

论 著

腰椎内固定术后椎间盘T2-mapping成像的可行性和可重复性*

广东省佛山市中医院MRI室
(广东 佛山 528000)黄耀渠 赵晓梅 伍琼慧
秦红卫

【摘要】目的 探讨腰椎内固定术后T2-mapping成像定量评估邻近节段椎间盘退变的可行性和可重复性。方法 24例患者于腰椎内固定术前1周内及术后6-8周分别行腰椎MR T2-mapping成像检查,并测量邻近节段椎间盘髓核的T2值。比较同一观察者不同时间和不同观察者之间测量结果的可重复性。结果 24例患者均成功测量邻近节段椎间盘髓核的T2值。内固定近侧邻近椎间盘髓核术前和术后的T2值分别为 $93.2 \pm 22.3\text{ms}$ 和 $95.5 \pm 20.1\text{ms}$,差异无统计学意义($t=-1.00, P>0.05$)。远侧邻近椎间盘髓核术前和术后的T2值分别为 $87.9 \pm 27.7\text{ms}$ 和 $83.7 \pm 23.0\text{ms}$,差异无统计学意义($t=1.77, P>0.05$)。同一观察者或不同观察者间的组内相关系数(ICC)为 $0.85-0.94 (P<0.01)$ 。结论 腰椎内固定术后T2-mapping成像测量T2值是可行的,且可重复性高,有助于定量评估邻近节段椎间盘的退变情况。

【关键词】椎间盘退变; T2弛豫时间; 内固定; 磁共振成像

【中图分类号】R445.2; R684

【文献标识码】A

【基金项目】广东省医学科研基金课题(编号: A2013680), 佛山市科技局医学攻关课题(编号: 201308015)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2015.11.033

通讯作者: 黄耀渠

MR T2-mapping of Intervertebral Disk after Internal Fixation Surgery of Lumbar Spine: A Feasibility and Reproducibility Study*

HUANG Yao-qu, ZHAO Xiao-mei, WU Qiong-hui et al., Room of MRI, Foshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Foshan 528000, Guangdong, China

[Abstract] **Objective** To explore the feasibility and reproducibility of MR T2-mapping technique in evaluating intervertebral disk degeneration of adjacent segment after internal fixation surgery. **Methods** Within 1 week preoperatively and 6 to 8 weeks postoperatively, 24 patients were underwent T2-mapping examination. The T2 value of nucleus pulposus was measured by two senior MRI radiologists. To assess the reproducibility of this evaluation, inter- and intra-observer statistics were performed. **Results** The T2 values of 24 patients were measured successfully. The pre- and postoperative T2 values of the adjacent proximate disks were $93.2 \pm 22.3\text{ms}$ and $95.5 \pm 20.1\text{ms}$ respectively ($t=-1.00, P>0.05$), and the pre- and postoperative T2 values of the adjacent distal disks were $87.9 \pm 27.7\text{ms}$ and $83.7 \pm 23.0\text{ms}$ ($t=1.77, P>0.05$). The inter- and intra-observer analysis yielded intraclass correlation coefficients (ICC) for measures in a range from 0.85 to 0.94 ($P<0.01$). **Conclusion** MR T2-mapping examination after internal fixation surgery is feasible, it will be a potential quantitative method in evaluating intervertebral disk degeneration of adjacent segment for its excellent reproducibility.

[Key words] Intervertebral Disk Degeneration; T2 Relaxation Time; Internal Fixation; Magnetic Resonance Imaging

内固定术已经成为众多脊柱疾患的“标准”治疗方法,但也可导致或加速邻近节段退变^[1]。邻近节段退变是严重影响腰椎手术疗效的潜在危险因素,需要早期明确诊断以进行干预。影像学诊断方法在很大程度上决定了能否早期诊断。MRI检查对椎间盘退变性疾病具有较高准确性^[2],但常规T2WI是非定量的方法,容易受到主观偏差的影响,而新的定量MR方法,包括T2-mapping成像、T1 ρ 成像^[3]、弥散加权成像^[4]等,正越来越受到临床的重视。T2-mapping成像是最为常用的定量方法之一,可以通过测量T2值(即T2弛豫时间值)定量评估早期椎间盘退变^[5-9],在内固定术后监测、评价邻近椎间盘退变等方面有潜在价值。

然而,金属内固定导致的磁化率伪影会不可避免的影响图像质量^[10-11],但是否会对T2值测量产生不利影响尚未见文献报道。为了明确钛合金内固定对T2-mapping成像的影响,本文拟通过分析一组腰椎内固定术患者的T2-mapping成像资料,探讨测量T2值的可行性和可重复性。

1 资料与方法

1.1 临床资料 根据以下纳入和排除标准选择患者入组研究。纳入标准: (1) 因L3~S1椎间盘突出或滑脱症行钛合金融合内固定术, (2) 术前1周内及术后6~8周行T2-mapping检查; 排除标准: (1) 存在脊柱肿瘤、压缩骨折、脊柱畸形或其他影响椎间盘观察的疾病, (2) 女

性患者节育环伪影明显干扰椎间盘者。最后共有24例患者纳入研究。其中男性14例,女性10例,年龄25~59岁,平均43.1岁。

1.2 MRI检查 每位患者均于术前1周内及术后6~8周分别作MRI检查。我们设定术后检查的时间间隔为6~8周的原因在于此时期患者的腰椎术后出血水肿已经基本吸收,而邻近椎间盘尚未发生明显的继发退变。MR检查采用西门子Avanto 1.5T超导型磁共振仪,使用脊柱相控阵线圈,检查均在20:30~22:30时间段进行,扫描前避免剧烈运动并平躺30分钟。患者仰卧位,头先进。基本扫描参数包括:(1)常规矢状位TSE T2WI扫描,TR/TE=3000.0ms/96.0ms;(2)T2弛豫时间测量:采用多回波自旋回波序列完成,TR=1200.0ms,TE自13.8~69.0ms,回波间隔13.8ms。FOV280mm×280mm,层厚3mm、间隔20%,频率编码方向为“前后向”。

1.3 T2值测量

1.3.1 测量部位: 本研究的分析部位为金属内固定毗邻的第一个椎间盘,其中近侧椎间盘为内固定近节头侧毗邻的第一个椎间盘,远侧椎间盘为内固定远节尾侧毗邻的第一个椎间盘。对于L5-S1内固定患者,则仅测量L4-5椎间盘。

1.3.2 数据测量: 在Syngo工作站利用“T2值测量”功能重建出腰椎矢状位正中层面T2图。以髓核中部为中心设置面积80~100mm²的椭圆形感兴趣区(region of interest, ROI)测量髓核的T2值。由1位高年资的MRI医师(观察者A)先测量内固定术前、后相应椎间盘髓核的T2值,每一椎间盘分别测量3次取其平均值。间隔2周后,由同一医师用相

同方法在术后图像上重复测量。同时由另1名相似资历的MRI医师(观察者B)用相同方法在术后图像上进行测量并记录数据。

1.4 统计学分析 采用SPSS13.0软件进行统计学分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义:(1)采用配对t检验分析同一椎间盘内固定术前、术后T2值的差异,其中术后T2值取第1位医师的第一次测量数据。(2)对于同一观察者不同时间及不同观察者的测量值,运用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)评估结果的重复性, $ICC < 0.4$ 提示重复性差, $0.4 \leq ICC \leq 0.75$ 提示重复性较好, $ICC > 0.75$ 提示有非常好的重复性。

2 结果

24患者均完成了T2值测量,包括L3-4内固定患者3例,L4-5内固定患者12例,L5-S1内固定患者9例。最后纳入分析者共有39个椎间盘,包括近侧椎间盘24个,远侧椎间盘15个。

在矢状位的T2-mapping原始图像上,内固定钉位于椎弓根层面。磁化率伪影位于内固定的周围,呈前后走行的条状极低信号,边缘见高信号,并见邻近结构的变形;随TE时间延长磁化率伪影范围略有扩大趋势。24例患者中,2例近侧邻近节段终板及

椎间盘下缘可见轻度的磁化率伪影,其余邻近节段的椎间盘显示清晰,未见明确伪影干扰(图1-5)。在设置测量ROI的正中层面图像上,24例患者的各TE时间原始图像均未见内固定钉影,亦未见明显的磁化率伪影,相应的椎间盘及终板结构显示清晰(图6-10),重建的T2图上亦未见明显的磁化率伪影。

经测量,内固定近侧和远侧邻近椎间盘髓核术前和术后的T2值见表1,各测量区的术前、术后T2值均无统计学差异($P > 0.05$)。同一观察者内部和不同观察者间的ICC见表2,各次测量间的ICC均大于0.75(0.85~0.94, P 均 < 0.01)。

3 讨论

3.1 T2-mapping评估椎间盘退变的价值 内固定术可以导致邻近节段退变已经为临床所认识和重视^[1]。目前内固定术后邻近节段退变的诊断仍停留在X光平片和常规MRI所显示的宏观形态变化上,难以发现早期的退变。然而,早期椎间盘退变才是临床最为关心的问题,对于临床治疗和监测具有重要的意义。化学成分的变化是椎间盘退变的最早变化之一^[3],T2-mapping成像通过测量T2值,能监测椎间盘基质中水、胶原纤维、蛋白多糖等化学

表1 内固定术前及术后椎间盘髓核T2值比较 ($\bar{x} \pm s$, ms)

测量区	内固定术前T2值	内固定术后T2值	t值	P值
近侧邻近椎间盘(n=24)	93.2 ± 22.3	95.5 ± 20.1	-1.00	0.328
远侧邻近椎间盘(n=15)	87.9 ± 27.7	83.7 ± 23.0	1.77	0.098

表2 同一观察者内部和不同观察者间的ICC*

组别	观察者内			观察者间		
	A1-A2	B1-B2	A1-B1	A1-B2	A2-B1	A2-B2
ICC	0.90	0.85	0.91	0.86	0.91	0.94

注: *A1、A2、B1、B2分别指观察者A的第一次测量值,观察者A的第二次测量值,观察者B的第一次测量值,观察者B的第二次测量值。

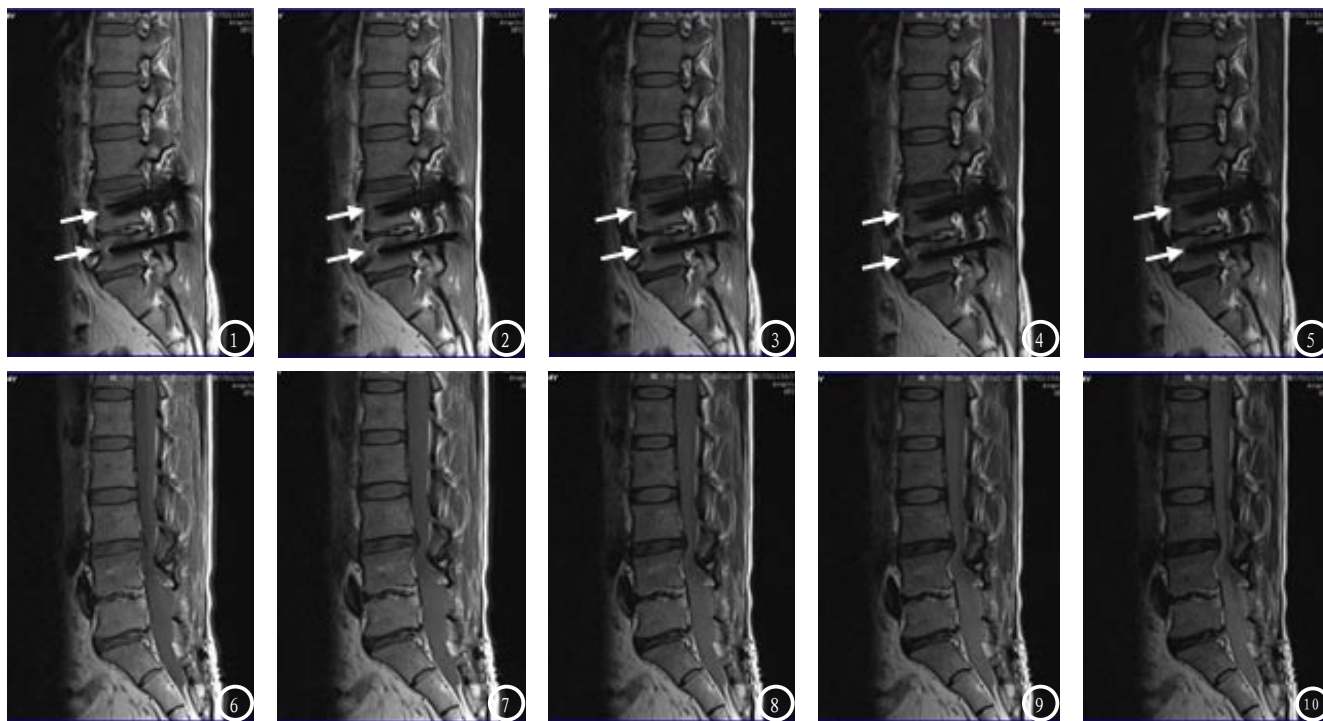


图1-5 男性, 44岁, L4-5内固定术后。图1-5分别为TE时间13.8ms、27.6ms、41.4ms、55.2ms、69ms的矢状位左侧内固定钉层面T2-mapping原始图, 示内固定钉周围有较明显的伪影, 呈前后走行(箭), 但邻近节段(L3-4及L5-S1)终板及椎间盘未见累及。图6-10 与图1同一患者, L4-5内固定术后。图6-10分别为TE时间13.8ms、27.6ms、41.4ms、55.2ms、69ms的矢状位正中层面T2-mapping原始图, 示L3-4及L5-S1椎间盘未见磁化率伪影干扰。

成分的动态变化^[5], 为定量分析椎间盘早期退变提供了新途径。研究已经证实, 无论是无症状志愿者还是腰痛患者, T2-mapping技术均能定量评价椎间盘的退变情况, 更重要的是测量T2值能很好的区分Pfarrmann I、II和III级椎间盘, 表明T2-mapping技术在形态发生变化之前就能敏感地发现椎间盘早期退变^[8-9], 具有监测椎间盘从正常向早期退变演变过程的能力。

3.2 腰椎内固定术后T2-mapping成像的可行性 钛合金内固定虽然是非铁磁性材料, 但仍会导致磁化率伪影, 使得周围信号明显减弱或增强, 并可伴有组织的变形^[11], 因此在腰椎内固定患者进行T2-mapping成像时, 需要通过合理的手段减轻伪影、改善图像质量以获得可靠的数据。减轻伪影的方法较多, 包括缩短TE、增加矩阵、增加接收带宽及调整频率编码方向等^[10-11]。本研究在不改变图像质量和对比度的

前提下, 主要通过以下两个方面来减轻伪影的不利影响: (1) 频率编码方向的设置。钛合金植入物的伪影很大程度上与其形状及方向有关^[11], 黄群等^[10]的研究证实, 伪影主要影响频率编码方向上的结构, 通过调整频率编码方向与螺钉长轴一致时可以控制伪影在较小的范围。本组研究表明, 当频率编码方向设置为螺钉的长轴走行方向(即前后向)时, 伪影也沿螺钉长轴走行, 对垂直方向上的椎间盘影响较小。(2) 测量层面的选择。我们选择椎间盘正中层面测量髓核的T2值, 一方面由于该层距离内固定钉最远, 在空间上最大程度减少了磁化率伪影的影响; 另一方面该层是椎间盘的最大层面, 较少受部分容积效应的影响, 测量值的可靠性高。通过实施上述扫描、测量方案, 本组24例患者均成功测量了髓核的T2值。我们比较了患者术前和术后邻近节段椎间盘髓核的T2值, 结果显示无论是近侧椎间

盘还是远侧椎间盘, 其术前及术后的髓核T2值并无明显的变化, 提示金属内固定未对髓核的T2值测量产生显著的不利影响, 因此我们认为采用T2-mapping技术评价腰椎内固定术后邻近节段椎间盘的退变是可行的。

3.3 腰椎内固定术后T2值测量的可重复性 内固定术后邻近节段退变的发生、发展是一个慢性的过程, 时间跨度长^[1], 临床需要动态观察椎间盘T2值的变化情况, 因此我们还进一步探讨了T2值测量的信度。结果显示, T2值是定量数据, 不易受观察者主观因素的影响, 无论是观察者内部还是观察者之间, 内固定术后测量邻近节段椎间盘髓核T2值的一致性和可重复性都很高, 与Stelzeneder等^[7]的研究类似, 提示T2-mapping是术后随访的可靠手段。

综上所述, 腰椎内固定术后行T2-mapping成像测量椎间盘髓核T2值来评估椎间盘退变是可行

的,且可重复性高,是腰椎内固定术后监测和评价邻近节段椎间盘退变的一种新的无创性、定量方法。

参考文献

- [1] 沈凯,李锋,谭祖健.腰椎融合术后邻近节段退化的系统回顾分析[J].中国骨与关节损伤杂志.2012.27(5):402-405.
- [2] 程春,陈蕾,梁晓航,等.腰椎间盘突出MRI与CT诊断的应用的价值分析[J].中国CT与MRI杂志.2014.12(7):91-93.
- [3] Zhou Z, Jiang B, Zhou Z, et al. Intervertebral disk degeneration: T1p MR imaging of human and animal models[J]. Radiology. 2013. 268(2):492-500.
- [4] 蒋新华,陈建宇,蔡兆熙,等.正常人椎间盘MRI弥散张量成像ADC值、FA值与年龄和解剖部位的相关性研究[J].中国CT与MRI杂志.2009.7(6):1-5.

- [5] Antoniou J, Epure LM, Michalek AJ, et al. Analysis of quantitative magnetic resonance imaging and biomechanical parameters on human discs with different grades of degeneration[J]. J Magn Reson Imaging. 2013. 38(6):1402-1414.
- [6] Takashima H, Takebayashi T, Yoshimoto M, et al. Correlation between T2 relaxation time and intervertebral disk degeneration[J]. Skeletal Radiol. 2012. 41(2):163-167.
- [7] Stelzeneder D, Welsch GH, Kovacs BK, et al. Quantitative T2 evaluation at 3.0T compared to morphological grading of the lumbar intervertebral disc: a standardized evaluation approach in patients with low back pain[J]. Eur J Radiol. 2012. 81(2):324-330.
- [8] Antoniou J, Epure LM, Michalek AJ, et al. Analysis of quantitative magnetic resonance imaging and biomechanical

parameters on human discs with different grades of degeneration[J]. J Magn Reson Imaging. 2013. 38(6):1402-1414.

- [9] Niu G, Yang J, Wang R, et al. MR imaging assessment of lumbar intervertebral disk degeneration and age-related changes: apparent diffusion coefficient versus T2 quantitation[J]. AJNR Am J Neuroradiol. 2011. 32(9):1617-1623.
- [10] 黄群,李海涛,李维金,等.脊柱内固定术后MRI应用研究[J].放射学实践.2007.22(7):743-746.
- [11] 陈财忠,李韧晨,张澍杰,等.去金属伪影序列在脊柱金属植入物患者MR成像中的应用[J].中华放射学杂志.2014.48(4):320-323.

(本文编辑:张嘉瑜)

【收稿日期】2015-10-07

(上接第110页)

这可能误将直肠系膜周围脂肪与组织间形成的低信号(两者间化学位移效应导致)判断为完整肌层;T4期误诊为T3期1例,这可能是误将筋膜侵犯判断为周围纤维化。另外,MRI对淋巴结诊断总准确率为80.0%,本文MRI对直肠癌术前T分期、淋巴结转移诊断总准确率均高于CT,但差异无统计学意义($P>0.05$),但也反映出MRI相比CT在直肠癌术前临床分期诊断中更有优势,与马立恒^[10]等人研究观点基本一致。

综上所述,MRI在直肠癌术前T分期、淋巴结转移与否诊断中准确率比CT高,临床值得进一步研究。

参考文献

- [1] 王昊,陈平.经直肠超声、磁共振和多层螺旋CT在直肠癌术前分期的应用[J].中国现代普通外科进展.2012,15(5):380-384.
- [2] 林毅.MRI与螺旋CT在直肠癌术前分期诊断中的应用价值[D].福建医科大学,2012.
- [3] 王亚宁,时高峰,杜煜,等.比较MSCT与MRI在结直肠癌术前分期诊断中的价值[J].中国医学影像技术,2011,27(4):772-775.
- [4] 李广微.64排CT及图像后处理技术在结直肠癌术前分期的应用研究[J].中国CT和MRI杂志,2015,13(7):84-86.
- [5] 郭艳娜,翟冬枝,刘小玲,等.MRI与CT在直肠癌诊断及术前分期中价值[J].中华实用诊断与治疗杂志,2014,28(4):396-397.
- [6] 王亚宁,时高峰,杜煜,等.螺旋CT与磁共振对直肠癌术前

分期的比较研究[J].临床荟萃,2010,25(21):1859-1863.

- [7] 艾毅钦,汪勇,邓亚敏,等.CT及MRI在直肠癌术前局部分期的临床诊断价值[J].昆明医科大学学报,2014,35(1):87-91.
- [8] Kim H, Lim JS, Choi JY, et al. Rectal cancer: comparison of accuracy of local-regional staging with two- and three-dimensional preoperative 3T MR imaging. Radiology, 2010, 100(254):485-492.
- [9] 翟鸣春,靳二虎.MRI在直肠癌诊断及术前分期中的价值探讨[J].中国CT和MRI杂志,2009,7(3):55-57.
- [10] 马立恒,孙灿辉,王春泉,等.多层螺旋CT和MRI对直肠癌术前TN分期的比较研究[J].影像诊断与介入放射学,2014,23(3):205-210.

(本文编辑:张嘉瑜)

【收稿日期】2015-10-12