

磁共振双回波稳态及 T_2 - mapping 序列在髋关节撞击综合征关节软骨退变早期的价值研究

项剑瑜 刘绪明 王为知 余 捷 张淑平 邱乾德

摘 要 **目的** 研究磁共振双回波稳态 (DESS) 及 T_2 - mapping 序列在髋关节撞击综合征 (FAI) 关节软骨退变早期的价值。**方法** 选取经过临床确诊的 30 例早期髋关节撞击综合征患者分别行 FS - T_2 WI、DESS、 T_2 - mapping 检查。**结果** DESS 发现 FAI 软骨损伤的阳性率显著高于 FS - T_2 WI (10/30 vs 3/30, $\chi^2 = 4.812$, $P = 0.028$), T_2 - mapping 发现 FAI 软骨损伤的阳性率也显著高于 FS - T_2 WI (11/30 vs 3/30, $\chi^2 = 5.963$, $P = 0.015$), DESS 和 T_2 - mapping 发现 FAI 软骨损伤的阳性率差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.073$, $P = 0.787$)。**结论** DESS 序列显示髋关节软骨退变敏感度较高, T_2 - mapping 序列成像对 FAI 关节软骨早期退变进行直观的定量评估, 可以发现软骨早期病变, 从而能为临床治疗 FAI 方案提供重要参考依据。

关键词 髋关节撞击综合征 DESS T_2 - mapping 价值 研究

中图分类号 R684

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2015.06.028

Research on Values of DESS and T_2 - mapping Sequences in Cartilage Degeneration of Early - stage Femoroacetabular Impingement.

Xiang Jianyu, Liu Xuming, Wang Weizhi, et al. Department of Radiology, Wenzhou People's Hospital of Zhejiang, Zhejiang 325000, China

Abstract Objective To explore the value of dual - echo steady state (DESS) and T_2 - mapping sequence imaging in cartilage degeneration of early - stage femoroacetabular impingement (FAI). **Methods** Thirty cases of patients with early - stage FAI were selected and given FS - T_2 WI, DESS and T_2 - mapping detections respectively. **Results** DESS showed significantly higher positive rate of FAI cartilage injury than that of FS - T_2 WI (10/30 vs 3/30, $\chi^2 = 4.812$, $P = 0.028$); T_2 - mapping also showed significantly higher positive rate of FAI cartilage injury than that of FS - T_2 WI (11/30 vs 3/30, $\chi^2 = 5.963$, $P = 0.015$); And there were no significant differences between DESS and T_2 - mapping in the positive rate of FAI cartilage injury ($\chi^2 = 0.073$, $P = 0.787$). **Conclusion** DESS sequence has a higher sensitivity to cartilage degeneration of hip joint while T_2 - mapping sequence imaging can intuitively and quantitatively evaluate cartilage degeneration of early - stage FAI, which can be used for early cartilage lesions and can provide important reference basis for clinical treatment on FAI.

Key words Femoroacetabular impingement (FAI); DESS; T_2 - mapping; Value; Research

髋关节撞击综合征 (femoroacetabular impingement, FAI) 是由于髋臼及股骨近端的解剖形态结构异常或解剖正常但长期不正常外力作用于髋关节等原因致髋关节运动时出现髋臼和股骨头颈长期不正常接触、碰撞, 以致髋臼、盂唇及关节软骨损伤、退变, 从而导致髋关节退行性骨性关节炎^[1]。本实验拟探究选择性水激发双回波稳态 (We - DESS) 和 T_2 - mapping 序列在显示 FAI 早期关节软骨退变与 MR 常规序列 (FS - T_2 WI) 的价值比较, 以期能早期发现 FAI 的软骨损伤, 为临床治疗 FAI 提供参考价值。

材料与方法

1. 一般资料: 选取笔者医院 2013 年 5 月 ~ 2014 年 11 月间经临床诊断早期 FAI 患者 30 例, 发病年龄 19 ~ 65 岁, 平均年龄 42.5 岁; 男性 14 例, 女性 16 例。临床表现为髋关节慢性疼痛、屈曲和内收受限。分别行 FS - T_2 WI、DESS 及 T_2 - mapping 序列检查, 分析其 MR 影像表现。

2. 设备、技术参数与方法: MR 采用德国 Siemens symphony TIM 1.5T MR 扫描仪, 体表相控阵线圈采集图像, 采集参数为: FS - T_2 WI 序列: FOV 200mm × 200mm, 层厚 3.0mm, TR 3210ms, TE 35ms, 矩阵 256mm × 256mm; DESS 序列: FOV 200mm × 200mm, 层厚 0.8mm, TR 18.29ms, TE 6.73ms, 矩阵 256mm × 256mm; T_2 - mapping 序列: FOV 200mm × 200mm, 层厚 3.0mm, TR 1000ms, TE 4.8、13.0、21.3、29.6、37.8ms, 矩阵 256mm × 256mm。

基金项目: 温州市科技计划项目 (Y20140034)

作者单位: 325000 浙江省温州市人民医院影像科

3. 早期 FAI 的临床诊断标准及 MR 诊断分级: (1) 临床上具有腹股沟区、大转子或臀部区域非特异性疼痛(特别是在体育活动或长时间行走之后)。 (2) 体格检查阳性: ① 髋关节深压痛试验; ② 前方撞击试验; ③ 后方撞击试验; ④ FABER 试验。 (3) 骨盆前后位及骨盆蛙式位 X 线片上表现: ① 股骨头颈结合处畸形; ② X 线上偏移量比率小于 0.15; ③ α 角增大 ($>50^{\circ}$); ④ 髋臼前后缘投影出现“交叉征”; ⑤ 骨盆平片上坐骨棘投影在骨盆腔内^[2,3]。 诊断标准: 将存在临床表现且体格检查和影像学检查都同时至少满足 1 条上述指征(其中体格检查必须至少满足前方撞击或后方撞击试验之一阳性)的患者诊断为 FAI。 其中 FAI 早期标准同时符合以下几点: DR 未发现髋关节 OA、关节间隙均匀、未见关节间隙变窄, CT 未见关节面骨质囊变、吸收, 髋臼及股骨头形态规则、光整, 既往无其他髋关节病变, 无髋关节外伤史。

MRI 诊断分级: 髋关节软骨损伤的 MRI 诊断分级采用 Recht 标准: 0 级为正常关节软骨, 软骨弥漫性均匀变薄但表面光滑, 仍认为是正常关节软骨; I 级为软骨分层结构消失, 软骨内出现局灶性低信号区, 软骨表面光滑; II 级为软骨表面轮廓轻至中度不规则, 软骨缺损深度未及全层厚度的 50%; III 级为软骨表面轮廓重度不规则, 软骨缺损深度达全层厚度的 50% 以上, 但未完全剥脱; IV 级为软骨全层缺损、剥脱, 软骨下骨质暴露或不伴软骨下骨质信号改变。

4. 图像阅读和数据测量: 所有阅片和数据测量工作均由两位高年资影像科医师单独阅片并详细记录结果, 对有不统一者再讨论取得一致意见。 所有受试者 T_2 值的测量交由同一位有经验的 MR 医师完成, 以减少人为误差, 并详细记录测量结果。 对实验对象行髋关节常规 MR 序列 FS- T_2 WI、选择性水激发双回波稳态序列(WE-DESS)检查, 对每位受试者的检查图像进行阅片, 并记录髋关节及其软骨各种影像征象。 对实验对象行髋关节 T_2 -mapping 检查, 测量、记录每位受试者髋关节软骨 T_2 值, 并记录 T_2 -mapping 图像的各种影像征象, 应用 MapIt 中 T_2 -mapping 软件, 获得髋关节软骨伪彩图像。

5. 统计学处理: 对 FS- T_2 WI、We-DESS、 T_2 -mapping 3 种序列在发现关节软骨早期退变的记数资料进行统计学分析。 采用 SPSS 15.0 统计软件包进行分析, 以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. FAI 分型结果: 30 例早期 FAI 患者均行 FS- T_2 WI、DESS 及 T_2 -mapping 序列检查, 其中左髋关节 14 例, 右髋关节 16 例。 凸轮型撞击型 8 例, 钳夹型撞击型 10 例(图 1)及混合型 12 例。

2. 3 种 MR 序列显示髋关节软骨损伤对照结果: FS- T_2 WI 序列发现 FAI 软骨损伤 3 例, 其中 II 级 1 例(图 2), III 级 2 例; 软骨正常 27 例。 DESS 序列发现 FAI 软骨损伤 10 例, 其中 I 级 2 例, II 级 4 例(图 3), III 级 4 例; 软骨正常 20 例。 T_2 -mapping 序列发

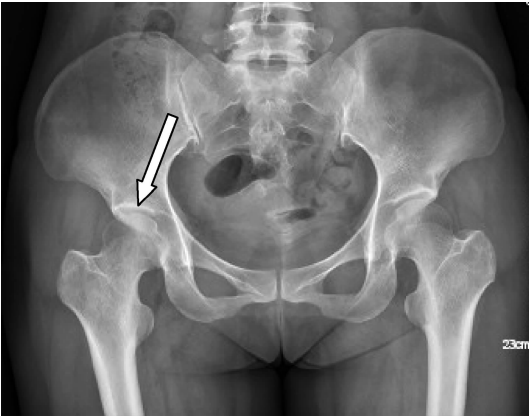


图 1 钳夹型撞击型 FAI

患者, 女性, 35 岁, 右侧髋臼前后缘投影出现“交叉征”, 坐骨棘投影在骨盆腔内

现 FAI 软骨损伤 11 例, 其中 I 级 1 例, II 级 4 例, III 级 6 例; FAI 软骨正常 19 例。 T_2 -mapping 测得 11 例损伤软骨平均 T_2 值 ($43.8 \pm 1.6\text{ms}$) 较 19 例正常软骨 T_2 值 ($35.2 \pm 1.8\text{ms}$) 高, 伪彩图上正常软骨呈绿色色阶, 损伤软骨呈黄色色阶(图 4), 损伤的软骨形态不光整 6 例, 1 例软骨缺损部位由于液体聚集呈红色色阶。 FS- T_2 WI、DESS 及 T_2 -mapping 序列显示髋关节软骨损伤及分级对照结果见表 1、表 2。



图 2 凸轮型撞击型 FAI

患者, 男性, 26 岁, FS- T_2 WI 示右髋关节软骨 II 级损伤, 呈带状信号增高

表 1 MR 序列显示髋关节软骨损伤分级对照结果

MR 序列	MR 分级				
	0	I	II	III	IV
FS- T_2 WI	27	0	1	2	0
WE-DESS	20	2	4	4	0
T_2 -mapping	19	1	4	6	0

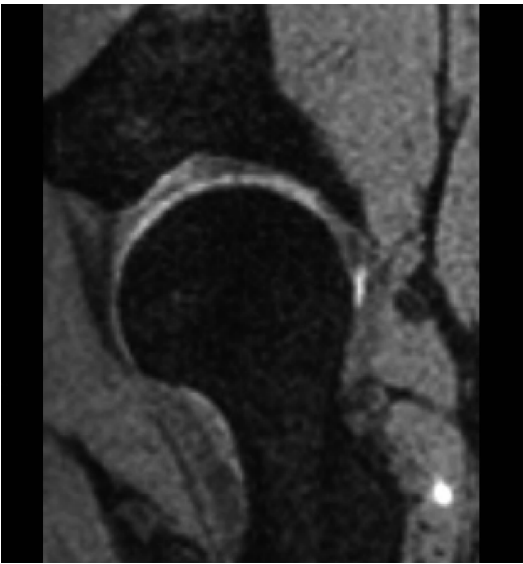


图3 3D-DESS矢状位示右侧髋臼软骨损伤Ⅱ级
与图1同一患者,呈斑片状低信号影

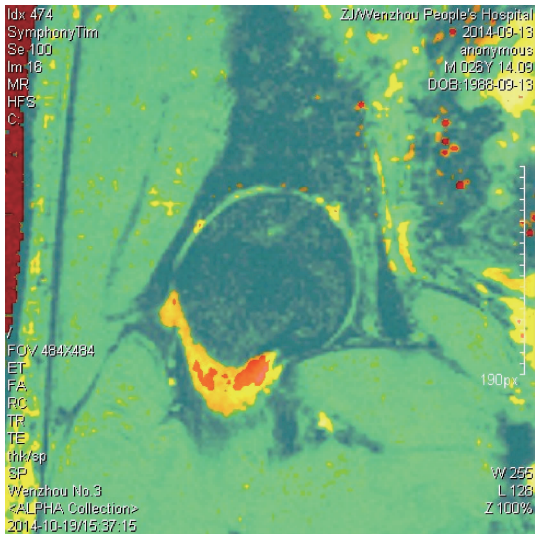


图4 FAI患者右髋关节前外侧软骨损伤Ⅱ级

与图2同一患者, T_2 -mapping 示正常软骨呈绿色色阶(细箭头示), 损伤软骨呈黄色色阶(粗箭头示)

表2 3种MR序列显示髋关节软骨损伤对照结果[$n(\%)$]

MR 序列	检查结果		χ^2	P
	阴性	阳性		
FS - T_2 WI	27(90.0)	3(10.0)	6.477	0.039
WE - DESS	20(66.7)	10(33.3)		
T_2 -mapping	19(63.3)	11(36.7)		

阴性代表髋关节软骨正常0级, 阳性代表髋关节软骨损伤Ⅰ~Ⅳ级

3种MR序列检查结果经卡方检验比较, 差异有统计学意义($\chi^2 = 6.477, P = 0.039$)。进一步进行两

两比较分析显示, WE - DESS 的阳性率显著高于 FS - T_2 WI($\chi^2 = 4.812, P = 0.028$), T_2 -mapping 的阳性率也显著高于 FS - T_2 WI($\chi^2 = 5.963, P = 0.015$)。WE - DESS 和 T_2 -mapping 的阳性率差异无统计学意义($\chi^2 = 0.073, P = 0.787$)。

讨 论

近年来较多研究者通过对 FAI 术后疗效的随访研究, 认为手术时机的选择是手术是否成功和疗效的关键因素之一, 出现关节软骨损伤的应早期手术, 如能在关节软骨损伤、退变发生时即能早期发现, 并进行积极的临床干预、治疗对阻止及延缓退行性骨关节炎的发生和减轻临床症状有着积极而重要的意义^[4,5]。

普通 X 线及 CT 主要运用于 FAI 诊断方面的各种角度、径线的测量及关节退变征象的发现, 但无法显示关节软骨早期的损伤和退变。MRI 具有优越的软组织分辨率, 目前主要为 MR 的常规序列运用于 FAI 的诊断和继发骨关节炎的发现, FS - T_2 WI 与常规 SE 序列相比能更好地显示正常软骨及软骨退变, 能在一定程度上发现 3~4 级软骨损伤, 但 FS - T_2 WI 序列显示关节软骨早期退变的效果不佳, 而 DESS 及 T_2 -mapping 序列的应用对髋关节软骨早期退变更有价值。

双回波稳态序列在早期 FAI 的应用, 双回波稳态序列(double echo steady state, DESS)是标准的稳态进动快速成像 FISP(为梯度回波)与其相反序列镜像稳态快速进动序列 PISP(为刺激回波)相结合。该序列获得的图像具有较好的信噪比, 且 T_2 权重较重。FISP 显示软骨解剖细节, 呈中等信号; PISP 使关节液呈高信号, 很好地显示关节表面。DESS 序列分为标准 DESS 序列和选择性水激发 DESS 序列(WE - DESS), 其中标准 DESS 序列的图像类似于 T_1 加权序列图像, 但图像中液体呈现高信号; 各向同性 WE - DESS 序列图像与脂肪抑制 T_2 加权图像类似, 该序列的扫描时间更短更高的图像信噪比、可以进行任意方向重建, 并且获得无间隔的连续薄层图像^[6,7]。本研究中 WE - DESS 序列显示 FAI 的髋关节软骨损伤的阳性率占 33.3% (10/30), 而 FS - T_2 WI 显示软骨损伤的阳性率仅占 10.0% (3/30), 其结果显示 WE - DESS 的阳性率显著高于 FS - T_2 WI ($\chi^2 = 4.812, P = 0.028$)。

由于髋关节关节软骨较薄, MRI 检查时有软骨显示不清的风险, 需要尽量提高检查的矩阵、减小

FOV、减小层厚等参数来弥补,同时会带来检查时间增加,要给患者作耐心解释并采取措施防止受检者肢体的移动造成的伪影。由于本研究参照 Recht 标准分级,没有关节腔镜及病理结果对照,存在一定的局限性,有待于进一步研究。

T_2 -mapping 成像在早期 FAI 的应用, T_2 -mapping 成像在国外已较广泛应用于软骨磁共振生理性成像技术,一般采用多层面多回波自旋回波序列,通过工作站后处理形成伪彩图,通过感兴趣区域(ROI)测量得出组织的 T_2 值,从而达到量化评价组织结构为目的^[8]。 T_2 弛豫时间图成像(T_2 relaxation time mapping)是指获得 T_2 弛豫时间图的技术过程,一般分为两个基本步骤。先采用多层面多回波 SE 序列,用同一的 TR 时间和多个不同的 TE 时间进行扫描,获得系列 T_2 加权图像。计算 T_2 加权图像中每个体素(voxel)的 T_2 值,经过对像素与像素的计算,重构成可以进行量化分析的彩色阶或灰阶 T_2 弛豫时间图像^[9]。

本研究中, T_2 -mapping 发现 30 例早期 FAI 患者髋关节中 12 例软骨退变,髋关节软骨损伤发现以 I~III 级为明显,分别为 4 例和 6 例,而 I 级损伤仅发现 1 例,因此显示髋关节软骨损伤级别越高 T_2 -mapping 越容易发现, T_2 -mapping 的阳性率也显著高于 FS- T_2 WI($\chi^2 = 5.963, P = 0.015$)。退变软骨平均 T_2 值($43.8 \pm 1.6\text{ms}$)较周边正常软骨($35.2 \pm 1.8\text{ms}$)增高,故 T_2 -mapping 成像发现早期 FAI 软骨退变有较高的敏感度。伪彩图像上,正常软骨呈绿色色阶,退变软骨呈黄色色阶,缺损区域由于液体聚集呈红色色阶,伪彩图像更加直观。

在实际操作中,应用 3D 技术融合成像,选取适当 TE 值的图像与原始图像融合,通过调节窗宽与窗位可以获得满意的伪彩图像。测量 T_2 -mapping 图的 T_2 值时,由于髋关节软骨较薄,容易把测量点定在非关节软骨部位,为减少误差需专人细心操作。

目前, T_2 -mapping 成像技术仍存在一些问题,该技术敏感度高但特异性低, T_2 值受很多因素影响,背景均一性、磁化率改变、胶原纤维排列方向、数学运算

方式等;软骨表面层及深层分别接近软骨-关节液交界面和软骨-骨交界面, T_2 值易受化学位移及部分容积效应等因素的影响^[10]。

总之,DESS 序列扫描显示髋关节软骨退变敏感度较高,此技术的合理应用可以提高早期 FAI 软骨退变诊断的准确性,减少误诊及漏诊。 T_2 -mapping 序列成像对早期 FAI 关节软骨早期退变进行直观的定量评估,可以发现软骨早期病变,而且两者结合应用更能提高敏感度和特异性,从而为制订早期 FAI 治疗方案提供重要参考依据。

参考文献

- 1 Ganz R, Parvizi J, Beck M, *et al.* Femoroacetabular impingement acause for osteoarthritis of the hip[J]. Clin Orthop Relat Res, 2003, 417(12): 112-120
- 2 Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE. Femoroacetabular impingement: radiographic diagnosis - what the radiologist should know[J]. MR Am J Roentgenol, 2007, 188(6): 1540-1552
- 3 Beall DP, Sweet CF, Martin HD, *et al.* Imaging findings of femoroacetabular impingement syndrome[J]. Skeletal Radiol, 2005, 34(11): 691-701
- 4 Peters CL, Eriickson JA. Treatment of femoro-acetabular impingement with surgical dislocation and debridement in young adults[J]. Bone Joint Surg Am, 2006, 88: 1735-1741
- 5 张洪, 蒋毅, 吕明, 等. 髋关节撞击综合征的诊断和治疗[J]. 中华关节外科杂志: 电子版, 2009, 3(3): 352-357
- 6 李洁, 郑卓肇. MRI 3D-DESS 序列在膝关节病变诊断中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2011, 27(9): 1386-1389
- 7 刘磊, 宋连英, 卢阳, 等. 3.0T 磁共振 3D-DESS 序列对退行性膝关节炎软骨损伤的评价[J]. 中华中西医结合影像学杂志, 2012, 10(4): 368-369
- 8 Bining HJ, Santos R, Andrews G, *et al.* Can T_2 relaxation values and color maps be used to detect chondral damage utilizing subchondral bone marrow edema as a marker [J]. Skeletal Radiol, 2009, 38: 459-465
- 9 Blumenkntz G, Stahl R, Carballido-Gamio J, *et al.* The feasibility of characterizing the spatial distribution of cartilage T_2 using texture analysis[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2008, 16: 584-590
- 10 杨金永, 赵斌, 于台飞, 等. 磁共振 T_2 -mapping 成像对早期膝关节软骨损伤的诊断价值研究[J]. 医学影像学杂志, 2010, 20(2): 258-261

(收稿日期: 2014-11-12)

(修回日期: 2014-11-26)