

# 腰椎 Modic 改变的发生机制及对腰椎间盘突出症手术疗效的影响

张晶博<sup>1</sup>, 王想福<sup>2</sup>, 李晨旭<sup>2</sup>, 石瑞芳<sup>2</sup>, 陈伟国<sup>2</sup>, 张万乾<sup>1</sup>, 桑廷瑞<sup>1</sup>, 杨焕莹<sup>1</sup>, 丁艳芳<sup>2</sup>, 王薛涛<sup>1</sup>

(1. 甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃省中医院, 甘肃 兰州 730050)

**摘要** 腰椎 Modic 改变是评估腰椎间盘突出退变程度的常用影像学指标,但其发生机制目前尚未完全清楚。腰椎间盘突出症是临床常见病、多发病,有关腰椎 Modic 改变对腰椎间盘突出症手术疗效影响的研究近年来逐渐增多。本文对腰椎 Modic 改变的分型及其分布特征进行了概述,并对腰椎 Modic 改变的发生机制、腰椎 Modic 改变与腰椎间盘突出症的关系、腰椎 Modic 改变对腰椎间盘突出症手术疗效的影响进行了总结。

**关键词** 腰椎;椎间盘移位;Modic 改变;磁共振成像;综述

腰椎 Modic 改变指腰椎椎体终板及终板下骨质在 MRI 上的异常成像,临床常用于评估腰椎间盘的退变程度<sup>[1]</sup>。腰椎 Modic 改变可影响腰椎间盘的应力分布、加速腰椎间盘退变,因此可能与腰椎间盘突出症(lumbar disc herniation, LDH)密切相关<sup>[2]</sup>。有腰椎 Modic 改变的 LDH 患者,其术后腰腿疼痛的症状可得到显著改善,但远期疗效差于无腰椎 Modic 改变者<sup>[3]</sup>。目前腰椎 Modic 改变的发生机制尚未完全明确,可能与炎症反应及生物力学异常等有关。本文就腰椎 Modic 改变的发生机制及对 LDH 手术疗效的影响综述如下。

## 1 腰椎 Modic 改变的分型及其分布特征

腰椎 Modic 改变可大致分为 4 种类型。I 型:T1 加权像上椎体终板及终板下骨质呈低信号,T2 加权像上椎体终板及终板下骨质呈高信号,提示炎性改变。II 型:T1 加权像上椎体终板及终板下骨质呈高信号,T2 加权像上椎体终板及终板下骨质呈等信号或略高信号,提示红骨髓被黄骨髓替代。III 型:T1 加权像和 T2 加权像上椎体终板及终板下骨质均呈低信号,提示椎体终板及终板下骨质硬化<sup>[4]</sup>。混合型:包括混合 I-II 型和混合 II-I 型,均提示水肿兼脂肪变性,但混合 I-II 型以水肿为主、混合 II-I 型以脂肪变性为主,且两者在一定条件下可以相互转化<sup>[5]</sup>。

不同类型腰椎 Modic 改变在腰痛人群中的分布情况也不同,其中以 II 型最为多见,其次是 I 型,而

III 型则最为少见<sup>[6-7]</sup>。腰椎 Modic 改变 III 型多为椎体终板钙化期, MRI 检查可能对其不敏感。Chen 等<sup>[8]</sup>对 153 例腰痛伴腰椎 Modic 改变的患者进行了相关研究,发现腰椎 Modic 改变多发生在 L<sub>4</sub>~L<sub>5</sub> 和 L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 节段,其中腰椎 Modic 改变 II 型占 71.9%、I 型占 22.9%、III 型占 5.2%。张体栋等<sup>[9]</sup>对 103 例伴腰椎 Modic 改变的腰痛患者进行了相关研究,发现其中腰椎 Modic 改变 II 型占 80.6%、I 型占 15.5%、III 型占 3.9%。黄兆波等<sup>[10]</sup>研究发现,50 岁以上人群更容易出现腰椎 Modic 改变,且女性较为多见。女性绝经后容易出现骨质疏松,加之腰椎退变,椎体易发生微小骨折,而椎间盘内的炎症因子可通过骨折裂隙进入椎体终板,引起炎症反应,从而导致腰椎 Modic 改变<sup>[11]</sup>。

## 2 腰椎 Modic 改变的发生机制

**2.1 炎症反应** Crockett 等<sup>[12]</sup>研究发现,在腰椎 Modic 改变 I 型者的椎间盘组织中,肿瘤坏死因子(tumor necrosis factor, TNF)表达增高。Ohtori 等<sup>[13]</sup>对椎间盘源性腰痛患者进行了相关研究,发现伴腰椎 Modic 改变 I 型和 II 型者的 TNF 表达高于无腰椎 Modic 改变者,认为腰椎 Modic 改变可能与 TNF 诱导的炎症反应有关。Burke 等<sup>[14]</sup>研究发现,腰椎 Modic 改变 I 型者的椎间盘组织中白细胞介素 6 和前列腺素 E2 含量均高于腰椎 Modic 改变 II 型者,认为腰椎 Modic 改变 I 型为炎症反应的急性期、II 型为炎症反应的相对稳定期。

**2.2 生物力学异常** 腰椎间盘退变和椎体终板钙化会引起椎体生物力学异常,使椎间盘的应力分布不

基金项目:甘肃省科技计划项目(21JR1RA058);兰州市人才创新创业项目(2020-RC-54)

通讯作者:王想福 E-mail:Wangxf\_1969@163.com

均,可造成椎体终板微骨折,从而导致腰椎 Modic 改变<sup>[15-16]</sup>。Han 等<sup>[17]</sup>研究发现,腰椎 Modic 改变与腰痛患者的体重和体力劳动强度有关,认为肥胖和重体力劳动是引起腰椎 Modic 改变的重要因素。

**2.3 细菌感染** 痤疮丙酸杆菌是革兰氏阳性杆菌中的一种,多见于患者的皮肤和软组织内,可通过血液循环进入椎间盘,引起腰椎 Modic 改变<sup>[18]</sup>。Shan 等<sup>[19]</sup>研究发现,向兔子的腰椎间盘内注入痤疮丙酸杆菌可引起腰椎 Modic 改变。Georgy 等<sup>[20]</sup>研究发现,痤疮丙酸杆菌与椎体 Modic 改变 I 型关系密切,认为这可能与椎间盘内相对无氧的环境适宜痤疮丙酸杆菌的生长有关。Najafi 等<sup>[21]</sup>研究发现,痤疮丙酸杆菌是引起腰椎 Modic 改变 I 型的重要因素。Senker 等<sup>[22]</sup>研究发现,在腰椎 Modic 改变 II 型者的椎间盘内凝固酶阴性葡萄球菌和痤疮丙酸杆菌最为多见,认为两者是引起腰椎 Modic 改变 II 型的重要因素。对于痤疮丙酸杆菌引起腰椎 Modic 改变这一观点, Fritzell 等<sup>[23]</sup>持相反意见,其认为在退变椎间盘组织中发现的痤疮丙酸杆菌可能由手术污染所致,不能仅通过一项研究就判定痤疮丙酸杆菌与腰椎 Modic 改变有关。

### 3 腰椎 Modic 改变与 LDH 的关系

椎体终板可为椎间盘提供营养,并平衡分散其应力,腰椎 Modic 改变可影响椎间盘的营养供应及应力分布,进而引起或加重椎间盘退行性改变。李朝晖<sup>[24]</sup>研究发现,同一节段椎间盘突出伴腰椎 Modic 改变时,若椎间盘呈不对称突出,则腰椎 Modic 改变呈不对称分布;若椎间盘呈对称突出,则腰椎 Modic 改变呈对称分布。Saukkonen 等<sup>[25]</sup>研究发现,腰椎 Modic 改变与腰痛密切相关,认为这可能与腰椎 Modic 改变加速了腰椎间盘退变,并引起 LDH 等有关。

### 4 腰椎 Modic 改变对 LDH 手术疗效的影响

#### 4.1 开放式手术

**4.1.1 椎板开窗术** 椎板开窗术是治疗 LDH 的常用术式,主要通过摘除突出的髓核达到减压目的;但是术中需要切除部分椎板,且需要长时间牵拉椎旁肌肉和韧带组织,术后因椎旁软组织损伤而出现椎体不稳定<sup>[26]</sup>。腰椎 Modic 改变是否影响椎板开窗术治疗 LDH 的效果,目前尚无定论。万安营等<sup>[27]</sup>采用椎板开窗术治疗 114 例伴或不伴腰椎 Modic 改变的 LDH 患者,术后随访发现伴腰椎 Modic 改变患者的

LDH 复发率高于不伴腰椎 Modic 改变的患者,且 LDH 病情随时间推移不断加重,认为腰椎 Modic 改变可影响手术效果。Lurie 等<sup>[28]</sup>回顾性分析了 187 例采用椎板开窗术治疗的 LDH 患者的临床疗效,发现伴腰椎 Modic 改变患者的术后恢复情况较无腰椎 Modic 改变的患者差,且以腰椎 Modic 改变 I 型患者的效果最差。Bostelmann 等<sup>[29]</sup>通过一项前瞻性研究发现,腰椎 Modic 改变对椎板开窗术治疗 LDH 的疗效影响较小,认为 LDH 术后再次出现腰腿痛可能与术中突出的髓核摘除不彻底、术后患者未正确进行康复锻炼等有关。

**4.1.2 经椎间孔腰椎椎间融合术** 腰椎 Modic 改变对经椎间孔腰椎椎间融合术治疗 LDH 疗效的影响,目前有小部分学者进行了相关研究。王牧一等<sup>[30]</sup>研究发现,采用经椎间孔腰椎椎间融合术治疗的 LDH 患者,其术后融合器沉降的发生率由高到低为伴腰椎 Modic 改变 I 型者、伴腰椎 Modic 改变 II 型者、无腰椎 Modic 改变者,认为腰椎 Modic 改变可能增加术后融合器沉降的发生率。李欣等<sup>[31]</sup>研究发现,腰椎 Modic 改变 II 型对经椎间孔腰椎椎间融合术治疗 LDH 的疗效无显著影响。

**4.1.3 后路腰椎间融合术** 有关腰椎 Modic 改变对后路腰椎间融合术治疗 LDH 疗效影响的研究较为少见。Li 等<sup>[32]</sup>研究发现,采用后路腰椎间融合术治疗的 LDH 患者中,伴腰椎 Modic 改变 II 型者的融合率低于无腰椎 Modic 改变者,认为腰椎 Modic 改变 II 型者的局部血液供应不良,不利于早期融合。

#### 4.2 微创手术

**4.2.1 椎间孔镜下手术** 随着内窥镜技术的不断发展,采用椎间孔镜下手术治疗的 LDH 患者逐渐增多<sup>[33]</sup>。葛灵等<sup>[34]</sup>对采用椎间孔镜下手术治疗的 LDH 患者进行了相关研究,发现术后 3 个月时伴腰椎 Modic 改变者的腰部疼痛视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS) 评分高于无腰椎 Modic 改变者,认为腰椎 Modic 改变可能是引起术后腰部疼痛的原因之一。贺宪等<sup>[35]</sup>研究发现,采用椎间孔镜下手术治疗的 LDH 患者中,伴腰椎 Modic 改变 I 型、II 型者的 LDH 复发率高于无腰椎 Modic 改变者,而且伴腰椎 Modic 改变 I 型、II 型者的腰部疼痛 VAS 评分均高于无腰椎 Modic 改变者,认为腰椎 Modic 改变可能会影响 LDH 患者术后远期腰痛的恢复程度。许标<sup>[36]</sup>采用椎间孔镜下手术治疗 LDH 患者 127 例,其中无腰

椎 Modic 改变组 82 例、腰椎 Modic 改变 I 型组 20 例、腰椎 Modic 改变 II 型组 25 例,术后 3 个月时,3 组患者的腰腿疼痛 VAS 评分和腰椎功能障碍指数均较术前降低;但术后 12 个月和末次随访时,腰椎 Modic 改变 I 型组和 II 型组患者的腰腿疼痛 VAS 评分和腰椎功能障碍指数均较术后 3 个月时增高,且腰椎 Modic 改变 I 型组的上述指标高于腰椎 Modic 改变 II 型组,认为腰椎 Modic 改变 I 型可能会影响椎间孔镜下手术治疗 LDH 的远期疗效。

**4.2.2 显微镜下手术** 显微镜下椎间盘切除术是治疗 LDH 的微创术式之一,具有手术出血量少、术后康复时间短等优点。Kumarasamy 等<sup>[37]</sup>研究发现,采用显微镜下椎间盘切除术治疗的 LDH 患者中,伴腰椎 Modic 改变者的术后腰部疼痛 VAS 评分、腰椎功能障碍指数和椎间盘炎发生率均高于无腰椎 Modic 改变者,认为腰椎 Modic 改变可能是显微镜下椎间盘切除术后腰痛或椎间盘炎的重要影响因素。Barth 等<sup>[38]</sup>对接受显微镜下椎间盘切除术治疗的 LDH 患者进行了相关研究,发现术后 2 年时伴腰椎 Modic 改变者的腰痛残余症状明显,且其总体恢复情况较无腰椎 Modic 改变者差,认为腰椎 Modic 改变可能是椎间盘切除术后腰痛原因之一。

## 5 小 结

腰椎 Modic 改变与 LDH 和腰痛的关系密切,但腰椎 Modic 改变的发生机制目前尚未完全明确,术中污染是否可引起腰椎 Modic 改变仍存在争议。对伴腰椎 Modic 改变的 LDH 患者,在选择合适手术方式的基础上,应注意术后腰腿疼痛的治疗和康复,以期提高总体治疗效果。未来我们可将术中污染作为研究方向之一,探讨腰椎 Modic 改变的发生机制,从而为临床实践提供理论基础。

## 参考文献

- [1] RAHYUSSALIM A J, ZUFAR M L L, KURNIAWATI T. Significance of the association between disc degeneration changes on imaging and low back pain: a review article[J]. Asian Spine J, 2020, 14(2): 245 - 257.
- [2] ZEHRA U, CHEUNG J P Y, BOW C, et al. Multidimensional vertebral endplate defects are associated with disc degeneration, modic changes, facet joint abnormalities, and pain[J]. J Orthop Res, 2019, 37(5): 1080 - 1089.
- [3] AMOUZOUGAN A, BOUSSOUALIM K, MAROTTE H, et al. A 3 - year back and forth between Modic type 1 and 2 on MRI in chronic low back pain[J]. Joint Bone Spine, 2019, 86(1): 109 - 110.
- [4] 赵丹, 牛金亮. 基于腰椎间盘退变的脊柱稳定性改变的 MRI 研究进展[J]. 中华骨科杂志, 2021, 41(2): 115 - 122.
- [5] 倪婷, 徐磊, 冯阳, 等. 腰椎终板 Modic 改变与椎间盘退变对应关系及二者与下腰痛关系的分析[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2019, 39(2): 237 - 241.
- [6] 陈羽峰. 不同分型 Modic 改变在腰痛患者中的分布及相关因素分析[D]. 苏州: 苏州大学, 2018.
- [7] 胡博, 丁洪伟. 腰椎疾病中 Modic 改变的相关研究进展[J]. 临床骨科杂志, 2021, 24(2): 288 - 292.
- [8] CHEN Y, BAO Y, YAN Q, et al. Distribution of Modic changes in patients with low back pain and its related factors[J]. Eur J Med Res, 2019, 24(1): 34.
- [9] 张体栋, 李玉民. 下腰痛患者 Modic 改变的临床分布及其分型的相关因素[J]. 临床骨科杂志, 2021, 24(4): 498 - 501.
- [10] 黄兆波, 赵凤东. 腰椎 modic 改变人群患病率及与骨质疏松的相关性分析[J]. 现代实用医学, 2021, 33(4): 468 - 470.
- [11] JENSEN T S, KARPPINEN J, SORESENSEN J S, et al. Vertebral endplate signal changes (Modic change): a systematic literature review of prevalence and association with non - specific low backpain [J]. Eur Spine J, 2008, 17(11): 1407 - 1422.
- [12] CROCKETT M T, KELLY B S, VAN BAARSEL S, et al. Modic type 1 vertebral endplate changes: injury, inflammation, or infection? [J]. AJR Am J Roentgenol, 2017, 209(1): 167 - 170.
- [13] 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(Phila Pa 1976), 2006, 31(9): 1026 - 1031.
- [14] BURKE J G, WATSON R W, MCCORMACK D, et al. Inter-vertebral discs which cause low back pain secrete high levels of proinflammatory mediators[J]. J Bone Joint Surg Br, 2002, 84(2): 196 - 201.
- [15] 孙钰, 杨利学, 谭龙旺, 等. 补肾方剂干预椎间盘退变的基础研究进展[J]. 中医药导报, 2021, 27(10): 142 - 145.
- [16] ZHANG Y H, ZHAO C Q, JIANG L S, et al. Modic changes: a systematic review of the literature[J]. Eur Spine J, 2008, 17(10): 1289 - 1299.

- [17] HAN C, KUANG M J, MA J X, et al. Prevalence of Modic changes in the lumbar vertebrae and their associations with workload, smoking and weight in northern China [J/OL]. Sci Rep, 2017, 7: 46341 [2022 - 03 - 20]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28402320/>.
- [18] BRÅTEN L C H, ROLFSEN M P, ESPELAND A, et al. Efficacy of antibiotic treatment in patients with chronic low back pain and Modic changes (the AIM study): double blind, randomised, placebo controlled, multicentre trial [J/OL]. BMJ, 2019, 367: l5654 [2022 - 03 - 20]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31619437/>.
- [19] SHAN Z, ZHANG X, LI S, et al. The influence of direct inoculation of propionibacterium acnes on Modic changes in the spine: evidence from a rabbit model [J]. J Bone Joint Surg Am, 2017, 99(6): 472 - 481.
- [20] GEORGY M M, VAIDA F, STERN M, et al. Association between type 1 Modic changes and propionibacterium acnes infection in the cervical spine: an observational study [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2018, 39(9): 1764 - 1767.
- [21] NAJAFI S, MAHMOUDI P, BASSAMPOUR S A, et al. Molecular detection of Propionibacterium acnes in biopsy samples of intervertebral disc with modic changes in patients undergoing herniated disc surgery [J]. Iran J Microbiol, 2020, 12(6): 516 - 521.
- [22] SENKER W, ASPALTER S, RADL C, et al. Frequency and characteristics of bacterial and viral low-grade infections of the intervertebral discs: a prospective, observational study [J]. J Orthop Traumatol, 2022, 23(1): 15.
- [23] FRITZELL P, WELINDER - OLSSON C, JÖNSSON B, et al. Bacteria: back pain, leg pain and Modic sign - a surgical multicentre comparative study [J]. Eur Spine J, 2019, 28(12): 2981 - 2989.
- [24] 李朝晖. Modic 改变在腰椎间盘突出患者中的非对称型和对称型分布 [D]. 石家庄: 河北医科大学, 2022.
- [25] SAUKKONEN J, MÄÄTTÄ J, OURA P, et al. Association between Modic changes and low back pain in middle age: a northern Finland birth cohort study [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2020, 45(19): 1360 - 1367.
- [26] 王子星. 经皮椎间孔镜技术在腰椎间盘突出症治疗中的应用效果观察 [J]. 医学理论与实践, 2020, 33(8): 1289 - 1291.
- [27] 万安营, 唐森, 芦磊磊, 等. 腰椎 Modic 改变对腰椎间盘突出症患者术后症状的影响 [J]. 实用骨科杂志, 2015, 21(2): 101 - 104.
- [28] LURIE J D, MOSES R A, TOSTESON A N, et al. Magnetic resonance imaging predictors of surgical outcome in patients with lumbar intervertebral disc herniation [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(14): 1216 - 1225.
- [29] BOSTELMANN R, PETRIDIS A, FISCHER K, et al. New insights into the natural course and clinical relevance of Modic changes over 2 years following lumbar limited discectomy: analysis of prospective collected data [J]. Eur Spine J, 2019, 28(11): 2551 - 2561.
- [30] 王牧一, 徐亮, 邱勇, 等. Modic 改变对腰椎经椎间孔椎间融合效果和融合器沉降的影响 [J]. 中华医学杂志, 2019, 99(47): 3703 - 3709.
- [31] 李欣, 王旭东. 经椎间孔椎体间融合术与后路开窗椎间盘髓核摘除术治疗伴终板 Modic II 型改变腰椎间盘突出症的价值 [J]. 内蒙古医学杂志, 2022, 54(1): 12 - 14.
- [32] LI H, CHEN S, WEI H Y, et al. Type 2 sclerotic Modic change affect fusion result in patients undergoing PLIF with pedicle screw instrumentation: a retrospective study [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 598.
- [33] CHEN J, JING X, LI C, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L5/S1 lumbar disc herniation using a transforaminal approach versus an interlaminar approach: a systematic review and meta - analysis [J]. World Neurosurg, 2018, 116: 412 - 420.
- [34] 葛灵, 秦璟灏, 仇胥斌, 等. Modic 改变对椎间孔镜下治疗腰椎间盘突出症术后效果的影响分析 [J]. 中国医学创新, 2021, 18(33): 32 - 35.
- [35] 贺宪, 张新亮, 孔畅, 等. Modic 改变对腰椎间盘突出症经皮椎间孔镜手术疗效的影响 [J]. 广东医学, 2021, 42(4): 430 - 435.
- [36] 许标. 伴有 Modic 改变对腰椎间盘突出症患者接受 PTED 手术疗效的影响 [J]. 颈腰痛杂志, 2021, 42(3): 333 - 336.
- [37] KUMARASAMY D, RAJASEKARAN S, ANAND K S S V, et al. Lumbar disc herniation and preoperative Modic changes: a prospective analysis of the clinical outcomes after microdiscectomy [J]. Global Spine J, 2022, 12(5): 940 - 951.
- [38] BARTH M, WEISS C, THOMÉ C, et al. Two - year outcome after lumbar microdiscectomy versus microscopic sequestrectomy: part 1: evaluation of clinical outcome [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(3): 265 - 272.

(收稿日期: 2022-03-21 本文编辑: 郭毅曼)