

# 三维快速自旋回波序列扫描联合多层螺旋 CT 在膝关节交叉韧带损伤中诊断价值探究

李有强<sup>1</sup>, 王海蛟<sup>2</sup>, 朱步奇<sup>2</sup>, 王亮<sup>3</sup>, 钱宏<sup>4</sup>, 王长垠<sup>5</sup>

(1. 邯郸市中医院放射科, 河北 邯郸 056000; 2. 邯郸市中医院骨伤科, 河北 邯郸 056000; 3. 邯郸市中医院药剂科, 河北 邯郸 056000; 4. 邯郸市中医院中医骨伤科, 河北 邯郸 056000; 5. 邯郸市中医院脑病科, 河北 邯郸 056000)

**【摘要】** 目的: 探索膝关节交叉韧带损伤诊断中应用三维快速自旋回波 (three-dimensional fast spin echo, 3D-SPACE) 联合多层螺旋 CT (multislice spiral CT, MSCT) 潜在价值。方法: 选取 2020 年 4 月至 2021 年 4 月接诊的 120 例膝关节交叉韧带损伤患者, 男 78 例, 女 42 例, 年龄 21~68 (41.52±4.13) 岁, 依次采用单独 MSCT 扫描仪扫描、单独 3D-SPACE 序列扫描及 3D-SPACE 序列联合 MSCT 扫描。比较 3 种诊断方式对膝关节前后交叉韧带损伤分级情况, 观察膝关节前后交叉韧带前内侧束及后外侧束的长度及其与水平面的夹角, 判断 3 种诊断方式在膝关节交叉韧带损伤中的诊断价值。结果: 单独 3D-SPACE 序列扫描与单独 MSCT 检测在总诊断率和分级总诊断率方面差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ); 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 检测总诊断率和分级总诊断率显著高于单独 3D-SPACE 序列扫描或 MSCT 检测 ( $P<0.05$ ); 单独 3D-SPACE 序列扫描与单独 MSCT 检测对膝关节前后交叉韧带相关测量值比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ); 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 检测对膝关节前后交叉韧带测量值明显高于单独 3D-SPACE 序列扫描或 MSCT 检测 ( $P<0.05$ ); 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 评估受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线下面积为 0.960, 明显高于 3D-SPACE 序列扫描与 MSCT 单独评估 ROC 曲线下面积 0.756 和 0.795; 单独 3D-SPACE 序列扫描与 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 分析预测模型差异有统计学意义 ( $Z=2.236, P<0.05$ ), 单独 MSCT 与 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 分析预测模型差异有统计学意义 ( $Z=2.653, P<0.05$ )。结论: 对膝关节交叉韧带损伤应用 3D-SPACE 序列联合 MSCT 扫描, 可以提升临床膝关节交叉韧带损伤患者的诊断率, 可以作为膝关节交叉韧带损伤患者的诊断工具。

**【关键词】** 三维快速自旋回波; 多层螺旋 CT; 膝关节; 交叉韧带; 韧带损伤; 诊断价值

中图分类号: R604

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20220331

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



## Diagnostic value of 3D fast spin-echo sequence scanning combined with multislice spiral CT in knee cruciate ligament injury

LI You-qiang<sup>1</sup>, WANG Hai-jiao<sup>2</sup>, ZHU Bu-qi<sup>2</sup>, WANG Liang<sup>3</sup>, QIAN Hong<sup>4</sup>, WANG Chang-yin<sup>5</sup> (1. Radiology Department, Handan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Handan 056000, Hebei, China; 2. Orthopedic Department, Handan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Handan 056000, Hebei, China; 3. Pharmacy Department, Handan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Handan 056000, Hebei, China; 4. Department of Osteonosis and Traumatism of TCM, Handan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Handan 056000, Hebei, China; 5. Encephalopathy Department, Handan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Handan 056000, Hebei, China)

**ABSTRACT Objective** To explore the potential value of three-dimensional fast spin echo (3D-SPACE) combined with multilayer spiral CT (MSCT) in the diagnosis of knee cruciate ligament injury, to provide a new direction for the optimization of subsequent clinical diagnosis. **Methods** A total of 120 patients with knee cruciate ligament injury were treated from April 2020 to April 2021, aged from 21 to 68 with an average of (41.52±4.13) years old. For all patients, separate MSCT scanner scans, 3D-SPACE sequence scans alone and 3D-SPACE sequence combined with MSCT scans were used. The injury and classification of the anterior and posterior cruciate ligament of the knee were compared, the length of the anterior-medial bundle and posterolateral bundle and its angle of the knee with the horizontal plane were observed, the diagnostic value of 3 diagnostic

基金项目: 河北省中医药类科研计划课题 (编号: 2020581)

Fund program: Hebei Province Traditional Chinese medicine scientific research project (No. 2020581)

通讯作者: 王海蛟 E-mail: bt270868@21cn.com

Corresponding author: WANG Hai-jiao E-mail: bt270868@21cn.com

methods in knee cruciate ligament injury were determined. **Results** There was no significant difference between the 3D-SPACE sequence scan alone and the MSCT test alone on the total diagnostic rate and grading total diagnostic rate ( $P>0.05$ ). The total diagnostic rate and grading total diagnostic rate of 3D-SPACE scan combined with MSCT were significantly higher than those of 3D-SPACE scan or MSCT alone ( $P<0.05$ ). The 3D-SPACE sequence scan alone and the MSCT detection alone had no significant difference in the measurement values related to the anterior and posterior cruciate ligaments of the knee joint ( $P>0.05$ ). 3D-SPACE sequence scanning combined with MSCT detection on the knee joint anterior and posterior cruciate ligament related measurements were significantly higher than the 3D-SPACE sequence scan or MSCT detection alone ( $P<0.05$ ). The area under the ROC curve estimated by 3D-SPACE sequence scanning combined with MSCT was 0.960, which was significantly higher than that of 3D-SPACE sequence scanning and MSCT alone evaluating the area under the ROC curve line of 0.756 and 0.795. The combined 3D-SPACE sequence scanning and 3D-SPACE sequence scanning MSCT analysis and prediction models were statistically different ( $Z=2.236, P<0.05$ ), and MSCT alone and 3D-SPACE sequence scanning combined with MSCT analysis and prediction models were statistically different ( $Z=2.653, P<0.05$ ). **Conclusion** The application of 3D-SPACE sequence combined with MSCT scanning for knee cruciate ligament injury can improve the diagnosis rate of patients with knee cruciate ligament injury. It can be used as a diagnostic tool for patients with knee cruciate ligament injury and is worthy of clinical application.

**KEYWORDS** Three-dimensional fast spin echo; Multislice spiral CT; Knee joint; Cruciate ligament; Ligament injury; Diagnostic value

膝关节在人体关节中结构最为复杂,对维持人体关节功能及稳定性起到决定性作用,膝关节在高强度运动及外界创伤等因素影响下出现关节损伤,进而造成关节功能减退及功能障碍<sup>[1]</sup>。多层螺旋 CT (multislice spiral CT, MSCT) 技术可以应用原始断层数据生成分辨率相同的多方位图像,在小范围扫描中也可获取清晰图像,成为 CT 脊髓造影、心脏评估等临床诊断工作的常用技术<sup>[2]</sup>。三维快速自旋回波 (three-dimensional fast spin echo, 3D-SPACE) 序列技术空间分辨率高以及信噪比高,可获取膝关节清晰的复杂结构图像,在软组织损伤评估中具有一定的指导价值<sup>[3]</sup>。但目前针对膝关节交叉韧带损伤患者应用 3D-SPACE 技术联合 MSCT 检查的研究鲜有报道。因此,本研究选取 2020 年 4 月至 2021 年 4 月收治的 120 例膝关节交叉韧带损伤患者作为研究对象,对其进行单独 MSCT 扫描仪扫描、单独 3D-SPACE 序列扫描及 3D-SPACE 序列联合 MSCT 扫描,旨在进一步探索膝关节交叉韧带损伤诊断中应用 3D-SPACE 联合 MSCT 的潜在价值,为后续临床诊断思路优化提供新方向。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例选择

纳入标准:(1)明确有膝关节外伤史者。(2)患者经关节镜检查均证实存在膝关节交叉韧带损伤。(3)年龄 18~65 岁。(4)抽屉试验检查呈阳性。(5)临床资料完整。(6)患者均签署知情同意书。

排除标准:(1)经膝关节手术治疗患者。(2)合并膝关节肿瘤者。(3)伴有膝关节其他病变患者。(4)先天性骨畸形患者。(5)合并心肺等器质性功能受损的患者。(6)临床资料不全的患者。

剔除标准:(1)研究过程中出现病情恶化者。

(2)因自身疾病对研究结果产生影响者。(3)研究过程中发生意外情况,无法继续参与研究者。(4)对其他研究人员产生严重影响者。

### 1.2 一般资料

选取 2020 年 4 月至 2021 年 4 月收治的 120 例膝关节交叉韧带损伤患者,男 78 例,女 42 例;年龄 21~68(41.52±4.13)岁;车祸伤 52 例,扭伤 30 例,高空坠落伤 26 例,暴力撞击伤 12 例。所有患者知情且签署知情同意书,本研究经医学伦理委员会审批(伦理批号:20200311)。

### 1.3 研究方法

**1.3.1 单独 MSCT** 对所有患者采用 64 排螺旋 CT 扫描仪(购自荷兰飞利浦公司,型号 GE Discovery 750)。先指导患者取仰卧位,双腿伸直以保证双膝不弯曲。足部方向先进入扫描仪内,将速度控制为 8.70 mm/rot,对患者的双侧膝关节部位的中心位置上下 6 cm 进行扫描,扫描层厚为 3.0 mm。扫描结束后将获得的所有数据在数据系统中录入,并对其进行三维重建。

**1.3.2 单独 3D-SPACE 序列扫描** 采用 Magnetom Avanto 型 1.5 T 超导型 MRI 系统(德国 SIEMENS 公司),8 通道膝关节表面线圈,Siemens 系统后处理工作站(德国 SIEMENS 公司)。患者取仰卧位,双膝自然伸直,足先进,膝关节表面线圈,线圈中心置于髌骨下端,行 3D-SPACE 序列扫描。首先对参数进行设定,将其 TR 和 TE 分别设置为 1 300 ms 和 39 ms,将翻转角设为 160°,扫描层厚为 0.5 mm,将层间隔设为 0,将扫描视野大小设置为 240 mm×240 mm,矩阵为 345×300。扫描完成后需要借助 Siemens 系统帮助下将图像进行传输,并进行三维重建。将所有获得的三维重建模型进行采集,使其显示最佳损伤层面图

像。同时对患者的膝关节前后交叉韧带的解剖数据进行记录。

**1.3.3 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT** 所有患者行 3D-SPACE 序列和 MSCT 扫描，操作方法与 1.3.1 及 1.3.2 一致，记录两种扫描方式检出的阳性总和，并将共同检出阳性例数去除。

**1.4 观察项目与方法**

(1) 经至少 2 名放射科医师对所有影像学图像进行观察，主要包括膝关节前后交叉韧带损伤情况，意见不同时需要第 3 名医师参与诊断。(2) 比较 3 种检测方式对患者损伤分级情况。主要参照核磁共振韧带损伤分级<sup>[4]</sup>:0 级，韧带轮廓、信号和形态均正常，可正常行走；1 级，韧带附近出现肿胀，呈弥漫或局部性，信号呈高表达，韧带之间连续性良好但无清晰轮廓显现；2 级，韧带部位显著增粗且局部可发现存在切迹，韧带间连续性较差且轮廓显现不完整，但可以发现部分连续韧带；3 级，韧带完全断裂，可发现断裂处呈切状或半移位，在其韧带起止点位置可出现不同程度的溶解吸收。(3) 观察患者膝关节前后交叉韧带前内侧束及后外侧束的长度及其与水平面的夹角。(4) 比较单独 3D-SPACE 序列扫描、单独 MSCT 及 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 在膝关节交叉韧带损伤中诊断价值。

**1.5 统计学处理**

采用 SPSS 24.0 软件进行统计学分析。膝关节交叉韧带测量值等定量资料先进行正态性和方差齐性检验，满足正态分布的数据采用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示，组间比较采用独立样本 *t* 检验，组内比较采用配对样本 *t* 检验。关节镜检查结果、损伤诊断情况和交叉韧带损伤分级等定性资料比较采用  $\chi^2$  检验或秩和检验。通过受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线，比较 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 在膝关节交叉韧带损伤中诊断价值。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 关节镜检查结果**

本研究对 120 例患者进行关节镜检查，结果发

现前交叉韧带损伤 82 例，其中完全撕裂 62 例，部分撕裂患者 20 例；后交叉韧带损伤 38 例，其中完全撕裂 28 例，部分撕裂患者 10 例。所有患者韧带损伤分级，1 级 26 例，2 级 37 例，3 级 57 例。

**2.2 各种方式对膝关节交叉韧带损伤患者损伤诊断情况**

单独 3D-SPACE 序列扫描与单独 MSCT 检测总诊断率比较，差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )；3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 检测总诊断率明显高于单独 3D-SPACE 序列扫描和 MSCT 检测 ( $P < 0.05$ )。见表 1，图 1 和图 2。

**2.3 各种方式诊断膝关节交叉韧带损伤分级比较**

单独 3D-SPACE 序列扫描与单独 MSCT 检测诊断膝关节交叉韧带损伤分级总诊断率比较，差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )；3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 检测诊断膝关节交叉韧带损伤分级总诊断率明显高于单独 3D-SPACE 序列扫描和 MSCT 检测 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

**2.4 各种检测方式对膝关节交叉韧带测量值比较**

**2.4.1 各种检测方式对膝关节前交叉韧带测量值比较** 单独 3D-SPACE 序列扫描与单独 MSCT 检测对膝关节前交叉韧带测量值比较，差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )；3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 检测对膝关节前交叉韧带测量值明显高于单独 3D-SPACE 序列扫描或 MSCT 检测 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

**2.4.2 各种检测方式对膝关节后交叉韧带测量值比较** 单独 3D-SPACE 序列扫描与单独 MSCT 检测对膝关节后交叉韧带测量值比较，差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )；3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 检测对膝关节后交叉韧带测量值明显高于单独 3D-SPACE 序列扫描或 MSCT 检测 ( $P < 0.05$ )。见表 4。

**2.5 各种检测方式对膝关节交叉韧带损伤诊断的价值**

3D-SPACE 序列扫描与 MSCT 及二者联合在膝关节交叉韧带损伤患者诊断评估中的 ROC 曲线下面积均在 0.75 以上，均具有较高的特异性及敏感度，其中 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 评估 ROC

表 1 膝关节交叉韧带损伤 120 例患者不同方式诊断损伤结果

Tab.1 Diagnosis results of three methods in 120 patients with knee cruciate ligament injury

单位:例(%)

诊断方法	前交叉韧带损伤		后交叉韧带损伤		总诊断
	完全撕裂(例数=62例)	部分撕裂(例数=20例)	完全撕裂(例数=28例)	部分撕裂(例数=10例)	
3D-SPACE 序列扫描	50(80.65)	16(80.00)	21(75.00)	7(70.00)	94(78.33)
MSCT	47(75.81)	15(75.00)	19(67.86)	6(60.00)	87(72.50)
3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT	61(98.39)	20(100.00)	25(89.28)	10(100.00)	116(96.67)**

注: \*与 3D-SPACE 序列扫描检测比较,  $\chi^2=18.438, P < 0.05$ ; #与 MSCT 检测比较,  $\chi^2=26.873, P < 0.05$

表 2 膝关节交叉韧带损伤 120 例患者不同方式诊断损伤分级比较

Tab.2 Comparison of three methods for diagnosis of knee cruciate ligament injury classification in 120 patients

诊断方法	0 级 (例数=0 例)	1 级 (例数=26 例)	2 级 (例数=37 例)	3 级 (例数=57 例)	总诊断率
3D-SPACE 序列扫描	0(0.00)	20(76.92)	32(86.49)	49(85.96)	101(84.17)
MSCT	0(0.00)	20(76.92)	30(81.08)	47(82.46)	97(80.83)
3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT	0(0.00)	25(96.15)	36(97.30)	56(98.25)	117(97.50)**

单位:例(%)

注: \*与 3D-SPACE 序列扫描检测比较,  $\chi^2=12.811, P<0.05$ ; # 与 MSCT 检测相比,  $\chi^2=17.257, P<0.05$

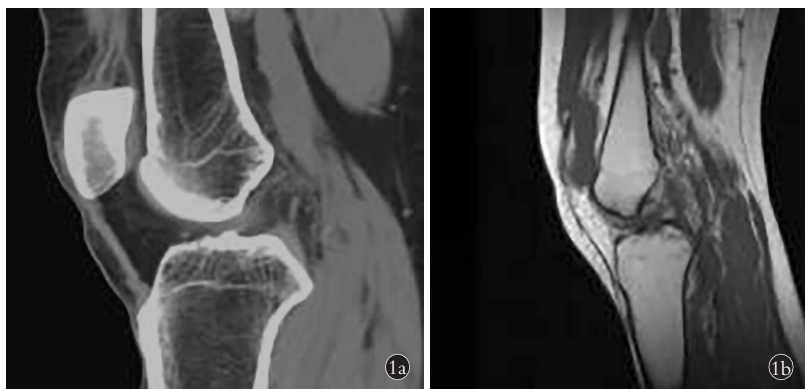


图 1 患者,男,33 岁,右膝关节交叉韧带损伤 1a. 矢状面 MSCT 扫描见前交叉韧带连续性部分中断,伴局部肿胀,见高信号影 1b. 3D-SPACE 序列矢状面重建,见前交叉韧带连续性部分中断,信号增强,伴局部明显肿胀

Fig.1 A 33-year-old male patient with cruciate ligament injury of the right knee 1a. Sagittal MSCT scan showed partial interruption of the ACL continuity with local swelling, and high signal intensity 1b. Sagittal reconstruction with 3D-space sequence showed partial interruption of the ACL continuity with enhanced signal accompanied by significant local swelling

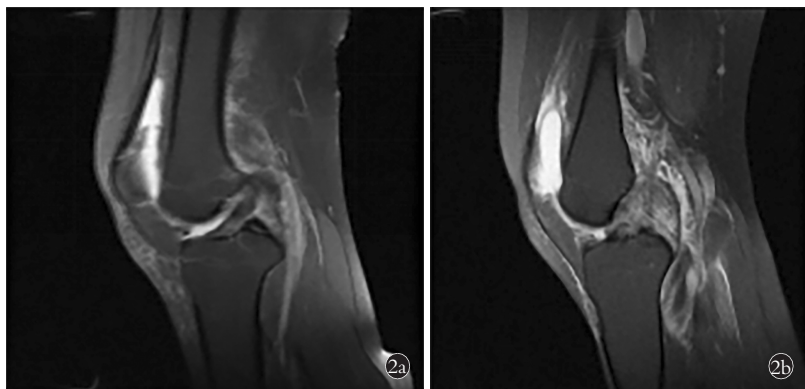


图 2 女,31 岁,左膝关节交叉韧带损伤,左膝关节后角撕裂 2a. T2WI 矢状位序列扫描图像,见前交叉韧带内部存在可疑点状高信号影,走行稍显迂曲,连续性存在 2b. 3D-SPACE 序列矢状面重建图像显示前交叉韧带连续性中断,信号增强,伴局部明显肿胀

Fig.2 A 31-year-old female patient with left knee cruciate ligament injury and posterior corner tearing of left knee joint 2a. Sagittal sequence scan images of T2WI showed suspicious punctured high signal shadow in the anterior cruciate ligament with slightly tortuous shape and continuity 2b. Sagittal reconstruction images of 3D-space sequence showed continuity interruption and signal enhancement of the anterior cruciate ligament, with marked local swelling

曲线下面积 0.960,明显高于 3D-SPACE 序列扫描与 MSCT 单独评估 ROC 曲线下面积 0.756 和 0.795;单独 3D-SPACE 序列扫描与 3D-SPACE 序列扫描联

合 MSCT 分析预测模型比较,差异有统计学意义 ( $Z=2.236, P<0.05$ );单独 MSCT 与 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 分析预测模型比较,差异有统计学意义 ( $Z=2.653, P<0.05$ ),见表 5。

### 3 讨论

人体膝关节交叉韧带部位结构极为复杂,其作用是保证人体膝关节稳定性,主要包含前后两个交叉韧带,均属于人体的关键韧带组织<sup>[5]</sup>。其中前交叉韧带主要从人体的胫骨内侧的半月板周围的关节面前半部分与股骨外侧内部连接,走向呈现外旋位斜直;后交叉韧带主要从人体的胫骨后侧并向周围相邻部位延伸,与股骨内侧前部位置相连接,其大多呈现轻度弯曲,较少部分走向为斜直状,和交叉韧带前部相比,后交叉韧带相对较高<sup>[6]</sup>。李晨曦等<sup>[7]</sup>研究指出,与后交叉韧带相比,前交叉韧带受到损伤的程度较高且受伤因素相对较多,包括日常严重撞击、膝内外翻等均在一定程度上会造成膝关节前交叉韧带的损伤,且该损伤以完全撕裂为主,占比 75%。

目前,临床中对膝关节交叉韧带损伤的主要判断标准为关节镜,但对于人体而言,关节镜检测可能在一定程度上会对人体造成损害,导致大部分患者无法接受<sup>[8]</sup>。而随着 MRI 技术的进步,因其具备较高的软组织分辨率,在膝关节的诊断中可以实现全方位且无创的检测,在膝关节的诊断中逐渐被应用。但对于一些前后韧带的扫描无法对其进行多平面重建,所以

图像中无法将前交叉韧带和后交叉韧带均进行呈现,同时在检测的过程中可能出现假阴性或假阳性,对于撕裂程度的检测也较为困难<sup>[9]</sup>。随着图像检测

表 3 膝关节交叉韧带损伤 120 例患者不同方式对膝关节前交叉韧带测量值比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.3 Comparison of measurement values related to the anterior cruciate ligament of the knee joint by different methods in 120 patients ( $\bar{x} \pm s$ )

诊断方法	前内侧束		后外侧束	
	长度/mm	与水平面夹角/ $^{\circ}$	长度/mm	与水平面夹角/ $^{\circ}$
3D-SPACE 序列扫描	41.12 $\pm$ 1.56	42.26 $\pm$ 1.23	17.25 $\pm$ 1.21	57.62 $\pm$ 1.59
MSCT	40.25 $\pm$ 1.59	40.16 $\pm$ 1.09	16.33 $\pm$ 1.03	56.23 $\pm$ 1.56
3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT	47.37 $\pm$ 1.75 <sup>a1b1</sup>	47.57 $\pm$ 1.62 <sup>a2b2</sup>	21.56 $\pm$ 1.39 <sup>a3b3</sup>	63.58 $\pm$ 1.75 <sup>a4b4</sup>

注:与 3D-SPACE 序列扫描检测比较, <sup>a1</sup>t=-29.204, <sup>a2</sup>t=-28.597, <sup>a3</sup>t=-25.620, <sup>a4</sup>t=-27.613, P<0.05;与 MSCT 检测比较, <sup>b1</sup>t=-33.219, <sup>b2</sup>t=-41.572, <sup>b3</sup>t=-25.620, <sup>b4</sup>t=-27.613, P<0.05

表 4 膝关节交叉韧带损伤 120 例患者不同方式对膝关节后交叉韧带测量值比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.4 Comparison of measurement values related to the posterior cruciate ligament of the knee joint by different methods in 120 patients ( $\bar{x} \pm s$ )

诊断方法	前内侧束		后外侧束	
	长度/mm	与水平面夹角/ $^{\circ}$	长度/mm	与水平面夹角/ $^{\circ}$
3D-SPACE 序列扫描	29.33 $\pm$ 1.23	67.37 $\pm$ 2.53	45.62 $\pm$ 0.89	80.23 $\pm$ 3.55
MSCT	25.61 $\pm$ 1.19	65.25 $\pm$ 2.34	45.02 $\pm$ 0.78	79.62 $\pm$ 3.26
3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT	37.64 $\pm$ 1.56 <sup>c1d1</sup>	71.52 $\pm$ 3.16 <sup>c2d2</sup>	51.52 $\pm$ 1.26 <sup>c3d3</sup>	86.59 $\pm$ 3.97 <sup>c4d4</sup>

注:与 3D-SPACE 序列扫描检测比较, <sup>c1</sup>t=-45.823, <sup>c2</sup>t=-11.230, <sup>c3</sup>t=-41.897, <sup>c4</sup>t=13.082, P<0.05;与 MSCT 检测比较, <sup>d1</sup>t=-11.230, <sup>d2</sup>t=-17.468, <sup>d3</sup>t=-48.049, <sup>d4</sup>t=-14.863, P<0.05

表 5 膝关节交叉韧带损伤 120 例患者不同方式对膝关节交叉韧带损伤诊断价值

Tab.5 The diagnostic value of different methods in 120 patients with knee cruciate ligament injury for knee cruciate ligament injury

指标	准确度/%	敏感度/%	特异性/%	AUC
3D-SPACE 序列扫描	81.00	80.00	76.60	0.756(0.662-0.838)
MSCT	86.00	87.50	80.26	0.795(0.748-0.899)
3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT	97.00	97.50	94.20	0.960(0.923-0.998)

技术的发展,MSCT 作为完善且更新的一种成像系统,可以将一些原始断层数据生成具有空间分辨率相同的不同方位图像,得到与原始断层相类似的多方位图像,在医学的肌肉骨骼检查、CT 造影以及心脏评估方面取得较大的进展<sup>[10]</sup>。而 3D-SPACE 序列可以将图像数据进行收集,实现各向同性的数据分析,可以将自选回波、薄层扫描等进行结合,将多个回波进行一次性的激发,从而实现无间隔成像并保证影像具有较高的分辨率<sup>[11]</sup>。本研究结果发现 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 检测对膝关节前后交叉韧带测量值高于单独 3D-SPACE 序列扫描或 MSCT 检测(P<0.05)。与刘良卿等<sup>[12]</sup>研究一致,其指出 3D-SPACE 序列扫描可以将翻转角给予优化,最大程度上获取信噪比,可以将膝关节组织细微结构的显示效能进行提升,提高诊断率。

此外,本研究通过对膝关节交叉韧带损伤情况

进行检测,发现 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 检测总诊断率和分级总诊断率高于单独 3D-SPACE 序列扫描或 MSCT 检测(P<0.05),提示二者联合检测临床诊断价值较高。分析原因为膝关节 3D-SPACE 序列图像中可以将软骨组织呈不同信号,其中软骨呈现中等信号,而关节液呈高信号,二者之间的信号对比相对较好,可以将软骨组织损伤程度给予呈现,从而提升软骨损伤的诊断敏感度<sup>[13]</sup>。MSCT 在膝关节交叉韧带损伤诊断过程中,对软组织对比度和分辨率相对较高,利于临床医师对患者的损伤部位进行观察,但由于扫描层相对较厚,且在一定程度上受容积效应的影响,导致其无法准确地对骨损伤进行分级<sup>[14]</sup>。而 3D-SPACE 序列扫描可对骨组织进行无间隔容积扫描,扫描过程中采集的信息可以达到各向同性,在很大程度上可以降低软骨损伤的漏诊和误诊<sup>[15]</sup>。本研究对 3 种检测方式的诊断价值进行分

析,发现 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 评估 ROC 曲线下面积为 0.960, 高于 3D-SPACE 序列扫描与 MSCT 单独评估 ROC 曲线下面积 0.756 和 0.795 ( $P < 0.05$ ), 提示对于膝关节交叉韧带损伤患者采用 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 扫描, 能够采集较高的图像数据, 且采集的图像具有较高的空间分辨率, 可以将韧带软骨中的病灶更加清晰地呈现。

虽然本研究取得了一定进展, 但仍存在不足。本研究未将 3 种诊断方式的诊断速率进行观察和分析, 所以在今后研究中应进一步将其诊断速度进行比较, 并分析 3D-SPACE 序列扫描联合 MSCT 对膝关节交叉韧带损伤的诊断价值。

综上所述, 对膝关节交叉韧带损伤应用 3D-SPACE 序列联合 MSCT 扫描, 能够提升临床膝关节交叉韧带损伤患者的诊断率, 可以作为膝关节交叉韧带损伤患者的诊断工具。

#### 参考文献

- [1] 黄炳哲, 于海驰, 李颖智, 等. 经皮穿刺内侧副韧带深层松解技术在膝内侧半月板后角手术中的应用[J]. 中国骨伤, 2020, 33(10): 938-942.  
HUANG B Z, YU H C, LI Y Z, et al. Application of percutaneous piecrusting deep medial collateral ligament release for posterior horn surgery of medial meniscus [J]. China J Orthop Traumatol, 2020, 33(10): 938-942. Chinese.
- [2] 李旭阳. 多层螺旋 CT 平扫联合重建与增强技术诊断急性阑尾炎及其并发症的临床价值[J]. 实用医学影像杂志, 2021, 22(1): 79-81.  
LI X Y. Clinical value of multi-slice spiral CT plain scan combined with reconstruction and enhancement in the diagnosis of acute appendicitis and its complications [J]. J Pract Med Imag, 2021, 22(1): 79-81. Chinese.
- [3] YAN Q Q, YANG S Y, SHEN J, et al. 3T magnetic resonance for evaluation of adult pulmonary tuberculosis [J]. Int J Infect Dis, 2020, 93: 287-294.
- [4] 曾伟金, 吕秀金, 叶海涛. MRI 诊断膝关节侧副韧带损伤的影像学特征与分级情况探讨[J]. 吉林医学, 2018, 39(7): 1336-1337.  
ZENG W J, LV X J, YE H T. Study on the imaging features and grading of MRI in diagnosing collateral ligament injury of the knee joint [J]. Jilin Med J, 2018, 39(7): 1336-1337. Chinese.
- [5] 韩昶晓, 田向东, 王剑, 等. 胫骨高位截骨术联合关节镜治疗老年内侧间室膝骨关节炎[J]. 中国骨伤, 2020, 33(3): 214-218.  
HAN C X, TIAN X D, WANG J, et al. High tibial osteotomy combined with arthroscopy for elderly patients with knee osteoarthritis of medial compartment [J]. China J Orthop Traumatol, 2020, 33(3): 214-218. Chinese.
- [6] 刘朴, 张民, 王浩浩. 牛津膝关节评分与膝关节单髁置换术后满意度的相关性研究[J]. 中国骨伤, 2020, 33(3): 247-251.  
LIU P, ZHANG M, WANG H H. Correlation between Oxford knee score and satisfaction after unicompartmental knee arthroplasty [J]. China J Orthop Traumatol, 2020, 33(3): 247-251. Chinese.
- [7] 李晨曦, 周敬滨, 丁杰, 等. 股骨髁间窝宽度和前交叉韧带胫骨端左右径相关性及其与前交叉韧带损伤的关系[J]. 中国运动医学杂志, 2016, 35(12): 1148-1153.  
LI C X, ZHOU J B, DING J, et al. Correlation between width of femoral intercondylar fossa and left-right diameter of tibial end of anterior cruciate ligament and its relationship with anterior cruciate ligament injury [J]. Chin J Phys Med, 2016, 35(12): 1148-1153. Chinese.
- [8] ROSSI M J. Editorial commentary: anterolateral ligament augmentation for the anterior cruciate ligament-deficient knee debate - the proof is in the pudding [J]. Arthroscopy, 2019, 35(3): 893-895.
- [9] 宋春娟, 张怡. MRI CS-3D-MATRIX 序列在膝关节前交叉韧带损伤诊断中的应用研究[J]. 医疗卫生装备, 2020, 41(6): 73-76.  
SONG C J, ZHANG Y. Value of MRI CS-3D-MATRIX sequences for diagnosing anterior cruciate ligament injuries of knee [J]. Chin Med Equip J, 2020, 41(6): 73-76. Chinese.
- [10] 徐军, 叶靖. 利用 MSCT 原始数据的图像重建在颅骨细小骨折诊断中的应用[J]. 包头医学, 2019, 43(4): 26-27.  
XU J, YE J. Application of image reconstruction using MSCT raw data in the diagnosis of small skull fractures [J]. J Baotou Med, 2019, 43(4): 26-27. Chinese.
- [11] 张佳文, 黄斯灵, 刘扬, 等. 磁共振三维成像 3D-SPACE-STIR、3D-SPACE-T2WI 序列及图像融合技术对复杂性肛瘘的诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(3): 501-505.  
ZHANG J W, HUANG S L, LIU Y, et al. The diagnostic value of MR 3D-SPACE-STIR, 3D-SPACE-T2WI sequence and image fusion T1-technology in complex anal fistula [J]. J Clin Radiol, 2020, 39(3): 501-505. Chinese.
- [12] 刘良卿, 邢伟, 郑建刚, 等. 3DSPACE 序列对显示膝关节后外侧复合体的价值[J]. 实用放射学杂志, 2019, 35(3): 430-432, 436.  
LIU L Q, XING W, ZHENG J G, et al. The value of 3D-SPACE sequence to display posterolateral complex in the knee joint [J]. J Pract Radiol, 2019, 35(3): 430-432, 436. Chinese.
- [13] LIU J, WEI Y, MA Y J, et al. Magnetic resonance imaging of the zone of calcified cartilage in the knee joint using 3-dimensional ultrashort echo time cones sequences [J]. Chin Med J, 2019, 132(5): 562-568.
- [14] 黄景玉. X 线平片与 MSCT 对胫骨平台骨折影像学诊断价值比较[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2019, 17(6): 144-146.  
HUANG J Y. Comparison of diagnostic value of X-ray radiography and MSCT for tibial plateau fracture [J]. Chin J CT MRI, 2019, 17(6): 144-146. Chinese.
- [15] 赵凌云, 刘琴, 谈晓飞, 等. 优化 MRI 重 T2 3D-SPACE-STIR 序列在臂丛神经扫描中的临床应用价值[J]. 放射学实践, 2019, 34(5): 560-564.  
ZHAO L Y, LIU Q, TAN X F, et al. Feasibility study of optimized heavy T2 3D-SPACE-STIR MRI sequence in brachial plexus scanning [J]. Radiol Pract, 2019, 34(5): 560-564. Chinese.

(收稿日期: 2022-10-20 本文编辑: 王玉蔓)