

MSCT 三维重建联合高场强 MRI 技术在膝关节隐匿性骨折诊断中临床价值分析

封中元 杜宇明 (通讯作者)

江苏省灌南县人民医院 江苏 连云港 222500

【摘要】目的：分析多层螺旋 CT (MSCT) 三维重建联合高场强磁共振成像 (MRI) 技术诊断膝关节隐匿性骨折以及在骨折塌陷程度、水平错位程度中的评估效果。方法：选取 2024 年 10 月-2025 年 10 月本院收治的 60 例疑似膝关节隐匿性骨折患者，均接受 MSCT 三维重建、高场强 MRI 检查，以关节镜检查为“金标准”，分析两种检查技术的实际诊断效能。结果：60 例疑似膝关节隐匿性骨折患者，关节镜共检出 52 例，MSCT 三维重建、高场强 MRI 单独及两者联合分别检出 42、43、51 例；与 MSCT 三维重建、高场强 MRI 单独诊断的灵敏度[76.92% (40/52)、80.77% (42/52)]、准确度[76.67% (46/60)、81.67% (49/60)]相比，联合诊断的更高，分别为 96.15% (50/52)、95.00% (57/60)，有统计学差异 ($P < 0.05$)；kappa 检验显示：MSCT 三维重建、高场强 MRI 单独及联合诊断的 kappa 值分别为 0.340、0.463、0.795，联合诊断的最高；52 例膝关节隐匿性骨折患者中，骨折塌陷程度 I 级 27 例，II 级 13 例，III 级 12 例，水平错位程度 I 级 23 例，II 级 17 例，III 级 12 例；MSCT 三维重建、高场强 MRI 单独及联合检查对骨折塌陷程度、水平错位程度的总准确检出率相比，联合诊断的均最高，有统计学差异 ($P < 0.05$)。结论：MSCT 三维重建、高场强 MRI 联合能有效诊断出膝关节隐匿性骨折，且还可对患者的骨折塌陷程度、水平错位程度进行良好评估，值得临床借鉴。

【关键词】：膝关节隐匿性骨折；多层螺旋 CT；三维重建；高场强磁共振成像

DOI:10.12417/2811-051X.26.06.023

膝关节隐匿性骨折是在外力冲击下造成骨小梁断裂并伴有骨髓与四周组织水肿、出血，骨折线不典型^[1]。该病通常发生于膝关节解剖构造复杂、位置隐蔽处，患者虽然未出现显著的骨皮质中断，但因内部骨小梁断裂，患者常有局部疼痛、活动受限等症状，如若未对其施行及时、有效的诊断与治疗，容易造成软骨组织缺损，增加退行性骨关节病的发生风险，给其膝关节功能造成严重影响，危害其身心健康^[2]。常规 X 线难以发现，容易出现误诊、漏诊情况。近些年，随着影像学技术的持续发展，多层螺旋 CT 三维重建、高场强磁共振成像 MRI 逐渐运用于临床。MSCT 三维重建可清晰显现骨骼解剖结构，精准呈现骨折线走向及骨皮质连续性^[3]。高场强 MRI 对于软组织、骨髓水肿存在较高的敏感性，能够早期发现骨髓损伤及隐匿性骨折。然而，现阶段，关于两种措施联合诊断膝关节隐匿性骨折的有关报道比较缺乏。基于此，本研究旨在深入探究两种措施联合应用的具体诊断效能，结果如下：

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2024 年 10 月-2025 年 10 月本院收治的 60 例疑似膝关节隐匿性骨折患者。纳入标准：①均有程度不一的膝关节疼

痛、肿胀等症状；②X 线未检出显著骨折征象；③可耐受本研究所用检查措施；④有良好的依从性。排除标准：①有其他部位骨折者；②存在传染性疾病者；③伴有精神疾病者；④有恶性肿瘤者；⑤对造影剂过敏者；⑥孕妇；⑦存在膝关节肿瘤、结核等疾病者；⑧以往有膝关节手术史者。60 例患者中，男 34 例，女 26 例；年龄 28-61 岁，平均年龄 (45.32±2.79) 岁；体重指数 BMI 17.0-25.1 kg/m²，平均 BMI (21.98±1.73) kg/m²；受伤原因：28 例交通伤，19 例运动伤，13 例跌倒伤。本研究经医学伦理委员会批准 (审批号：K202403)。

1.2 方法

MSCT 三维重建：选择 SOMATOM Definition Flash 64 排 128 层螺旋 CT 机进行检查，指导患者选择平卧位，嘱咐患者伸直膝关节，扫描范围自股骨髁上 10 cm 至胫骨平台下 10 cm，调节扫描参数：管电压、管电流、层厚、层距及螺距分别为 120 kV、200 mAs、0.625 mm、0.625 mm、1.0，检查结束后，传输原始数据至工作站，运用容积再现 VR、多平面重建 MPR 等技术进行三维重建，从不同角度观察膝关节骨骼结构，重点关注是否存在骨折线、骨皮质中断及骨骼移位情况。高场强 MRI：选择西门子 Prisma 3.0T 磁共振成像仪检查，配备膝关节专用线圈，患者取平卧位，扫描范围从股骨髁上至胫骨平台下，扫

作者简介：封中元 (1986.09-)，男，汉族，籍贯：江苏省灌南县，本科，主治医师，专业：影像诊断；

通讯作者：杜宇明 (1971.02-)，男，汉族，本科，主任医师，专业：影像。

描序列及参数：T1 加权成像 T1WI：重复时间 TR、回波时间 TE、层厚、层距、矩阵分别设定为 500ms、10ms、3mm、0.3mm、256×256；T2 加权成像 T2WI：TR、TE、层厚、层距、矩阵分别设定为 3000ms、80ms、3mm、0.3mm、256×256；脂肪抑制序列 STIR：TR、TE、层厚、层距、矩阵分别设定为 4000ms、30ms、3mm、0.3mm、256×256。扫描结束后，由 2 名工作 10 年以上的放射科医师进行双盲法阅片，观察骨髓水肿、骨挫伤、骨折线及软组织损伤情况，当两者意见不一致时，则由两者共同讨论获得最终诊断结果。

1.3 观察指标

(1) 不同检查措施诊断膝关节隐匿性骨折的价值：以关节镜检查为“金标准”，分析 MSCT 三维重建、高场强 MRI 的实际诊断效能。(2) 不同检查方法评估患者骨折塌陷程度的价值：根据关节镜检查结果，将骨折塌陷程度分为：塌陷深度 ≤2 mm：I 度，2 mm < 塌陷深度 ≤4 mm：II 度，塌陷深度 >4 mm：III 度，对比不同检查方法诊断骨折塌陷程度的准确率。

(3) 不同检查方法评估患者水平错位程度的价值：I 度：错位距离 ≤2 mm，II 度：2 mm < 错位距离 ≤4 mm，III 度：错位距离 >4 mm，对比不同检查方法诊断水平错位程度的准确率。

1.4 统计学分析

选用 SPSS 29.0 分析数据，计数资料用“n (%)”表达，以 X² 检验；计量资料用“ $\bar{x} \pm s$ ”表达，以 t 检验；一致性以 kappa 检验；以 P < 0.05 为有统计学差异。

2 结果

2.1 不同检查措施诊断膝关节隐匿性骨折的价值

60 例疑似膝关节隐匿性骨折患者，关节镜共检出 52 例，MSCT 三维重建、高场强 MRI 单独及两者联合分别检出 42、43、51 例；与 MSCT 三维重建、高场强 MRI 单独诊断的灵敏度、准确度相比，联合诊断的更高，有统计学差异 (P < 0.05)；kappa 检验显示：MSCT 三维重建、高场强 MRI 单独及联合诊断的 kappa 值分别为 0.340、0.463、0.795，联合诊断的最高。见表 1、表 2。

表 1 膝关节隐匿性骨折检出情况 n

关节镜	MSCT 三维重建		高场强 MRI		联合		合计
	阳性	阴性	阳性	阴性	阳性	阴性	
阳性	40	12	42	10	50	2	52
阴性	2	6	1	7	1	7	8
合计	42	18	43	17	51	9	60

表 2 不同检查措施诊断膝关节隐匿性骨折的价值 n (%)

组别	MSCT 三维重建	高场强 MRI	联合	χ^2	P
灵敏度	76.92 (40/52)	80.77 (42/52)	96.15 (50/52)	8.273	0.016
特异度	75.00 (6/8)	87.50 (7/8)	87.50 (7/8)	0.573	0.751
准确度	76.67 (46/60)	81.67 (49/60)	95.00 (57/60)	8.205	0.017
阳性预测值	95.24 (40/42)	97.67 (42/43)	98.04 (50/51)	0.668	0.716
阴性预测值	33.33 (6/18)	41.18 (7/17)	77.78 (7/9)	5.149	0.076

2.2 不同检查方法评估患者骨折塌陷程度的价值

52 例膝关节隐匿性骨折患者中，骨折塌陷程度 I 级 27 例，II 级 13 例，III 级 12 例；与 MSCT 三维重建、高场强 MRI 单独检查骨折塌陷程度的总准确检出率相比，联合诊断的最高，有统计学差异 (P < 0.05)。见表 3。

表 3 不同检查方法评估患者骨折塌陷程度的价值 n (%)

检查方法	I 级 (n=27)	II 级 (n=13)	III 级 (n=12)	总准确检出率
MSCT 三维重建	18 (66.67)	11 (84.62)	11 (91.67)	40 (76.92)
高场强 MRI	19 (70.37)	12 (92.31)	11 (91.67)	42 (80.77)
联合	25 (92.59)	13 (100.00)	12 (100.00)	50 (96.15)
χ^2	-	-	-	8.273
P	-	-	-	0.016

2.3 不同检查方法评估患者水平错位程度的价值

52 例膝关节隐匿性骨折患者中，水平错位程度 I 级 23 例，II 级 17 例，III 级 12 例；与 MSCT 三维重建、高场强 MRI 单独检查水平错位程度的总准确检出率相比，联合诊断的最高，有统计学差异 (P < 0.05)。见表 4。

表 4 不同检查方法评估患者水平错位程度的价值 n (%)

检查方法	I 级 (n=23)	II 级 (n=17)	III 级 (n=12)	总准确检出率
MSCT 三维重建	15 (65.22)	14 (82.35)	11 (91.67)	40 (76.92)
高场强 MRI	17 (73.91)	13 (76.47)	12 (100.00)	42 (80.77)
联合	22 (95.65)	16 (94.12)	12 (100.00)	50 (96.15)

χ^2	-	-	-	8.273
P	-	-	-	0.016

3 讨论

膝关节隐匿性骨折指的是骨折处不典型,且无显著临床表现的微型骨折病症,主要发生于骨骼形态复杂的关节部位^[4]。此类患者通常会伴随半月板与韧带损伤,如若未得到尽早诊断与早期治疗,患者的关节疼痛与软骨异常会持续性加重,最终诱发退行性骨关节炎,严重影响患者的预后^[5]。

关节镜是此类患者诊断的“金标准”,虽然能够为临床提供较为全面的诊断参考,但其属于侵入性操作,会对患者的机体造成一定损伤,大部分患者的接受度较低,导致其难以作为疾病早期检查的常规措施,临床应用受限^[6]。因此,探寻一种无创且存在良好分辨率的影像学检查技术,早期且及时检出该病,并明确患者的骨折塌陷程度及水平错位程度,对于指导临床制定个体化的干预措施,改善患者的预后十分重要。MSCT 三维重建存在分辨率高、扫描速度快等优势,能够清晰显现患者骨与关节四周软组织,对疾病做出有效诊断^[7]。同时,该措施的三维重建技术,能从任意角度、任意平面清晰显示膝关节骨骼的解剖结构,精准识别骨皮质中断、骨折线走向及骨骼移位情况,继而提高疾病的诊断准确率^[8]。骨髓水肿为膝关节隐匿性骨折的早期典型症状,高场强 MRI 的 STIR 序列能够抑制脂肪信号,清晰显示骨髓水肿区域,从而早期发现隐匿性骨折^[9]。然而,两种措施的单一诊断均存在一定局限性,其中 MSCT 三维重建对于仅表现为骨髓水肿而无明显骨皮质断裂的隐匿性骨折难以识别,易出现漏诊,且膝关节四周软组织重叠较多,可能影响图像判断,导致误诊。高场强 MRI 对于骨折塌陷程度、水平错位程度的评估精度较低,难以清晰显示骨骼的细微移位情况,可能影响临床治疗方案的制定。因此,为提高临床诊断的准确率,通常考虑开展联合诊断^[10]。本研究表明,与

参考文献:

- [1] 李雯雯,张翼,刘锴,等.双能量 CT 对膝关节隐匿性骨折诊断价值研究[J].创伤与急危重病医学,2024,12(5):305-310.
- [2] 辛宇强,刘英杰,石运力,等.CT 联合 MRI 对膝关节隐匿性骨折的诊断价值研究[J].中国煤炭工业医学杂志,2022,25(5):486-489.
- [3] 孟晓峰,王伟,周劲松,等.膝关节隐匿性骨折临床诊断中多层螺旋 CT 与高场强 MRI 的作用[J].世界复合医学,2024,10(2):93-95,99.
- [4] 刘晓峰.MRI 与多层螺旋 CT 对膝关节隐匿性骨折患者的诊断价值比较[J].中国民康医学,2022,34(4):118-120.
- [5] 董晚亭,王浩东,罗铎,等.MRI 脂肪抑制技术对膝关节隐匿性骨折的诊断价值[J].中国医学物理学杂志,2023,40(10):1237-1240.
- [6] 李迪.多层螺旋 CT 联合高场强 3.0 T MRI 诊断膝关节隐匿性骨折的临床价值[J].实用手外科杂志,2025,39(1):100-102.
- [7] 邵蕾.X 线、CT 与 MRI 检查在膝关节隐匿性骨折诊断中的对比研究[J].大医生,2023,8(6):98-100.
- [8] 马来福.MRI 与 MSCT 在胫骨平台隐匿性骨折中的应用价值分析[J].中国伤残医学,2023,31(4):46-49.
- [9] 武玉丽.MSCT 和 MRI 对诊断膝关节隐匿性骨折灵敏度、特异度价值分析[J].现代医用影像学,2023,32(8):1480-1483.
- [10] 刘守标,张功霖,张红雷,等.高场强 MRI 与 MSCT 在诊断膝关节隐匿性骨折中的应用价值及影像学特征分析对比[J].中国伤残医学,2025,33(7):28-32.

MSCT 三维重建、高场强 MRI 单独诊断的灵敏度 76.92% (40/52)、80.77% (42/52)、准确度 76.67% (46/60)、81.67% (49/60) 相比,联合诊断的更高,分别为 96.15% (50/52)、95.00% (57/60),有统计学差异 (P=0.016、0.017); kappa 检验显示:MSCT 三维重建、高场强 MRI 单独及联合诊断的 kappa 值分别为 0.340、0.463、0.795,联合诊断的最高。由此说明,MSCT 三维重建、高场强 MRI 结合能有效的诊断出膝关节隐匿性骨折。其中 MSCT 三维重建技术可准确显示骨骼解剖结构及骨折移位情况,高场强 MRI 技术可早期发现骨髓水肿及隐匿性骨折,二者联合应用可优势互补,最终提高诊断效能。本研究结果还表明,52 例膝关节隐匿性骨折患者中,骨折塌陷程度 I 级 27 例,II 级 13 例,III 级 12 例,水平错位程度 I 级 23 例,II 级 17 例,III 级 12 例;MSCT 三维重建、高场强 MRI 单独及联合在骨折塌陷程度、水平错位程度的总准确检出率相比,联合诊断的均最高 (P=0.016、0.016)。由此说明,两种技术的结合,能够更有效的明确患者的骨折塌陷及水平错位严重程度。MSCT 三维重建的后处理技术能够提供病变处的三维立体结构,高场强 MRI 则通过横断面、冠状面等不同方位的成像,可进一步明确微小病灶,最终对患者的病情严重程度进行良好评估。但本研究还有一定局限性,如纳入样本量较少,仅纳入 60 例患者,且所有患者均来自于同一家医院,而不同地区、医院患者存在一定的个体差异性,可能会出现选择偏倚,导致研究结果的外推性受限。因此,未来还需进行多中心、大样本量分析,由此更全面地明晰 MSCT 三维重建、高场强 MRI 结合诊断此类患者的准确性,为临床提供更为充分的参考依据,及时制定个体化的治疗方案,最终改善患者的预后。综上所述,MSCT 三维重建、高场强 MRI 结合能够有效诊断出膝关节隐匿性骨折,且还能够对患者的骨折塌陷及水平错位严重程度进行有效评估,有一定的运用价值,值得临床推广应用。