

论 著

肩关节冈上肌出口位与MRI在肩袖损伤诊断中的应用价值对比

李鑫鑫 李 韧 吴露露*
安徽理工大学第一附属医院(淮南市第一人民医院)影像中心(安徽 淮南 232000)

【摘要】目的 比较肩袖损伤诊断中肩关节冈上肌出口位数字化X射线摄影(DR)与磁共振成像(MRI)的临床价值。方法 选取2022年1月至2024年3月于医院就诊的疑似肩袖损伤的患者80例,均行肩关节冈上肌出口位DR与MRI诊断。以肩关节镜检查结果为“金标准”,比较肩关节冈上肌出口位DR与MRI诊断肩袖损伤的价值。结果 肩关节冈上肌出口位DR显示,65例患者肩峰形态为III型(钩状,肩峰下方有骨赘形成,肩峰尖端部位处呈现出钩形);52例患者肩峰-肱骨头间隙明显狭窄,肩峰下方有骨赘形成;肌腱不同程度的钙化,钙化在X射线上表现为亮点或斑片状密度增高影;关节间隙狭窄或关节面存在骨质增生;肱骨大结节出现囊性变、硬化及反应性增生等改变。肱骨头或冈上肌起点有骨刺形成。MRI显示,62例患者肩袖肌腱信号增强,T₂WI受损肌腱常呈现高信号,T₁WI上信号无显著变化;肌腱形态发生改变,43例患者肩袖肌腱变薄,30例增厚,7例不规则;在斜冠状位和斜矢状位上显示肩袖部分或全层撕裂;肌肉横截面积减少和脂肪浸润,考虑存在肌肉萎缩;肩峰下组织增厚或骨赘形成,导致肩袖受压;肩峰下滑囊炎在MRI上表现为滑囊增大,信号增强。MRI诊断肩袖损伤的阳性率高于肩关节冈上肌出口位DR($\chi^2=4.514, P=0.034$)。MRI诊断肩袖损伤的灵敏度、准确度及曲线下面积(AUC)均高于肩关节冈上肌出口位DR。结论 MRI诊断肩袖损伤的临床价值高于肩关节冈上肌出口位DR。

【关键词】肩袖损伤; 肩关节冈上肌出口位; 数字化X射线摄影; 磁共振成像
【中图分类号】R686
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.11.049

Comparison of the Diagnostic Value of Shoulder Supraspinatus Muscle Outlet and MRI in Rotator Cuff Injury

LI Xin-xin, LI Ren, WU Lu-lu*
Image Centre, The First Hospital of Anhui University of Science & Technology(Huainan First People's Hospital), Huainan 232000, Anhui Province, China

ABSTRACT
Objective To compare the clinical value of digital radiography (DR) of the supraspinatus outlet position of the shoulder joint with magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis of rotator cuff injuries.
Methods A total of 80 patients with suspected rotator cuff injuries who visited the hospital from January 2022 to March 2024 were selected. All patients underwent DR and MRI diagnosis of the supraspinatus outlet position of the shoulder joint. The results of the shoulder arthroscopy were used as the "gold standard" to compare the value of DR and MRI in diagnosing rotator cuff injuries. **Results** DR of the supraspinatus outlet position showed that in 65 patients, the acromial morphology was type III (hook-shaped, with osteophyte formation beneath the acromion, and the acromial tip presented a hook-like shape). In 52 patients, the acromiohumeral distance was significantly narrowed, with osteophyte formation beneath the acromion. Different degrees of tendon calcification, calcification on X-ray as bright spots or patchy increased density shadow. Narrowing of the joint space or osteophyte formation on the joint surface. Cystic changes, sclerosis, and reactive hyperplasia in the greater tuberosity of the humerus. Bone spurs formed on the humeral head or the origin of the supraspinatus muscle. MRI showed that in 62 patients, the signal of the rotator cuff tendon was enhanced, with the damaged tendon often showing high signal on T₂WI and no significant change in signal on T₁WI. Changes in tendon morphology, with 43 patients showing thinning of the rotator cuff tendon, 30 showing thickening, and 7 showing irregularity. Partial or full-thickness tears of the rotator cuff were displayed on oblique coronal and oblique sagittal positions. Reduction in muscle cross-sectional area and fat infiltration, suggesting muscle atrophy. Thickening of subacromial tissue or osteophyte formation, causing compression of the rotator cuff. Subacromial bursitis appeared as an enlarged bursa with enhanced signal on MRI. The positive rate of MRI in diagnosing rotator cuff injuries was higher than that of DR of the supraspinatus outlet position ($\chi^2=4.514, P=0.034$). The sensitivity, accuracy, and area under the curve (AUC) of MRI in diagnosing rotator cuff injuries were all higher than those of DR of the supraspinatus outlet position. **Conclusion** MRI has a higher clinical value in diagnosing rotator cuff injuries than DR of the supraspinatus outlet position of the shoulder joint.
Keywords: Rotator Cuff Injury; Exit Position of Shoulder Supraspinatus Muscle; Digital X-ray Photography; Magnetic Resonance Imaging

肩袖损伤是肩关节疾病中的重要类型,占肩关节疾病的15%~30%,涉及肩关节周围的肌腱和肌肉,尤其是冈上肌、冈下肌、肩胛下肌和小圆肌,也是维持肩关节稳定性的关键结构^[1]。随着社会人口老龄化的加剧和运动参与度的提高,肩袖损伤的发病率逐年上升,该病临床表现多样,轻者可能仅为肩部不适,重者可能出现肩关节活动受限、夜间痛醒等症状,严重影响患者的生活质量^[2-3]。随着医学影像技术的发展,肩袖损伤的诊断方法也在不断进步。冈上肌出口位X射线摄影(digital radiography, DR)和磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)作为两种不同的诊断手段,各有其优势和局限性^[4-5]。冈上肌出口位由于其特殊的投照角度,对于某些肩关节结构的显示具有独特优势,但其对软组织的损伤评估有限。MRI能够提供更为全面的肩袖损伤信息,包括肌腱的撕裂、炎症和退行性变化等。因此,对比这两种方法的应用价值,可帮助医生制定个性化和精准的诊疗方案。本研究旨在探讨肩关节冈上肌出口位DR与MRI在肩袖损伤诊断中的应用价值,通过对比两种检查方法的阳性检出率、灵敏度等,为临床医生提供更为合理的诊断决策依据,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年1月至2024年3月于医院就诊的疑似肩袖损伤的患者80例。男57例,女23例;年龄33~78岁,平均(57.58±9.92)岁;左肩35例,右肩45例。
纳入标准:年龄>18岁;肩关节疼痛时间超过3个月,疼痛程度影响日常生活和工作,肩关节活动受限,特别是在肩关节外展、上举和内旋时疼痛加剧,疑似肩袖损伤;精神正常,可配合肩关节冈上肌出口位DR与MRI诊断。排除标准:合并肩关节急性外伤性疾病;合并肩关节感染性疾病;合并自身免疫性疾病,如类风湿性关节炎、痛风等;合并严重心、肝、肾等内脏器官功能不全,无法耐受检查或治疗;肿瘤、神经病变或其他疾病导致的肩关节疼痛和活动受限;肩袖全层断裂或伴肱骨撕脱骨折等需行手术治疗的严重肩袖损伤;有肩关节手术史或肩关节内固定装置植入史;就诊前3个月内患侧肩关节接受过冲击波、关节腔内注射等治疗;MRI诊断禁忌症;妊娠期或哺乳期妇女。本

【第一作者】李鑫鑫,女,主管技师,主要研究方向:肩关节冈上肌出口位在临床(肩袖损伤)中的应用。E-mail: 19955493780@163.com
【通讯作者】吴露露,女,主治医师,主要研究方向:肩关节冈上肌出口位在临床(肩袖损伤)中的应用。E-mail: 312626617@qq.com

研究获取院伦理委员会批准,患者均自愿参与。

1.2 方法 肩关节冈上肌出口位DR诊断。选用双平板DR系统(北京万东医疗科技股份有限公司),平板探测器为碘化铯/非晶硅探测器,有效探测区域17×17英寸,焦距150cm,可覆盖整个肩关节区域,而不引起图像畸变。患者站立位,手心朝前,面对探测器,患侧贴近探测器,身体冠状轴与探测器呈45°,中心线向足侧倾斜15~25°,对准冈上肌出口处。曝光参数:管电压:60~70 kV,根据患者体型调整。管电流:自动曝光控制调整,以适应患者体型。曝光时间:0.05~0.1 s。图像应符合以下标准:锁骨肩峰端与肩峰错位,锁骨水平;肩胛上角与肩峰、肩胛骨内外侧缘重叠面呈“Y”型;肱骨头在“Y”型中部偏下方1/3位置;肩胛骨与肋弓不重叠。

MRI检查:选用3.0 T MRI扫描仪(德国西门子公司),保持患者仰卧位,将双手自然下垂,保持中立位置,即拇指朝上。随后,使用一个包裹式的表面线圈围绕受影响的肩部。检查过程包括以下几个步骤:首先,采用快速自旋回波FSE T₁加权成像(T₁ weighted imaging, T₁WI)序列(重复时间为728 ms,回波时间为10 ms,翻转角度90°),对肩关节进行横断位扫描;然后,使用快速自旋回波轴位脂肪抑制T₂加权成像(T₂ weighted imaging, T₂WI)(重复时间为4000 ms,回波时间为100 ms,翻转角度90°)、质子密度加权脂肪抑制序列(proton density-weighted fat suppressed sequence, PDFS),对肩关节横断位、斜矢状位、斜冠状位扫描。在进行扫描定位时,首先进行横断位扫描,确保定位线与肱骨骨干垂直。然后,行斜矢状位扫描,此时在轴位图像上确定定位线,使其垂直于冈上肌的长轴。最后,行斜冠状位扫描,需在轴位和斜矢状位图像上进行定位,确保定位线既与冈上肌肌腱的长轴平行,也与肱骨的长轴平行。在所有序列的扫描中,视场(FOV)设置为180mm×180mm, T₁WI横断位, T₂WI横断位、斜矢状位、斜冠状位扫描层厚为3mm,层间距为6mm,图像矩阵为384×384。PDFS横断位、斜矢状位、斜冠状位的扫描层厚

3.8mm,层间距3.85mm。使用专门的MRI工作站进行图像分析。

1.3 统计学处理 经SPSS 21.0统计学软件处理数据,计数资料用[n(%)]表示,用 χ^2 检验;绘制“四表格”判断不同诊断方式对肩袖损伤的诊断价值,灵敏度=真阳性/(真阳性+假阴性)、特异度=真阴性/(假阳性+真阴性)、准确度=(真阳性+真阴性)/总例数。建立受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC),以曲线下面积(area under the curve, AUC)评价诊断效能。P<0.05差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肩袖损伤诊断结果 80例疑似肩袖损伤患者经肩关节镜证实,71例发生肩袖损伤。

2.2 肩袖损伤诊断中肩关节冈上肌出口位DR、MRI的影像学表现 肩关节冈上肌出口位DR显示,65例患者肩峰形态为III型(钩状,肩峰下方有骨赘形成,肩峰尖端部位处呈现出钩形);52例患者肩峰-肱骨头间隙明显狭窄,肩峰下方有骨赘形成;肌腱不同程度的钙化,钙化在X射线上表现为亮点或斑片状密度增高影;关节间隙狭窄或关节面存在骨质增生;肱骨大结节出现囊性变、硬化及反应性增生等改变。肱骨头或冈上肌起点有骨刺形成。

MRI显示,62例患者肩袖肌腱信号增强, T₂WI受损肌腱常呈现高信号, T₁WI上信号无显著变化;肌腱形态发生改变,43例患者肩袖肌腱变薄,30例增厚,7例不规则;在斜冠状位和斜矢状位上显示肩袖部分或全层撕裂;肌肉横截面积减少和脂肪浸润,考虑存在肌肉萎缩;肩峰下组织增厚或骨赘形成,导致肩袖受压;肩峰下滑囊炎在MRI上表现为滑囊增大,信号增强。

患者男,44岁,右肩疼痛,活动受限20余年,加重1周。右肩冈上肌出口位DR显示冈上肌出口出距离约5.5mm(箭头所示)(图1)。右肩关节MRI提示:右肩冈上肌腱走行欠连续,增粗,可见条片状异常信号影,肩胛下肌腱PDFS序列信号稍增高,边界模糊(图2)。诊断为右肩冈上肌腱,肩胛下肌肌腱损伤。



图1 肩关节冈上肌出口位DR影像学表现。图2A-图2D MRI的影像学表现。

2.3 肩关节冈上肌出口位DR、MRI诊断肩袖损伤的结果 以肩关节镜检查结果为“金标准”,具体标准为:(1)直接观察:直接观察肩袖肌腱的完整性。如发现肌腱有明显的撕裂、磨损或炎症,表明肩袖损伤;(2)肌腱形态:正常的肩袖肌腱外观光滑、色泽均匀,损伤的肌腱出现变薄、磨损、局部出血或钙化;(3)肌腱的移动性:如肌腱固定或有明显的活动受限,表明有肩袖损伤。绘制“四表格”,结果显示,肩关节冈上肌出口位DR、MRI诊断肩袖损伤的阳性率分别为65.00%(52/80)、80.00%(64/80),MRI诊断肩袖损伤的阳性率高于肩关节冈上肌出口位DR($\chi^2=4.514$, P=0.034)。见表1。

表1 两种诊断方式诊断肩袖损伤的结果

		肩关节镜结果		合计
		阳性	阴性	
DR	阳性	52	3	55
	阴性	19	6	25
MRI	阳性	64	3	67
	阴性	7	6	13
合计		71	9	80

2.4 肩关节冈上肌出口位DR、MRI诊断肩袖损伤的临床价值 MRI诊断肩袖损伤的灵敏度、准确度及AUC均高于肩关节冈上肌出口位DR。见表2、图3。

表2 两种诊断方式诊断肩袖损伤的临床价值

诊断方式	灵敏度(%)	特异度(%)	准确度(%)	AUC	95% CI
DR	73.24(52/71)	66.67(6/9)	72.50(58/80)	0.700	0.587~0.797
MRI	90.14(64/71)	66.67(6/9)	87.50(70/80)	0.784	0.678~0.868

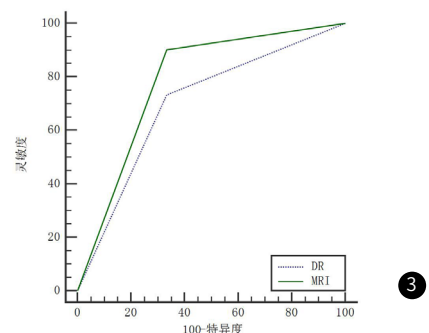


图3 肩关节冈上肌出口位DR、MRI诊断肩袖损伤的ROC曲线。

3 讨 论

肩袖损伤的发病通常与肌腱的过度使用、磨损或急性撕裂有关,肌腱血液供应不足导致修复能力下降,长期微小损伤累积可能最终导致肌腱的部分或完全撕裂,而肩峰下空间狭窄,即肩峰撞击综合征,也可能导致肌腱炎症和损伤^[6-8]。由于肩袖损伤的隐蔽性和初期症状的不典型性,多数患者在疾病早期通常难以察觉,导致病情延误诊断和治疗。而早期诊断则对于肩袖损伤的治疗至关重要,及时发现和治疗可以防止肌腱损伤的进一步恶化,降低并发症的风险,并提高治疗成功率,早期保守治疗,如物理治疗、药物治疗和适当的注射治疗,通常足以缓解症状并恢复功能^[9-10]。因此,探索有效的肩袖损伤诊断方法,提高诊断准确性具有重要意义。

本研究显示,肩关节冈上肌出口位DR诊断肩袖损伤的影像学表现主要为肩峰前外侧端形态异常、骨赘形成,肌腱的连续性中断,肩峰-肱骨头距离狭窄,肩峰或肱骨大结节处的骨赘形成,肩袖损伤区域钙化等,MRI主要表现为肌腱信号改变、肌腱变薄、增厚或形态不规则、肌肉萎缩、撞击综合征表现、肱二头肌长头腱病变、关节囊和滑囊变化等,MRI诊断肩袖损伤的阳性率高于肩关节冈上肌出口位DR。肩关节冈上肌出口位DR是一种特殊的肩关节X线片检查方法,主要用于观察肩关节的解剖结构,如肩峰的形状和肩峰下间隙等,可有效地判断肩关节的解剖结构,了解肩峰下骨赘情况,明确肩袖出口部位是否存在结构性狭窄症状,并通过观察冈上肌腱的形态和位置,判断肩袖损伤的程度和范围,清晰地显示冈上肌腱的钙化和肩峰下撞击综合征,且操作简单、费用低廉,易于被患者接受,但在展现肩峰下滑囊炎及冈上肌肌腱断裂情况时存在局限性,对软组织的损伤显示不足^[11-12]。MRI检查具有高软组织分辨率,能够直观地观察肩袖损伤的程度、大小和残余肩袖组织的情况,清晰地显示肩关节的解剖结构和病变特征,观察到肩袖肌腱撕裂、腱鞘积液、肌腱炎等病变,在显示肩袖损伤的信号异常、形态异常以及邻近组织的异常方面具有明显优势,且可评估肩袖撕裂的部位和大小、累及的范围、肌腱回缩、肌肉萎缩、脂肪浸润等多方面信息^[13-14]。此外,MRI在诊断肩袖损伤时,还可通过不同的扫描平面和序列,如斜冠状位、斜矢状位和轴位,以及T₁WI、T₂WI和PDFs等序列,来获得更全面的信息。相较于肩关节冈上肌出口位DR,MRI在软组织细节的显示上具有明显优势,能够提供更全面的肩袖损伤信息,如肩峰下撞击综合征、肩关节不稳等,为肩关节疾病的诊断和治疗提供更多信息,但成本较高。Dirkx G等^[15]研究发现,MRI诊断肩胛下肌腱撕裂的阴性预测值高达96.2%,是除关节镜外相对可靠的肩袖疾病诊断方式。

本研究还发现,MRI诊断肩袖损伤的灵敏度、准确度及AUC均高于肩关节冈上肌出口位DR,提示MRI的诊断价值高于肩关节冈上肌出口位DR。冈上肌出口位DR优势在于成本较低、操作简便,适用于初步筛查和特定病症的诊断。MRI在细节显示、软组织损伤评估、全面性诊断等方面具有更明显的优势,尤其适用于复杂或不明确的肩关节病症,以及需要进行手术前详细评估的情况^[16-17]。冈上肌出口位DR的准确性可能依赖于操作者的技术和经验,而MRI可能受限于设备的质量和分辨率。对于有MRI禁忌的患者(如体内有金属植入物的患者),冈上肌出口位DR可能是更好的选择。在临床实际种选择哪种检查方法应根据患者的具体情况、经济条件、医生的判断以及可用的医疗资源来决定,并综合考虑各种影像学表现,结合患者的临床症状和体格检查结果,以获得最佳的诊断效果。

综上所述,在肩袖损伤诊断中,MRI的诊断价值高于肩关节冈上肌出口位DR。本研究全面比较了肩关节冈上肌出口位DR与MRI诊断在肩袖损伤诊断中的应用价值,为临床选择合适的检查方法提供了依据。未来应探讨多种影像学检查方法(如超声、CT、MRI等)联合应用在肩袖损伤诊断中的价值,提高诊断准确性和效率。

参考文献

- [1] Fitzpatrick LA, Atinga A, White L, et al. Rotator cuff injury and repair[J]. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2022, 26(5): 585-596.
- [2] Simon LM, Nguyen V, Ezinwa NM. Acute shoulder injuries in adults[J]. *Am Fam Physician*, 2023, 107(5): 503-512.
- [3] 官皓天, 曲博, 高明, 等. 双能量CT对肩腱袖撕裂的诊断及分级价值[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2023, 21(8): 158-160.
- [4] 薛超, 史卓, 马云瑶. 冈上肌出口位X线片联合多层螺旋CT对肩峰下撞击综合征的诊断价值[J]. *临床和实验医学杂志*, 2022, 21(20): 2226-2229.
- [5] Song W, Guo X, Wang X, et al. A multi-center, single-blinded, randomized, parallel-group, superiority study to compare the efficacy of manipulation under anesthesia versus intra-articular steroid injection in the treatment of patients with frozen shoulder and a diagnosis of rotator cuff injury or tear by MRI: study protocol for a randomized controlled trial[J]. *Trials*, 2023, 24(1): 765.
- [6] Schwarz GM, Nitschke T, Hirtler L. Delamination in rotator cuff tears: Explanation of etiology through anatomical dissection[J]. *Clin Anat*, 2022, 35(2): 194-199.
- [7] Tong Z, Li H, Jin Y, et al. Mechanisms of ferroptosis with immune infiltration and inflammatory response in rotator cuff injury[J]. *Genomics*, 2023, 115(4): 110645.
- [8] Ruderman L, Leinroth A, Rueckert H, et al. Histologic differences in human rotator cuff muscle based on tear characteristics[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2022, 104(13): 1148-1156.
- [9] Lafrance S, Charron M, Roy JS, et al. Diagnosing, managing, and supporting return to work of adults with rotator cuff disorders: a clinical practice guideline[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2022, 52(10): 647-664.
- [10] Pierce J, Anderson M. Update on diagnostic imaging of the rotator cuff[J]. *Clin Sports Med*, 2023, 42(1): 25-52.
- [11] Yang J, Xiang M, Li Y, et al. The correlation between various shoulder anatomical indices on X-ray and subacromial impingement and morphology of rotator cuff tears[J]. *Orthop Surg*, 2023, 15(8): 1997-2006.
- [12] Shibayama Y, Imamura R, Hirose T, et al. Reliability and accuracy of the critical shoulder angle measured by anteroposterior radiographs: using digitally reconstructed radiograph from 3-dimensional computed tomography images[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2023, 32(2): 286-291.
- [13] Sahu AK, Moran EK, Gandikota G. Role of ultrasound and MRI in the evaluation of postoperative rotator cuff[J]. *J Ultrason*, 2023, 23(95): e188-e201.
- [14] Yu XK, Li J, Zhang L, et al. Magnetic resonance imaging evaluation of the correlation between calcific tendinitis and rotator cuff injury[J]. *BMC Med Imaging*, 2022, 22(1): 24.
- [15] Dirkx G, Pouliart N. How reliable are imaging protocols in the diagnosis of subscapularis tears[J]? *Acta Orthop Belg*, 2020, 86(4): 706-710.
- [16] Lin DJ, Schwier M, Geiger B, et al. Deep learning diagnosis and classification of rotator cuff tears on shoulder MRI[J]. *Invest Radiol*, 2023, 58(6): 405-412.
- [17] Fazal Gafoor H, Jose GA, Mampalli Narayanan B. Role of magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis of rotator cuff injuries and correlation with arthroscopy findings[J]. *Cureus*, 2023, 15(12): e50103.

(收稿日期: 2024-05-21)

(校对编辑: 姚丽娜)