

临床论著

动态磁共振成像参数与腰椎不稳的关系

沈忆新, 李生文, 汪 益, 金志高, 王义刚

(苏州大学附属第二医院骨科 215004 苏州市)

【摘要】目的:探讨腰椎不稳与脊柱功能单元中的动态磁共振成像参数(椎间盘退变、小关节骨关节炎及黄韧带肥厚)之间关系。**方法:**按 Kong 的标准诊断为腰椎不稳患者 79 例(237 个脊柱功能单元),采用动态 MRI 在患者中立及过屈、过伸 3 个体位成像。测定 L3/L4、L4/L5 及 L5/S1 椎间盘退变(I~V 级)、小关节骨关节炎(1~4 级)、黄韧带肥厚(>3mm 为黄韧带肥厚阳性)参数,评估其与腰椎不稳的相关性。**结果:**L4/L5 节段不稳(36 个)的发生较 L3/L4(18 个)及 L5/S1 节段多(25 个)。椎间盘退变、小关节骨关节炎以及黄韧带肥厚(+)均与 L3/L4、L4/L5、L5/S1 3 个节段腰椎不稳相关($P<0.05$)。**结论:**IV 级椎间盘退变、3 级小关节骨关节炎及黄韧带肥厚(+)分别与腰椎不稳的形成有关,在诊断腰椎不稳时,动态 MRI 及其 3 个参数具有辅助诊断的作用。

【关键词】 动态 MRI;腰椎不稳;椎间盘退变;小关节骨关节炎;黄韧带肥厚

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2011.12.03

中图分类号:R445.2 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2011)-12-0977-04

Relationship between lumbar instability and radiographic parameters:a kinetic MRI report/SHEN Yixin,LI Shengwen,WANG Yi,et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord,2011,21(12):977-980

【Abstract】Objective:To evaluate the relationship between lumbar instability and parameters in the functional spinal unit including disc degeneration, facet joint osteoarthritis and ligamentum flavum hypertrophy. **Method:** According to the Kong's criteria, 79 cases (a total of 237 functional spinal units) with lumbar instability were subjected to MRI under neutral, flexion and extension position. Segmental range of motion was measured at three levels (L3/L4, L4/L5, L5/S1). Then three radiographic parameters including disc degeneration (grade I-V), facet joint osteoarthritis (grade 1-4) and ligamentum flavum hypertrophy (>3mm indicating the presence of ligamentum flavum hypertrophy) were used to evaluate the relationship between them and lumbar instability. **Result:** L4/5 instability (36 cases) was more prevalent than L3/4 (18 cases) and L5/S1 (25 cases). Disc degeneration, facet joint osteoarthritis and ligamentum flavum hypertrophy all showed relationship with L3/L4, L4/L5 and L5/S1 instability ($P<0.05$). **Conclusion:** Radiographic parameters including grade IV disc degeneration, grade 3 facet joint osteoarthritis and ligamentum flavum hypertrophy (+) participate in the development of lumbar instability, which can be used to determine lumbar instability.

【Key words】 Kinetic MRI; Lumbar instability; Disc degeneration; Facet joint osteoarthritis; Ligamentum flavum hypertrophy

【Author's address】 Department of Orthopedics, the Second Affiliated Hospital, Soochow University, Suzhou, 215004, China.

腰椎不稳(lumbar instability, LI)与机械性腰痛和坐骨神经痛有关^[1]。临床研究证实 LI 在普通人群发生率为 6%~8%^[2]。目前腰椎不稳主要靠影像学诊断,包括 X 线片、CT、MRI 及椎间盘造影等。脊柱功能单元(functional spinal unit, FSU)是功能节段运动的组成,其成分退变可能导致 LI^[3]。作者采用动态 MRI(kMRI),观察 LI 与椎间盘退

变(disc degeneration, DD)、小关节骨关节炎(facet joint osteoarthritis, FJO)及黄韧带肥厚(ligamentum flavum hypertrophy, LFH)之间的关系,报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

自 2009 年 12 月~2010 年 12 月,对 100 例有机械性腰痛临床怀疑有 LI 的患者,排除腰椎手术、肿瘤、外伤和感染,行腰椎 kMRI 检查。79 例

第一作者简介:男(1960-),主任医师,教授,研究方向:脊柱外科
电话:(0512)67784815 E-mail:shenyx@mail.szldbz.gov.cn

被诊断为 LI (共有 237 个 FSU)。其中, 男性 45 例, 女性 34 例, 平均年龄 43 岁 (28~63 岁)。

1.2 影像学检测参数

采用 kMRI (意大利生产 0.25T 开放 MRI 扫描仪, ESAOTE), 腰椎专用表面线圈, 采用 0.25T 场强的 G-SCAN 在患者中立、过屈及过伸位对腰椎进行动态检查。患者均行矢状 T1 加权自旋回波序列图像 (TR:680msec, TE:22msec, 层厚:4.0mm) 成像; 矢状 T2 快速自旋回波序列 (TR:3560msec, TE:120msec, 层厚:4.0mm) 成像。横断 T2 快速自旋回波序列 (TR:600msec, TE:26msec, 层厚:4.0mm) 成像。选取 L3/L4、L4/L5 及 L5/S1 3 个节段进行研究。用 DICOM 图像分析软件对患者的每一幅图像 T2 正中矢状面客观评估椎间角度和平移变化的量, 采用 Kong 等^[4]的 LI 定义 (椎间平移 >3mm 或椎间成角 >10°) 作为 LI 诊断标准 (图 1)。再对 DD、FJO 及 LFH 3 个参数行详细评估。DD 根据 Pfirrmann 等^[5]的 V 级分级 (I 级: 椎间盘结构正常, 椎间盘高度正常, 有明亮的高信号影; II 级: 椎间盘结构不均, 纤维环界限清晰, 椎间盘高度正常, 有或无灰色信号; III 级: 椎间盘结构不均, 有间断灰色信号强度, 髓核和纤维环界限不清, 椎间盘高度正常或轻度降低; IV 级: 椎间盘结构不均, 低信号暗灰色信号强度, 髓核和纤维环界限消失, 椎间盘高度正常或降低; V 级: 椎间盘结构不均, 低信号为黑色信号强度, 髓核和纤维环界限消失, 椎间盘空间塌陷); FJO 根据 Kalichman 等^[6]的 4 级分级 (1 级: 正常小关节, 小关节关节面光整, 关节软骨存在; 2 级: 轻度 FJO, 小关节关节面尚光整, 关节软骨变薄或消失; 3 级: 中度 FJO, 小关节关节面不光整, 关节软骨消失; 4 级: 重度

FJO, 小关节关节突增生、肥大, 关节面凹凸不平, 关节软骨消失, 间隙变窄); LFH 以 >3mm 为界分级^[7] [<3mm; LFH(-); >3mm; LFH(+)]。所有评估及数据测量由 3 位医生 (均为主任医师) 在双盲情况下评估测量, 每人测量三次, 取平均值。

1.3 统计方法

所得数据采用 SPSS 统计软件 (17.0 版本) 分析, 参数与 LI 的相关性用多元回归分析对各节段进行统计分析, 设 $P < 0.05$ 有统计学意义。

2 结果

各节段不稳的发生率之比为 L3/L4:L4/L5:L5/S1=23%:46%:31% (表 1)。在 L3/L4、L4/L5 及 L5/S1 三个节段 DD、FJO 及 LFH 与 LI 均相关。因其均为正态分布, 所以我们进一步推出 IV 级 DD 与 L3/L4、L4/L5 及 L5/S1 三个节段的相关性最大 ($P < 0.05$, 表 2), 3 级 FJO 与 L3/L4、L4/L5 及 L5/S1 三个节段的相关性最大 ($P < 0.05$, 表 3), LFH (+) 与 L3/L4、L4/L5 及 L5/S1 三个节段的相关性最大 ($P < 0.05$, 表 4)。

3 讨论

3.1 LI 的诊断

LI 是慢性腰痛、坐骨神经痛和腰椎术后综合症的重要原因, 近年来受到广泛关注, 并成为研究的热点。Iguchi 等^[8]证实 X 线片矢状面椎间平移 $\geq 3\text{mm}$ 或椎间成角 $\geq 10^\circ$ 是 LI 患者出现临床症状的一个标志。1944 年, Knuttson 等^[9]首次提出用过屈、过伸侧位 X 线片诊断 LI, 是目前较常用的方法, 其他表现包括椎间盘高度降低、真空现象及 FJO 等, 虽然许多影像学用于 LI 的诊断, 但由于

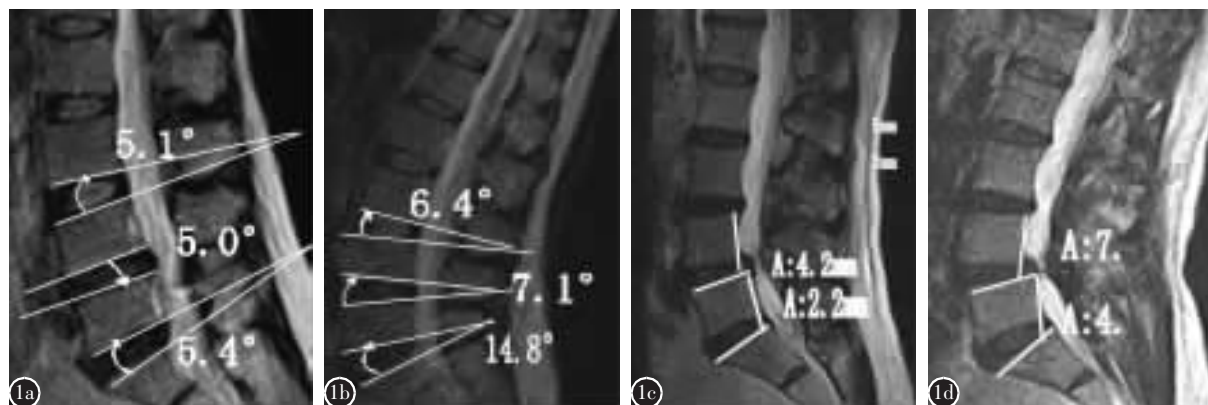


图 1 用 DICOM 测量 LI: a 和 b 为过屈到过伸位椎间角度的变化, L4-L5 成角: $5.0^\circ + 7.1^\circ = 12.1^\circ$; c 和 d 为过屈到过伸位椎间移位的变化, L4-L5 平移: $4.2\text{mm} - 7.5\text{mm} = 3.3\text{mm}$

LI 的定义缺乏常规参考标准及患者检查时的自身原因,且患者体位轻微改变或 X 线束的放大效应可能导致椎间移位变化 10%~15%,因而过屈、过伸侧位 X 线诊断 LI 也被提出质疑。Kong 等^[4]提出在腰椎生理负荷下,过屈、过伸位椎间平移>3mm 或椎间成角>10°为诊断 LI 标准,是一种新的探索,但对 LI 判断标准仍然没有最后定论。

3.2 FSU 退变与 LI

FSU 由相邻两个椎体、椎间盘、小关节及其韧带等组成。腰椎退变包括 FSU 成份的退变。一般

表 1 各节段 LI(-)与 LI(+)例数

节段	LI		合计
	LI(-)	LI(+)	
L3/L4	61	18	79
L4/L5	43	36	79
L5/S1	54	25	79
合计	158	79	237

表 2 DD 与 LI 之间关系

	LI	DD					相关系数
		I 级	Ⅱ 级	Ⅲ 级	Ⅳ 级	V 级	
L3/L4	(-)	11	21	22	7	0	0.576
	(+)	1 ^①	0 ^①	1 ^①	16 ^①	0 ^①	
L4/L5	(-)	1	9	24	9	0	0.570
	(+)	0 ^①	3 ^①	3 ^①	28 ^①	2 ^①	
L5/S1	(-)	2	13	30	5	4	0.589
	(+)	0 ^①	0 ^①	3 ^①	21 ^①	1 ^①	

注:①与 LI(-)比较 $P<0.05$

表 3 FJO 与 LI 之间关系

		FJO				
	LI	I 级	II 级	III 级	IV 级	相关系数
L3/L4	(-)	17	31	13	0	0.576
	(+)	0 ^①	2 ^①	16 ^①	0 ^①	
L4/L5	(-)	4	19	9	6	0.570
	(+)	0 ^①	6 ^①	30 ^①	5 ^①	
L5/S1	(-)	1	39	12	2	0.589
	(+)	0 ^①	4 ^①	21 ^①	0 ^①	

注:①与 LI(-)比较 $P<0.05$

表 4 LFH 与 LI 之间关系

	LI	LFH		
		LFH(-)	LFH(+)	相关系数
L3/L4	(-)	55	6	0.576
	(+)	1 ^①	17 ^①	
L4/L5	(-)	41	2	0.570
	(+)	6 ^①	30 ^①	
L5/S1	(-)	46	8	0.589
	(+)	4 ^①	21 ^①	

注:①与 LI(-)比较 $P<0.05$

认为,FSU 中成分的退变与 LI 互为因果,导致它们之间的恶性循环。Wurgler-Hauri 等^[1]认为 FSU 中成份的退变,主要为椎间盘、小关节及黄韧带,常提示 LI。Kalichman 等^[10]也认为退行性 LI 主要原因为:①伴有正常支结构丧失的 FJO;②韧带维稳成分减少或消失;③肌肉无效支撑。因此,我们认为,如果对维持脊柱稳定的参数同时予以考虑,对 LI 的诊断可能会更接近临床诊断。在本文,由于所用 MRI 场强较低,为 0.25T,对椎旁肌及棘突间韧带显示欠佳,且 Kong 等^[4]认为棘突间韧带退变和椎旁肌退变与 LI 无关,所以我们仅选择 FSU 成分中的 DD、FJO 以及 LFH 进行分析,可反映患者腰椎矢状面的特征性运动^[11],以观察 LI 与这些参数的关系。

3.3 kMRI 在诊断 LI 中的优势

常规 MRI 对腰椎异常研究是有限的,因其只能在患者平卧位对图像进行研究,只能获得患者的静态影像学信息。Karadimas 等^[11]认为患者症状在不同体位下产生时,相应检查将更有价值。kMRI 可研究脊柱节段动态运动^[4],它可弥补常规 MRI 对脊柱异常检查的不足,也有助于确诊腰椎节段运动范围和椎间盘高度变化。kMRI 允许患者在生理负重中立位及过屈、过伸位成像。并且,在进行过屈、过伸位检查时,可通过在患者与检查床之间添加铺垫物,确保患者在生理负重下达到最大过屈、过伸位。因此,对临床怀疑有 LI 患者来说,kMRI 是一个比较有价值的检查工具^[11];对研究导致脊柱不稳的因素来说,也是一个有潜在价值的工具^[12]。

3.4 LI 与 DD、FJO 及 LFH 的相关性

在腰椎退变过程中,椎体及软骨终板形态改变可阻碍椎间盘营养物质通过,进而加重 DD,形成恶性循环。Karadimas 等^[11]对 30 例有腰痛患者在负重位下用 MRI 研究正常椎间盘和 DD 之间关系,发现腰椎节段运动改变与 DD 的程度相关。此外,Modic 等^[13]认为 DD 和椎间盘高度降低之间也存在关系。一般认为椎间盘信号随水份减少而降低,而 Modic 等认为椎间盘信号改变与其水分状态有关。DD 分级一般根据 T2 加权像矢状面上椎间盘信号强度及其形态结构特征来分^[12]。以前对腰椎研究证实 FJO 的发生落后 DD 约 20 多年,且很少有文献报告 FJO 与 LI 相关性。小关节承担脊柱后负重,在过屈、过伸位时稳定其运动节段,

也保护椎间盘过度扭转。Yang 等^[14]发现小关节承担整个腰椎负重的 3%~25%，在小关节发生炎症时，其负重可增加到 47%。Kalichman 等^[10]认为 LI 可使小关节的关节囊和韧带过度紧张。我们认为这些变化都可导致 LI 的恶性循环。由棘上韧带、棘间韧带、黄韧带和关节囊组成的后方脊柱韧带结构对胸腰段的内在稳定作用较大^[15]，也限制其过度运动。黄韧带与相邻椎体相连，含有大量弹性蛋白，在脊柱过屈时伸长，过伸时缩短，静态和动态均可稳定和调节脊柱的负重^[16]。我们经研究发现 DD、FJO 及 LFH 分别与 L3/L4、L4/L5、L5/S1 3 个节段 LI 相关，这与上述研究结果一致；而 IV 级 DD 伴 3 级 FJO、3 级 FJO 伴 LFH (+) 及 IV 级 DD 伴 LFH (+) 与 L3/L4、L4/L5、L5/S1 3 个节段 LI 相关，这与 Kong 等^[4]及 Leone 等^[9]等的结果一致；因此，结果示 IV 级 DD、3 级 FJO 及 LFH (+) 分别与 L3/L4、L4/L5、L5/S1 3 个节段 LI 相关。黄韧带肥厚会增加脊柱稳定，而我们的研究发现其肥厚增加了不稳，可能因为它在退变过程中的增厚不足以克服其失去的弹性，从而促使 LI 的发生。

总之，对有腰痛的患者采用 kMRI 检查确诊是否为 LI，且对组成 FSU 中的三个参数 (DD、FJO 和 LFH) 同时进行分析，为临床诊断 LI 提供了一种新的方法，具有重要的应用前景。我们研究发现在 DD 和 FJO 级别相对高的节段 LI 的发生明显增加，在 L4/L5 节段尤为明显；且在 L4/L5 节段，不稳的发生较多 (占 46%)，LI 的发生与 IV 级 DD 伴 3 级 FJO、3 级 FJO 伴 LFH (+) 及 IV 级 DD 伴 LFH (+) 明显相关；在 kMRI 中表现的 LI 与 DD、FJO 及 LFH 的出现具有关联性。在 IV 级 DD、3 级 FJO 及 LFH (+) 节段与 DD 和 FJO 的其他级别以及 LFH (-) 节段相比，不稳的发生明显降低。在诊断 LI 的各种标准仍存在疑虑的情况下，生理负荷下行 kMRI 检查，对椎间平移 >3mm 或成角 >10°，结合 DD、FJO、LFH 三个参数的相关信息进行分析，有助于 LI 的诊断。

4 参考文献

1. Wurgler-Hauri CC, Kalbarczyk A, Wiesli M, et al. Dynamic neutralization of the lumbar spine after microsurgical decompression in acquired lumbar spinal stenosis and segmental instability[J]. Spine, 2008, 33(3): E66-E72.
2. Brooks BK, Southam SL, Mladly GW, et al. Lumbar spine spondylolysis in the adult population: using computed tomography to evaluate the possibility of adult onset lumbar spondylosis as a cause of back pain[J]. Skeletal Radiol, 2010, 39(7): 669-673.
3. Fujiwara A, Lim TH, An HS, et al. The effect of disc degeneration and facet joint osteoarthritis on the segmental flexibility of the lumbar spine[J]. Spine, 2000, 25(23): 3036-3044.
4. Kong MH, Hymanson HJ, Song KY, et al. Kinetic magnetic resonance imaging analysis of abnormal segmental motion of the functional spine unit[J]. J Neurosurg Spine, 2009, 10(4): 357-365.
5. Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration [J]. Spine, 2001, 26(17): 1873-1878.
6. Kalichman L, Guermazi A, Li L, et al. Facet orientation and tropism: associations with spondylolysis [J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(2): 101-105.
7. Stollman A, Pinto R, Benjamin V, et al. Radiologic imaging of symptomatic ligamentum flavum thickening with and without ossification[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 1987, 8(6): 991-994.
8. Iguchi T, Kanemura A, Kasahara K, et al. Lumbar instability and clinical symptoms: which is the more critical factor for symptoms: sagittal translation or segment angulation[J]. J Spinal Disord Tech, 2004, 17(4): 284-290.
9. Leone A, Guglielmi G, Cassar-Pullicino VN, et al. Lumbar intervertebral instability: a review[J]. Radiology, 2007, 245(1): 62-77.
10. Kalichman L, Hunter DJ. Diagnosis and conservative management of degenerative lumbar spondylolisthesis[J]. Eur Spine J, 2008, 17(3): 327-335.
11. Karadimas EJ, Siddiqui M, Smith FW, et al. Positional MRI changes in supine versus sitting postures in patients with degenerative lumbar spine [J]. J Spinal Disord Tech, 2006, 19(7): 495-500.
12. McGregor AH, Anderton L, Gedroyc WM, et al. The use of interventional open MRI to assess the kinematics of the lumbar spine in patients with spondylolisthesis[J]. Spine, 2002, 27(14): 1582-1586.
13. Modic MT, Ross JS. Lumbar degenerative disk disease[J]. Radiology, 2007, 245(1): 43-61.
14. Yang KH, King AI. Mechanism of facet load transmission as a hypothesis for low-back pain[J]. Spine, 1984, 9(6): 557-565.
15. Lee JY, Vaccaro AR, Schweitzer KM Jr, et al. Assessment of injury to the thoracolumbar posterior ligamentous complex in the setting of normal-appearing plain radiography[J]. Spine J, 2007, 17(4): 422-427.
16. Benoist M. Natural history of the aging spine[J]. Eur Spine J, 2003, 12(2): S86-S89.

(收稿日期: 2011-03-24 修回日期: 2011-05-19)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 刘彦)