

中老年女性腰椎 MR 信号值与骨质疏松风险分层的关系及诊断价值研究

邢东炜¹, 黄学菁^{2#}, 吴佳桢¹, 翁子敬¹, 俞健力¹, 张闯光^{1△}

(1. 上海中医药大学附属市中医医院放射科 200071; 2. 上海中医药大学附属曙光医院放射科 200021)

[摘要] **目的** 探讨中老年女性腰椎体磁共振(MR)信号值与绝经后亚洲女性骨质疏松自我筛查工具(OSTA-OP)风险分层的关系及其诊断价值。**方法** 收集 209 例行常规腰椎 MR T₁WI、T₂WI、脂肪抑制(FS)-T₂WI 检查的中老年女性患者,测定腰 1(L₁)至腰 4(L₄)椎体 T₁WI、T₂WI、FS-T₂WI、脊髓腰膨大信号值和空白背景区信号值。计算相应的信噪比(SNR)和对比噪声比(CNR),分析各序列信号值与 SNR、CNR 的相关性。计算 OSTA 指数,将患者按照 OSTA-OP 指数进行风险分层:高风险组(31 例)、中等风险组(63 例)、低风险组(115 例),比较组间腰椎体 MR 信号差异。绘制受试者工作特征(ROC)曲线,计算 ROC 曲线下面积(AUC),分析 MR 信号对 OSTA-OP 低风险和高风险的诊断价值。**结果** L₁~L₄ 椎体的各序列 MR 信号值与 SNR 和 CNR 均呈成正相关($P=0.000$)。低风险组 L₁~L₄ 椎体及合并 L₁~L₄ 椎体后 T₁WI、T₂WI、T₂WI 减 FS-T₂WI 序列的 MR 信号值均明显低于中风险组和高风险组($P=0.000$);FS-T₂WI 序列 MR 信号值均无明显差异($P>0.05$);中风险组和高风险组之间各椎体、各序列 MR 信号值均无明显差异($P>0.05$)。ROC 曲线分析表明:腰椎体 MR T₁WI、T₂WI、T₂WI 减 FS-T₂WI 信号值对中老年女性 OSTA-OP 低风险具有较高的诊断价值,AUC 为 0.751~0.818($P=0.000$);对 OSTA-OP 高风险的诊断准确性较低,其 AUC 均在 0.6 以下($P>0.05$)。**结论** 中老年女性腰椎体 MR T₁WI、T₂WI、T₂WI 减 FS-T₂WI 信号值对 OSTA-OP 低风险具有较高的诊断价值,对高风险诊断价值较差,FS-T₂WI 信号值对 OSTA-OP 风险诊断价值不大。

[关键词] 骨质疏松;磁共振成像;磁共振信号值;女性;绝经后亚洲女性骨质疏松自我筛查工具**[中图分类号]** R445.2;R58**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2018)18-2432-05

The correlation of MR signal values of lumbar vertebral bodies with osteoporosis risk stratification in middle-aged and elderly women and its diagnostic value

XING Dongwei¹, HUANG Xuejing^{2#}, WU Jiazhen¹, WENG Zijing¹, YU Jianli¹, ZHANG Mingguang^{1△}

(1. Department of Radiology, Shanghai Municipal Hospital of Traditional Chinese Medicine,

Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200071, China; 2. Department of Radiology, Shuguang Hospital, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200021, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the correlation of MR signal values of lumbar vertebral bodies with osteoporosis risk stratification evaluated by osteoporosis self-assessment tool for Asian (OSTA-OP) index in middle-aged and elderly women, and explore its diagnostic value. **Methods** A total of 209 middle-aged and elderly female patients underwent MR T₁WI, T₂WI and FS-T₂WI examination were collected. The signal values, including T₁WI, T₂WI and FS-T₂WI, of the first to fourth lumbar (L₁-L₄) vertebral bodies and lumbar enlargement of spinal cord and standard deviation of signal value in blank background area were measured. The corresponding signal-to-noise ratio (SNR) and the contrast noise ratio (CNR) were calculated, and the correlation of the signal values to SNR and CNR were analysed. The age and weight were used to calculate the OSTA index. According to the risk stratification evaluated by OSTA-OP index, patients were divided into three groups: the high risk group ($n=31$), the medium risk group ($n=63$), the low risk group ($n=115$), and differences in MR signal values were compared among the three groups. The diagnostic values of MR signal values in low risk and high risk of OSTA-OP were analysed by drawing ROC curves and calculating the area under ROC curve (AUC). **Results** There were positive correlations between the MR signal values of the L₁-L₄ vertebral bodies in sequences and the SNR or CNR ($P=0.000$). The MR signal values of T₁WI, T₂WI and T₂WI minus FS-T₂WI sequences of L₁-L₄ and combined L₁-L₄ vertebral bodies in the low risk group were significantly lower than those in the medium risk group and the high risk group ($P=0.000$). There was no significant

difference in MR signal values and FS-T₂WI sequences among all risk groups ($P>0.05$). There was no significant difference in MR signal values of all MR sequences in all vertebral bodies between the medium risk group and the high risk group ($P>0.05$). The ROC curve analysis showed that there was high diagnostic value of the MR T₁WI, T₂WI, and T₂WI minus FS-T₂WI signal value in the lumbar bodies for OSTA-OP low-risk middle-aged and elderly women, the AUCs were 0.751–0.818 ($P=0.000$). The diagnostic accuracy for OSTA-OP high-risk middle-aged and elderly women was low, the AUC was under 0.6 ($P>0.05$). **Conclusion** The diagnostic values of MR T₁WI, T₂WI and T₂WI minus FS-T₂WI signal values in the lumbar bodies are high for patients with low-risk OSTA-OP, which are low for patients with high-risk OSTA-OP. The diagnostic value of MR FS-T₂WI signal value is of little value in evaluation of OSTA-OP.

[Key words] osteoporosis; magnetic resonance imaging; signal value; female; osteoporosis self-assessment tool for Asian

骨质疏松(osteoporosis, OP)易累及腰椎,引发骨质疏松性骨折而引起腰痛,甚至致残^[1-2]。绝经后亚洲女性 OP 自我筛查工具(osteoporosis self-assessment tool for Asian, OSTA)因只需要年龄和体质量两个参数,使用方便,便于 OP 人群的筛查和自我评估,且有研究显示其灵敏度高、特异性好^[3-5]。临床上腰痛患者行磁共振成像(MRI)检查的越来越多, MRI 除显示形态、局灶性信号变化外,腰椎体磁共振(MR)信号普遍增高也是老年腰痛患者常见的征象之一。本研究对 209 例中老年女性不同 OSTA-OP 风险分层的腰椎常规 MR 信号进行对照研究,并探讨腰椎 MR 信号值对 OP 风险的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集 2014 年 1 月至 2016 年 12 月在上海中医药大学附属市中医医院行腰椎 MR 检查的 40 岁以上女性。排除标准:(1)资料不全者;(2)有腰椎压缩性骨折者;(3)患有腰椎骨肿瘤和肾性骨营养不良、Paget's 病、骨软化症等可引起骨代谢病变的疾病者;(4)有严重肝肾疾病者;(5)卧床不起者。本组共纳入 209 例被检测者,年龄 41~88 岁,平均(64.27±10.23)岁;身高 142~172 cm,平均(159.61±4.75)cm;体质量 41~94 kg,平均(60.17±9.42)kg。

1.2 方法

1.2.1 腰椎 MRI 检查 使用德国 Siemens 公司 Avanto 1.5T 超导 MRI 仪,梯度场强 45 mT/m,切换率 200 mT·m⁻¹·s⁻¹,采用 8 通道体部相控阵线圈,包括全部腰椎,进行常规快速自旋回波(TSE)矢状面 T₁WI、T₂WI、脂肪抑制(FS)-T₂WI。各序列成像参数见表 1。

1.2.2 MR 信号的测定和分析 测量每例被检者各个序列腰 1(L₁)至腰 4(L₄)椎体 MR 信号值,并测量各序列脊髓腰膨大信号值及背景信号值(噪声)的标准差。计算 L₁至 L₄椎体 MR 信噪比(SNR)和对比噪声比(CNR)。本组 209 例被检者腰椎 MR 图像被直接上传 PACS,在诊断用浏览终端上调阅常规 T₁WI、T₂WI 和 FS-T₂WI 图像,选取腰椎正中矢状

面,根据腰椎体大小选取 1 个椭圆形感兴趣区(ROI,面积 250~300 mm²)测量 L₁~L₄椎体信号值;根据脊髓腰膨大大小小选取 1 个纵行椭圆形(面积 75~100 mm²)测量脊髓信号值;在腰椎背侧距皮肤约 10 mm 处空白背景区选取 1 个纵行椭圆形(面积 75~100 mm²)测量信号值的标准差。椎体 SNR=椎体信号值/背景噪声的标准差;椎体 CNR=(椎体信号值-脊髓腰膨大信号值)/背景噪声的标准差。以 SNR 和 CNR 验证腰椎体 MR 信号值的稳定性和可靠性。

1.2.3 OSTA 指数计算及分组 参照文献[3-6]: OSTA 指数=0.2×[体质量(kg)-年龄(岁)]。OP 风险评估:OSTA 指数小于或等于-4 为 OP 高风险组,>-4~-1 为 OP 中等风险组,>-1 为 OP 低风险组。

1.3 统计学处理 采用 SPSS17.0 统计软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,不同 OSTA-OP 风险级别组间比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用 LDS-*t* 检验。采用 Pearson 相关分析 L₁~L₄各椎体、各个序列 MR 信号值与 SNR、CNR 的相关性。采用受试者工作特征(ROC)曲线计算 L₁~L₄各椎体、各个序列 MR 信号值对 OSTA-OP 风险级别的诊断价值。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 腰椎 MR 信号值与 SNR 和 CNR 的相关性分析 L₁~L₄椎体的 MR 各序列信号值与 SNR 和 CNR 呈正相关,各椎体 MR 信号值与 SNR 相关系数(*r*)值均大于 0.8($P=0.000$);与 CNR 之间的 *r* 值,除 FS-T₂WI 序列位于 0.67~0.71 外,其余均大于 0.9 ($P=0.000$),见表 2。

2.2 腰椎体 MR 信号值在 OSTA-OP 各风险级别组间差异分析 经两两比较表明,在低风险组和中、高风险组之间,L₁~L₄各椎体及合并 L₁~L₄椎体后 T₁WI、T₂WI、T₂WI 减 FS-T₂WI 序列各序列的 MR 信号值均存在明显差异($P=0.000$),FS-T₂WI 序列 MR 信号值均无明显差异($P>0.05$);而在中风险组和高风险组之间,各椎体、各序列 MR 信号值均无明

表 1 腰椎 MR 序列参数表

序列	方法	TR (ms)	TE (ms)	翻转角度 (°)	激励次数 (次)	回波链长	层厚 (mm)	间距 (mm)	FOV (mm)	矩阵
T ₁ WI	2D-TSE 序列	581	12	150	2	3	4	1	241×280	320×221
T ₂ WI	2D-TSE 序列	3 500	75	150	2	19	4	1	241×280	320×237
FS-T ₂ WI	2D-TSE-FS 序列	3 540	79	150	2	18	4	1	241×280	320×207

表 2 209 例被检测者腰椎椎体 MR 信号与 SNR 和 CNR 的相关性

MR 序列	L ₁		L ₂		L ₃		L ₄	
	SNR-R	CNR-R	SNR-R	CNR-R	SNR-R	CNR-R	SNR-R	CNR-R
T ₁ WI	0.868*	0.913*	0.871*	0.919*	0.879*	0.922*	0.870*	0.917*
T ₂ WI	0.853*	0.910*	0.853*	0.915*	0.862*	0.919*	0.843*	0.908*
FS-T ₂ WI	0.846*	0.706*	0.868*	0.710*	0.851*	0.670*	0.846*	0.671*

SNR-R:椎体 MR 信号值与 SNR 间的 *r* 值;CNR-R:椎体 MR 信号值与 CNR 间的 *r* 值;* :*P* = 0.000

显差异(*P* > 0.05),见表 3~7。典型腰椎 MRI 信号测量图:(1)女性,75 岁,体质量 54 kg,OSTA 指数为 -4.2,处于 OP 高风险,L₁~L₄ 椎体 T₁ WI、T₂ WI 信号值较高,T₂ WI 与 FS-T₂ WI 信号差较大,见图 1;(2)女性,46 岁,体质量 55 kg,OSTA 指数为 1.8,处于 OP 低风险,L₁~L₄ 椎体 T₁ WI、T₂ WI 信号较低,T₂ WI 与 FS-T₂ WI 信号差较小,见图 2。

表 3 中老年女性各 OSTA-OP 风险级别组间 L₁ 椎体 MRI 信号值比较(±s)

OSTA 风险级别	<i>n</i>	T ₁ WI	T ₂ WI	FS-T ₂ WI	T ₂ WI 减 FS-T ₂ WI
低风险组	115	287.78±46.38	296.31±45.29	98.24±26.71	198.07±49.98
中风险组	63	345.46±56.82	351.73±66.29	97.13±23.30	254.60±66.22
高风险组	31	358.36±73.59	358.97±78.85	101.66±24.85	257.31±77.49
<i>F</i>		34.209	25.860	0.335	23.859
<i>P</i>		0.000	0.000	0.716	0.000

表 4 中老年女性各 OSTA-OP 风险级别组间 L₂ 椎体 MRI 信号值比较(±s)

OSTA 风险级别	<i>n</i>	T ₁ WI	T ₂ WI	FS-T ₂ WI	T ₂ WI 减 FS-T ₂ WI
低风险组	115	292.42±42.82	296.76±44.41	91.11±27.49	295.65±53.28
中风险组	63	353.26±68.39	352.39±67.48	86.90±19.45	265.49±72.14
高风险组	31	365.29±80.15	366.74±86.74	92.43±25.47	274.31±86.33
<i>F</i>		32.794	27.193	0.743	24.307
<i>P</i>		0.000	0.000	0.477	0.000

表 5 中老年女性各 OSTA-OP 风险级别组间 L₃ 椎体 MRI 信号值比较(±s)

OSTA 风险级别	<i>n</i>	T ₁ WI	T ₂ WI	FS-T ₂ WI	T ₂ WI 减 FS-T ₂ WI
低风险组	115	283.55±45.53	285.39±46.51	84.14±24.70	201.25±51.50
中风险组	63	352.62±68.02	353.13±68.33	83.52±17.71	269.61±72.27
高风险组	31	351.24±65.43	350.48±73.27	86.55±20.97	263.94±70.72
<i>F</i>		38.500	34.185	0.199	30.432
<i>P</i>		0.000	0.000	0.819	0.000

表 6 中老年女性各 OSTA-OP 风险级别组间 L₄ 椎体 MRI 信号值比较(±s)

OSTA 风险级别	<i>n</i>	T ₁ WI	T ₂ WI	FS-T ₂ WI	T ₂ WI 减 FS-T ₂ WI
低风险组	115	271.63±44.65	274.87±42.28	83.76±24.38	191.11±50.04
中风险组	63	337.46±61.60	340.35±57.92	83.99±18.16	256.36±63.14
高风险组	31	336.12±59.37	334.87±67.27	85.42±20.28	249.45±65.54
<i>F</i>		40.084	39.562	0.070	32.088
<i>P</i>		0.000	0.000	0.933	0.000

表 7 中老年女性各 OSTA-OP 风险级别组间合并 L₁~L₄ 椎体 MRI 信号值比较(±s)

OSTA 风险级别	<i>n</i>	T ₁ WI	T ₂ WI	FS-T ₂ WI	T ₂ WI 减 FS-T ₂ WI
低风险组	115	283.84±45.38	288.34±45.41	89.32±26.44	199.02±51.32
中风险组	63	347.20±63.83	349.40±64.96	87.88±20.42	261.52±68.43
高风险组	31	352.75±70.07	352.77±76.69	91.52±23.63	261.25±75.06
<i>F</i>		122.206	142.196	0.933	109.055
<i>P</i>		0.000	0.000	0.394	0.000



A: T₁ WI; B: T₂ WI; C: FS-T₂ WI

图 1 OP 高风险组腰椎 MRI 信号测量图



A: T₁ WI; B: T₂ WI; C: FS-T₂ WI

图 2 OP 低风险组腰椎 MRI 信号测量图

表 8 ROC 曲线分析 209 例中老年女性腰椎体 MRI 信号值对 OSTA-OP 风险的诊断价值

OSTA-OP 风险级别	椎体	MRI 序列	AUC	P	渐进 95%CI	最大约登指数	诊断临界值	灵敏度 (%)	特异度 (%)
低风险	L ₁ (n=115)	T ₁ WI	0.791	0.000	0.723~0.859	0.506	302.5	81.0	69.6
		T ₂ WI	0.758	0.000	0.682~0.834	0.468	310.5	74.6	72.2
		FS-T ₂ WI	0.507	0.876	0.420~0.594	0.144	86.5	68.3	46.1
		T ₂ WI 减 FST ₂ WI	0.757	0.000	0.682~0.833	0.439	212.5	77.8	66.1
	L ₂ (n=115)	T ₁ WI	0.783	0.000	0.710~0.857	0.494	314.5	74.6	74.8
		T ₂ WI	0.755	0.000	0.682~0.832	0.441	300.5	79.4	65.2
		FS-T ₂ WI	0.483	0.714	0.398~0.569	0.090	71.5	79.4	29.6
		T ₂ WI 减 FST ₂ WI	0.751	0.000	0.674~0.827	0.419	243.0	61.9	80.0
	L ₃ (n=115)	T ₁ WI	0.800	0.000	0.730~0.871	0.521	326.5	65.1	87.0
		T ₂ WI	0.792	0.000	0.719~0.866	0.571	313.5	76.2	80.9
		FS-T ₂ WI	0.537	0.411	0.451~0.624	0.216	73.3	74.6	47.0
		T ₂ WI 减 FST ₂ WI	0.788	0.000	0.715~0.861	0.569	226.5	77.8	79.1
	L ₄ (n=115)	T ₁ WI	0.808	0.000	0.740~0.876	0.505	301.5	71.4	79.1
		T ₂ WI	0.818	0.000	0.750~0.885	0.529	302.5	74.6	78.3
		FS-T ₂ WI	0.538	0.406	0.452~0.624	0.123	81.5	54.0	58.3
		T ₂ WI 减 FST ₂ WI	0.785	0.000	0.719~0.850	0.542	218.5	77.7	76.5
L ₁ ~L ₄ (n=460)	T ₁ WI	0.794	0.000	0.759~0.829	0.495	301.5	77.8	71.7	
	T ₂ WI	0.781	0.000	0.744~0.817	0.487	311.5	72.2	76.5	
	FS-T ₂ WI	0.515	0.512	0.472~0.558	0.095	73.3	75.4	34.1	
	T ₂ WI 减 FST ₂ WI	0.772	0.000	0.735~0.809	0.478	225.5	72.6	75.2	
高风险	L ₁ (n=31)	T ₁ WI	0.561	0.337	0.427~0.695	0.244	385.5	41.9	82.5
		T ₂ WI	0.535	0.584	0.401~0.669	0.213	393.5	41.9	79.4
		FS-T ₂ WI	0.553	0.405	0.426~0.680	0.181	111.4	38.7	79.4
		T ₂ WI 减 FST ₂ WI	0.520	0.757	0.385~0.654	0.196	304.9	35.5	84.1
	L ₂ (n=31)	T ₁ WI	0.546	0.472	0.417~0.674	0.167	358.5	54.8	61.9
		T ₂ WI	0.553	0.407	0.419~0.686	0.182	385.5	45.2	73.0
		FS-T ₂ WI	0.549	0.440	0.424~0.675	0.165	103.0	35.5	81.0
		T ₂ WI 减 FST ₂ WI	0.530	0.635	0.398~0.662	0.147	363.0	22.6	92.1
	L ₃ (n=31)	T ₁ WI	0.508	0.898	0.384~0.632	0.110	278.5	93.5	17.5
		T ₂ WI	0.505	0.939	0.377~0.633	0.154	333.5	71.0	44.4
		FS-T ₂ WI	0.532	0.618	0.405~0.658	0.121	80.0	64.5	47.6
		T ₂ WI 减 FST ₂ WI	0.506	0.920	0.380~0.633	0.106	245.5	67.7	42.9
	L ₄ (n=31)	T ₁ WI	0.517	0.794	0.393~0.640	0.109	294.5	83.9	27.0
		T ₂ WI	0.481	0.766	0.352~0.610	0.099	388.5	22.6	87.3
		FS-T ₂ WI	0.517	0.791	0.388~0.646	0.115	102.2	22.6	88.9
		T ₂ WI 减 FST ₂ WI	0.486	0.828	0.361~0.611	0.135	266.5	51.6	61.9
L ₁ ~L ₄ (n=124)	T ₁ WI	0.533	0.291	0.470~0.597	0.115	409.5	25.0	86.5	
	T ₂ WI	0.520	0.535	0.454~0.585	0.121	393.5	32.3	79.8	
	FS-T ₂ WI	0.539	0.217	0.476~0.602	0.104	102.2	29.8	80.6	
	T ₂ WI 减 FST ₂ WI	0.510	0.749	0.446~0.574	0.088	262.5	55.6	53.2	

2.3 腰椎体 MR 信号值对 OSTA-OP 风险的诊断价值分析 利用 ROC 曲线分析 209 例中老年女性腰椎体 MRI 信号值对 OSTA-OP 风险的诊断价值, 结果表明, 各椎体 T₁ WI、T₂ WI、T₂ WI 减 FS-T₂ WI 序列 MRI 信号值对于 OSTA-OP 低风险 ROC 曲线下面积 (AUC) 在 0.751~0.818 (P=0.000); 渐进 95%CI 均在 0.674~0.885 (不包括 0.5), 其灵敏度 61.9%~81.0%、特异度 65.2%~80.9%。各椎体 FS-T₂ WI 序列信号值对 OSTA-OP 低风险的诊断价值、所有序列对 OSTA-OP 高风险的诊断价值均较低, AUC 均在 0.6 以下 (P>0.05), 渐进 95%CI 下限均在 0.5 以下, 见表 8。

3 讨论

中老年人骨量丢失增加, 尤其是女性受卵巢功能减退、雌激素减少的影响, 骨量丢失更加明显, 形成老年性骨质疏松症^[7]。OSTA 仅涉及体质量和年龄两个指标, 简单有效。OP 是单位体积内骨组织量减少, 即骨基质的矿物质和有机成分都减少。临床上检测骨矿物质的含量相对容易, 如目前作为金标准的双能 X 射线吸收法测定骨矿物质密度^[8]。但是, 活体检测骨基质的有机成分较为困难。为促进精准医疗, OP 的诊断需要依靠 CT 和 MRI 等对骨微结构、几何形态等生物力学特征的影像学研究^[9-10]。

随着年龄的增加, 由于对造血需求的降低, 发生

红黄骨髓的转换,骨髓中脂肪细胞增多,形成黄骨髓。尽管脂肪量对骨矿物质沉积和骨量峰值的作用存在争议^[11]。但是,有尸检发现髂嵴骨髓脂肪含量从 30 岁的 40% 增加到 100 岁的 68%,脂肪细胞的大小和数量随着年龄的增长而增加。脊椎的脂肪,小于 55 岁男性较高,55~65 岁男性随年龄逐渐增加,而女性陡然增加,使老年女性的骨髓脂肪含量高于男性^[12]。不同的方法研究发现,骨密度的降低伴随着骨髓脂肪含量的增加,且与 OP 相关。组织形态学研究表明骨髓脂肪与骨形成呈负相关^[12]。

MRI 对 OP、骨髓脂肪的研究报道主要是利用磁共振氢质子波谱(¹H-MRS)、Dixon 法水脂分离技术及弥散加权成像等^[13-16]。但是,笔者在日常工作中发现,常规 MR T₁WI 和 T₂WI 图像中老年人脊柱椎体骨质信号较高,而 FS-T₂WI 序列无明显变化,推测与老年性骨质疏松症、骨组织量减少、脂肪浸润增加有关。通过比较不同 OSTA-OP 风险级别中老年女性间 L₁~L₄ 椎体常规 MR T₁WI、T₂WI、FS-T₂WI 信号值和 T₂WI 与 FS-T₂WI 信号差值发现,OSTA-OP 高、中等风险组腰椎体 MR T₁WI、T₂WI 信号值和 T₂WI 与 FS-T₂WI 信号差值明显高于低风险组,FS-T₂WI 信号值无明显差异,印证了笔者的推测。中风险组和高风险组间各序列 MR 信号值均无明显差异,可能与高风险组病例较少有关。

MR T₁WI、T₂WI、FS-T₂WI 成像是常规做法,所有 MRI 技术人员和诊断医生都很熟悉,与¹H-MRS、Dixon 法水脂分离技术及弥散加权成像比较,技术要求不高,成像时间短。虽然¹H-MRS 被认为是 MRI 衡量脂肪组织的金标准,但是 MRS 检查对技术和设备要求较高,且常用 MRS 有成像区域小、感兴趣区不完全代表整体状况的限制^[12]。所以,在常规 MR T₁WI、T₂WI、FS-T₂WI 诊断中,除关注是否有与 OP 有关的形态学和局部性信号变化、隐形骨折外^[2,17-18],MR 信号有无普遍增高、结合被检查者的年龄和体质量情况,对 OP 的提示和筛选具有较大意义。

考虑到常规 MR 信号的稳定性和可靠性,本研究对腰椎 MR 信号值与 SNR 和 CNR 进行了相关性分析,结果表明,除 FS-T₂WI 序列外,各腰椎体、各序列 MR 信号值与 SNR、CNR 均呈正相关,*r* 值分别在 0.8 以上和 0.9 以上。表明本研究 MR 各序列 L₁~L₄ 信号值是稳定和可靠的,其分析结果具有稳定性和可靠性。本研究 ROC 曲线分析表明腰椎体 MR T₁WI 和 T₂WI 信号值对中老年女性 OP 低风险具有较高的诊断价值,对 OP 高风险的诊断准确性较低。本研究 OSTA-OP 高风险病例较少、相关结果可能不可靠,有待增加样本量进一步研究。

参考文献

[1] COSMAN F, DE BEUR S J, LEBOFF M S, et al. Clinician's

guide to prevention and treatment of osteoporosis[J]. *Osteoporos Int*, 2014, 25(10): 2359-2381.

- [2] 顾晨琦, 陈广东, 顾云斌. 核磁共振对骨质疏松性骨折疼痛责任椎体的诊断价值研究[J]. *中国血液流变学杂志*, 2016, 26(2): 259-261.
- [3] KOH L K, SEDRINE W B, TORRALBA T P, et al. A simple tool to identify Asian women at increased risk of osteoporosis[J]. *Osteoporosis Int*, 2001, 12(8): 699-705.
- [4] 刘敏燕, 李春霖, 裴育, 等. 亚洲人骨质疏松自我筛查工具对老年男性骨质疏松症的诊断价值[J]. *中华医学杂志*, 2011, 91(30): 2112-2115.
- [5] 孙艳格, 杜雪平, 黄凯, 等. 亚洲人骨质疏松自我筛查工具对社区绝经后妇女骨质疏松症筛查效果评价[J]. *中华全科医师杂志*, 2014, 13(8): 655-658.
- [6] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊治指南(2011 年)[J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2011, 4(1): 2-17.
- [7] JILKA R L. The relevance of mouse models for investigating age-related bone loss in humans[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2013, 68(10): 1209-1217.
- [8] LEWIECKI E M. Clinical applications of bone density testing for osteoporosis[J]. *Minerva Med*, 2005, 96(5): 317-330.
- [9] OEI L, KOROMANI F, RIVADENEIRA F, et al. Quantitative imaging methods in osteoporosis[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2016, 6(6): 680-698.
- [10] 程晓光, LI J, 刘霞, 等. 健康老年妇女近段股骨骨密度和结构的定量 CT 研究[J]. *中华放射学杂志*, 2009, 43(2): 126-130.
- [11] WEAVER C M, GORDON C M, JANZ K F, et al. The National osteoporosis foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations[J]. *Osteoporos Int*, 2016, 27(4): 1281-1386.
- [12] SCHWARTZ A V. Marrow fat and bone: review of clinical findings[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2015, 6(40): 40.
- [13] SHEN W, GONG X, WEISS J, et al. Comparison among T1-weighted magnetic resonance imaging, modified dixon method, and magnetic resonance spectroscopy in measuring bone marrow fat[J]. *J Obes*, 2013(298675): 298675.
- [14] 张灵艳, 李绍林, 郝帅. 比较氢质子磁共振波谱和正反相位 MRI 成像在骨髓脂肪沉积中的价值[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2015, 21(6): 691-696.
- [15] 常飞霞, 黄刚, 樊敦徽, 等. 磁共振水-脂分离成像技术对椎体脂肪含量的测量[J]. *磁共振成像*, 2016, 7(12): 902-908.
- [16] 郑修竹, 于金芬, 张红, 等. MR 水、脂分离 Dixon 方法及弥散成像对椎体骨折性质的鉴别研究[J]. *医学影像学杂志*, 2015, 25(10): 1859-1863.
- [17] 孙洪勋, 王乃宏, 华伯坝. 原发性骨质疏松症研究进展[J]. *中国中西医结合影像学杂志*, 2005, 3(1): 44-47.
- [18] 李锦军, 唐海, 王炳强, 等. 隐性骨质疏松性椎体骨折的诊断[J]. *实用骨科杂志*, 2011, 17(12): 1070-1072.

(收稿日期: 2018-01-06 修回日期: 2018-03-08)