

论 著

肌骨超声与磁共振成像诊断肩袖撕裂的对比分析*

黄彦¹ 吴润柏² 陈桂武¹
甘珍¹ 全叶青¹ 李文冉¹
吴现唯¹ 马利亚^{1,*}

1.东莞市人民医院超声科
2.东莞市人民医院骨科 (广东 东莞 523059)

【摘要】目的 比较分析肌骨超声和磁共振成像在诊断肩袖撕裂中的作用。方法 收集2021年2月至2022年2月在东莞市人民医院收治的43例怀疑肩袖撕裂患者。结果 超声、MRI和联合检查在不同类型肩袖撕裂的诊断中均存在显著差异性。超声、MRI和联合检查对冈上肌腱部分或全层撕裂、肱二头肌长头腱病变、盂肱关节腔积液或滑膜增生、肩峰下-三角肌下滑囊炎及肩峰下撞击综合征阳性的诊断准确度分别为62.79%、86.04%、65.12%、53.49%、90.7%、67.44%、37.21%、72.09%、84.21%、94.74%、89.47%、50%和60.46%、86.04%、81.4%、83.7%、100%、72.1%。绘制ROC曲线，超声、MRI及联合检查显示冈上肌腱部分和全层撕裂的AUC分别为0.613、0.687、0.596和0.842、0.684、0.842。结论 对于怀疑冈上肌腱全层撕裂的患者，可采用超声为首选影像学方法。联合检查可以提升肩峰下-三角肌下滑囊炎和肩峰下撞击综合征阳性的诊断能力。

【关键词】对比分析；超声；磁共振成像；肩袖撕裂
【中图分类号】R445.1；R445.2
【文献标识码】A
【基金项目】东莞市社会发展科技项目 (20211800902953)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.10.052

Comparative Analysis of Musculoskeletal Ultrasonography and Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Rotator Cuff Tears*

HUANG Yan¹, WU Run-bai², CHEN Gui-wu¹, GAN Zhen¹, QUAN Ye-qing¹, LI Wen-ran¹,
WU Xian-wei¹, MA Li-ya^{1,*}.
1.Ultrasound Department of Dongguan People's Hospital, Dongguan 523059, Guangdong Province, China
2.Orthopedics Department of Dongguan People's Hospital, Dongguan 523059, Guangdong Province, China

ABSTRACT
Objective This study aimed to compare musculoskeletal ultrasonography (US) with Magnetic Resonance Imaging (MRI) for the diagnosis of rotator cuff tears. **Methods** A total of 43 patients with suspected rotator cuff tears were analyzed from February 2021 to February 2022 at Dongguan People's Hospital. **Results** There were significant difference between US, MRI, and the combined US with MRI examinations in different degrees of tendon tears. The positive diagnostic accuracy of US, MRI and the combined US with MRI examinations for partial-thickness or full-thickness tears of supraspinatus tendon, lesions of the long head tendon of the biceps brachii, fluid accumulation or synovial hyperplasia in the glenoid humeral joint cavity, subacromial deltoid bursitis, and subacromial impingement syndrome was 62.79%, 86.04%, 65.12%, 53.49%, 90.7% and 67.44%, respectively, as compared with that of MRI (37.21%, 72.09%, 84.21%, 94.74%, 89.47% and 50%, respectively) and (60.46%, 86.04%, 81.4%, 83.7%, 100% and 72.1%, respectively). Drawing ROC curves, US, MRI, and combined examinations showed AUC of 0.613, 0.687, and 0.596 for partial tear of the supraspinatus tendon, respectively; US, MRI, and combined examination showed AUC of 0.842, 0.684, and 0.842 for full-thickness tear of the supraspinatus tendon, respectively. **Conclusion** For patients with suspected full-thickness tears of supraspinatus tendon, ultrasound may be the preferred imaging method. The combined examination could improve the diagnostic ability of subacromial deltoid bursitis and subacromial impingement syndrome to further guide surgical treatment.
Keywords: Comparative Analysis; Ultrasonography; Magnetic Resonance Imaging; Rotator cuff tears

肩袖撕裂是成人肩部疼痛的主要原因，在普通人群中患病率超过20%^[1]。肩袖撕裂是一种与年龄相关的内在退化过程^[2]。肌腱的老化和劳损可以引起肩关节功能降低，最终导致肩袖撕裂^[3]。肩袖撕裂的患者在休息或夜间均可出现疼痛。然而，疼痛程度却与撕裂严重程度无关。30%的60岁以上患者和62%的80岁以上患者出现无症状的肩袖撕裂^[4]。因此，肩袖撕裂的准确诊断可以帮助骨科医师制定及时的治疗策略，以减少疼痛、残疾和额外费用。超声由于其广泛的可及性、实时动态扫查、低成本和优越的空间分辨率，是评估肩袖撕裂的一线影像学检查方法。但是，超声的准确度取决于操作者技术，故其可重复性较低。MRI具有良好的软组织分辨率，可以提供包括肩袖撕裂的位置、大小、肌肉萎缩以及其他软组织损伤的信息。然而，MRI检查费用昂贵，体内有金属植入物、躁动不安者或患有幽闭恐怖症的患者无法配合。肩关节镜手术因可以直接可视化而被视为肩袖撕裂确诊的“金标准”。以往的研究集中于超声和MRI在肩袖撕裂诊断中的价值，但是对于是否需要联合应用还是选择性应用超声和MRI检查尚无明确的结论。本研究的目的是对比分析超声和MRI在诊断肩袖撕裂方面的作用以及在诊断不同撕裂程度中的能力，以期提升两种影像联合应用或选择性应用的效率。

1 资料与方法

一般资料：收集2021年2月至2022年2月在东莞市人民医院收治的怀疑肩袖撕裂患者。所有患者在我院同时行肩关节超声和MRI检查，后均接受关节镜手术治疗。体格检查、手术是由两名在运动医学方面具有5年以上工作经验的骨科医师进行，超声检查、MRI检查分别由两名在肌肉骨骼系统超声或MRI方面具有5年以上工作经验的超声医师、放射医师完成。所有超声和MRI检查均在关节镜手术前两周内进行。患者入选标准：有肩前方疼痛伴大结节近侧或肩峰下区域压痛，同时合并Neer撞击征试验、Hawkins撞击征试验、痛弧试验、Jobe's 征试验、0°外展抗阻试验等5项中任何1项特殊阳性体征的患者。排除标准：患肩关节周围肿瘤，类风湿性关节炎，合并严重的心、肝、肾、内分泌和造血系统等疾病，幽闭恐惧症患者。无法获得全部临床信息的患者被排除在本研究之外。本研究已通过医院伦理委员会批准，患者知情且自愿同意参加此项研究。最终43例患者入组，共有23名女性和20名男性，年龄23-79岁，平均(53.5±12)岁，中位病程为4.55个月。其中21例有外伤史，2例有肩部手术史(均非肩袖撕裂修复术)，其中右肩疼痛26例，左肩疼痛17例。体格检查证实33例患者具有肩峰下撞击综合征阳性。

【第一作者】黄彦，女，主治医师，主要研究方向：超声医学。E-mail: 53386344@qq.com
【通讯作者】马利亚，女，主任医师，主要研究方向：超声医学。E-mail: hy2001_2001@sohu.com

2 仪器与方法

超声检查采用佳能超声诊断仪(APLIO 500, 日本佳能公司)、14L5线阵探头。根据欧洲肌肉骨骼放射学会发布的肌肉骨骼超声技术指南^[5]制定的检查规范,所有受试者均行患侧肩关节超声检查。重点观察肌腱的厚度、连续性和回声,以及肱二头肌长头腱和腱鞘的异常变化,同时观察肩峰下-三角肌下滑囊和盂肱关节腔有无积液或滑膜增生,是否存在肩峰下撞击综合征。超声评估:正常的肩袖肌腱回声比三角肌更均匀、更强。当肩峰下完全撕脱和回缩而无法观察肩袖时,或者当撕裂肌腱末端的回缩程度不同导致肩袖出现中央部缺陷时,诊断为完全撕裂。当肩袖滑囊侧有缺陷或肩袖关节侧有明显的低或高或混合回声缺陷时,诊断为部分撕裂。当肱二头肌长头腱出现肌腱增厚、腱鞘积液、腱鞘内滑膜增生时,诊断为肱二头肌长头腱病变。正常情况下肩部外展时可见肱骨大结节、冈上肌腱、肩峰下-三角肌下滑囊从肩峰外侧平滑地移向肩峰深部,患者无活动受限或疼痛。当肱骨头移动受阻,则为肩峰下撞击综合征阳性。

MRI检查采用西门子3.0T MR扫描仪。每个MRI都有矢状、冠状和轴向的T₁加权图像,以及斜冠状、斜矢状和轴向的T₂加权图像(包括脂肪抑制T₂WI或质子密度加权像)。MRI评估:在脂肪抑制T₂WI或质子密度加权像中,高信号贯穿整个肌腱,表明完全撕裂;而高信号显示在肌腱的同一侧,没有穿透整个肌腱,则表明部分撕裂^[6]。肩峰下撞击综合征直接征象主要为肩峰下间隙狭窄,同时伴有冈上肌腱形态及信号的改变。肩峰下间隙测量:斜冠状位肩峰下缘至肱骨头之间最短距离,其值<7mm即为肩峰下间隙狭窄^[7]。

联合检查评估:为平行诊断,即同时进行超声和MRI检查,只要有一种检查结果为阳性,结果即判定为阳性。以关节镜手术结果为“金标准”。根据Ellman分类^[8]证实是否存在部分或全层撕裂。然而,关节镜评估因为只能看到肌腱的表面,故腱内撕裂不在本研究范围内。

3 统计学分析

采用SPSS 22.0软件对数据进行统计学分析。服从正态分布的计量资料以平均数和标准差表示。以关节镜手术结果为“金标准”,分别计算超声、MRI、联合检查对不同类型肩袖撕裂的准确度、敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值。计数资料以频数表示,采用 χ^2 检验进行组间比较。采用秩和检验进行多组间比较。绘制超声、MRI、联合检查诊断冈上肌腱部分或全层撕裂的受试者工作特征曲线(ROC)。对P<0.05为差异有统计学意义。

4 结果

4.1 关节镜手术结果

在43例患者中,关节镜手术证实有35例为肩

袖撕裂,包括33例为冈上肌腱撕裂和2例为肩胛下肌腱撕裂,37例存在肱二头肌长头腱病变,41例存在盂肱关节腔积液或滑膜增生,43例存在肩峰下-三角肌下滑囊炎,33例存在肩峰下撞击综合征阳性。关节镜手术证实有16例为部分撕裂、19例为全层撕裂,8例为正常肩袖(图1)。关节镜手术对42例肩关节进行了肩峰下减压成形术,32例肩袖进行了肩袖撕裂缝合修复术,27例肩关节行关节松解。

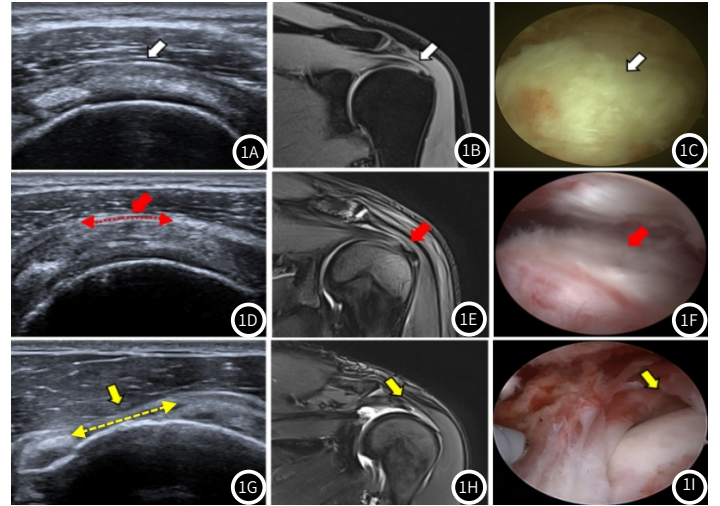


图1A-图1I 三名不同类型肩袖撕裂患者的超声、MRI和关节镜图像。1A-1C 患者男,39岁,肩关节反复疼痛2年余,加重1天。1A 正常冈上肌腱超声图(白色箭头);1B 正常冈上肌腱MRI图(白色箭头);1C 正常冈上肌腱关节镜图(白色箭头);1D-1F 患者女,38岁,肩关节疼痛、活动受限3月余。1D 冈上肌腱部分撕裂超声图(红色箭头,红色虚线为撕裂的距离);1E 冈上肌腱部分撕裂MRI图(红色箭头);1F 冈上肌腱部分撕裂关节镜图(红色箭头);1G-1I 患者男,44岁,扭伤致肩关节疼痛、活动受限3月余。1G 冈上肌腱全层撕裂超声图(黄色箭头,黄色虚线为撕裂的距离);1H 冈上肌腱全层撕裂MRI图(黄色箭头);1I 冈上肌腱全层撕裂关节镜图(黄色箭头)。三例患者的超声图均为冈上肌腱短轴切面,MRI图均为斜冠状T₂加权图像。

4.2 超声、MRI及联合检查的诊断效能

2.2.1 对肩袖撕裂的诊断效能 以关节镜结果为“金标准”,超声、MRI及联合检查诊断冈上肌腱撕裂的准确度、灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值(见表1及图1)。

2.2.2 对其他病变的诊断效能 超声、MRI及联合检查分别发现29例、35例、41例肱二头肌长头腱病变,23例、37例、38例盂肱关节腔积液或滑膜增生,39例、34例、43例肩峰下三角肌下滑囊炎和29例、16例、33例肩峰下撞击综合征阳性。超声、MRI及联合检查对肱二头肌长头腱病变、盂肱关节腔积液或滑膜增生、肩峰下-三角肌下滑囊炎及肩峰下撞击综合征阳性检查的准确度分别为65.12%、53.49%、90.7%、67.44%,84.21%、94.74%、89.47%、50%和81.4%、83.7%、100%和72.1%(表1)。

表1 与关节镜手术相比,超声、MRI和联合检查对于肩袖撕裂的诊断效能

检查方法	疾病情况	准确度(%)	敏感度(%)	特异度(%)	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)
超声	冈上肌腱撕裂	76.74	81.82	60	87.1	50
	部分撕裂	62.79	57.14	65.52	44.44	76
	全层撕裂	86.04	68.42	100	100	80
	肱二头肌长头腱病变	65.12	66.67	50	92.86	13.33
	盂肱关节腔积液或滑膜增生	53.49	53.66	50	95.65	5
	肩峰下-三角肌下滑囊炎	90.7	90.7	-	100	0
	肩峰下撞击综合征阳性	67.44	72.73	50	82.76	35.71
MRI	冈上肌腱撕裂	57.5	60.61	42.86	83.33	18.75
	部分撕裂	37.21	14.29	48.28	11.76	46.15
	全层撕裂	72.09	36.84	100	100	66.67
	肱二头肌长头腱病变	84.21	91.43	0	91.43	0
	盂肱关节腔积液或滑膜增生	94.74	97.3	0	97.3	0
	肩峰下-三角肌下滑囊炎	89.47	89.47	-	100	0
	肩峰下撞击综合征阳性	50	45.16	71.43	87.5	22.73
联合检查	冈上肌腱撕裂	74.4	81.8	50	84.4	45.5
	部分撕裂	60.46	57.14	62.07	42.11	75
	全层撕裂	86.04	68.42	100	100	80
	肱二头肌长头腱病变	81.4	0	94.6	0	85.4
	盂肱关节腔积液或滑膜增生	83.7	0	87.8	0	94.7
	肩峰下-三角肌下滑囊炎	100	-	-	-	-
	肩峰下撞击综合征阳性	72.1	40	81.8	40	81.8

4.3 对不同类型肩袖撕裂诊断的对比分析

4.3.1 对肩袖部分撕裂、全层撕裂和正常肩袖的对比分析 超声、MRI及联合检查显示为肩袖部分撕裂、全层撕裂和正常肩袖分别为19例、14例、10例,17例、7例、19例和20例、14例、9例。这三种检查方法在不同类型肩袖撕裂均具有统计学意义($\chi^2=25.647$, $P<0.001$; $\chi^2=24.315$, $P<0.001$; $\chi^2=23.344$, $P<0.001$)(表2)。

4.3.2 对冈上肌腱部分撕裂和全层撕裂的对比分析 超声、MRI及联合检查显示冈上肌腱部分或全层撕裂的病例数分别为18例、13例, 17例、7例和19例、13例, 三种检查方法之间存在显著的差异性($P<0.05$)(表3)。其中超声和MRI检查的一致性为中等性($\kappa=0.433$, $P<0.001$)。绘制ROC曲线, 超声、MRI及联合检查显示冈上肌腱部分撕裂的AUC分别为0.613、0.687和0.596; 超声、MRI及联合检查显示冈上肌腱全层撕裂的AUC分别为0.842、0.684和0.842(图2)。

4.3.3 对其他疾病的诊断对比分析 这三种检查方法在肱二头肌长头腱病变、盂肱关节腔积液或滑膜增生、肩峰下-三角肌下滑囊炎及肩峰下撞击综合征阳性的诊断方面均存在显著的差异性($P<0.001$)(表3)。

表2 关节镜所示不同类型肩袖撕裂在超声、MRI及联合检查的诊断差异

	n(%)	部分撕裂	全层撕裂	χ^2 值	P值
超声	33	19/43(44.2)	14/43(32.6)	25.647	<0.001
关节镜	35	16/43(37.2)	19/43(44.2)		
2A 超声与关节镜对比在不同类型肩袖撕裂的诊断价值					
	n(%)	部分撕裂	全层撕裂	χ^2 值	P值
MRI	24	17/43(39.5)	7/43(16.3)	24.315	<0.001
关节镜	35	16/43(37.2)	19/43(44.2)		
2B MRI与关节镜对比在不同类型肩袖撕裂的诊断价值					
	n(%)	部分撕裂	全层撕裂	χ^2 值	P值
联合检查	34	20/43(46.5)	14/43(32.6)	23.344	<0.001
关节镜	35	16/43(37.2)	19/43(44.2)		
2C 联合检查与关节镜对比在不同类型肩袖撕裂的诊断价值					

注: $P<0.05$ 被认为是差异有统计学意义。

表3 超声、MRI和联合检查在诊断肩袖撕裂中的对比分析

	关节镜	超声	MRI	联合检查	P值 ¹	P值 ²	P值 ³	P值 ⁴
冈上肌腱	33/43(76.7)	31/43(72.1)	24/43(55.8)	32/43(74.4)				
部分撕裂	14/43(32.6)	18/43(41.9)	17/43(39.5)	19/43(44.2)	0.002	0.014	...	0.005
全层撕裂	19/43(44.2)	13/43(30.2)	7/43(16.3)	13/43(30.2)	<0.001	0.008	<0.001	<0.001
肱二头肌长头腱病变	31/43(72.1)	29/43(67.4)	35/43(81.4)	41/43(95.3)	<0.001	0.003	<0.001	<0.001
盂肱关节腔积液或滑膜增生	37/43(86)	23/43(53.5)	37/43(86)	38/43(88.4)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
肩峰下三角肌下滑囊炎	38/43(88.4)	39/43(90.7)	34/43(79)	43/43(100)	<0.001	...	<0.001	<0.001
肩峰下撞击综合征阳性	31/43(72.1)	29/43(67.4)	16/43(37.2)	33/43(76.7)	<0.001	0.033	<0.001	<0.001
总计				43				

注: ¹对比超声、MRI和联合检查;²对比超声和MRI;³对比超声和联合检查;⁴对比MRI和联合检查。
 $P<0.05$ 被认为具有统计学显著差异。

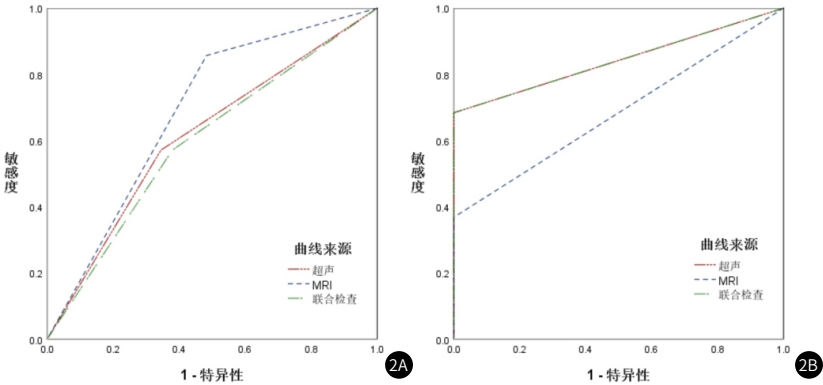


图2A-图2B 超声、MRI及联合检查在诊断冈上肌腱部分或全层撕裂的ROC曲线。2A 冈上肌腱部分撕裂的ROC曲线; 2B 冈上肌腱全层撕裂的ROC曲线。

5 讨论

在43例患者中,有26名患者(60%)为右肩疼痛,有17名患者(40%)为左肩疼痛,右肩疼痛比左肩更为常见。这个结果与Jong Moon Kim^[9]的研究结果一致。右手受到左脑的支配,执行力比较强。这就意味着右侧肩关节过度使用将比较容易出现退行性改变、肌腱退化,从而出现肌腱撕裂。

对于超声检出、鉴别肩袖部分和全层撕裂的敏感性,目前各个研究结果并不一致^[10-15]。然而,这些研究在分析数据时要么不区分撕裂类型,要么将全层撕裂视为真阳性。如果全层撕裂被认为

为是“真阳性”,则敏感度和特异度显著增加。其次,这些研究中均未明确指出肌腱撕裂位置。而我们的研究中,将冈上肌腱明确划分为部分和全层撕裂。

先前的研究表明,超声检测肩袖撕裂的敏感度为77%-81%,特异度为82%-83%^[16-17]。在我们的研究中发现超声检测冈上肌腱撕裂的特异度相似,但敏感度偏低,以部分撕裂为主。这一结果可能是由于在我们的研究中,少数患者患有慢性肌腱疾病而出现肌腱的反复慢性微损伤。超声显示在肌腱中出现细长而曲折的低

或无回声,但这不是真正的肌腱撕裂。这种声像可能会对肌腱撕裂的诊断产生误导^[18]。当然,各向异性伪像亦可干扰肌腱附着处的超声显示。本研究发现10例正常肌腱均被超声误诊为冈上肌腱部分撕裂。其误诊的原因在于此。此外,我们的研究证实超声和联合检查诊断冈上肌腱全层撕裂的AUC最大,效果一般,且二者的诊断一致。超声通过实时动态扫查及双侧对比,动态观察肌腱活动度,更为清晰的显示撕裂处位置及大小。同时,超声因为具有廉价、舒适、疼痛点扫查的特点。故在临床上怀疑全层撕裂的患者,可采用超声为首选影像学检查方法。

我们的研究证实超声检查对冈上肌腱部分撕裂的准确度、敏感度及特异度都比MRI和联合检查更高,但是MRI诊断冈上肌腱部分撕裂的AUC最大,效果较低。本研究发现15例正常肌腱均被MRI误诊为冈上肌腱部分撕裂。其误诊原因与部分撕裂处信号不够高有关。MRI显示撕裂处信号不够高,没达到液体信号强度时易误诊为肌腱变性。不能单纯把撕裂处信号增高作为诊断标准,需要多结合其他的间接影像改变,如矢状位冈上肌已明显萎缩,即使冈上肌腱异常信号处达不到液体信号也要考虑全层撕裂的可能。本研究发现12例冈上肌腱部分撕裂均被MRI漏诊。其漏诊原因为位于止点处肌腱纤维走行方向与MRI斜冠状扫描成像的方向不一致,导致MRI扫描成像无法显示止点处肌腱纤维断裂情况。其次,由于撕裂区域慢性纤维化造成撕裂的边缘部分相互粘连,从而引起肌腱仍相连续的假象,故在MRI检查中看起来是完整的而造成漏诊^[19-20]。

在我们的研究中,MRI对肱二头肌长头腱病变和孟肱关节腔积液或滑膜增生的准确度高于超声和联合检查。Alasaarela E^[21]报道了超声检查与关节镜手术对肱二头肌长头腱病变和孟肱关节腔积液或滑膜增生的诊断一致性较高。但是,超声检查其整体观低、可重复性低、无法穿透骨组织,对于不规则的深方腔隙结构显示率低。MRI检查具有无创、无放射、可重复性好、软组织分辨率高、穿透力强等优点,可以同时为肱二头肌长头腱病变和孟肱关节腔积液或滑膜增生提供一些更全面的结构显示^[22]。

我们还发现,在肩峰下-三角肌下滑囊炎和肩峰下撞击综合征阳性的准确度方面,联合检查的准确度高于单独的超声或MRI检查。其原因在于联合检查不仅具有超声实时动态检查的特点,而且还具有更全面的MRI肩关节全貌,从而可以更清晰、完整地显示肩峰下-三角肌下滑囊和肩峰下撞击综合征的情况。

尽管如此,这项研究仍有一些局限性。首先,这是一项单中心对少数怀疑肩袖撕裂患者的回顾性分析。因此,研究中不允许进行全面的多变量分析。其次,它不可避免地受到患者、超声医师、放射科医师和外科医师的主观和客观因素的影响,例如超声评估的积极性。最后,关节镜作为“金标准”的使用可能存在缺陷,因为超声和MRI上显示的肌腱内撕裂关节镜无法识别。

综上所述,超声和MRI在肩袖撕裂的诊断中都具有较高的应用价值。对于怀疑冈上肌腱全层撕裂的患者,可采用超声为首选影像学检查方法。联合检查不能提升超声或MRI对于冈上肌腱撕裂、肱二头肌长头腱病变和孟肱关节腔积液或滑膜增生的诊断能力,反而提升肩峰下-三角肌下滑囊炎和肩峰下撞击综合征阳性的诊断能力,有助于进一步指导手术治疗。

参考文献

- [1] Yamamoto A, Takagishi K, Osawa T, et al. Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2010, 19: 116-120.
- [2] Alexis D, Michael D. Rotator cuff disease: treatment options and considerations[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2018, 26: 129-133.
- [3] Michael S, Martin B, Patrick B, et al. Age- and gender-related differences in the morphology of cuff tear arthropathy: a cross sectional analysis[J]. J Funct Morphol Kinesiol, 2023, 11; 8(1): 8.
- [4] Teunis T, Lubberts B, Reilly B, et al. A systematic review and pooled analysis of the prevalence of rotator cuff disease with increasing age[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2014, 23: 1913-1921.
- [5] The Ultrasound Subcommittee of the European Society of Musculoskeletal Radiology (ESSR). Musculoskeletal ultrasound: technical guidelines[J]. Insights Imag, 2010, 1(3): 99-141.
- [6] Midhat P, Michael H. Management of acute rotator cuff tears[J]. Orthop Clin North Am, 2022, 53(1): 69-76.
- [7] 陈雯, 袁慧书. 肩关节撞击综合征的影像评估[J]. 中华放射学杂志, 2021, 55(1): 91-94.
- [8] Ellman H. Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears[J]. Clin Orthop Relat Res 1990, 254: 64-74.
- [9] Jong M, Yong W, Hyoung S, et al. The relationship between rotator cuff tear and four acromion types: cross-sectional study based on shoulder magnetic resonance imaging in 227 patients[J]. Acta Radiol, 2019, 60(5): 608-614.
- [10] Amandeep S, Chuni L, Kamlesh G, et al. Role and correlation of high resolution ultrasound and magnetic resonance imaging in evaluation of patients with shoulder pain[J]. Pol J Radiol, 2017, 28; 82: 410-417.
- [11] Fischer C, Weber M, Neubecker C, et al. Ultrasound vs. MRI in the assessment of rotator cuff structure prior to shoulder arthroplasty[J]. J Orthopedics, 2015, 12(1): 23-30.
- [12] Milosavljevic J, Elvin A, Rahme H. Ultrasonography of the rotator cuff: a comparison with arthroscopy in one-hundred-and-ninety consecutive cases[J]. Acta Radiol, 2005, 46: 858-65.
- [13] Kalia V, Freehill M, Miller B, et al. Multimodality imaging review of normal appearance and complications of the postoperative rotator cuff[J]. AJR Am J Roentgenol, 2018, 211(03): 538-547.
- [14] Laura A, Angela A, Lawrence W, et al. Rotator Cuff Injury and Repair[J]. Semin Musculoskelet Radiology, 2022, 26(5): 585-596.
- [15] 毕蓓蓓, 王海丽, 郭皖豫, 等. MRI与高频超声在诊断肩袖损伤中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020(04): 139-141.
- [16] Fanxiao L, Jinlei D, Wun-Jer S, et al. Detecting rotator cuff tears: a network meta-analysis of 144 diagnostic studies[J]. Orthop J Sports Med, 2020, 5; 8(2): 2325967119900356.
- [17] Ahmed E, Andrew K, Mark F. Accuracy of ultrasonography (US) and magnetic resonance imaging (MRI) in detection of rotator cuff tears in district general hospital[J]. Pol J Radiol, 2017, 82: 634-637.
- [18] Jamadar D, Robertson B, Jacobson J, et al. Musculoskeletal sonography: important imaging pitfalls[J]. AJR Am J Roentgenol, 2010, 194(1): 216-225.
- [19] 叶成斌, 郑彬, 张小镇, 等. 冈上及冈下肌腱撕裂的MRI表现及漏误诊分析[J]. 中华放射学杂志, 2021, 55(6): 650-654.
- [20] 彭杰, 王良勇, 马静, 等. 不同场强MRI及CT对肩袖损伤诊断的对比研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023(01): 158-160.
- [21] Nho S, Strauss E, Lenart B, et al. Long head of the biceps tendinopathy: diagnosis and management[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2010, 18(11): 645-56.
- [22] Erin M. MR Imaging of the Rotator Cuff[J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2020, 28(2): 165-179.

(收稿日期: 2023-10-24)

(校对编辑: 韩敏求)