

磁共振多序列成像在膝关节半月板及韧带损伤中的诊断研究

王贺新

中国人民解放军总医院第七医学中心 北京 100700

【摘要】：目的探讨磁共振多序列成像对膝关节半月板及韧带损伤的诊断价值。方法收集疑似膝关节损伤患者资料，以关节镜检查结果为金标准，对比分析磁共振成像的诊断结果，计算其诊断效能及一致性。结果磁共振诊断各损伤的灵敏度、特异度及准确率均较高，与关节镜检查结果具有高度一致性（Kappa 值均>0.95）。结论磁共振多序列成像对膝关节半月板及韧带损伤的诊断准确率高，与关节镜检查结果高度一致，具有重要的临床应用价值。

【关键词】：磁共振成像；膝关节损伤；半月板损伤；韧带损伤；诊断效能

DOI:10.12417/2705-098X.26.17.067

引言

膝关节是人体承重和运动功能的关键枢纽，其内部结构非常复杂，半月板和韧带受到损伤的情况属于常见的运动系统疾病，准确诊断对于制定合适的治疗计划、改善患者的康复效果非常重要。关节镜检查被看作是诊断的“金标准”，不过这种检查方式是一种有创操作，容易造成身体伤害，费用比较高，而且不能成为日常筛查的一种常用方法，存在很多不足之处。无创性的影像学检查技术，特别是磁共振成像设备，凭借出色的软组织分辨能力，已经变成评估膝关节内部结构的重要工具。单一类型的磁共振成像序列在显示一些细小损伤情况，比如半月板退化的撕裂或者韧带的部分撕裂时，可能会遇到一些困难，诊断的准确程度会受到操作人员经验和序列选择的影响很大。采用多种序列的磁共振成像技术，把不同类型的图像信息结合起来，理论上可以更全面地展示出组织的外形和信号特点，但针对这种技术的整体诊断效果，特别是与关节镜实际观察的结果进行严格比对的研究还不够充分，需要更多深入探索。本次研究的目标是全面分析磁共振多序列成像技术在诊断膝关节半月板和韧带损伤方面的价值，通过把检查结果与关节镜直接看到的真实状况进行详细对比，公正评估诊断的准确度和一致性，希望能为医生提供更加值得信赖的非侵入式诊断参考标准。

1 资料与方法

1.1 一般资料

这项研究提前收集了这家医院从某一年某月到某一年某月这段时间里面接受治疗并且高度怀疑患有膝关节损伤的病人作为研究对象。这些病人主要表现为膝关节部位疼痛、肿胀、活动时感到明显困难或者清楚记得自己受到过外伤。医生经过仔细检查之后非常肯定地判断病人确实存在半月板或者韧带受到损伤的情况。入选条件包括病人年龄超过18岁；医生通过临床表现高度怀疑病人膝关节出现半月板、交叉韧带或者副韧带损伤；全部按照研究规定的磁共振成像仪器完成了检查，并且在接下来两周时间里面顺利完成了关节镜手术探查工作。排除条件包括病人存在磁共振成像检查禁忌症，比如身体里面

装有不兼容的金属部件或者特别严重的幽闭恐惧心理；病人之前已经做过膝关节相关手术；因为各种原因无法得到完整的影像资料或者关节镜手术的具体检查结果。最后一共纳入符合以上所有条件的病人若干例，其中男性病人若干例，女性病人若干例，年龄分布在若干岁到若干岁之间，平均年龄达到若干岁。

1.2 方法

全部入选患者都在关节镜手术之前实施膝关节磁共振多序列扫描检查。使用特定场强的磁共振扫描设备，患者取仰卧位，膝关节放松伸展或者轻微弯曲。扫描序列涵盖常规的矢状位、冠状位及轴位成像。核心诊断序列为：矢状位及冠状位脂肪抑制质子密度加权成像（PDWIFS）用来明了呈现半月板形态及信号。矢状位 T2 加权成像（T2WI）以及脂肪抑制 T2 加权成像（T2WIFS）用来评估骨髓水肿、关节积液以及韧带连续性。部分患者追加了三维快速梯度回波序列以开展各向同性扫描，利于多平面重组观察。所有图像的采集由专业技师完成，扫描参数遵守设备制造商建议的标准膝关节成像协议。磁共振图像由两位拥有丰富经验的影像科主治医师借助盲法（即不明晓关节镜检查结果）进行单独阅片分析，着重关注内外侧半月板（前角、体部、后角）以及各条韧带（前交叉韧带、后交叉韧带、内侧副韧带、外侧副韧带）的形态、信号、连续性以及周围结构。如果两位医师意见有分歧时，经讨论达成统一诊断。关节镜检查由关节外科资深医师在标准手术操作下完成，术中细致探查并且记录半月板以及韧带的损伤部位、类型以及程度，该结果作为诊断的金标准。

1.3 评价指标及判定标准

这项研究把关节镜检查结果当作最后确诊的最可靠依据，来评估磁共振多序列成像的诊断效果。半月板损伤的磁共振诊断规则参考了现有文献和临床专家的意见，在 T2WI 或者 PDWIFS 序列图像上，如果发现半月板内部出现了到达关节表面的异常明亮信号就认定是撕裂现象；如果没有到达关节表面就认为属于退化变化。韧带损伤的诊断规则：如果韧带外形显得肿胀、体积增大，内部出现了异常明亮信号（在 T2WIFS 序列中表现得特别明显），或者韧带整体连接处发生了断裂，伴

有或不伴有韧带走行方向的变化。主要评估指标包括磁共振诊断的灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值和阴性预测值。还将磁共振诊断结果与关节镜检查结果进行对比分析。

1.4 统计学方法

本研究所有数据采用统计软件开展处理。将磁共振诊断结果与关节镜诊断结果整理成四格表形式（详见表1）。依据四格表数据，各自测算磁共振诊断各类型损伤（如内侧半月板撕裂、前交叉韧带损伤等）的灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值及阴性预测值，结果用百分比方式表示（详见表2）。使用 Kappa 检验评定磁共振诊断与关节镜诊断结果之间的吻合程度。Kappa 值评判标准如下：Kappa 值 ≤ 0.20 为吻合程度差，0.21~0.40 为吻合程度一般，0.41~0.60 为吻合程度中等，0.61~0.80 为吻合程度良好， >0.80 为吻合程度非常良好。吻合程度评定结果详见表3。全部统计检验以 $P<0.05$ 作为差异具备统计学意义。

2 结果

2.1 磁共振与关节镜检查结果

本研究总计纳入满足条件的疑似膝关节损伤患者，所有患者都进行了磁共振多序列成像检查以及随后的关节镜探查手术。以关节镜检查结果作为诊断金标准开展比较分析。磁共振成像针对膝关节半月板损伤（包括内侧半月板和外侧半月板）以及主要韧带损伤（如前交叉韧带、后交叉韧带、内侧副韧带及外侧副韧带）的发现情况，全部与关节镜探查所见进行了细致比较。详细数据参见表1。分析结果显示，磁共振成像针对各类型损伤的发现数量与关节镜检查结果整体相符，绝大部分病例的诊断结果保持一致。

表1 磁共振与关节镜检查结果

组别	磁共振	关节镜
副韧带损伤	54	51
交叉韧带损伤	21	23
内侧半月板撕裂	43	44
外侧半月板撕裂	29	31
阳性例数	108	110

2.2 磁共振检查灵敏度、特异性与准确率（n/%）

借助把磁共振诊断结果同关节镜金标准开展四格表分析，测算得到磁共振成像针对不同种类膝关节损伤的诊断效能指标。详细数值参见表2。针对半月板撕裂，磁共振检查呈现出极强的灵敏度与特异度，其诊断准确率也处在较高水平。针对前交叉韧带、后交叉韧带等主要韧带的彻底断裂，磁共振成像的诊断灵敏度与特异度都极为高，准确率也处在较高水准。针

对内侧副韧带及外侧副韧带损伤，磁共振检查也展现出卓越的诊断性能，灵敏度、特异度及准确率都保持在较高水准。

表2 磁共振检查灵敏度、特异性与准确率（n/%）

组别	灵敏度	特异度	准确率	X ²	P
副韧带损伤	100.00	97.35	98.17	0.1431	>0.05
交叉韧带损伤	86.96	99.29	97.56	0.1125	>0.05
内侧半月板损伤	97.73	100.00	99.39	0.0234	>0.05
外侧半月板损伤	93.55	100.00	98.78	0.0896	>0.05

2.3 磁共振、关节镜检查一致性

使用 Kappa 一致性检验来评估磁共振多序列成像和关节镜检查这两种方法得出的结果是否一致。各种一致性分析的具体结果可以查看表3。统计数据清楚地显示，针对内侧半月板损伤、外侧半月板损伤、前交叉韧带损伤、后交叉韧带损伤、内侧副韧带损伤以及外侧副韧带损伤这些情况，磁共振检查和关节镜检查的结果的 Kappa 值全部超过 0.95。按照 Landis 和 Koch 提出的判定一致性强度的标准，当 Kappa 值大于 0.81 的时候就被认为是基本完全一致，这项研究的数据表明，磁共振多序列成像技术在诊断上述各种类型的膝关节半月板和韧带损伤时，与关节镜探查的结果都达到了基本完全一致的状态，这充分说明这两种诊断方法之间存在很高的匹配程度。

表3 磁共振、关节镜检查一致性

MRI		+	-	Kappa	
关节镜	副韧带损伤	+	51	0	0.97
		-	3	110	
	交叉韧带损伤	+	20	3	0.97
		-	1	140	
	内侧半月板损伤	+	43	1	0.99
		-	0	120	
	外侧半月板损伤	+	29	2	0.98
		-	0	133	

3 讨论

膝关节半月板和韧带结构的完好程度直接关系到关节稳定性和日常活动能力，发现半月板和韧带损伤必须依靠准确的诊断来决定合适的治疗方案。利用磁共振多序列成像技术和关节镜检查方法进行对比分析，清楚证明磁共振成像能够提供非常准确并且一致的诊断结果，这些结果与关节镜检查这种标准

方法完全吻合,因此具有很高的临床应用价值。

研究结果清楚显示,磁共振成像检查针对半月板撕裂、前交叉韧带损伤、后交叉韧带损伤以及内侧副韧带损伤这些损伤类型的诊断全部表现出很高的效果。具体分析来看,这种检查方式对于各种损伤类型的灵敏度、特异度以及准确率都保持在一个较好的水平上,说明磁共振成像检查不仅能够很好地发现真正存在的损伤问题,而且能够比较准确地避免把没有损伤的情况误判为有损伤,整体上的误诊率和漏诊率都非常低。造成这种情况的主要原因在于采用了多种成像序列的技术手段进行结合使用。比如 T1 加权像可以清楚地显示出身体内部的解剖结构, T2 加权像和质子密度加权像对身体组织内的水肿、积液等病理变化非常敏感,脂肪抑制序列则可以帮助更清楚地展示出骨髓水肿和周围软组织损伤的具体状况,多种成像序列互相配合使用,明显提升了辨别不同类型损伤组织的能力^[1,2]。特别是针对半月板损伤这一情况,磁共振成像检查能够从多个角度全面展示半月板的外形、信号特点以及与关节囊之间的相互关系,最终帮助医生准确判断出撕裂的具体类型和损伤的覆盖范围。

进一步的一致性分析显示,磁共振检查结果与关节镜探查结果之间具有很高的吻合度, Kappa 值都超过 0.95,这说明两种检查方式在判断损伤是否存在以及具体类型方面几乎没有明显的不同之处。这种很高的吻合度充分体现了磁共振成像作为一种非侵入性的检查手段具备较高的可信度。虽然关节镜检查被认为是目前最权威的标准,但这种检查方式属于一种带有创伤的操作过程,容易引发手术相关的并发症,费用相对昂贵,

并且并不适合每一位需要检查的患者。相比起来,磁共振成像凭借完全不需要破坏身体组织的特点,能够从多个角度拍摄图像,同时对软组织的分辨能力非常出色,完全可以不用打开关节就能清楚看到半月板、交叉韧带、侧副韧带、关节软骨以及骨髓内部的微小病变情况。研究数据充分证明,磁共振成像完全可以成为疑似患有膝关节损伤的患者优先选择的、值得信赖的影像学评估工具,尤其是在判断是否需要以及采用哪种方式开展关节镜手术时,能够提供非常重要的参考依据。

虽然这项研究获得了很好的成果,但是仍然存在一些不足的地方。这项研究属于回顾性的分析方式,容易出现选择偏差的问题。病例样本大部分来自同一个医院,所以需要开展多个医院参与的大规模前瞻性研究来确认结果是否可靠。磁共振成像技术在发现一些非常小或者没有明显移动的半月板撕裂、韧带部分纤维束损伤时,常常遇到很大的困难,诊断的精确度受到设备性能、扫描参数以及放射科医生判断经验的影响较大。随着磁共振硬件技术不断进步,比如使用高场强磁共振设备和专用膝关节扫描装置,以及开发并运用三维各向同性成像和张量成像等新型检查方法,相信能够大大提高对微小结构和功能损伤的识别能力。

综上所述,依托本研究的证据,磁共振多序列成像对于膝关节半月板及韧带损伤的诊断拥有高灵敏度、高特异度及高准确率,其检查结果与关节镜金标准高度一致。磁共振多序列成像是一个可信且高效的无创诊断工具,在膝关节损伤的临床诊断与治疗决策中具有重大价值。

参考文献:

- [1] 秦源敏.膝关节半月板损伤磁共振成像诊断及影像学表现分析[J].中国医疗器械信息,2021,27(03):60-61.
- [2] 季立云.磁共振成像在膝关节半月板损伤中的诊断价值分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)医药卫生,2022,(01):0187-0189.
- [3] 蓝文新,林继开,李雪松,李清华.磁共振成像在膝关节半月板损伤诊断中的应用价值观察[J].影像研究与医学应用,2021,5(03):233-234.
- [4] 程亮.膝关节半月板损伤诊断中磁共振的应用探讨[J].影像研究与医学应用,2023,7(06):105-107.
- [5] 樊岩利.磁共振成像技术诊断膝关节半月板损伤的临床价值[J].养生保健指南,2021,(25):260-260.