

腰椎终板 Modic 改变的临床意义

黄 靖, 李 曼, 袁慧书

(北京大学第三医院放射科 100191 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2011.04.20

中图分类号: R445.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2011)-04-0345-04

1987年 de Roos 等^[1]率先报道在腰椎间盘退变性疾病患者的腰椎 MRI 中发现邻近终板区域的椎体信号改变。1988 年 Modic 等^[2,3]通过对 474 例大部分患有慢性腰痛的患者进行研究,正式系统地描述了在退变的腰椎间盘终板及终板下骨质 MRI 信号改变的类型、分型标准及相应的组织学变化,即 Modic 改变。尽管 Modic 改变已经被提出二十余年了,但目前仍存在很多争议,Modic 改变的发生率,确切的发病机制,其与腰椎间盘突出性变、腰痛、腰椎节段性不稳的关系尚不明确。笔者对当前国内外关于腰椎终板 Modic 改变的研究进展综述如下。

1 Modic 改变的分型及分度

第一作者简介:女(1984-),医学博士,研究方向:影像医学与核医学

电话:(010)82267081 E-mail:sainthj@126.com

通讯作者:袁慧书 E-mail:huishuy@sina.com

Modic 改变分为 3 型^[2,3]: I 型(又称为炎症期或水肿期),在 T1 加权像上为低信号,在 T2 加权像上为高信号; II 型(脂肪期或黄骨髓期),在 T1 加权像呈高信号,T2 加权像上表现为等信号或轻度高信号,脂肪抑制像表明该变化主要由大量脂肪沉积所致; III 型(骨质硬化期),在 T1 加权像及 T2 加权像上均表现为低信号。其相应的组织学表现: I 型改变为纤维血管组织替代(炎症修复期),即骨性终板撕裂,终板及终板下区域有丰富的肉芽组织长入,纤维血管组织替代了增厚的骨小梁间的正常骨髓; II 型改变为黄骨髓替代,在慢性受损的终板及终板下区域大量脂肪细胞沉积; III 型改变为终板及终板下骨质硬化。Modic 改变 I / II、II / III 的混合型也被报道过,提示这些改变是相同病理学改变的不同阶段,并且可以进行相互转化^[4]。

Dominik 等^[5]根据 MRI 腰椎正中矢状位上的终板下骨质异常累及椎体的高度将 Modic 改变分为 4 度,正常: T1/T2 加权像上均无异常;轻度:终板异常达到或小于椎体高度的 25%;中度:终板异常介于椎体高度的 25%~

- tion of a specific quality of life instrument for adolescents with spine deformities[J].Spine,1995,20(18):2006-2011.
20. Wright JG,Donaldson S,Howard A,et al. Are surgeons' preferences for instrumentation related to patient outcomes?A randomized clinical trial of two implants for idiopathic scoliosis[J].J Bone Joint Surg Am,2007,89(12):2684-2693.
21. Korovessis P,Zacharatos S, Koureas G, et al. Comparative Multifactorial Analysis of the Effects of Idiopathic Adolescent scoliosis and Scheuermann kyphosis on the self-perceived health status of adolescents treated with brace[J].Eur Spine J,2007,16(4):537-546.
22. Sanders JO,Polly DW,Cats-Baril W,et al.Analysis of patient and parent assessment of deformity in idiopathic scoliosis using the Walter Reed Visual Assessment Scale [J].Spine,2003,28(18):2158-2163.
23. Bago J,Climment JM,Pineda S.Further evaluation of the Walter Reed Visual Assessment Scale:correlation with curve pattern and radiological deformity[J].Scoliosis,2007,2:12.
24. Bago J, Sanchez-Raya J, Perez-Grueso FJ.The Trunk Appearance Perception Scale (TAPS):a new tool to evaluate subjective impression of trunk deformity in patients with idiopathic scoliosis[J].Scoliosis,2010,5:6.
25. Sanders JO,Harrast JJ,Kuklo TR,et al. The Spinal Appearance Questionnaire:results of reliability,validity and responsiveness testing in patients with idiopathic scoliosis[J].Spine,2007,32(24):2719-2722.
26. Mac-Thiong JM,Transfeldt EE,Mehbod AA, et al. Can c7 plumbline and gravity line predict health related quality of life in adult scoliosis[J]? Spine,2009,34(15):E519-E527.
27. Bjerkreim I,Steen H,Brox JI.Idiopathic scoliosis treated with Cotrel-Dubousset instrumentation:evaluation 10 years after surgery[J].Spine,2007,32(19):2103-2110.
28. Lerman JA,Sullivan E, Haynes RJ. The Pediatric Outcomes Data Collection Instrument (PODCI) and functional assessment in patients with adolescent or juvenile idiopathic scoliosis and congenital scoliosis or kyphosis [J].Spine,2002,27(18):2052-2057.
- (收稿日期:2010-12-2 修回日期:2011-1-8)
- (本文编辑 彭向峰)

50%;重度:范围超过椎体高度的 50%以上。当椎间盘的上下两侧终板均受累时,其分度以终板异常严重的一侧为准。

1990 年,Miller^[6]将 Modic 改变分为 4 级,0 级:正常,无 Modic 改变;1 级:相当于 Modic I 型;2 级:相当于 Modic II 型;3 级:相当于 Modic III 型。

2 Modic 改变的发生率

Modic 改变在腰椎间盘突出性变患者中的发生率约在 19%~59%,其中 I 型、II 型比较常见,III 型和混合型少见^[7-11]。关于哪型 Modic 改变发生率最高还有争议。包括 Modic 最初研究在内的很多研究^[1-3,10-13]表明,II 型改变出现率最频繁,可能高达 90%。蒋兆贵等^[14]对 90 例青壮年腰痛患者(年龄 25~45 岁)进行腰椎 MRI 检查,以 L3/4、L4/5 和 L5/S1 为研究对象,其中 270 对终板中 Modic 改变 117 个(Modic I 型 54 个,II 型 47 个,III 型 16 个),153 个终板正常。另外一些研究提示 I 型改变比较常见,在腰痛患者 Modic 改变中约占 68%^[5,8,15]。Jensen 等^[16]对 344 例正常(无腰痛)丹麦人进行了为期 4 年的前瞻性研究,发现 Modic 改变的新发生率为 19.5%,其中 84%为 Modic I 型。Modic 改变最常发生在 L4/5 和 L5/S1^[5,11-13],并随着年龄的增长而逐渐增加^[11,12]。这些改变通常发生在退变或突出椎间盘的邻近终板^[1-3,10,11,17],但关于 Modic 改变通常是单发还是多发、发生在上终板还是下终板等问题,没有学者专门研究报道过。Modic 改变在无症状的非腰椎退行性变人群中少见^[7,18,19]。Weishaupt 等^[18]对 60 例 20~50 岁无腰痛症状的志愿者进行研究,发现其 Modic 改变的发生率为 13%。Kjaer 等^[19]以 412 例 40 岁丹麦人为研究对象,发现 Modic 改变在腰椎间盘突出和无腰椎间盘突出的人群中的发生率分别为 9.6% 和 34.1%。龙厚清等^[20]分析 106 例腰痛患者的 132 个椎间节段和 86 例正常成人 112 个椎间节段腰椎间盘近终板区椎体 MRI 信号 Modic 改变的发生率,腰腿痛患者组和正常对照组 Modic 改变发生率分别为 53.03%、3.57%,二者有显著性差异,其中腰腿痛患者组 I、II、III 型发生率分别为 19.7%、25.8%和 7.6%。

3 Modic 改变与腰椎间盘退行性变

关于 Modic 改变的病因及其与椎间盘退变的关系,很多学者进行了研究。Crock^[21]首先提出“椎间盘内部破裂”的概念,认为椎间盘反复的微损伤可能会释放炎性物质,这些化学物质通过椎体终板扩散,引起局部炎症反应而致疼痛。Modic^[17]认为 Modic 改变不是导致腰椎退行性变的原因,而是由生物力学压力或腰椎不稳所致。Karchevsky 等^[11]则认为 Modic 改变是腰椎间盘退变对骨髓所引起的一种继发改变。Kokkonen 等^[22]、蒋兆贵等^[14]的研究发现 Modic 改变与腰椎间盘退行性变密切相关;Kokkonen 等^[22]认为终板退变更像是腰椎间盘退变的后果,而不是造成椎间盘破坏的原因。Luoma 等^[23]对 1015 例慢性腰痛患者进行随访,

其中 24 例有 I 型 Modic 改变的患者椎间盘高度降低,髓核信号较无 Modic 改变的患者低,且 Modic 改变的范围越大,差异越显著;他们认为 I 型 Modic 改变加速了腰椎间盘退行性变,是椎间盘-椎体单元退变的一个征象。Jensen 等^[24]对 344 例正常丹麦人进行 MRI 检查,并随访 4 年,发现 Modic 改变由 6%增长至 9%,Modic 改变的范围越大邻近椎间盘的退行性变越严重。

终板与椎间盘的营养供应息息相关。彭城等^[25]通过动物实验研究椎间盘退变与终板内微血管改变的关系,发现在椎间盘退变的过程中,椎间盘终板内的血管逐渐被破坏,微血管数量相应减少,终板内血流量也明显减少,由此认为椎体终板内微血管的改变可能是椎间盘退变的促进因素。Burke 等^[26]发现在有 I 型 Modic 改变而且由于腰痛而进行腰椎融合术的患者中,其炎症介导因子如白介素-6(IL-6)、IL-8 和前列素 E-2(PGE-2)明显增加,他们假定髓核内产生的炎症介导因子是导致椎间盘源性腰痛的主要原因。Ohtori 等^[27]发现存在 Modic 改变的终板软骨比正常的终板具有较多的神经纤维蛋白基因产物(PGP)9.5 和肿瘤坏死因子(TNF),PGP 9.5 只在椎间盘源性腰痛的患者中检测到,而 TNF 在腰痛患者和正常对照组中均存在,另外 TNF 在 I 型 Modic 改变的数量要多于 II 型 Modic 改变;作者认为终板的炎症细胞因子和神经的向内生长是椎间盘源性腰痛的一个原因。I 型 Modic 改变代表了活动性炎症,可能是由炎症细胞因子所介导的,而 II 型和 III 型 Modic 改变则代表退变过程的静止期。Fayad 等^[28]发现具有慢性腰痛的 I 型 Modic 改变的患者在进行类固醇椎间盘内注射后的短期疗效要好于有腰痛的 II 型 Modic 改变的患者,表明 I 型 Modic 改变是炎症的本质,通过炎症作用产生腰痛的症状。

4 Modic 改变与节段性腰椎不稳

Toyone 等^[7]对 74 例腰椎退行性变患者进行了 MRI 研究发现,只有 I 型 Modic 改变的患者 70%有腰椎节段性运动不稳,而 II 型 Modic 改变的患者仅有 16%存在腰椎节段性不稳,这种节段性运动不稳是指在动态的腰椎伸屈位 X 线片上腰椎椎体平移 $\geq 3\text{mm}$ 。作者认为 I 型 Modic 改变较 II 型 Modic 改变更易发生腰椎不稳。而 Bräm 等^[29]应用了相同的放射学标准,但没有发现 I 型 Modic 改变和腰椎不稳之间的相关性。I 型 Modic 改变和节段性腰椎不稳的关系主要是通过对腰椎融合手术的结局研究来间接阐明的^[30-34]。Lang 等^[31]在评估 33 例腰椎融合术后患者的骨质融合情况时发现,骨质融合好的 19 例患者均发现了 II 型 Modic 改变,而 14 例骨质不融合患者中 10 例发现了 I 型 Modic 改变,作者认为在腰椎融合术后发生的 I 型 Modic 改变提示假关节形成。Buttermann 等^[32]也发现了相似的结果。Chataigner 等^[33]以 56 例因腰痛而行前路腰椎椎体间融合术的患者为研究对象,发现术后具有 I 型 Modic 改变的患者预后好于有 II 型 Modic 改变患者。Vital 等^[30]对 17 例

具有腰痛和术后 I 型 Modic 改变的患者进行腰椎术后的临床和放射学评估发现,术后 6 个月全部 I 型 Modic 改变都发生了重建,76.5% 转变为 II 型 Modic 改变,23.5% 恢复正常。Vital 认为腰椎融合术加速了 I 型 Modic 改变向机械性稳定转变,而且这些改变是关节融合术良好预后的指标。同样,Esposito 等^[14]发现有严重慢性腰痛和单节段腰椎间盘退变的患者融合术后表现为 I 型 Modic 改变的预后较 II 型 Modic 改变较好。

5 Modic 改变与腰痛

Kjaer 等^[19]认为 Modic 改变是腰椎间盘邻近组织退行性变过程的决定性因素,与腰痛的产生有关。腰椎间盘退行性变本身是一个相对静止的过程,但腰椎间盘退行性变合并 Modic 改变则表现出了临床症状。许多学者^[7,9,13,16,17]同意这种观点,在 Modic 改变中, I 型与腰痛关系最密切。Toyone 等^[7]对 74 例腰椎间盘退行性变患者进行研究,结果 73% 有 I 型 Modic 改变的患者有腰痛,与之相对应,仅有 11% 有 II 型 Modic 改变的患者有腰痛。Mitra 等^[9]发现有 I 型 Modic 改变的腰痛患者临床症状比较严重。另外, I 型 Modic 改变向 II 型 Modic 改变转化后,其腰痛有所改善。Albert 和 Manniche^[35]研究发现 Modic 改变和腰痛具有显著相关性,而且 I 型 Modic 改变较 II 型与腰痛的相关程度高。Kuisma 等^[13]对 228 例中年男性工人进行研究,结果发现发生在 L5/S1 节段的 Modic 改变,特别是 I 型 Modic 改变与腰痛的产生明显相关。

关于 Modic 改变与椎间盘源性腰痛的关系仍有很多争议^[4,8,22,36]。Braithwaite 等^[4]和 Weishaupt 等^[8]发现 Modic 改变在慢性腰痛患者进行椎间盘造影疼痛复制时具有很高的特异性(96%、96.8%)和阳性预测值(88%、91.3%);相反,其他的 MRI 表现,比如椎间盘退变、高信号区(HIZ)则对椎间盘源性腰痛没有如此高的特异性。Weishaupt 等^[8]进一步研究发现,中度和重度的 Modic 改变对椎间盘造影的疼痛复制有很高的特异性和 100% 的阳性预测值。然而, Kokkonen 等^[22]和 Sandhu 等^[36]的研究并没有发现慢性腰痛患者行椎间盘造影术的疼痛激发与 Modic 改变的相关性。最近,Thompson 等^[37]对 763 例腰痛患者的 2457 个椎间盘行椎间盘造影,发现 I 型 Modic 改变对椎间盘造影疼痛复制具有很高的阳性预测值, II 型 Modic 改变的阳性预测值很低,而 III 型 Modic 改变与椎间盘造影疼痛复制无相关性。由于这些研究的样本量不同,病例选择的标准、具体操作中的技术均存在差异,导致了具有争议的、相互矛盾的结论,以至于 Modic 改变和椎间盘源性腰痛的确切关系具有不确定性^[38]。

6 问题与展望

Modic 改变是与年龄相关的腰椎退行性变的动态标记^[38]。这些改变可以随着时间进行相互转变,混合型的 Modic 改变代表了在转变过程中的中间类型。I 型 Modic

改变代表炎症期,与腰痛症状和腰椎不稳存在很强的相关性,这些改变预示着腰椎融合术具有良好的预后。II 型 Modic 改变与腰痛关系没有 I 型那样密切,其在生物力学上是稳定状态。III 型 Modic 改变确切的本质和产生机制仍有大量未知。

总之,在腰椎间盘退行性变中,Modic 改变是一个重要的征象,也是造成腰痛的原因之一。在临床工作中,我们不能只关注椎间盘膨出和突出、椎间盘信号改变、小关节突改变等表现而忽略了 Modic 改变的存在,正确认识其 MRI 表现,确保患者得到及时而正确的治疗,具有重要的临床意义。

7 参考文献

1. de Roos A, Kressel H, Spritzer C, et al. MR imaging of marrow changes adjacent to end plates in degenerative lumbar disk disease[J].AJR,1987,149(3):531-534.
2. Modic MT,Steinberg PM,Ross JS,et al.Degenerative disk disease:assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging[J].Radiology,1988,166(1):193-199.
3. Modic MT,Masaryk TJ,Ross JS,et al. Imaging of degenerative disk disease[J].Radiology,1988,168(1):177-186.
4. Braithwaite I,White J,Saifuddin A,et al. Vertebral end-plate (Modic) changes on lumbar spine MRI:correlation with pain reproduction at lumbar discography[J].Eur Spine J,1998,7(5):363-368.
5. Dominik W,Marco Z,Juerg H,et al. Painful lumbar disk derangement:relevance of endplate abnormalities at MR imaging[J].Radiology,2001,218(2):420-427.
6. Miller G.The spine.In:Berquist T. MRI of the Musculoskeletal System[M].2nd ed.New York:Raven,1990.238-240.
7. Toyone T,Takahashi K,Kitahara H,et al. Vertebral bone-marrow changes in degenerative lumbar disc disease:an MRI study of 74 patients with low back pain [J].J Bone Joint Surg Br,1994,76(5):757-764.
8. Weishaupt D,Zanetti M,Hodler J, et al. Painful lumbar disk derangement:relevance of endplate abnormalities at MR imaging[J].Radiology,2001,218(2):420-427.
9. Mitra D,Cassar-Pullicino VN,McCall IW.Longitudinal study of vertebral type-1 end-plate changes on MR of the lumbar spine[J].Eur Radiol,2004,14(11):1574-1581.
10. Schmid G,Witteler A,Willburger R,et al.Lumbar disk herniation:correlation of histologic findings with marrow signal intensity changes in vertebral endplates at MR imaging[J].Radiology,2004,231(2):352-358.
11. Karchevsky M,Schweitzer ME,Carrino JA, et al. Reactive endplate marrow changes;a systematic morphologic and epidemiologic evaluation[J].Skeletal Radiol,2005,34(3):125-129.
12. Kuisma M,Karppinen J,Niinimäki J,et al. A three-year follow-up of lumbar spine endplate (Modic) changes[J].Spine,

- 2006,31(15):1714-1718.
13. Kuisma M, Karppinen J, Niinimäki J, et al. Modic changes in endplates of lumbar vertebral bodies; prevalence and association with low back and sciatic pain among middle-aged male workers[J]. *Spine*, 2007, 32(10):1116-1122.
14. 蒋兆贵, 顾光官, 夏鹏, 等. 腰痛患者的腰椎终板退变与椎间盘退变相关性的影像学研究 [J]. *中国临床医学影像杂志*, 2008, 19(8):541-543.
15. Kjaer P, Leboeuf-Yde C, Korsholm L, et al. Magnetic resonance imaging and low back pain in adults: a diagnostic imaging study of 40-year-old men and women [J]. *Spine*, 2005, 30(10):1173-1180.
16. Jensen TS, Kjaer P. Predictors of new vertebral endplate signal (Modic) changes in the general population [J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(1):129-135.
17. Modic MT. Modic type 1 and type 2 changes [J]. *J Neurosurg Spine*, 2007, 6(2):150-151.
18. Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, et al. MR imaging of the lumbar spine: prevalence of intervertebral disk extrusion and sequestration, nerve root compression, end plate abnormalities, and osteoarthritis of the facet joints in asymptomatic volunteers [J]. *Radiology*, 1998, 209(3):661-666.
19. Kjaer P, Korsholm L, Bendix T, et al. Modic changes and their associations with clinical findings [J]. *Eur Spine J*, 2006, 15(9):1312-1319.
20. 龙厚清, 周智良. 腰椎 MR 成像椎间盘终板区 Modic 征象的诊断价值 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2005, 20(12):799-801.
21. Crock HV. Internal disc disruption: a challenge to disc prolapse fifty years on [J]. *Spine*, 1986, 11(6):650-653.
22. Kokkonen SM, Kurunlahti M, Tervonen O, et al. Endplate degeneration observed on magnetic resonance imaging of the lumbar spine: correlation with pain provocation and disc changes observed on computed tomography diskography [J]. *Spine*, 2002, 27(20):2274-2278.
23. Luoma K, Vehmas, Grönlund M, et al. Relationship of Modic type 1 change with disc degeneration: a prospective MRI study [J]. *Skeletal Radiol*, 2009, 38(3):237-244.
24. Jensen TS, Bendix T, Sorensen JS, et al. Characteristics and natural course of vertebral endplate signal (Modic) changes in the Danish general population [J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2009, 10:81.
25. 彭城, 任先军, 梅芳瑞. 椎间盘退变与终板内微血管形态改变的相关性研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2003, 11(19/20):1355-1357.
26. Burke JG, Watson RW, McCormack D, et al. Intervertebral discs which cause low back pain secrete high levels of proinflammatory mediators [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2002, 84(2):196-201.
27. Ohtori S, Inoue G, Ito T, et al. Tumor necrosis factor-immunoreactive cells and PGP 9.5-immunoreactive nerve fibers in vertebral endplates of patients with discogenic low back pain and Modic type 1 or type 2 changes on MRI [J]. *Spine*, 2006, 31(9):1026-1031.
28. Fayad F, Lefevre-Colau MM, Rannou F, et al. Relation of inflammatory Modic changes to intradiscal steroid injection outcome in chronic low back pain [J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(7):925-931.
29. Bräm J, Zanetti M, Min K, et al. MR abnormalities of the intervertebral disks and adjacent bone marrow as predictors of segmental instability of the lumbar spine [J]. *Acta Radiol*, 1998, 39(1):18-23.
30. Vital JM, Gille O, Pointillart V, et al. Course of Modic 1 six months after lumbar posterior osteosynthesis [J]. *Spine*, 2003, 28(7):715-720.
31. Lang P, Chafetz N, Genant HK, et al. Lumbar spinal fusion: assessment of functional stability with magnetic resonance imaging [J]. *Spine*, 1990, 15(6):581-588.
32. Buttermann GR, Heithoff KB, Ogilvie JW, et al. Vertebral body MRI related to lumbar fusion results [J]. *Eur Spine J*, 1997, 6(2):115-120.
33. Chataigner H, Onimus M, Polette A. Surgery for degenerative lumbar disc disease: should the black disc be grafted [J]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 1998, 84(7):583-589.
34. Esposito P, Pinheiro-Franco JL, Froelich S, et al. Predictive value of MRI vertebral end-plate signal changes (Modic) on outcome of surgically treated degenerative disc disease: results of a cohort study including 60 patients [J]. *Neurochirurgie*, 2006, 52(4):315-322.
35. Albert HB, Manniche C. Modic changes following lumbar disc herniation [J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(7):977-982.
36. Sandhu HS, Sanchez-Caso LP, Parvataneni HK, et al. Association between findings of provocative discography and vertebral endplate signal changes as seen on MRI [J]. *J Spinal Disord*, 2000, 13(5):438-443.
37. Thompson KJ, Dagher AP, Eckel TS, et al. Modic changes on MR images as studied with provocative diskography: clinical relevance—a retrospective study of 2457 disks [J]. *Radiology*, 2009, 250(3):849-855.
38. Rahme R, Moussa R. The Modic vertebral endplate and marrow changes: pathologic significance and relation to low back pain and segmental instability of the lumbar spine [J]. *AJNR*, 2008, 29(5):838-842.

(收稿日期: 2010-09-20 修回日期: 2010-10-10)

(本文编辑 李伟霞)