

## •非血管介入 Non-vascular intervention•

子宫肌瘤 HIFU 术后骶骨 MR 异常信号  
的影响因素研究

张雅姣, 肖智博, 吕富荣, 刘梓苑, 黄浩然

**【摘要】目的** 探讨子宫肌瘤高强度聚焦超声(HIFU)消融术后骶骨 MR 异常信号的影响因素。**方法** 回顾性分析 2017 年 3 月–2018 年 8 月初次行 HIFU 治疗的 133 例子宫肌瘤患者的盆腔 MRI 及临床资料,记录子宫肌瘤特征及 HIFU 治疗参数。**结果** 36 例(27.1%)患者在 HIFU 术后 MRI 观察到骶骨异常信号。单因素分析中,骶骨 MR 异常信号与肌瘤骶骨距离、HIFU 治疗总能量和辐照时间相关( $P$ 均 $<0.05$ )。多因素 logistic 回归分析中,肌瘤骶骨距离差异有统计学意义( $P=0.003$ ),OR 值为 0.918, 95%CI 0.868~0.971。**结论** 肌瘤骶骨距离、HIFU 辐照时间及治疗总能量与骶骨 MR 异常信号的出现密切相关,且肌瘤骶骨距离是骶骨 MR 异常信号的保护因素。

**【关键词】** 高强度聚焦超声; 子宫肌瘤; 骶骨; MRI

中图分类号:R737.33 文献标志码:R445.1 文章编号:1008-794X(2019)-011-1066-05

**The influencing factors of sacrum abnormal MR signal occurring after HIFU for uterine fibroids**

ZHANG Yajiao, XIAO Zhibo, LÜ Furong, LIU Ziyu, HUANG Haoran. Department of Radiology, First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China

Corresponding author: LÜ Furong, E-mail: furonglv0918@sina.com

**【Abstract】Objective** To investigate the influencing factors of sacrum abnormal magnetic resonance (MR) signal occurring after high-intensity focused ultrasound(HIFU) ablation for uterine fibroids. **Methods** The clinical data and pelvic MRI materials of 133 patients with uterine fibroids, who received initial HIFU ablation during the period from March 2017 to August 2018, were retrospectively analyzed. The features of uterine fibroids and therapeutic parameters of HIFU were analyzed. **Results** In 36 patients(27.1%), sacrum abnormal MR signal was observed after HIFU. Univariate analysis indicated that sacrum abnormal MR signal was significantly correlated with the fibroid-sacral distance, the total therapeutic energy and irradiation time of HIFU treatment( $P<0.05$ ). Multivariate logistic regression analysis revealed that the difference in fibroid-sacral distance was statistically significant( $P=0.003$ ). The OR value was 0.918, and 95%CI value was 0.868-0.971. **Conclusion** A significant correlation exists between the fibroid-sacral distance, the irradiation time of HIFU, the total therapeutic energy and the occurrence of sacrum abnormal MR signal. The fibroid-sacral distance is a protective factor for sacrum abnormal MR signal. (J Intervent Radiol, 2019, 28; 1066-1070)

**【Key words】** high-intensity focused ultrasound; uterine fibroid; sacrum; magnetic resonance imaging

子宫肌瘤是女性生殖系统最常见的良性肿瘤, 15%~30%患者出现严重症状, 包括月经量和周期改变, 腹痛, 尿频及便秘等<sup>[1-2]</sup>。近年来, 子宫肌瘤的治疗方式由传统手术逐渐向微创方向转变。高强度

聚焦超声(high intensity focused ultrasound, HIFU)作为一种非侵入性治疗技术, 不但能保留子宫、保持盆底结构和内分泌轴完整, 其安全性、有效性也得到了普遍认可<sup>[3-5]</sup>。HIFU 是将体外低能量超声在体内聚焦, 使靶区内肿瘤组织温度升高, 使肿瘤组织变性、凝固、坏死, 从而达到治疗目的<sup>[6-7]</sup>。但超声在经过声通道组织时, 声波发生反射、折射和散射, 能量被局部组织吸收、沉积, 可能引起腹壁、腰骶椎损伤等不良反应<sup>[8-9]</sup>。邓凤莲等<sup>[10]</sup>通过比较子宫肌瘤

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2019.011.013

基金项目: 重庆市卫生计生委医学科研计划面上项目(2017MSXM022)

作者单位: 400016 重庆医科大学附属第一医院放射科(张雅姣、肖智博、吕富荣、刘梓苑)、超声医疗国家工程研究中心(黄浩然)

通信作者: 吕富荣 E-mail: furonglv0918@sina.com

HIFU 术前、术后 MRI 资料,观察到部分患者术后出现骶骨异常信号,损伤部位多为骶 2~骶 3 椎体前,呈线状、条状,在 T1WI 上呈低信号,T2WI 呈稍高或混杂信号,增强呈稍高信号。本研究探讨子宫肌瘤 HIFU 治疗后骶骨 MR 异常信号的影响因素,为治疗及减少术后骶骨损伤的发生提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 临床资料 对 2017 年 3 月至 2018 年 8 月 133 例初次行 HIFU 治疗的子宫肌瘤患者进行回顾性分析,年龄 23~53 岁,平均(40.5±6.5)岁;患者有不同程度的痛经、经量增多、尿频、腹痛等症状。患者纳入标准:①经临床诊断除子宫肌瘤外无其他盆腔疾病患者;②患者均初次行超声消融;③膀胱、直肠充盈良好,直肠周围脂肪清晰者;④HIFU 治疗前后均有完整的临床资料,MR 扫描范围从脐至盆底。排除标准:①阔韧带肌瘤及宫颈肌瘤;②有其他妇科疾病史,如子宫内膜异位症等;③子宫超过 24 孕周(肚脐的高度);④子宫肌瘤个数超过 10,直径≤3 cm 或≥12 cm;⑤患者在怀孕和哺乳期间;⑥存在 MR 检查禁忌证。其中单发肌瘤 54 例,多发肌瘤 79 例;肌瘤位于前壁 66 例,后壁 41 例,侧壁 26 例;按 T2WI 信号强度分类,低信号 88 例,等信号 29 例,高信号 16 例。

1.1.2 设备 采用重庆海扶(HIFU)技术有限公司生产的 JC 型聚焦超声肿瘤治疗系统。

### 1.2 方法

1.2.1 HIFU 治疗 术前常规脱脂、脱毛。术中患者俯卧于治疗床上,常规插入气囊导尿管,适度充盈膀胱,便于显示病灶,在超声实时监控下确保声波通路避开肠管及膀胱。超声定位后,根据肿瘤大小、位置预设好治疗参数,在超声引导下开机治疗。采用深层至浅层,由点到线、由线到面、由面到体逐点扫描治疗。通过超声实时监控,以出现明显灰度变化为治疗终点并观察术中及术后患者疼痛等症状,记录 HIFU 治疗参数。

通过患者的症状、体征及必要的实验室检查和影像学检查监测不良反应,采用国际介入放射治疗学会(SIR)标准进行评价。A 级:无需治疗,无不良后果;B 级:简单的治疗,无不良后果;C 级:有必要的住院治疗,但住院时间≤48 h;D 级:有重要的治疗,护理等级增加,住院时间>48 h;E 级:永久性后遗症;F 级:死亡。SIR A~B 级为一般不良反应;C~D

级为重要不良反应;E~F 级为严重不良反应<sup>[11]</sup>。

1.2.2 MR 检查 患者均于术前和术后 1 周内行 MR 扫描,使用美国 GE 3.0 T MRI (Singa HD Excite, GE healthcare, USA),8 通道相控阵腹部线圈,取仰卧位固定,嘱患者平静呼吸,避免运动,头先进,进床至扫描位。扫描包括常规轴位 T1WI,采用 SE 序列(TR/TE 600/10 ms,FOV 38 cm,矩阵 384×180,层厚 6 mm,层间隔 2 mm,层数 22,NEX 1);常规横轴位、冠状位及矢状位 T2WI,采用 FRFSE 序列(TR/TE 3280/105 ms,FOV38 cm,矩阵 288×256,层厚 6 mm,层间隔 2 mm,层数 22,NEX 2);增强扫描采用 LAVA 序列(TR/TE 3.9/1.8 ms,TI5.0 ms,FOV38.0 cm,层厚 2 mm,矩阵 288×256,层间距 0,Slab 50 cm),17 s 一期,共扫描 5 期,对比剂使用欧乃影 0.2 mL/kg 体重,注射速率 2~3 mL/s。

1.2.3 图像分析 由 MR 影像诊断医师、妇科医师共同诊断子宫肌瘤,病例筛选及分组均由 2 名具有 10 年以上盆腔 MR 诊断经验的放射医师共同进行,记录子宫肌瘤位置、类型、最大直径及体积,并对比 HIFU 治疗前后骶骨信号变化情况,诊断结果不同时讨论并达成一致。

### 1.3 统计学分析

采用 SPSS 22.0 软件分析数据,计量资料以均数±标准差表示,进行独立样本 *t* 检验或 Mann-Whitney 非参数检验;计数资料行  $\chi^2$  检验,以  $\alpha=0.05$  为检验水准,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。根据单因素分析结果,选择其中  $P<0.05$  的因素量进入 logistic 回归分析。

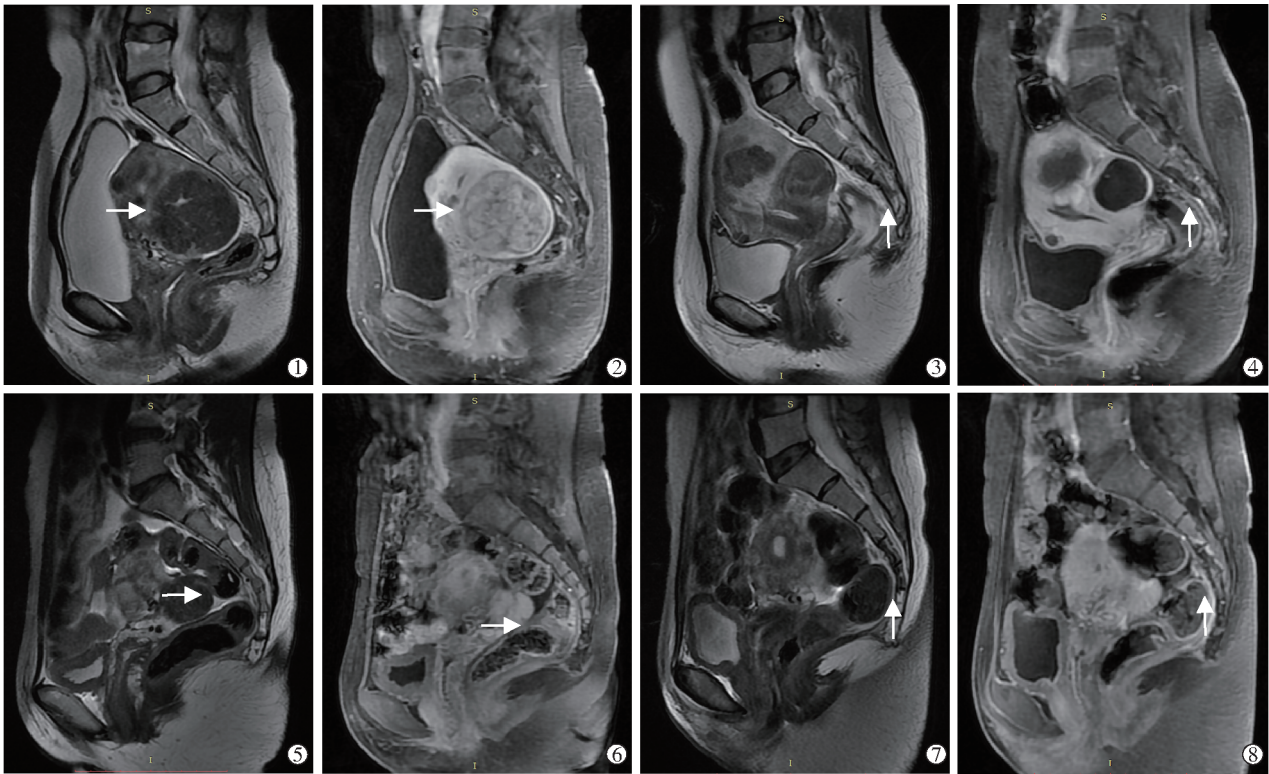
## 2 结果

### 2.1 HIFU 术后骶骨异常信号

所有患者 HIFU 术后骶骨形态均正常,其中 36 例患者术后骶骨出现不同程度的异常信号,呈线状或条状,T1WI 上呈稍低信号,T2WI 上呈稍高或高低混杂信号,增强上呈稍高信号,见图 1。

### 2.2 骶骨异常信号单因素分析

异常信号组患者 36 例,正常信号组 97 例,骶骨异常信号影响因素分析见表 1。异常信号组的肌瘤骶骨距离小于正常组( $P<0.000 1$ ),而两组年龄,肌瘤最大径、体积、位置、类型,腹壁脂肪厚度及 T2WI 信号差异均无统计学意义( $P$  均>0.05)。HIFU 治疗参数中,异常信号组的辐照时间、治疗总能量高于正常组( $P\leq 0.000 1$ ),而照射平均功率、治疗强度两组间差异均无统计学意义( $P$  均<0.05)(见表 2)。



①②子宫肌瘤 HIFU 术前矢状位 T2WI 及增强图像,子宫后壁肌层肌瘤最大,T2WI 上呈低信号,增强有明显强化,骶骨呈正常中等信号;③④ HIFU 治疗后 1 周内,矢状位 T2WI 及增强图像,③骶骨出现条状低信号,④骶骨 MR 可见条状混杂高低信号;⑤⑥子宫肌瘤 HIFU 术前矢状位 T2WI 及增强图像,子宫右侧壁肌层肌瘤最大,T2WI 呈低信号,增强有明显强化;⑦⑧HIFU 治疗后 1 周内,矢状位 T2WI 及增强图像;⑧骶骨 MR 可见条状混杂高低信号

图 1 多发性子宫肌瘤 HIFU 治疗图像

表1 骶骨 MR 异常信号单因素分析			
基本信息	损伤组	正常组	P 值
病例数/n	36	97	
年龄/岁	40.10±5.90	40.23±6.74	0.558
肌瘤最大直径/cm	5.19±1.37	5.33±1.26	0.501
肌瘤体积/cm <sup>3</sup>	100.85±49.23	118.22±55.92	0.394
肌瘤位置/n			
前壁	17	49	0.700
后壁	13	28	
侧壁	6	20	
肌瘤类型/n			
肌壁间	29	78	0.495
黏膜下	3	13	
浆膜下	4	6	
腹壁脂肪厚度/cm	1.97±0.46	2.13±0.69	0.214
肌瘤-骶骨距离/cm	2.95±0.66	3.24±0.75	0.000
T2WI 信号强度/cm			
低信号	21	67	0.495
等信号	10	19	
高信号	5	11	

2.3 骶骨异常信号多因素 logistic 回归分析

将单因素差异有统计学意义的指标(肌瘤-骶骨距离、HIFU 辐照时间及治疗总剂量)带入多因

表2 骶骨 MR 异常信号单因素分析			
HIFU 参数	损伤组	正常组	P 值
平均功率	390	380	0.322
辐照时间	1001(698,1334)	700(453,999)	0.000
治疗强度	676.00±164.41	647.00±137.94	0.290
治疗总剂量	383 000 (278 927,526 172)	266 400 (164 800,381 640)	0.000

素 logistic 回归分析。结果显示肌瘤-骶骨距离是骶骨MR 异常信号的保护因素( $P=0.003$ ),OR 值为 0.918,95% CI 0.868~0.971,见表 3。

表3 骶骨异常信号多因素 logistic 回归分析							
分类	β	SE	Wald 值	df	P 值	OR	95%CI
肌瘤-骶骨距离	-0.324	0.029	8.901	1	0.003	0.918	0.868 0.971
辐照时间	0.001	0.003	0.145	1	0.703	0.999	0.993 1.005
治疗总剂量	0.000	0.000	0.226	1	0.635	1.000	1.000 1.000

2.4 安全性评价

患者术后于观察室或病房留察 2 h,所有患者术中及术后记录的并发症,主要表现为下腹部疼痛、骶尾部和/或臀部疼痛、下肢酸胀痛和阴道分泌异常。根据 SIR 标准进行评价,所有患者的并发症均出现在 SIR A、B 级,在治疗后 1 周内完全恢复,未



出现 SIR C 级以上的严重并发症。异常信号组与正常组的不良反应发生率差异均无统计学意义 ( $P$  均  $>0.05$ ), 见表 4。

表4 子宫肌瘤患者治疗后发生的不良反应

SIR 标准	不良反应	异常信号组 (n=36)	正常信号组 (n=97)	P 值
A 级	下腹部疼痛	18(50.0%)	43(44.3%)	0.560
	臀部和或骶尾部疼痛	15(41.7%)	28(28.9%)	0.140
	下肢酸胀痛	8(22.2%)	10(10.3%)	0.191
	阴道分泌异常	7(19.4)	10(10.3%)	0.161
B 级	下腹部疼痛	12(33.3%)	29(29.9%)	0.703
	臀部和或骶尾部疼痛	6(16.7%)	9(9.3%)	0.467
	下肢酸胀痛	1(2.8%)	3(3.1%)	0.880
	阴道分泌异常	3(8.3%)	7(7.2%)	0.781
C~F 级	-	0	0	

### 3 讨论

随着 HIFU 消融子宫肌瘤的发展, 对其适应证及并发症也进行深入的研究。据报道, HIFU 术后可能出现腹壁损伤、阴道异常流液、骶尾部和/或臀部疼痛等不良反应<sup>[12-14]</sup>, HIFU 治疗子宫肌瘤的安全性仍是国内外研究的热点。本研究中 36 例子宫肌瘤患者 (36/133, 27.1%) 于术后 MRI 观察到骶骨异常信号, 损伤部位大多发生在骶 2~3 椎体前, 呈线状、条状, 在 T1WI 上呈稍低信号, T2WI 呈稍高或高低混杂信号, 增强呈稍高信号。MRI 作为子宫肌瘤的常规检查方法, 可清晰显示骶尾部结构及周围邻近器官组织, 椎体在 T1WI 上呈中等信号, 边缘骨皮质呈低信号, 随年龄的增加, 骨髓内脂质含量增加, T1WI 呈局灶高信号, 而 T2WI 呈中等信号, 椎间盘在 T1WI 呈较低信号, 在 T2WI 上髓核及内纤维呈高信号<sup>[10,13]</sup>。骨髓主要化学成分是水和脂肪组织, 水和脂肪含量的变化是影响骨髓 MR 信号强度的主要因素。HIFU 术后骶骨 MR 异常信号主要由局部骨髓水肿, 水含量增加所致。

根据 HIFU 消融的作用机制, 骶骨 MR 异常信号的出现可能由于焦域热量的直接传导、能量的异常沉积及超声波聚焦通道上的空化效应和机械效应<sup>[15]</sup>。本研究显示, 肌瘤-骶骨距离是骶骨异常 MR 信号的影响因素之一, 与 Cun 等<sup>[16]</sup>研究结果一致, 肌瘤-骶骨距离小, 超声消融时骶骨更易出现异常能量沉积。声通道上的软组织界面反射系数较小, 大部分声波能量都能透过, 但骨性结构的吸收能力较强, 使骨质中大量热能沉积, 可导致骶骨信号出现异常。超声能量沉积直接刺激骶尾骨和臀肌筋

膜, 引起骶尾部疼痛或臀部疼痛。此外, 在超声后场范围内走行的骶丛神经直接吸收后场能量, 增加了不良反应出现的概率。HIFU 治疗总能量及辐照时间是骶骨异常 MR 信号的影响因素, 而治疗总能量及辐照时间受子宫肌瘤大小、位置及肌瘤-骶骨距离的影响<sup>[17]</sup>。后壁子宫肌瘤、较小的肌瘤-骶骨距离需要较大的治疗能量及较长的辐照时间, 随之骶骨 MR 异常信号的发生率升高。

本研究表明, 肌瘤-骶骨距离、HIFU 辐照时间及治疗能量均为子宫肌瘤 HIFU 术后骶骨 MR 异常信号的独立影响因素, 多因素逻辑回归分析中肌瘤-骶骨距离为骶骨 MR 异常信号的重要影响因素。因此, 超声消融子宫肌瘤时将肌瘤-骶骨距离纳入参考, 对该距离较近的患者适当调整治疗计划。治疗过程中应严格控制辐照时间、治疗能量并保持焦点距骶骨的适当距离并实时监控, 以减少术中、后骶尾部和/或下肢放射痛的发生, 降低术后骶骨损伤的发生率。HIFU 治疗子宫肌瘤的并发症是可预防、可控制的, 随着治疗经验的累积, 并发症将呈现逐渐减少的趋势。

### [参考文献]

- [1] Juhasz-Boss I, Jungmann P, Radosa J, et al. Two novel classification systems for uterine fibroids and subsequent uterine reconstruction after myomectomy[J]. Arch Gynecol Obstet, 2017, 295: 675-680.
- [2] Stewart EA, Cookson CL, Gandolfo RA, et al. Epidemiology of uterine fibroids: a systematic review[J]. BJOG, 2017, 124: 1501-1512.
- [3] Chen Y, Jiang J, Zeng Y, et al. Effects of a microbubble ultrasound contrast agent on high-intensity focused ultrasound for uterine fibroids: a randomised controlled trial[J]. Int J Hyperthermia, 2018, 34: 1311-1315.
- [4] 范宏杰, 寸江平, 陆阳, 等. 高强度聚焦超声消融多发性子宫肌瘤的影响因素[J]. 介入放射学杂志, 2018, 27: 941-944.
- [5] 鲁仁财, 赵卫. 超声微泡对比剂增强高强度聚焦超声治疗作用研究进展[J]. 介入放射学杂志, 2016, 25: 1114-1118.
- [6] Kim YS, Lee JW, Choi CH, et al. Uterine fibroids: correlation of T2 signal intensity with semiquantitative perfusion MR parameters in patients screened for MR-guided high-intensity focused ultrasound ablation[J]. Radiology, 2016, 278: 925-935.
- [7] Quinn SD, Gedroyc WM. Thermal ablative treatment of uterine fibroids[J]. Int J Hyperthermia, 2015, 31: 272-279.
- [8] Liu Y, Zhang WW, He M, et al. Adverse effect analysis of high-intensity focused ultrasound in the treatment of benign uterine diseases[J]. Int J Hyperthermia, 2018, 35: 56-61.
- [9] 尹娜, 王玲, 胡亮, 等. HIFU 治疗超声衰减宽度  $<10$  mm 声通道腹壁瘢痕子宫肌瘤患者的有效性及安全性[J]. 中国介

- 入影像与治疗学, 2018, 15: 221-225.
- [10] 邓凤莲, 邹建中, 孙立群, 等. MRI 评价高强度聚焦超声治疗子宫肌瘤对骶骨的影响[J]. 中国医学影像学杂志, 2008, 16: 401-404.
- [11] Cardella JF, Kundu S, Miller DL, et al. Society of interventional radiology clinical practice guidelines [J]. J Vasc Interv Radiol, 2009, 20 (7 Suppl): S189-S191.
- [12] Yin N, Hu L, Xiao ZB, et al. Factors influencing thermal injury to skin and abdominal wall structures in HIFU ablation of uterine fibroids[J]. Int J Hyperthermia, 2018, 34: 1298-1303.
- [13] 崔运能, 田 橄, 陈向东, 等. 高强度聚焦超声治疗子宫肌瘤及子宫腺肌瘤术后早期并发症的 MR 表现[J]. 临床放射学杂志, 2018, 27: 461-465.
- [14] 徐小娟, 刘晓芳, 何 佳. 高强度聚焦超声治疗子宫肌瘤 2 年随访结果分析[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2018, 34: 214-218.
- [15] 鲁仁财, 赵 卫, 易根发, 等. 微泡对比剂应用于高强度聚焦超声治疗子宫肌瘤疗效观察[J]. 介入放射学杂志, 2018, 27: 71-76.
- [16] Cun JP, Fan HJ, Zhao W, et al. Factors influencing MR changes associated with sacral injury after high-intensity focused ultrasound ablation of uterine fibroids[J]. Int J Hyperthermia, 2019, 36: 21-28.
- [17] Peng S, Zhang L, Hu L, et al. Factors influencing the dosimetry for high-intensity focused ultrasound ablation of uterine fibroids: a retrospective study[J]. Medicine (Baltimore), 2015, 94: e650.
- (收稿日期: 2019-07-24)  
(本文编辑: 俞瑞纲)

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告  
《Journal of Interventional Medicine》  
网址: [www.keaipublishing.com/JIM](http://www.keaipublishing.com/JIM)  
邮箱: [j\\_intervent\\_med.@163.com](mailto:j_intervent_med.@163.com)