

论著

To Explore the Diagnostic Value of Three-dimensional MRI Combined with CT Imaging in Joint Lesions of Knee Osteoarthritis Based on Generalized Estimation Equation

XU Jian-sheng, CUI Jin-tao^{*}.

Department of Radiology, Zhangjiakou First Hospital, Zhangjiakou 075000, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the diagnostic value of three-dimensional MRI combined with CT imaging in the diagnosis and staging of knee osteoarthritis. **Methods** Retrospective analysis of the clinical data of 135 patients with knee arthritis admitted to our hospital from September 2019 to September 2022. Compared the consistency and diagnostic effectiveness of different imaging methods and arthroscopic results. Analyze the correlation between different imaging methods and arthroscopic staging results. Compared the confidence levels of different imaging methods in the diagnosis of joint diseases. **Results** The consistency of the results of three-dimensional MRI combined with CT ($\text{Kappa}=0.701$) was greater than that of three-dimensional MRI ($\text{Kappa}=0.512$) or CT ($\text{Kappa}=0.373$) alone. The diagnostic accuracy of combined examination (85.93%) was significantly higher than that of single examination (77.04%, 70.37%). The imaging staging results were positively correlated with the arthroscopic staging results ($r=0.801, 0.766, P<0.01$). The accuracy and specificity of combined diagnosis of joint diseases are significantly higher than that of single diagnosis. **Conclusion** Three-dimensional MRI combined with CT imaging has a high detection rate and accuracy in the diagnosis of knee osteoarthritis, joint lesions, and stages.

Keywords: Three-dimensional Nuclear Magnetic Resonance Imaging; Computed Tomography; Knee Osteoarthritis; Arthropathy; Stages

膝关节骨性关节炎是常见的关节退行性疾病，患病人群主要集中于老年人^[1]。该病在我国发病率较高，且其发病率呈逐年上升趋势^[2]。目前临幊上主要采取关节镜清理术及开放性手术等方法进行治疗^[3]。通过影像学检查对患者关节病变情况进行准确诊断，对治疗方法的选择至关重要。常见的影像学检查方法主要包括核磁共振成像(nuclear magnetic resonance imaging, MRI)和计算机断层扫描(computed tomography, CT)^[4]，其中与常规MRI相比三维MRI具有更高的空间分辨率，可通过任意角度重建更加直观准确的观察到患者膝关节病变情况。本研究对三维MRI联合CT影像学检查对膝关节骨性关节炎关节病变、分期的诊断价值进行分析，以期为提高膝关节骨性关节炎的检出率与准确率提供新方法，现具体报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2019年9月至2022年9月我院收治的135例膝关节关节炎患者的临床资料。其中患膝关节骨性关节炎的患者设为观察组(80例)。

纳入标准：符合《骨关节炎诊疗指南(2018年版)》中对膝关节骨性关节炎的诊断标准^[5]；影像学资料完整；均接受关节镜检查。排除标准：有膝关节手术治疗史；存在先天性发育畸形；其他膝关节疾病患者。同期其他类型膝关节关节炎患者设为对照组(55例)，纳入标准：符合《骨关节炎诊疗指南(2018年版)》中关于其他类型膝关节关节炎的诊断标准^[5]；影像学资料完整；均接受关节镜检查。排除标准：有膝关节手术治疗史；存在先天性发育畸形；膝关节骨性关节炎的患者。本研究经医学伦理委员会审核通过。

1.2 方法

1.2.1 检查方法 CT：采用Philips128层螺旋CT，患者取仰卧位足先进，扫描参数：扫描螺距为1.0mm，层厚为2.0mm，层距为2.0mm。三维MRI：采用Siemens 3.0T超导型MRI扫描仪，膝关节专用线圈，患者取仰卧位足先进，扫描序列： T_2 WI序列，扫描参数：扫描螺距为1.0mm，层厚为3.0mm，层距为0.0mm。然后进行三维MRI分析，将所有扫描图像传送到西门子后处理工作站，导入三维重建软件，获取各层横断面视图，进行三维重建，获得各参数值。

1.2.2 观察指标 收集患者的一般资料，包括性别、年龄、患病时间、影像学结果、关节镜结果。其中包括有无游离体、半月板损伤、关节积液、关节软骨毛糙、关节软骨缺损、关节间隙变窄、软组织肿胀、滑膜增厚。

1.2.3 膝关节骨性关节炎诊断标准^[5] 膝关节周围出现骨质增生、游离体、关节间隙变窄、软骨病变、关节腔积液、滑膜病变及半月板退变等现象。

1.2.4 膝关节骨性关节炎的分期标准 (1)CT分期标准^[6]：0级：软骨组织正常；I级：关

基于广义估计方程探讨 三维MRI联合CT影像学 检查对膝关节骨性关节 炎关节病变的诊断价值

许建生 崔金涛*

张家口市第一医院放射科
(河北 张家口 075000)

【摘要】目的 探讨三维核磁共振成像(MRI)联合计算机断层扫描(CT)影像学检查对膝关节骨性关节炎关节病变、分期的诊断价值。**方法** 回顾性分析2019年9月至2022年9月我院收治的135例膝关节关节炎患者临床资料。比较不同成像方法与关节镜结果的一致性和诊断效能。分析不同成像方法与关节镜分期结果的相关性。比较不同影像学方法诊断关节病变的置信度。**结果** 三维MRI联合CT检查结果的一致性($\text{Kappa}=0.701$)大于三维MRI ($\text{Kappa}=0.512$)或CT ($\text{Kappa}=0.373$)单独检查。联合检查的诊断准确率(85.93%)明显高于单独检查(77.04%, 70.37%)。影像学分期结果与关节镜分期结果均呈正相关($r=0.801, 0.766, P<0.01$)。联合诊断关节病变的准确性及特异性明显高于单独诊断。**结论** 三维MRI联合CT影像学检查对膝关节骨性关节炎关节病变、分期的诊断具有较高的检出率和准确率。

【关键词】 三维核磁共振成像；计算机断层扫描；膝关节骨性关节炎；关节病变；分期

【中图分类号】 R445.2；R684

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.03.051

【第一作者】许建生，男，主治医师，主要研究方向：中枢系统及骨关节系统影像诊断。E-mail: xujiansheng0808@163.com

【通讯作者】崔金涛，男，主治医师，主要研究方向：中枢神经系统及腹部影像诊断。E-mail: qqlgz5211@163.com

节软骨疑似肿胀；II级：关节软骨表面出现微小病变；III级：关节软骨不均匀变薄；IV级：软骨下骨严重损伤。(2)MRI分期标准^[7]：0级：软骨组织正常；I级：关节软骨一过性肿胀；II级：关节软骨表面毛糙；III级：关节软骨微小缺损；IV级：软骨下骨硬化。(3)关节镜分期标准^[8]：0级：软骨组织正常；I级：关节软骨有肿胀现象；II级：关节软骨纤维化；III级：关节软骨外观改变；IV级：软骨下骨裸露。

1.3 统计学方法 利用SPSS 23.0统计软件进行数据统计分析，计数资料使用百分数(%)表示，组间比较采用配对卡方检验。计量资料以平均数±标准差表示，组间比较采用独立样本t检验。采用Kappa检验进行一致性分析，采用Spearman进行相关性分析。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析三维MRI、CT及两者联合检查对膝关节骨性关节炎关节病变的诊断价值。通过广义估计方程并进行边际概率估计及成对比较对不同成像方法诊断膝关节骨性关节炎关节病变的置信度进行分析。检验水准 $\alpha=0.05$ (双侧)。

2 结果

2.1 一般资料 两组患者的性别、年龄、患病时间、关节镜分期无显著差异($P>0.05$)，具有可比性，见表1。

表1 一般资料

| 项目 | 观察组(80例) | 对照组(55例) | t/χ ² 值 | P值 |
|-------------|------------|------------|--------------------|-------|
| 性别[例(%)] | | | 0.090 | 0.764 |
| 男 | 37(46.25) | 24(43.64) | | |
| 女 | 43(53.75) | 31(56.36) | | |
| 年龄(岁) | 62.63±4.28 | 61.87±4.43 | 0.973 | 0.333 |
| 患病时间(年) | 2.57±0.43 | 2.42±0.49 | 1.792 | 0.075 |
| 关节镜分期[例(%)] | | | 0.278 | 0.964 |
| 0级 | 1(1.25) | 1(1.82) | | |
| I 级 | 21(26.25) | 14(25.45) | | |
| II级 | 34(42.50) | 23(41.82) | | |
| III级 | 16(20.00) | 10(18.18) | | |
| IV级 | 8(10.00) | 7(12.73) | | |

2.2 临床影像比较 图1A为一男性，57岁膝关节骨性关节炎患者三维MRI检查结果，检查结果显示患者膝关节表面出现微小病变，出现滑膜增厚现象；图1B为该患者CT检查结果，检查结果显示患者膝关节软骨发生变化，有游离体存在于关节腔内。

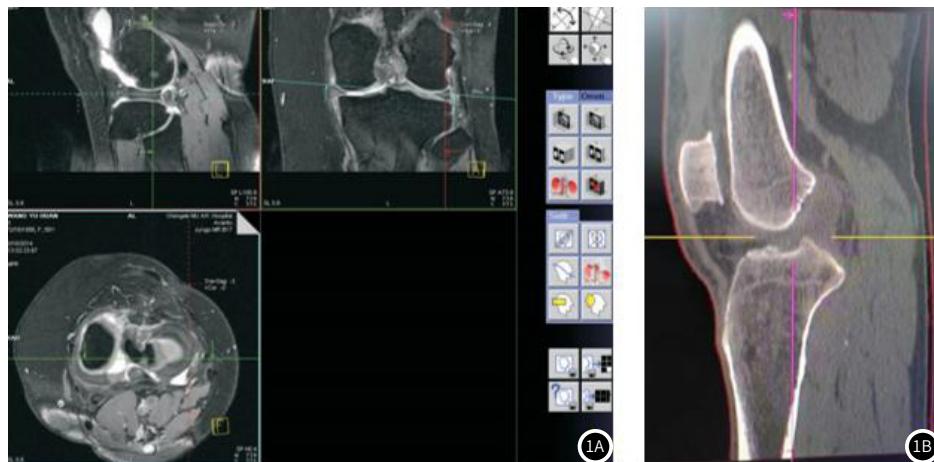


图1A—图1B 男，57岁，膝关节骨性关节炎，三维MRI及CT临床影像检查结果；图1A 三维MRI临床影像结果，图1B CT临床影像结果。

2.3 不同成像方法与关节镜检查结果一致性的比较 结果显示，三维MRI联合CT的检查结果与关节镜检查结果的一致性(Kappa=0.701)大于三维MRI(Kappa=0.512)和CT(Kappa=0.373)单独诊断，见表2。

表2 不同成像方法与关节镜检查结果的一致性比较(例)

| 影像检查 | 结果 | 关节镜检查结果 | | 合计 |
|-----------|----|-----------|-----------|----|
| | | 观察组(n=80) | 对照组(n=55) | |
| 三维MRI | 阳性 | 69 | 20 | 89 |
| | 阴性 | 11 | 35 | 46 |
| CT | 阳性 | 64 | 24 | 88 |
| | 阴性 | 16 | 31 | 47 |
| 三维MRI联合CT | 阳性 | 75 | 14 | 89 |
| | 阴性 | 5 | 41 | 46 |

2.4 不同成像方法对膝关节骨性关节炎诊断效能的比较

联合检查的诊断效能(AUC=0.838, 95%CI: 0.779~0.896, $P<0.001$)，大于三维MRI(AUC=0.789, 95%CI: 0.723~0.856, $P<0.001$)或CT(AUC=0.733, 95%CI: 0.663~0.804, $P<0.001$)单独检查，见图2。

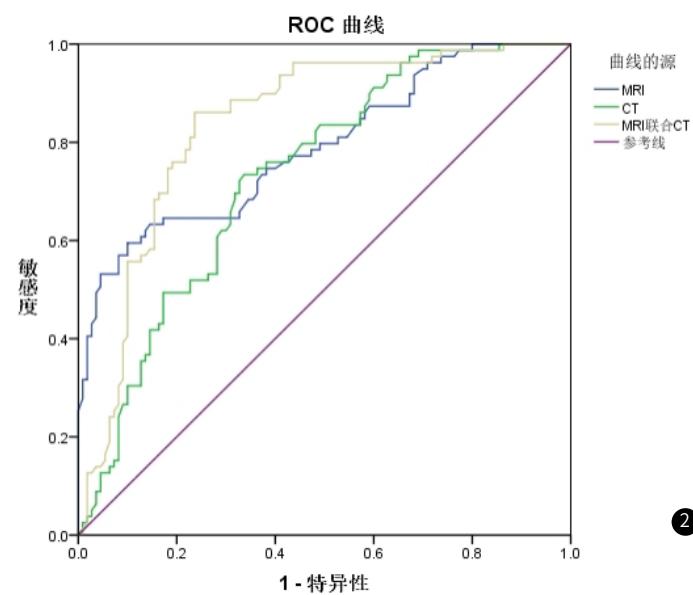


图2 不同成像方法诊断价值的ROC曲线

2.5 不同成像方法分期与关节镜分期的相关性 结果显示, 三维MRI分期与关节镜分期呈正相关($r=0.801$), CT分期与关节镜分期呈正相关($r=0.766$), 见表3。

2.6 不同成像方法诊断膝关节骨性关节炎关节病变的置信度

联合诊断对半月板损伤、滑膜增厚、关节积液及软组织肿胀

检查的置信度明显优于CT($P<0.05$), 与三维MRI比较差异无统计学意义($P>0.05$); 联合诊断对游离体的置信度明显优于三维MRI($P<0.05$), 与CT比较差异无统计学意义($P>0.05$); 联合诊断对关节间隙变窄、关节软骨毛糙、关节软骨缺损的置信度明显优于三维MRI、CT单独诊断。见表4。

表3 影像学分期与关节镜分期统计表(例)

| 关节镜分期 | 三维MRI分期 | | | | | CT分期 | | | | | 合计 |
|-------|---------|----|-----|------|-----|------|----|-----|------|-----|----|
| | 0级 | I级 | II级 | III级 | IV级 | 0级 | I级 | II级 | III级 | IV级 | |
| 0级 | 1 | | | | | 1 | | | | | 1 |
| I级 | 2 | 17 | 2 | | | 3 | 15 | 3 | | | 21 |
| II级 | | 3 | 27 | 4 | | 4 | 27 | 3 | | | 34 |
| III级 | | 1 | 5 | 8 | 2 | | 3 | 11 | 2 | | 16 |
| IV级 | | | 1 | 2 | 5 | | 1 | | 1 | 6 | 8 |
| 合计 | 3 | 21 | 35 | 14 | 7 | 4 | 20 | 33 | 15 | 8 | 80 |

表4 广义估计模型中不同成像方法诊断膝关节骨性关节炎关节病变的置信度[% (95%CI)]

| 病变 | 置信度 | 三维MRI | CT | 三维MRI联合CT |
|--------|-----|--------------------|--------------------|--------------------|
| 游离体 | 高 | 81.89(74.23~85.06) | 93.22(85.97~95.85) | 94.43(90.57~99.26) |
| | 中 | 9.14(5.76~12.93) | 3.11(1.72~4.27) | 2.68(1.19~3.85) |
| | 低 | 6.24(3.82~8.45) | 2.58(1.06~3.81) | 1.46(0.67~2.52) |
| | 差 | 2.73(1.88~3.91) | 1.09(0.54~1.95) | 1.43(0.61~2.37) |
| 半月板损伤 | 高 | 92.59(88.45~96.21) | 80.87(72.86~84.87) | 93.38(88.76~96.96) |
| | 中 | 4.91(2.40~6.18) | 3.85(2.21~5.26) | 3.12(1.28~5.13) |
| | 低 | 2.82(1.02~4.57) | 13.22(9.98~16.43) | 2.21(1.72~3.85) |
| | 差 | 0.32(0.09~1.13) | 2.06(1.23~4.04) | 1.29(0.50~2.24) |
| 滑膜增厚 | 高 | 90.98(86.91~94.87) | 80.42(72.44~85.19) | 91.73(87.43~95.41) |
| | 中 | 6.76(5.34~8.81) | 5.93(4.55~7.68) | 5.04(3.61~7.09) |
| | 低 | 1.15(0.63~2.04) | 11.78(9.26~13.60) | 1.95(1.27~4.03) |
| | 差 | 1.11(0.55~2.00) | 1.87(1.00~3.75) | 1.28(0.65~3.62) |
| 关节积液 | 高 | 90.88(86.81~94.74) | 79.56(70.28~83.69) | 93.29(88.54~96.43) |
| | 中 | 5.32(2.47~7.72) | 5.14(2.35~7.58) | 3.87(2.22~5.29) |
| | 低 | 2.64(1.15~3.96) | 10.58(8.10~12.47) | 2.15(1.67~3.58) |
| | 差 | 1.16(0.65~2.07) | 4.72(3.19~6.41) | 0.69(0.30~1.54) |
| 关节间隙变窄 | 高 | 88.57(84.76~92.69) | 86.32(82.23~90.18) | 95.16(91.05~99.37) |
| | 中 | 6.49(4.32~9.08) | 3.02(2.06~4.49) | 3.74(2.18~5.11) |
| | 低 | 3.62(2.04~5.05) | 8.55(5.27~12.30) | 1.10(0.54~3.47) |
| | 差 | 1.32(0.66~3.71) | 2.11(1.42~4.56) | 0.00(0.00~0.00) |
| 关节软骨毛糙 | 高 | 87.69(0.00~0.00) | 81.50(71.69~86.33) | 92.74(88.58~96.56) |
| | 中 | 1.96(1.13~3.92) | 3.09(2.12~5.08) | 4.25(2.83~6.37) |
| | 低 | 7.81(6.25~10.04) | 10.27(7.16~13.82) | 2.35(1.77~4.02) |
| | 差 | 2.54(1.71~4.56) | 5.14(2.89~7.65) | 0.66(0.35~1.61) |
| 关节软骨缺损 | 高 | 91.38(86.74~96.23) | 85.64(76.64~90.10) | 98.87(95.10~99.90) |
| | 中 | 5.43(4.02~7.15) | 6.72(4.23~8.98) | 1.13(0.57~2.04) |
| | 低 | 2.26(1.59~4.66) | 4.93(2.24~6.51) | 0.00(0.00~0.00) |
| | 差 | 0.93(0.62~1.74) | 2.71(1.88~4.79) | 0.00(0.00~0.00) |
| 软组织肿胀 | 高 | 97.45(94.01~99.70) | 80.18(72.34~85.21) | 98.03(95.56~99.90) |
| | 中 | 0.82(0.40~1.86) | 2.66(1.85~4.73) | 1.97(1.14~3.94) |
| | 低 | 1.73(0.95~3.81) | 11.59(8.32~15.16) | 0.00(0.00~0.00) |
| | 差 | 0.00(0.00~0.00) | 5.57(4.14~7.69) | 0.00(0.00~0.00) |

3 讨论

膝关节骨性关节炎已成为老年人群中的多发疾病, 其临床常表现主要为关节疼痛及活动受限等^[9]。目前临幊上对其进行诊断的方法主要有影像学检查、多普勒超声检查、关节镜等^[10-11]。随着影像学的不断发展, 三维MRI和CT能够直观准确的诊断患者疾患情况, 又因其具有多参数、多方位显像及组织分辨率高等优点, 因此在骨性关节炎的诊断中的应用逐渐普及^[12-13]。

三维MRI联合CT检查能够清楚观察到患者滑膜、半月板情

况, 便于对患者病变范围及病变位置的诊断。但MRI或CT单独检查时, 得到的影像结果信息不全, 诊断准确性低于三维MRI联合CT检查, 这与本研究显示的结果一致。由于两种检查方式扫描参数的不同, CT在骨组织病变检查方面具有优势, 但对病变周围软组织情况反映欠佳^[14], 三维MRI对游离体的检出率不高, 但可以清晰的反映关节周围软组织情况^[15], 二者互补进一步提高了对关节病变的诊断价值。这与本研究结果一致。

本研究结果显示三维MRI联合CT诊断半月板损伤、滑膜增厚的置信度明显优于CT; 三维MRI联合CT诊断半月板损伤与三维MRI比较差异无统计学意义。这主要是因为MRI或CT单独检查都具有一定的成像局限性, 对部分关节病变情况显示不准确, 进而导致其对骨性关节炎关节病变诊断价值降低。而MRI联合CT检查则能有效结合二者的优势, 因此对膝关节骨性关节炎关节病变具有更高的诊断价值。但本研究为单中心的回顾性研究, 且样本量相对较小, 得到的结果可能存在一定偏倚, 后期还需要进行大样本量的前瞻性研究进一步验证。

综上所述, 三维MRI联合CT影像学检查对膝关节骨性关节炎关节病变、分期的诊断具有较高的检出率和准确率, 且联合诊断价值高于单独检查。此外, 影像学检查具有无创、直观、操作方便等优点, 两种检查方式互补结合, 可作为提高诊断效能首选方案。

参考文献

- Fischer MA. From morphology to biomarker: quantitative texture analysis of the infrapatellar fat pad reliably predicts knee osteoarthritis[J]. Radiology, 2022, 304 (3): 622~623.
- 陈其春, 王龙胜, 管松, 等. 膝关节骨性关节炎MR分级可重复性研究[J]. 放射学实践, 2020, 35 (6): 756~760.
- 刘日, 谢坤南, 杨山辉, 等. 关节镜下清理联合胫骨高位截骨术治疗膝关节骨性关节炎的疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35 (2): 185~187.
- 任翠, 朱巧, 郎宁, 等. 膝关节弥漫性滑膜病变的MRI诊断及鉴别诊断[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36 (4): 615~619.
- 中华医学会骨科学分会关节外科学组. 骨关节炎诊疗指南(2018年版) [J]. 中华骨科杂志, 2018, 38 (12): 705~715.
- Mahmoudian A, Lohmander L S, Mobasher A, et al. Early-stage symptomatic osteoarthritis of the knee time for action[J]. Nat Rev Rheumatol, 2021, 17 (10): 621~632.
- 王珊珊. 膝关节骨性关节炎快速进展患者MRI特征分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20 (10): 147~149.
- 冯盼盼, 梁良, 傅丽晖, 等. 膝关节骨性关节炎疼痛程度与膝关节MRI评分间的相关性研究[J]. 实用放射学杂志, 2022, 38 (6): 972~975.
- 李勉文, 张晓东, 张鑫涛, 等. 股四头肌脂肪垫和股前脂肪垫形态和信号特征与膝关节骨性关节炎的相关性研究[J]. 放射学实践, 2022, 37 (2): 235~241.
- 陈矩深, 罗建彬. MRI、超声及X线诊断退行性膝关节炎临床价值比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20 (10): 153~154, 186.
- 王峰. MRI及螺旋CT对中晚期腰椎小关节骨性关节炎的诊断价值比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19 (8): 157~158, 162.
- 朱乐发, 肖叶玉, 夏学文, 等. 不同翻转角双回波稳态序列MRI评价膝关节骨性关节炎软骨损伤[J]. 中国医学影像技术, 2020, 36 (11): 1697~1701.
- 王斌, 任占丽, 于楠, 等. MRI评估膝关节骨性关节炎病变[J]. 中国医学影像技术, 2020, 36 (9): 1383~1387.
- 王智培, 左炳光, 韩素坤. 超声、CT检查中膝关节骨性关节炎影像学表现及其诊断价值对比[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19 (4): 165~167.
- 王昌盛, 潘淑丽, 杨海涛, 等. 膝关节骨性关节炎软骨下水肿与MRI及临床表现的相关性研究[J]. 实用放射学杂志, 2017, 33 (8): 1236~1240.

(收稿日期: 2023-06-06) (校对编辑: 韩敏求)