

# MSCT 和 MRI 在膝关节半月板、关节软骨损伤诊断及分期评估中的应用

陈真<sup>1</sup>, 姚龙<sup>2</sup>, 冯天保<sup>3</sup>

(延安市人民医院, 1. 放射科; 2. 心血管内科; 3. 延安大学附属医院心脑血管医院放射科, 陕西 延安 716000)

**【摘要】目的:** 探讨多层螺旋 CT (MSCT) 与磁共振成像 (MRI) 在膝关节半月板及关节软骨损伤 (MACI) 诊断及分期评估中的价值。**方法:** 对 97 例均接受 MSCT、MRI 检查的 MACI 患者的临床资料进行回顾性分析, 金标准为关节镜诊断结果, 分析 MSCT、MRI 的诊断效能。**结果:** 关节镜诊断结果显示, 97 例患者的 194 个半月板中, 损伤 103 个, 未损伤 91 个; 97 例患者存在 582 个关节软骨面, 其中损伤 284 个, 未损伤 298 个; MSCT 诊断结果显示, 97 例患者存在 194 个半月板, 损伤 106 个, 未损伤 88 个; MRI 诊断结果显示, 97 例患者存在 194 个半月板, 损伤 109 个, 未损伤 85 个。MRI 诊断膝关节半月板损伤和软骨关节损伤的准确度、特异度及敏感度均高于 MSCT ( $P < 0.05$ ); MRI 对半月板损伤分级和软骨关节损伤分期的诊断准确率高于 MSCT。**结论:** MRI 在 MACI 诊断中的价值优于 MSCT, 能准确反映损伤严重程度。

**【关键词】** 膝关节半月板; 磁共振成像; 多层螺旋 CT; 关节软骨损伤

**【中图分类号】** R684; R445.2 **【文献标志码】** A

## Application of MSCT and MRI in the diagnosis and staging evaluation of knee meniscus and articular cartilage injury

CHEN Zhen<sup>1</sup>, YAO Long<sup>2</sup>, FENG Tian-bao<sup>3</sup>

(1. Department of Radiology; 2. Department of Cardiovascular Medicine, Yan'an People's Hospital; 2. Department of Radiology, Cardiovascular Hospital, Yan'an University Affiliated Hospital, Yan'an 716000, Shaanxi, China)

**【Abstract】Objective:** To explore the application value of multi-slice spiral CT (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis and staging evaluation of knee meniscus and articular cartilage injury (MACI). **Methods:** The clinical data of 97 patients with MACI who underwent MSCT and MRI examinations were retrospectively analyzed. Taking arthroscopy results as the golden standard, diagnostic efficiency of MSCT and MRI was analyzed. **Results:** The diagnostic results of arthroscopy showed that there were 194 meniscus in 97 patients, of which 103 were damaged and 91 were not damaged, 97 patients had 582 articular cartilage surfaces, of which 284 were damaged and 298 were not damaged. MSCT diagnostic results showed that 97 patients had 194 meniscals, 106 were damaged, and 88 were not damaged, the MRI diagnosis results showed that in 97 patients had 194 meniscus, 109 were damaged, and 85 were not damaged. The accuracy, specificity and sensitivity of MRI in the diagnosis of knee meniscus injury and articular cartilage injury were higher than those of MSCT ( $P < 0.05$ ). The diagnostic accuracy rate of knee meniscus injury grading and cartilage injury grading by MRI was higher than that by MSCT ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** The diagnostic value of MRI is better than that of MSCT in MACI, which can accurately reflect injury severity.

**【Key words】** Knee meniscus; Magnetic resonance imaging; Multi-slice spiral CT; Articular cartilage injury

膝关节损伤是骨科常见的多发病, 主要以半月板及关节软骨损伤 (meniscus and articular cartilage injury, MACI) 为主<sup>[1]</sup>。MACI 对患者膝关节功能造成不良影响, 限制患者的活动范围, 导致生活品质降低<sup>[2]</sup>。因此, 明确 MACI 对改善患者预后、促进膝关节恢复具有重要价值。关节镜作为 MACI 诊断的金标准, 属于有创侵入性检查手段, 患者接受度较低,

故一般不作为常规筛查方式<sup>[3]</sup>。近年来多层螺旋 CT (multi-slice spiral CT, MSCT) 与磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 检查逐渐应用于膝关节损伤诊断, MSCT 通过不同部位的射线吸收情况, 明确半月板、软骨损伤情况<sup>[4]</sup>; MRI 经磁共振获取电磁信号, 半月板损伤会增加游离氢质子水平, 导致损伤部位出现高信号表现<sup>[5-6]</sup>。本研究旨在探讨

基金项目: 陕西省教育厅一般专项科学研究计划项目 (20JG040)

作者简介: 陈真 (1988 -), 男, 主治医师。E-mail: chenchen090423@163.com

通讯作者: 冯天保。E-mail: yuyuxiongong521@163.com

MSCT 与 MRI 在 MACI 诊断及分期评估中的价值, 并比较 MSCT 与 MRI 的诊断效能。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2022 年 8 月至 2023 年 8 月延安市人民医院收治的 97 例 MACI 患者为研究对象。纳入标准: (1) 经临床及关节镜诊断为膝关节半月板及关节软骨损伤; (2) 均行 MSCT、MRI 检查; (3) MSCT、MRI 检查时间与关节镜检查相隔时间  $\leq 1$  周。排除标准: (1) MRI、MSCT、关节镜检查禁忌症者; (2) 膝关节手术史或外伤史; (3) 检查图像存在金属伪影、运动伪影者; (4) 骨质疏松、结核及肿瘤者; (5) 临床资料及影像学资料不全者; (6) 膝关节先天畸形、异常发育者。97 例患者中, 男性 51 例, 女性 46 例; 年龄  $(53.07 \pm 6.92)$  岁; 受伤原因: 高处坠落伤 32 例, 交通事故伤 39 例, 跌倒伤 26 例。

### 1.2 方法

1.2.1 MSCT 检查 仪器选择美国 GE 公司生产的 256 排螺旋 CT 仪, 仰卧位, 足部先进入, 扫描范围由股骨远端至胫骨近端, 参数设置: 管电流 360 mA, 层厚 5 mm, 管电压 120 kV, 矩阵  $512 \times 512$ 。

1.2.2 MRI 检查 仪器选择飞利浦公司生产的 1.5 T MRI 仪, 仰卧位, 膝关节表面线圈, 患肢外旋  $15^\circ$ , 足部先进入。矢状位 T1WI: TE 为 8.3 ms, TR 为 23 ms, 视野为 200 mm, 层厚 4 mm, 矩阵  $256 \times 180$ , FA =  $40^\circ$ ; 斜矢状位 T2 抑脂序列: TE 为 118 ms, TR 为 2 900 ms, 视野为 170 mm, 层厚为 4 mm, 矩阵为  $256 \times 200$ , FA =  $180^\circ$ , TI = 90 ms; 冠状位、轴位 T2WI: TE 为 20 ms, TR 为 65 ms, 层厚为 3 mm, 视野为 160 mm, 矩阵为  $240 \times 300$ , FA =  $20^\circ$ 。

1.2.3 关节镜检查 仪器选择关节镜系统 (STRYKER 1088i HD 型), 仰卧位, 腰麻或神经阻滞完成后, 选择常规切口, 行关节镜检查。

### 1.3 损伤严重程度评估标准

1.3.1 膝关节半月板损伤分级标准<sup>[7]</sup> I 级: 半月板内以球状或点状强信号影为主, 未至关节面; II 级: 半月板内以条状或线状强信号影为主, 延长至关节缘; III 级: 半月板内信号异常, 延长至关节面。

1.3.2 软骨关节损伤分期标准<sup>[8]</sup> I 期: 关节软骨一过性肿胀; II a 期: 关节软骨不光滑, 变粗糙; II b 期: 关节软骨存在囊状小样变, 信号较弱; III 期: 关节软骨变薄; IV 期: 软骨全层消失不见。

### 1.4 观察指标

分析 MSCT、MRI 对 MACI 的诊断效能, 比较 MSCT、MRI 对半月板损伤分级、关节软骨损伤分期

的诊断准确率。

### 1.5 统计学分析

采用 SPSS 20.0 统计软件进行数据处理与分析。计量资料采用以  $(\bar{x} \pm s)$  描述; 计数资料采用  $[n(\%)]$  表示, 组间比较采用独立样本  $\chi^2$  检验。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 关节镜诊断结果

关节镜诊断结果显示, 97 例患者存在 194 个半月板, 其中损伤 103 个 (I 级 32 例、II 级 47 例、III 级 24 例), 未损伤 91 个; 97 例患者存在 582 个关节软骨面, 其中损伤 284 个 (I 期 46 例、II a 期 55 例、II b 期 52 例、III 期 72 例、IV 期 59 例), 未损伤 298 个。

### 2.2 MSCT、MRI 对膝关节半月板损伤的诊断结果及效能对比

MSCT 诊断结果显示, 97 例患者存在 194 个半月板, 损伤 106 个, 未损伤 88 个; MRI 诊断结果显示, 97 例患者存在 194 个半月板, 损伤 109 个, 未损伤 85 个。MRI 诊断半月板损伤的准确度、特异度及敏感度分别为 93.81%、90.11%、97.09%, 均高于 MSCT 的 81.96%、79.12%、84.47% ( $P < 0.05$ )。见表 1。

表 1 MSCT、MRI 对半月板损伤的诊断结果及效能对比

| 检查方式       | 关节镜诊断结果 |     | 准确度 (%)        | 特异度 (%)      | 敏感度 (%)        |
|------------|---------|-----|----------------|--------------|----------------|
|            | 损伤      | 未损伤 |                |              |                |
| MSCT       | 损伤      | 87  | 81.96(159/194) | 79.12(72/91) | 84.47(87/103)  |
|            | 未损伤     | 16  |                |              |                |
| MRI        | 损伤      | 100 | 93.81(182/194) | 90.11(82/91) | 97.09(100/103) |
|            | 未损伤     | 3   |                |              |                |
| $\chi^2$ 值 |         |     | 12.807         | 4.221        | 9.798          |
| P 值        |         |     | <0.001         | 0.040        | 0.002          |

### 2.3 MSCT、MRI 对膝关节半月板损伤分级的诊断准确率比较

MRI 对膝关节半月板损伤分级的诊断准确率为 97.09%, 高于 MSCT 的 84.47% ( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 MSCT、MRI 对膝关节半月板损伤分级的诊断准确率比较  $[n(\%)]$

| 检查方式       | I 级 (n=32) | II 级 (n=47) | III 级 (n=24) | 合计 (n=103) |
|------------|------------|-------------|--------------|------------|
| MSCT       | 28(87.50)  | 42(89.36)   | 17(70.83)    | 87(84.47)  |
| MRI        | 30(93.75)  | 46(97.87)   | 24(100.00)   | 100(97.09) |
| $\chi^2$ 值 |            |             |              | 9.798      |
| P 值        |            |             |              | 0.002      |

## 2.4 MSCT、MRI 对软骨关节损伤的诊断结果及效能对比

MSCT 诊断结果,97 例患者 582 个关节软骨面中,损伤 270 个,未损伤 312 个;MRI 诊断结果,97 例患者 582 个关节软骨面中,损伤 277 个,未损伤 305 个。MRI 诊断软骨关节损伤的准确度、特异度及敏感度分别为 95.36%、96.64%、94.01%,均高于 MSCT 的 81.10%、83.89%、78.17% ( $P < 0.05$ )。见表 3。

## 2.5 MSCT、MRI 对软骨关节损伤分期的诊断准确率比较

MRI 对软骨关节损伤分期的诊断准确率为

表 4 MSCT、MRI 对软骨关节损伤分期的诊断准确率比较 [n(%)]

| 检查方式       | I 期 (n=46) | II a 期 (n=55) | II b 期 (n=52) | III 期 (n=72) | IV 期 (n=59) | 合计 (n=284) |
|------------|------------|---------------|---------------|--------------|-------------|------------|
| MSCT       | 39(84.78)  | 44(80.00)     | 45(86.54)     | 58(80.56)    | 36(61.02)   | 222(78.17) |
| MRI        | 43(93.48)  | 51(92.73)     | 49(94.23)     | 66(91.67)    | 58(98.31)   | 267(94.01) |
| $\chi^2$ 值 |            |               |               |              |             | 29.774     |
| P 值        |            |               |               |              |             | <0.001     |

## 2.6 典型病例

男性,29 岁,左膝外伤活动受限疼痛 2 h 余。MSCT 及 MRI 见图 1。



图 1 膝关节损伤患者 MSCT 及 MRI

A. MSCT 骨窗矢状位;B. MSCT 冠状位;C. MRI 矢状位质子扩散加权成像(PDWI)序列;D. MRI 冠状位 PDWI 序列。

## 3 讨论

膝关节主要由半月板、韧带、关节等构成,作为结构复杂的承重关节,具有较高损伤率,临床以关节肿胀、疼痛等表现为主<sup>[9-10]</sup>。半月板的主要成分为胶原纤维,能承载部分冲击力,其属于新月形纤维软骨,可维持关节功能稳定<sup>[11]</sup>。半月板易在外界冲击力影响下出现损伤,临床以局限性压痛为主要症状。软骨关节主要由软骨细胞及基质组成,在剧烈活动及碰撞后易出现明显损伤,导致膝关节功能损

94.01%,高于 MSCT 的 78.17% ( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 3 MSCT、MRI 对软骨关节损伤的诊断结果及效能对比

| 检查方式       | 关节镜诊断结果 |     | 准确度 (%)        | 特异度 (%)        | 敏感度 (%)        |
|------------|---------|-----|----------------|----------------|----------------|
|            | 损伤      | 未损伤 |                |                |                |
| MSCT       | 损伤      | 222 | 81.10(472/582) | 83.89(250/298) | 78.17(222/284) |
|            | 未损伤     | 62  |                |                |                |
| MRI        | 损伤      | 267 | 95.36(555/582) | 96.64(288/298) | 94.01(267/284) |
|            | 未损伤     | 17  |                |                |                |
| $\chi^2$ 值 |         |     | 56.993         | 27.581         | 29.774         |
| P 值        |         |     | <0.001         | <0.001         | <0.001         |

伤<sup>[12]</sup>。半月板及软骨关节作为支撑膝关节功能的重要组成部分,损伤后若未及时进行诊疗,会导致不可逆损伤,影响下肢功能。因此,采用准确性较高的检查手段及早进行诊断对制定诊疗方案尤为重要。现阶段临床诊断膝关节病变的影像学手段主要包括 MSCT、MRI<sup>[13]</sup>。MSCT 具有检查时间短、费用低、无创等优点,主要通过射线穿透待测物时各种组织的吸收率不同进行判断<sup>[14]</sup>。MRI 通过核磁共振技术获取机体生物信号,构建三维空间,进行多方面扫描,适合捕获复杂结构的机体内部影像信号<sup>[15]</sup>。

临床研究<sup>[16]</sup>发现,MRI 在半月板损伤诊断及严重程度诊断中具有较高的应用价值。半月板未发生严重损伤时,MRI 为低信号,损伤会导致关节液渗入,提高纤维软骨内氢质子水平,从而引起 MRI 信号变化,故半月板损伤 MRI 主要表现为高信号<sup>[17-18]</sup>。本研究对比 MSCT、MRI 的诊断效能发现,MRI 诊断 MACI 的准确度、特异度及敏感度均高于 MCT,提示 MRI 对 MACI 的诊断效能优于 MSCT。分析原因可能为:半月板及关节软骨处于膝关节的薄层软骨,结构相对特殊,和其周围组织密度差异较小,MSCT 扫描不易分辨半月板及周围软组织,导致 MSCT 的诊断效能较低<sup>[19]</sup>。不同于 MSCT,MRI 主要利用氢原子自旋效果成像,进行结构重建,有利于提高软组织分辨率;且通过不同角度的扫描,利用三维重构技术能清楚反映半月板及软骨关节的结构、病变情况,有利于提高诊断效能。本研究还发现,

MRI 对半月板损伤分级、软骨关节损伤分期的诊断准确率均高于 MSCT,表明 MRI 能准确反映半月板及软骨关节损伤的严重程度。究其原因可能是:MSCT 主要通过横断面成像,空间分辨率较低,对于半月板及软骨关节轻微损伤会出现漏诊<sup>[20]</sup>。此外,少数患者存在软骨退行性病变,透明组织会覆盖于关节软骨表面,导致软骨结构无法完全显示,增加了 MSCT 的诊断难度,从而降低确诊率<sup>[21]</sup>。MRI 可以经磁共振获取电磁信号,从而进行结构重建,有利于分辨软组织结构,显示病变周围组织病理解剖结构变化<sup>[22]</sup>。MRI 通过多参数、多序列、多角度、多方位的无放射扫描,能反映半月板及关节软骨的早期损伤情况,同时显示 CT 检查盲区(半月板前角及下方),对于半月板及软骨关节病变能充分反应,有利于避免漏诊。

综上,在 MACI 的诊断中,MRI 的诊断效能优于 MSCT,其能准确反映损伤严重程度。

#### 参考文献

- [1] Manzi JE, Trauger N, Quan T, *et al.* Increased knee and meniscal injury incidence in professional baseball pitchers with wider, positive stride width[J]. *Sports Health*,2023,15(1):36-44.
- [2] 王晶,赵建,李荣品,等. 膝关节关节炎软骨下假囊肿与膝关节稳固结构损伤关系的 MRI 分析[J]. *放射学实践*,2020,35(4):543-546.
- [3] 许光瑜,祝旭飞,管敏. 肌骨高频超声联合 MRI 在关节软组织损伤诊断中的应用及其临床意义分析[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*,2021,19(12):167-170.
- [4] Li Z, Chen X, Fang H, *et al.* Diagnostic accuracy of dual-energy CT for bone marrow edema in patients with acute knee injury: a systematic review and meta-analysis[J]. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*,2023,18(1):826.
- [5] 彭钰,仲建全,冯浩,等. 膝关节损伤 MSCT、MRI 表现及诊断效能差异分析[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*,2022,8(2):172-174.
- [6] 高强,马小伟. CT 与 MRI 诊断膝半月板和关节软骨损伤的临床价值比较[J]. *贵州医药*,2022,46(6):956-957.
- [7] Stoller DW, Martin C, Crues JV 3rd, *et al.* Meniscal tears: pathologic correlation with MR imaging[J]. *Radiology*,1987,163(3):731-735.
- [8] Brittberg M, Winalski CS. Evaluation of cartilage injuries and repair[J]. *The Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*,2003,85-A(Suppl 2):58-69.
- [9] 任海娟,魏剑波,刘颖,等. MSCT 联合 MRI 在马拉松运动员膝关节损伤诊断中的应用[J]. *影像科学与光化学*,2022,40(4):971-975.
- [10] Bai R, He X, Huang J. A basic study for the molecular imaging of dual-energy CT in diagnosing anterior cruciate ligament injury of knee joint[J]. *Acta Radiologica (Stockholm, Sweden; 1987)*,2023,64(4):1589-1599.
- [11] 李燕,赵海龙,李伟,等. MRI 对运动性半月板损伤的诊断及术后康复效果的评估[J]. *影像科学与光化学*,2022,40(3):675-679.
- [12] Beynon BD, Fiorentino N, Gardner-Morse M, *et al.* Combined injury to the ACL and lateral Meniscus alters the geometry of articular cartilage and Meniscus soon after initial trauma[J]. *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*,2020,38(4):759-767.
- [13] Arbab S, Foppen W, Gielis WP, *et al.* MRI-based synthetic CT in the detection of knee osteoarthritis: comparison with CT[J]. *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*,2023,41(11):2530-2539.
- [14] 刘愉勤,李兰,张滔,等. 多层螺旋 CT 与磁共振成像对膝关节隐匿性骨折的诊断价值分析[J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*,2019,11(11):73-76.
- [15] 胡晓飞,刘玲玲,甄志铭,等. 大学生长途徒步拉练对膝关节急性损伤及软骨亚区影响的 MRI 定量分析[J]. *中华医学杂志*,2022,102(9):659-665.
- [16] 常丽鹏,赵敏,龚国龄,等. MRI 在膝关节半月板损伤、前交叉韧带损伤诊断中的应用价值研究[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*,2020,18(8):164-167.
- [17] Jhonatan FY, Li K, Chen J, *et al.* The diagnostic accuracy of different MRI sequences for different Meniscus lesions: a meta-analysis[J]. *Current Medical Imaging*,2023,19(11):1245-1257.
- [18] 陈露露,王志强,王巍. 合成 MRI 定量技术在半月板损伤中的应用价值[J]. *浙江医学*,2022,44(12):1321-1324,1328,1357.
- [19] 李晶,叶清岚,蔡磊,等. 膝关节韧带、关节软骨及半月板损伤的多层螺旋 CT 与 MRI 诊断分析[J]. *实用放射学杂志*,2023,39(8):1314-1317.
- [20] Beeler S, Vlachopoulos L, Jud L, *et al.* Meniscus sizing using three-dimensional models of the ipsilateral tibia plateau based on CT scans-an experimental study of a new sizing approach[J]. *Journal of Experimental Orthopaedics*,2020,7(1):36.
- [21] Nebelung S, Dötsch L, Shah D, *et al.* Functional MRI mapping of human Meniscus functionality and its relation to degeneration[J]. *Scientific Reports*,2020,10(1):2499.
- [22] Kayfan S, Hlis R, Pezeshk P, *et al.* Three-dimensional and 3-Tesla MRI morphometry of knee meniscus in normal and pathologic state[J]. *Clinical Anatomy*,2021,34(1):143-153.

(收稿日期:2024-02-01

修回日期:2024-04-06)