

论 著

MRI 3D-MERGE序列对三角纤维软骨复合体损伤的诊断价值*

罗 铨* 王浩东 吴海燕
李东明
四川省骨科医院医学影像科
(四川 成都 610041)

【摘要】目的 探讨MRI 三维-多回波恢复梯度回波(three dimensional-multiple-echo recalled gradient echo, 3D-MERGE)序列在腕关节三角纤维软骨复合体(triangular fibrocartilage complex, TFCC)损伤中的诊断价值。方法 回顾性分析四川省骨科医院2021年1月-2022年1月因腕关节疼痛就诊的76例患者的临床资料, 其中男性35例, 女性41例, 年龄 16-52岁, 平均年龄39.6岁。所有患者行腕关节MRI 3D-MERGE序列检查, 并在随后接受腕关节镜手术。将TFCC损伤分为中心型损伤和边缘型损伤。以腕关节镜结果为金标准, 探讨分析MRI 3D-MERGE序列诊断TFCC损伤的敏感度、特异度。结果 腕关节镜检查确诊TFCC损伤者60例, 其中中心型16例, 边缘型28例, 中心型和边缘型损伤同时存在16例; MRI 3D-MERGE序列检查TFCC 损伤70例, 中心型13例, 边缘型35例, 22例同时存在中心型和边缘型损伤。对比得出MRI 3D-MERGE序列诊断TFCC损伤中心型损伤的敏感度、特异度分别为0.93、0.89, 边缘型损伤的敏感度、特异度分别为0.80、0.62。结论 MRI 3D-MERGE 序列对TFCC损伤有较高的诊断价值, 但相对于中心型损伤, MRI 3D-MERGE序列对边缘型损伤显示较低的特异度, 因此在临床中, 对于MRI提示的边缘型损伤患者, 医师还需结合患者临床病史和体格检查进行谨慎诊断。

【关键词】三角纤维软骨; 腕损伤;
3D-MERGE序列; 磁共振成像

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】四川省中医药管理局基金项目
(2021MS330)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.10.048

Diagnostic Value of MRI 3D-merge Sequence in Triangular Fibrochondral Complex Injury*

LUO Hua*, WANG Hao-dong, WU Hai-yan, LI Dong-ming.

Department of Medical Imaging, Sichuan Province Orthopedic Hospital, Chengdu 610041, Sichuan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the diagnostic value of the MRI three-dimensional-multiple-echo recalled gradient echo(3D-MERGE) sequence in the detection of triangular fibrochondral complex(TFCC) injury. **Methods** A retrospective case series analysis was performed in 76 patients with ulnar pain admitted in Sichuan Province Orthopedic Hospital from January 2021 to January 2022. There were 35 males and 41 females, aged 16-52 years(mean 39.6 years). The patients were examined with the wrist MRI 3D-MERGE sequence, and then received wrist arthroscopic detection or treatment. The TFCC injuries were classified as central injury and peripheral injury. Take the results of wrist arthroscopy as the gold standard, comparing the sensitivity and specificity of the MRI 3D-MERGE sequence in diagnosing TFCC injury. **Results** Wrist arthroscopy confirmed TFCC injuries in 60 patients, among which 16 patients were with central injury and 28 with peripheral injury, 16 cases of both central injury and peripheral injury. TFCC injuries were diagnosed with 3D-MERGE MRI sequence in 70 patients, among which 13 patients were central injury and 35 cases were peripheral injury, 22 cases of both central injury and peripheral injury. As for central injury, the sensitivity, specificity of the 3D-MERGE sequence were 0.93、0.89, respectively; However, for peripheral injury, the sensitivity, specificity of the MRI 3D-MERGE sequence were 0.80、0.62, respectively. **Conclusion** The MRI 3D-merge sequence have high diagnostic value in the diagnosis of TFCC injury. However, in the diagnosis of peripheral injury, MRI 3D-Merge sequence showed lower specificity compared to central injury. Therefore, in clinical practice, patients with peripheral injury suggested by MRI should be carefully diagnosed in combination with clinical history and physical examination.

Keywords: Triangular Fibrocartilage; Wrist Injuries; 3D-MERGE; Magnetic Resonance Imaging

三角纤维软骨复合体(triangular fibrocartilage complex, TFCC)是由固有的三角纤维软骨(triangular fibrocartilage, TFC)和毗邻的掌、背侧尺桡韧带以及远端的类半月板韧带、尺侧腕伸肌腱鞘、尺侧副韧带、尺三角韧带和尺月韧带等组成^[1]的一个复杂且精细的结构,起着维持腕关节和远尺桡关节稳定及缓冲压力冲击的重要作用。近年来,由TFCC损伤引起的腕尺侧疼痛及关节不稳而就诊的患者逐渐增多,如何早期、准确且无创的评估TFCC损伤的性质及部位成为临床工作中的重要挑战。磁共振成像(MRI)能够多序列、多参数、多方位成像,软组织和解剖结构显示清晰,随着腕关节专用线圈的普及应用和新技术新序列的开发, MRI对TFCC损伤的诊断价值日渐重要。本研究拟参考Palmer分型^[2]和Atzei分型^[3]方法,以腕关节镜结果作为金标准,探讨MRI 3D-MERGE序列对TFCC损伤的诊断效能。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集四川省骨科医院2021年1月至2022年1月期间因腕关节尺侧疼痛并相继行MRI检查和腕关节镜手术患者的相关资料, MRI检查距关节镜手术间隔2月内。

纳入标准: 在我院行腕关节MRI 3D-MERGE序列扫描, 图像清晰符合诊断标准。于我院行腕关节镜检查或治疗, 并对TFCC进行探查和相关手术记录。排除标准: 患侧腕关节感染、肿瘤或结缔组织病史者。患侧腕关节手术史。患侧腕关节畸形病史。

共纳入76例患者, 其中男性35例, 女性41例, 年龄16-52岁, 平均年龄39.6岁。其中40例有明确外伤史, 34例诊断为尺腕撞击综合征, 2例为腕背侧韧带鞘囊肿。本研究经四川省骨科医院伦理委员会审核批准, 因为为回顾性研究, 未经患者本人签署知情同意书。

1.2 检查设备及方法 MRI检查使用美国GE公司3.0T MRI扫描仪及腕关节专用线圈。患者取俯卧位, 腕关节尽量伸直, 线圈尽量包紧关节, 行腕关节常规轴位、冠状位、矢状位三个方位的质子压脂(PD-FS)序列扫描(TR 2068 ms, TE 51 ms, 矩阵 320×200, FOV 120×120, 层厚2mm, 层间距2.2mm)和冠状位T₁WI序列扫描(TR 463 ms, TE 14 ms, FOV 120mm×120mm, 矩阵 320×192, 层厚 2.6 mm, 层间距 2.8 mm), 最后加扫冠状位3D -MERGE序列(TR 40 ms, TE 15 ms, FOV 140mm×140mm, 矩阵 320×256, 层厚 1.4mm, 层间距 0.7mm)。

1.3 图像分析方法 由2名高年资医师(对骨肌核磁诊断具有6年及以上的工作经验)对MRI 3D -MERGE图像进行分析, 观察TFC、尺侧附着部(包括尺骨茎突凹及尺骨茎突尖部附着)、桡侧附着部、尺腕韧带及远尺桡韧带(包括掌、背侧尺桡韧带)的完整性以及有无信号异常, 对于诊断结果不统一的病例由两位医师进行讨论, 得出统一结果。

【第一作者】罗 铨, 女, 主治医师, 主要研究方向: 骨肌系统影像诊断。E-mail: 626526504@qq.com

【通讯作者】罗 铨

参考Palmer分型^[2]和Atzei分型^[3]方法，将阳性结果分为中心型损伤和边缘型损伤。中心型损伤即Palmer I A类损伤，损伤部位距TFC桡骨附着端2~3mm的中间部位，呈矢状方向的裂隙状撕裂^[2]或异常高信号；边缘型损伤包括尺侧附着部、桡侧附着部损伤(即Palmer I B类、I C类、I D类损伤^[2])、远尺桡韧带及尺腕韧带的损伤，尺侧附着部损伤包括浅、深层损伤，远尺桡韧带包括掌、背侧损伤。诊断标准为：软骨盘或韧带的低信号走行完全或部分中断且出现异常高信号，或正常纤维结构在连续多个层面消失^[4]。

2 统计学处理

以腕关节镜结果为金标准，以四格表的形式分别记录MRI 3D-MERGE序列诊断TFCC各部位损伤的真阳性、真阴性、假阳性、假阴性的例数，分别得出MRI 3D-MERGE序列诊断TFCC不同部位损伤的敏感度、特异度。

表1 MRI 3D-MERGE序列检查和腕关节镜检查对TFCC中心型损伤的诊断结果

3D-MERGE序列检查	腕关节镜检查		合计
	有TFCC中心型损伤	无TFCC中心型损伤	
有TFCC中心型损伤	30	5	35
无TFCC中心型损伤	2	39	41
合计	32	44	76

3 结果

3.1 腕关节镜结果 在纳入的76例患者中，关节镜确诊TFCC损伤60例，其中中心型16例，边缘型28例，中心型和边缘型损伤同时存在16例，其中边缘型损伤中，主要为尺侧附着部的损伤，为22例，桡侧附着部和尺背侧边缘损伤分别占2例和4例。

3.2 3D-MERGE序列 3D-MERGE序列共发现阳性者70例，其中中心型损伤13例，边缘型损伤35例，22例同时存在中心型和边缘型损伤。在边缘型损伤中，主要为尺侧附着部损伤，占23例，桡侧附着部损伤4例，尺背侧边缘损伤6例，尺侧同系物损伤2例。(图1-3)。

3.3 腕关节镜与3D-MERGE序列结果对比 对比腕关节镜结果，3D-MERGE序列诊断TFCC中心型损伤的敏感度、特异度分别为0.93、0.89(表1)，3D-MERGE序列对于TFCC边缘型损伤的敏感度、特异度分别为0.80、0.62(表2)。

表2 MRI 3D-MERGE序列检查和腕关节镜检查对TFCC边缘型损伤的诊断结果

3D-MERGE序列检查	腕关节镜检查		合计
	有TFCC边缘型损伤	无TFCC边缘型损伤	
有TFCC边缘型损伤	35	12	47
无TFCC边缘型损伤	9	20	29
合计	44	32	76

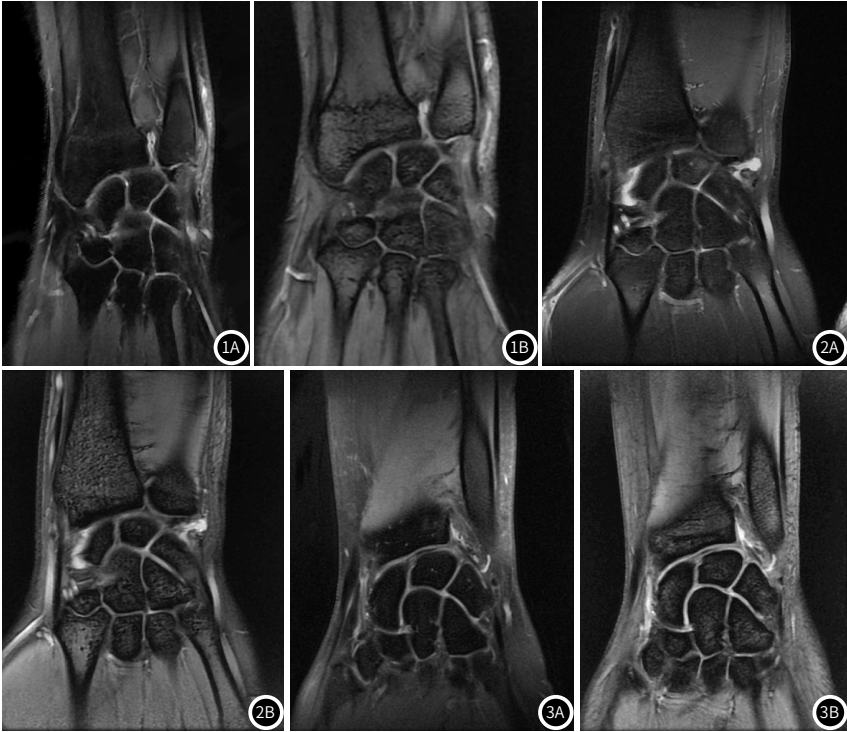


图1A-图1B 25岁女，无明显诱因腕尺侧疼痛不适1+年。1A：常规冠状位PD-FS图像提示三角纤维软骨盘信号增高，尺桡下关节间隙积液；1B：3D-MERGE序列显示三角纤维软骨盘裂隙状高信号，尺桡下关节间隙积液。
图2A-图2B 29岁男，因外伤致腕尺侧疼痛不适2+年。2A：常规冠状位PD-FS图像提示三角纤维软骨盘复合体尺侧附着处局部信号增高、纤维不连续，见液性高信号影；2B：3D-MERGE序列显示三角纤维软骨盘复合体尺侧浅层纤维不连续，见液性高信号影。
图3A-图3B 48岁女，无明显诱因腕尺侧疼痛不适5+年。3A：常规冠状位PD-FS图像提示三角纤维软骨盘局灶性高信号，尺侧附着处信号增高；3B：3D-MERGE序列显示三角纤维软骨盘及尺侧附着端见矢状方向的裂隙状高信号，尺桡下关节间隙积液。

4 讨 论

TFCC是腕关节尺侧的重要结构,起着维持远尺桡关节和尺腕关节稳定及缓冲压力冲击的重要作用。TFCC的血供主要由四周向软骨中心呈放射状分布,周边约10%~40%的区域血供丰富,而中央和桡侧缘则缺乏血液供应^[1]。因此,TFCC边缘尤其是尺侧结构的损伤通常以关节镜下缝合修复手术为主,而中央部及桡侧部的损伤则以关节镜下清创术为主^[5]。近年来,随着腕关节疼痛及关节不稳而就诊的患者逐渐增多,关于TFCC损伤的研究也更加着重于损伤的部位和性质^[6]。周祖彬等人^[7]认为远侧尺桡关节的稳定主要依赖于TFCC中的掌背侧尺桡韧带。Atzei^[3]则将TFCC尺侧结构分为浅层和深层,浅层纤维止于尺骨茎突尖部,深层纤维止于尺骨茎突凹,而深层纤维的异常可能是TFCC损伤相关的腕尺侧疼痛及关节不稳定的最主要原因^[3,8]。目前,在TFCC损伤分型中,主要有Palmer^[2]分型和Atzei^[3]分型法。Palmer分型是依据TFCC损伤的原因将TFCC损伤分为创伤型和退变型;Atzei分型则主要针对TFCC边缘部位的损伤,更倾向于治疗策略的指导性和各型损伤预后的评估^[9]。因此,在本研究中,参照上述两分型方法,将TFCC损伤分为中心型和边缘型损伤,以期有助于临床治疗方案的选择以及治疗后的评估。

目前TFCC损伤的诊断主要依赖于MRI及腕关节镜检查。与关节镜相比,MRI检查没有侵袭性,能够显示TFCC的精细解剖结构,对TFCC损伤病变的检出具有重要的作用^[10]。随着高新技术的不断发展,高场强MRI的使用,一系列新的优化序列相继出现。对比MRI常规序列,新的序列对TFCC损伤诊断的敏感度、特异度有不同程度提高^[4,10-14]。但因为TFCC解剖结构十分微小且复杂,不同个体间的解剖结构差异,各研究使用的设备、扫描条件、腕关节的摆位等都有可能影响MRI对TFCC损伤的诊断效果^[4],尤其是对边缘型损伤的诊断,使研究结果不尽相同。至今针对TFCC边缘结构损伤的诊断仍然是影像工作者的一大挑战^[13]。

3D-MERGE序列即多回波融合梯度回波序列,具有信噪比高、扫描时间短和可多平面重建的特点^[15]。目前这种技术主要应用于神经纤维及软骨的成像。本研究拟探讨3D-MERGE序列对TFCC损伤的诊断价值,同时观察其对TFCC边缘结构损伤的诊断能力。

在早期针对TFCC损伤的研究中,学者们并未对TFCC损伤的部位进行分区评价,近年来由于对边缘型损伤认识的逐渐加深,针对TFCC损伤部位的研究也逐渐增多。MRI对TFCC中心型损伤的诊断效能一致性均较高,在王志新等人^[4]的研究中,MRI对于TFCC中央穿孔的敏感度为0.97,特异度为0.91;刘路等人^[7]发现MRI对TFCC中央穿孔敏感度和特异度均为1。而关于TFCC外周结构损伤的研究报道却各不一致。Haims^[16]等人的研究结果显示MRI对TFCC外周结构损伤诊断的敏感度为0.17,特异度为0.79,而Wang^[17]等人的Meta分析中,其敏感度为0.88,特异度为0.97。在王志新^[4]等人的另一项研究中,3.0 T高清MRI对于边缘型损伤的敏感度为0.88,特异度为0.32。刘路^[7]等人利用3.0T高分辨MRI诊断远尺桡韧带尺侧浅、深层损伤的灵敏度和特异度分别为1和0.83。本研究中,3.0T 3D-MERGE序列对TFCC中心型损伤的敏感度和特异度为0.93,特异度为0.89,与文献报道相似,表明高分辨MRI 3D-MERGE序列对TFCC中心型损伤的诊断具有较高的准确性。而对于TFCC边缘型损伤,3D-MERGE序列的敏感度和特异度分别为0.80和0.62,敏感度与王志新等人的研究相似,特异度则与前述研究不同。分析可能原因,本组病例多为外伤和尺腕撞击患者,损伤多为尺侧,增加了观察者对于TFCC尺侧结构的注意力;另外,本组病例数有限,且接受腕关节镜患者多为保守治疗后效果不佳、临床高度怀疑TFCC损伤的患者,使“真阴性”病例减少,增加了样本偏差。这也是本次研究的局限性。

TFCC尺骨茎突附着处的疏松结缔组织、月骨和TFCC间关节液、TFCC近侧关节面与掌、背侧尺桡韧带的皱褶、TFCC内侧的血管较多等导致的高信号等都可以导致MRI常规序列检查中常见的TFCC损伤伪像^[18]。3D-MERGE序列在提高扫描速率的同时,薄层扫描能够减少图像的容积效应,使各组织结构边缘更清楚,对TFCC细微结构的损伤进行较清晰地呈现,能够一定程度提高对TFCC损伤的诊断效能,尤其是边缘型损伤。但相对于中心型损伤,3D-MERGE序列对边缘型损伤的特异性仍较低,因此在临床中,影像医师应在充分认识TFCC结构的基础上,结合临床查体;同时对于MRI提示的边缘型损伤患者,临床医师还需结合临床病史和详细的体格检查进行谨慎诊断。

参考文献

- [1]詹惠嘉,钱占华,叶薇,等.三角纤维软骨复合体正常解剖及损伤的影像学研究进展[J].中华医学杂志,2015,95(23):1868-1870.
- [2]Palmer AK.Triangular fibrocartilage complex lesions:a classification[J].J Hand Surg Am,1989,14(4):594-606.
- [3]Atzei A,Luchetti R,Garagnani L.Classification of ulnar triangular fibrocartilage complex tears.A treatment algorithm for Palmer type IB tears[J].J Hand Surg Vol,2017,42(4):405-414.
- [4]王志新,陈山林,刘波,等.3.0T高清MRI对三角纤维软骨复合体损伤的诊断价值[J].中华创伤杂志,2020,36(2):143-147.
- [5]刘路,刘波,陈山林,等.创伤性腕三角纤维软骨复合体损伤的诊治进展[J].中华创伤骨科杂志,2017,19(10):911-915.
- [6]屈笃哲,刘新强.AO-C型桡骨远端骨折合并三角纤维软骨复合体损伤的类型与3.0T MRI诊断价值[J].中国骨与关节损伤杂志,2022,37(11):1202-1204.
- [7]周祖彬,曹炳芳.三角纤维软骨复合体解剖及生物力学研究[J].中国骨伤,2006,19(11):666-667.
- [8]刘路,王志新,陈山林,等.三角纤维软骨复合体结构的解剖及磁共振表现比较[J].中华医学杂志,2021,101(12):836-840.
- [9]王志新,刘波,陈山林,等.腕关节体检对三角纤维软骨复合体损伤的诊断价值[J].中华创伤骨科杂志,2019,21(2):133-137.
- [10]高灿华,郑雷,康亚东,等.腕三角纤维软骨复合体损伤的MRI研究进展[J].实用放射学杂志,2023,39(2):325-327.
- [11]庄晓舫,汪荣,陈刚,等.MRI三维抗脂肪抑制梯度回波序列在三角纤维软骨复合体损伤诊断中的应用[J].中医正骨,2019,31(5):15-17.
- [12]Eladawi S,Mbbs,Balamoody S,et al.3T MRI of wrist ligaments and TFCC using true plane oblique 3D T2 Dual Echo Steady State (DESS) - a study of diagnostic accuracy[J].Br J Radiol,2022,95(1129):20210019.
- [13]Banjar M,Nor FEM,Singh P,et al.Comparison of visibility of ulnar sided triangular fibrocartilage complex (TFCC) ligaments between isotropic three-dimensional and two-dimensional high-resolution FSE MR images [J].Eur J Radiol.,2021,134:109418.
- [14]刘玉珂,张敏,张斌青,等.负重位MRI在腕关节三角纤维软骨复合体损伤中的应用[J].中国CT和MRI杂志,2014,9:97-99.108
- [15]曹俊涛,胡铭,钱平康,等.3.0T MRI 3D-MERGE序列在评价冈上肌肌腱损伤程度中的应用价值[J].诊断学理论与实践,2021,20(01):77-81.
- [16]Haims AH,Schweitzer ME,Morrison WB,et al.Limitations of MR imaging in the diagnosis of peripheral tears of the triangular fibrocartilage of the wrist[J].AJR Am J Roentgenol,2002,178(2):419-422.
- [17]Wang ZX,Chen SL,Wang QQ,et al.The performance of magnetic resonance imaging in the detection of the triangular fibrocartilage complex injury:a meta-analysis[J].J Hand Surg Eur Vol,2015,40(5):477-484.
- [18]郭会利,张敏,王军辉,等.磁共振成像在腕关节三角纤维软骨盘损伤诊断中的应用[J].中医正骨,2012,24(6):45-46,49.

(收稿日期:2023-11-15)

(校对编辑:韩敏求)