期,手动勾画左心室内膜边缘,软件自动将各切面分为 6 个节段,评价每个节段的追踪结果 (V 为追踪成功节段, X 为追踪失败节段;图 1),得出追踪成功节段的应变/应变率-时间曲线 (图 2、3),测量收缩期峰值应变 (S)、收缩期峰值应变率 (SRs)。

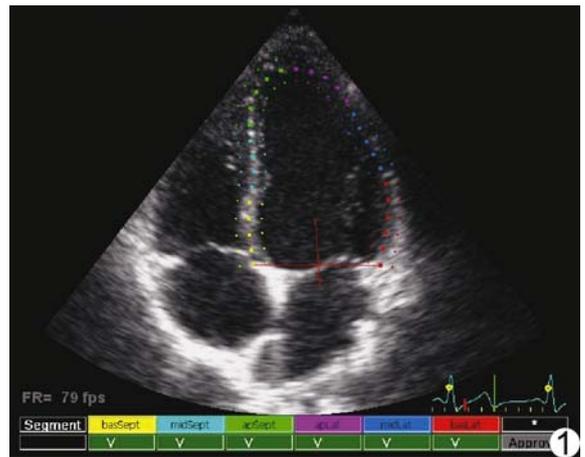


图 1 四腔心切面 6 个节段均追踪成功

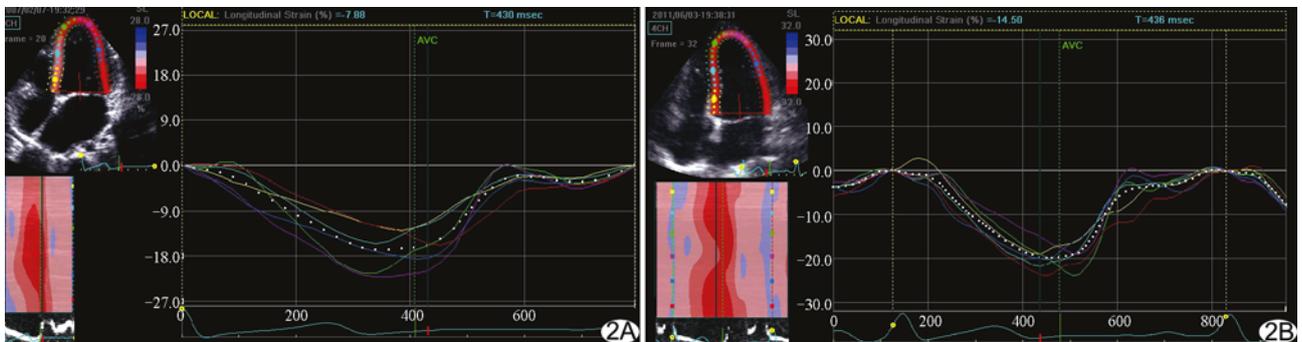


图 2 FH 组及正常对照组四腔心切面纵向应变-时间曲线 A. FH 组四腔心切面纵向应变-时间曲线; B. 正常对照组四腔心切面纵向应变-时间曲线

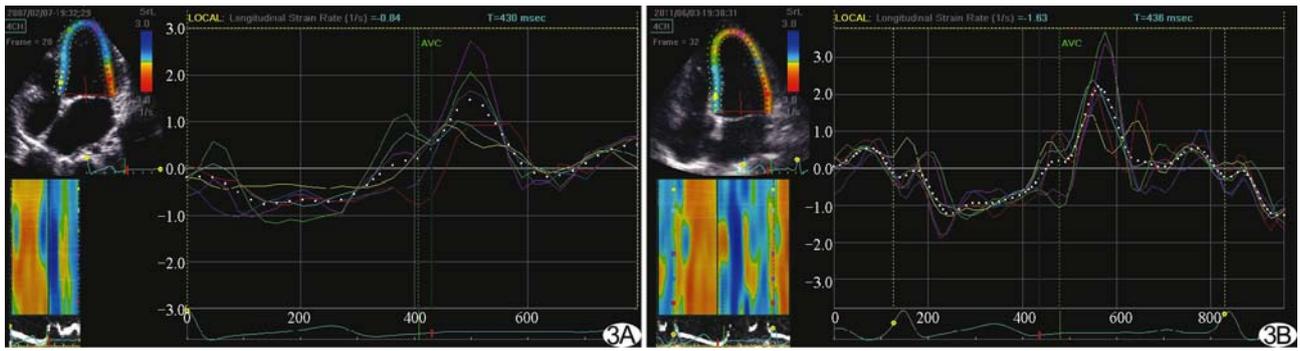


图 3 FH 组及正常对照组四腔心切面纵向应变率-时间曲线 A. FH 组四腔心切面纵向应变率-时间曲线; B. 正常对照组四腔心切面纵向应变率-时间曲线

表 1 FH 组及正常对照组左心室整体纵向收缩期 S(% , $\bar{x} \pm s$)

组别	三腔心	两腔心	四腔心	整体
FH 组	-21.35 ± 3.98	-21.39 ± 5.31	-19.14 ± 10.5	-21.42 ± 3.65
正常对照组	-21.61 ± 2.26	-22.79 ± 2.09	-21.89 ± 2.77	-21.97 ± 1.89
t 值	0.34	1.90	1.48	0.71
P 值	0.74	0.06	0.14	0.48

表 2 FH 组及正常对照组左心室整体纵向收缩期 SRs(s^{-1} , $\bar{x} \pm s$)

组别	三腔心	两腔心	四腔心	整体
FH 组	-1.16 ± 0.26	-1.15 ± 0.33	-1.06 ± 0.50	-1.22 ± 0.26
正常对照组	-1.25 ± 0.19	-1.27 ± 0.18	-1.22 ± 0.21	-1.43 ± 0.22
t 值	1.67	1.90	1.74	3.22
P 值	0.10	0.06	0.09	<0.01

表 3 FH 组及正常对照组左心室各壁纵向收缩期 S(% , $\bar{x} \pm s$)

心肌各段	组别	基底段	中间段	心尖段
后壁	FH 组	-21.31 ± 6.13	-20.30 ± 5.66	-23.60 ± 5.39
	正常对照组	-23.62 ± 4.71	-20.40 ± 2.55	-24.03 ± 4.27
前间隔	FH 组	-16.55 ± 8.00	-22.17 ± 4.63	-25.25 ± 6.33
	正常对照组	-19.17 ± 4.23	-22.03 ± 4.11	-24.94 ± 5.27
后间隔	FH 组	-18.94 ± 4.50	-21.39 ± 4.52	-25.45 ± 5.78
	正常对照组	-20.45 ± 3.31	-21.81 ± 7.59	-26.98 ± 4.40
侧壁	FH 组	-20.16 ± 6.79	-21.51 ± 6.08	-24.31 ± 6.34
	正常对照组	-22.06 ± 6.79	-21.40 ± 3.81	-24.75 ± 5.69
下壁	FH 组	-22.82 ± 5.58	-22.62 ± 4.76	-25.22 ± 7.66
	正常对照组	-23.93 ± 4.32	-23.61 ± 2.74	-26.59 ± 4.02
前壁	FH 组	-18.44 ± 6.33*	-21.64 ± 4.89	-22.56 ± 11.68
	正常对照组	-22.24 ± 3.98	-22.42 ± 3.98	-23.02 ± 6.29

注: * :与正常对照组比较, $P < 0.05$

1.3 统计学处理 采用 SPSS 13.0 统计软件。对不符合正态分布的计量资料以中位数表示,组间比较采用秩和检验;对符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验。计数资料采用 χ^2 检验进行比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

FH 组与正常对照组年龄、性别差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.1 追踪成功节段及追踪成功率 对所有受检者共分析 1368 个节段的二维应变及应变率,追踪成功率 98.25% (1344/1368);追踪失败节段共 24 个,分别为心尖段 22 个,基底段 2 个。

2.2 左心室整体纵向收缩期 S 及 SRs 比较 FH 组三腔心、两腔心、四腔心及整体 S 均小于正常对照组,但差异无统计学意义 ($P > 0.05$,表 1)。FH 组三腔心、两腔心及四腔心 SRs 小于正常对照组,但差异无统计学意义 ($P > 0.05$);整体 SRs 小于正常对照组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$,表 2)。

2.3 左心室壁各节段间纵向收缩期 S 及 SRs 比较 FH 组前壁基底段小于正常对照组,差异有统计学意义 ($P = 0.008$),余室壁间差异无统计学意义 ($P > 0.05$,表 3)。FH 组后壁基底段、后间隔基底段及心尖段、侧壁基底段至中间段、下壁基底段至中间段及前壁基底段至中间段小于正常对照组,且差异有统计学意义 ($P < 0.05$),余室壁间差异无统计学意义 ($P > 0.05$,表 4)。

3 讨论

FH 是一种最为常见且最为严重的常染色体单基因显性遗传疾病,也是最早被明确其临床和基因特征

表 4 FH 组及正常对照组左心室各壁纵向收缩期 SRs(s^{-1} , $\bar{x} \pm s$)

心肌各段	组别	基底段	中间段	心尖段
后壁	FH 组	-1.44 ± 0.43*	-1.23 ± 0.37	-1.49 ± 0.44
	正常对照组	-1.91 ± 0.49	-1.37 ± 0.23	-1.70 ± 0.46
前间隔	FH 组	-1.13 ± 0.39	-1.31 ± 0.38	-1.67 ± 0.56
	正常对照组	-1.23 ± 0.59	-1.33 ± 0.33	-1.56 ± 0.75
后间隔	FH 组	-0.99 ± 0.49*	-1.10 ± 0.54	-1.42 ± 0.70*
	正常对照组	-1.24 ± 0.43	-1.30 ± 0.22	-1.71 ± 0.39
侧壁	FH 组	-1.30 ± 0.44*	-1.27 ± 0.41*	-1.49 ± 0.43
	正常对照组	-1.57 ± 0.41	-1.47 ± 0.45	-1.64 ± 0.52
下壁	FH 组	-1.40 ± 0.40*	-1.31 ± 0.34*	-1.61 ± 0.58
	正常对照组	-1.81 ± 0.70	-1.45 ± 0.24	-1.65 ± 0.31
前壁	FH 组	-1.11 ± 0.43*	-1.19 ± 0.34*	-1.55 ± 0.32
	正常对照组	-1.47 ± 0.64	-1.39 ± 0.32	-1.27 ± 0.18

注: * :与正常对照组比较, $P < 0.05$

的脂质代谢紊乱性疾病;以高胆固醇血症、特征性黄色瘤、早发心血管疾病和阳性家族史为主要临床表现。

二维超声心动图能观察 FH 患者心脏结构和功能,准确评价心脏收缩和舒张功能,但在 FH 早期,由于动脉粥样硬化程度不明显,不会出现明显的节段性室壁运动异常,故常规超声心动图检查不能早期发现左心室功能改变。

文献^[4-6]报道 FH 患者的冠状动脉血流储备减低,表明 FH 患者的动脉粥样硬化病变可能累及冠状动脉循环系统。左心室功能包括收缩功能及舒张功能,在冠心病早期,心肌收缩功能可能正常,而舒张功能已受到影响^[7]。已有文献分别通过测量等容舒张时间^[8]及应用定量组织多普勒成像技术(quantitative tissue velocity imaging, QTVI)测量 Ve/Va ^[9] 评价其舒张功能,发现 FH 患者的舒张功能减低,且常规超声心动图检查左心收缩功能未见明显异常;然而对其收缩功能尚未有进一步评价的报道。

STI 技术通过逐帧辨认并追踪超声图像中散在于心肌组织内的超声斑点运动及斑点间的相对运动,可快速定量获得心肌各节段的应变值,相对不受心脏摆动和牵拉的影响,是超声评价心功能的新方法^[10]。应变在物理学上指外力作用下物体的相对形变。心肌应变指心肌在心动周期中的变形,可用来评价局部心肌的收缩与舒张功能、血供情况、心肌活力等。应变率是指物体形变发生的速度。心肌应变和应变率分别反映了心肌形变的程度和速度,可评价局部及整体心肌收缩及舒张功能^[11]。

心肌细胞包括纵行和横行肌纤维,即内、外层的螺旋形肌束和中层的环形肌束,因此心脏的收缩和舒张运动基本包括 4 个部分:纵向(longitudinal)运动,表

示心脏长轴方向的运动;径向(radial)运动,表示心脏短轴方向心肌厚度的变化;圆周(circumferential)运动,表示心脏短轴方向的环形运动;旋转(rotational)角度,表示心脏短轴方向的旋转角度。二维应变超声心动图可以从以上 4 个方面来评价心肌的变形。心肌缺血时纵向应变损伤可能最早,原因可能是:①心内膜对缺血缺氧敏感,且国外研究^[12]表明左心室纵向应变由心内膜心肌支配;②心肌纤维的解剖结构和左心室壁心肌的血流灌注

特点有关^[13];③纵向心肌占心肌纤维的 70%,心肌缺血对纵向功能损害比其他方向的收缩功能受损出现早,估测纵向收缩期应变能较早发现心肌缺血的存在^[14]。因此,本研究选择二维纵向应变评价 FH 患者左心室收缩功能的改变。

本研究应用二维 STI 技术评价 FH 患者左心室壁整体及各节段收缩功能改变,结果发现 FH 患者左心室三腔心、两腔心、四腔心及整体收缩期纵向应变小于正常对照组,但差异无统计学意义,应变率仅左心室整体小于正常对照组,且差异有统计学意义,表明 FH 早期患者左心室整体收缩功能即已受损,并能通过 SRs 参数表现出来。某些节段纵向二维应变绝对值小于正常对照组,表明 FH 患者左心室壁局部收缩功能已受损;SRs 测值较 S 更敏感,发现受损节段数更多,进一步印证了由于左心室局部收缩功能改变导致整体功能受损。

本研究结果同时显示,左心室壁基底段及中间段心肌纵向收缩期应变率绝对值较正常对照组明显减低,而心尖段心肌纵向收缩期应变及应变率绝对值仅有极少数较正常对照组减低,这与心肌纤维走行有关。心尖部心肌呈环形走行,主要参与扭转运动,与短轴功能或旋转运动相关性良好,而与左心室长轴功能相关性差,故该节段心肌不能准确反映左心室长轴功能。此外,心内膜心肌最易发生心肌缺血,而其主要与长轴功能有关,心肌纤维呈现螺旋状排列^[15],这种螺旋结构可能导致与纵轴平行的心内膜心肌内只存在于左心室基底段至中间段,故左心室基底段至中间段在心内膜缺血早期即可表现出纵向应变改变。

本研究的局限性:由于 FH 发病率较低,导致病例数较少;只评价了左心室主要运动——长轴应变,而未

对扭转应变、圆周应变等参数可能提供左心室壁收缩功能的其他信息进行分析。

综上所述, FH 患者左心室整体及节段性收缩功能受损; 通过 STI 技术观察纵向应变可早期发现其改变, 其中 SRs 较 S 更敏感。

[参考文献]

- [1] Rader DJ, Cohen J, Hobbs HH. Monogenic hypercholesterolemia: New insights in pathogenesis and treatment. *J Clin Invest*, 2003, 111(12):1795-1803.
- [2] Chan J, Hanekom L, Wong C, et al. Differentiation of subendocardial and transmural infarction using two-dimensional strain rate imaging to assess short-axis and long-axis myocardial function. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 48(10):2026-2033.
- [3] 陈在嘉. 临床冠心病学. 北京: 人民军医出版社, 1998:90.
- [4] Kobayashi K, Yamashita K, Tasaki H, et al. Evaluation of improved coronary flow velocity reserve using transthoracic Doppler echocardiography after single LDL apheresis. *Ther Apher Dial*, 2004, 8(5):383-389.
- [5] Yang Y, Zhang X, Li R, et al. Non-invasive evaluation of coronary flow velocity reserve in Homozygous Familial Hypercholesterolemia by transthoracic Doppler echocardiography. *Echocardiography*, 2010. [Epub ahead of print]
- [6] Yang Y, Zhang X, Li R, et al. Evaluation of coronary flow velocity reserve in homozygous familial hypercholesterolemia by transthoracic Doppler echocardiography and dual-source computed tomography. *Ultrasound Med Biol*, 2010, 36(10):1756-1761.
- [7] Balgith M, Jugdutt B. Assessment of diastolic dysfunction after acute myocardial infarction using Doppler echocardiography. *Can J Cardiol*, 2002, 18(1):69-77.
- [8] Paolisso G, Cacciapuoti F, Lama D, et al. Impaired left ventricular relaxation and hyperinsulinemia in patients with primary hypercholesterolemia. *Atherosclerosis*, 1992, 96(1):65-70.
- [9] 任红艳, 杨娅, 李治安, 等. 应用定量组织多普勒成像技术评价家族性高胆固醇血症患者的左室功能. *北京生物医学工程*, 2010, 29(2):135-139.
- [10] 刘利, 王志刚, 任建丽. 二维斑点追踪成像技术在心血管疾病中的应用进展. *中国医学影像技术*, 2011, 27(1):179-182.
- [11] 童春, 黎春雷, 宋家琳, 等. 斑点追踪评价正常成人右室长轴心肌形变能力. *中国医学影像技术*, 2007, 23(11):1641-1643.
- [12] Perk G, Tunick PA, Kronzon I. Non-Doppler two-dimensional strain imaging by echocardiography from technical considerations to clinical applications. *J Am Soc Echocardiogr*, 2007, 20(3):234-243.
- [13] 孔宪明, 高海青, 陈玉国. 冠状动脉疾病与侧支循环. 北京: 人民卫生出版社, 2006:3-29.
- [14] Modesto KM, Cauduro S, Dispenzieri A, et al. Two-dimensional acoustic pattern derived strain parameters closely correlate with one-dimensional tissue Doppler derived strain measurements. *Eur J Echocardiogr*, 2006, 7(4):315-321.
- [15] Buckberg GD, Mahajan A, Jung B, et al. MRI myocardial motion and fiber tracking: A confirmation of knowledge from different imaging modalities. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2006, 29(Suppl 1):S165-S177.

全国磁共振成像序列设计理论与实践应用学习班通知

国家级继续教育项目“磁共振成像序列设计理论与实践应用”将在北京大学举办[项目编号:2011-09-01-027(国)], 学习班同时受卫生部中国医学装备协会委托, 承担大型医疗设备 MRI 机上岗资格的考前辅导任务, 2012 年度将在 5 月 24—27 日, 9 月 6—9 日举办两期。学习班将邀请国内外企业的 MRI 工程师、MRI 序列设计物理师、临床 MRI 序列设计技术专家以及临床疾病影像诊断专家共同授课, 系统介绍 MRI 成像硬件、原理、维护、质控以及 MRI 在各系统疾病诊断与科学研究中的应用。

学习班费用: 2000 元(含教材费、资料费), 培训阶段住院医师及在读研究生学费 800 元(凭医院证明及学生证), 学习班将授予 I 类继续教育学分 6 分。

联系人: 卢嘉宾, 010-82266972

参会通知及回执表下载网址: <http://www.neuroradiology.bjmu.edu.cn>(最新动态)