

论 著

肩部MRI预测肩袖撕裂患者康复疗效的价值研究*

王 磊^{1,*} 魏友平² 王冉东³
李 丰¹ 邱志勇¹ 王晓娟⁴

- 1.航空总医院康复医学科 (北京 朝阳 100012)
2.航空总医院影像科 (北京 朝阳 100012)
3.航空总医院关节外科 (北京 朝阳 100012)
4.首都医科大学附属北京朝阳医院
康复医学科 (北京 朝阳 100020)

【摘要】 目的 探讨MRI预测肩袖撕裂患者康复相关的独立预后因素。方法 回顾性分析2020年1月至2024年1月83名肩袖撕裂康复患者的肩部MRI，评估肩袖撕裂类型、撕裂腱退缩程度、撕裂腱前后(AP)尺寸、撕裂边缘信号强度、冈上肌和冈下肌脂肪浸润程度以及肩峰肱骨间隙(AHI)。将患者分为复撕组或完整组，比较肩部MRI差异。结果 总的复撕率为57.8%。复撕组和完整组的腱退缩程度均值(20.4 vs 11.7 mm)、撕裂尺寸的AP尺寸(16.1 vs 11.4 mm)、AHI(6.8 vs 8.7 mm)以及冈上肌和冈下肌脂肪浸润程度的均值存在显著差异(对于冈上肌，复撕组有3、30和15名患者，完整组有5、27和3名患者分别为Goutallier分级1、分级2和3级和4级浸润；对于冈下肌，复撕组有27、12和9名患者，完整组有29、5和1名患者分别为Goutallier分级1、分级2和3级和4级浸润)。多变量分析显示，AHI和腱退缩程度是影响肩袖修复后复撕的独立预测因素。结论 修复后肩袖腱的复撕率约为57.8%，术前磁共振图像上的腱退缩程度和AHI是复撕的独立预测因素。

【关键词】 肩部MRI；肩袖撕裂；康复效果
【中图分类号】 R730.9
【文献标识码】 A
【基金项目】 国家自然科学基金面上项目
(82372441)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.02.057

Clinical Study of Shoulder MRI in Predicting Rehabilitation Effect of Patients with Rotator Cuff Tear*

WANG Lei^{1,*}, WEI You-ping², WANG Ran-dong³, LI Feng¹, QIU Zhi-yong¹, WANG Xiao-juan⁴.
1.Department of Rehabilitation Medicine, Aviation General Hospital, Chaoyang 100012, Beijing, China
2.Department of Imaging, Aviation General Hospital, Chaoyang 100012, Beijing, China
3.Department of Joint Surgery, Aviation General Hospital, Chaoyang 100012, Beijing, China
4.Department of Rehabilitation Medicine, Beijing Chaoyang Hospital, Capital Medical University, Chaoyang 100020, Beijing, China

ABSTRACT
Objective To evaluate the independent prognostic factors associated with MRI in predicting recovery in patients with rotator cuff tears. **Methods** Shoulder MRI of 83 patients who recovered from rotator cuff tears between January 2020 and January 2024 were retrospectively analyzed to evaluate the type of rotator cuff tear, degree of tendon withdrawal, pre- and post-tendon (AP) size, tear edge signal strength, degree of fat infiltration of supraspinatus and infraspinatus muscles, and acromial humeral space (AHI). Patients were divided into reavulsion or intact group to compare the differences in shoulder MRI. **Results** The total retear rate was 57.8%. There were significant differences in mean tendon withdrawal degree (20.4 vs 11.7 mm), tear size AP size (16.1 vs 11.4 mm), AHI (6.8 vs 8.7 mm), and mean fat infiltration degree between supraspinatus and infraspinatus muscle (for supraspinatus muscle, There were 3, 30, and 15 patients in the reavulsion group, and 5, 27, and 3 patients in the complete group with Goutallier grade 1, grade 2, grade 3, and grade 4 infiltration, respectively. For the infraspinatus muscle, 27, 12, and 9 patients in the reavulsion group and 29, 5, and 1 patient in the complete group had Goutallier grade 1, grade 2, grade 3, and grade 4 infiltrations, respectively. Multivariate analysis showed that AHI and tendon retraction were independent predictors of rotator cuff retear after repair. **Conclusion** The rate of rotator cuff tendon retear after repair is about 57.8%, and the degree of tendon retraction and AHI on preoperative MRI images are independent predictors of retear.
Keywords: Shoulder MRI; Rotator Cuff Tear; Rehabilitation Effect

肩袖撕裂是肩关节疼痛的常见原因，磁共振成像(MRI)在肩袖撕裂的诊断中具有较高的敏感性和特异性^[1]。肩袖修复后再撕裂相对常见，其发生频率的报告范围从13%到84%不等^[2]。肩袖肌肉的脂肪浸润程度、撕裂大小、患者年龄、手术技术以及不当的康复措施被认为与再撕裂相关^[3]。尽管通常认为手术修复后的再撕裂与功能不良结果之间没有关系，但已有先前的研究报告暗示，术后再撕裂与较差的功能结果相关^[4]。因此，通过放射学手段评估修复肌腱的结构完整性可能是一种更重要和客观的评估手术成功的方法^[5]。多种影像学技术可用于术后肩袖重新撕裂的放射学评估。关节造影、超声检查、CT和MRI均可用于肩袖重新撕裂的诊断^[6]。其中，MRI是最为有效的影像学手段。因此，本研究的目的是评估MRI预测肩袖撕裂患者康复相关的独立预后因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2020年1月至2024年1月83名肩袖撕裂康复患者的肩部MRI。排除标准：与肩胛上肌腱撕裂分离的同时肩胛下肌腱撕裂、缺乏术前肩部MRI或术后肩部MRI(术后超过250天进行的)、术后立即MRI图像上存在再撕裂(修复肌腱的全层撕裂)、同时修复肩胛下肌腱撕裂、同时进行长头肱二头肌腱的腱固定、因额外创伤进行的修复手术、同时进行肩锁关节切除以及图像质量差。患者平均年龄为61.2岁，男性28例，女性55例。术前MRI至手术之间的平均时间为17.2天，手术至随访MRI(平均随访期，不包括手术后立即拍摄的MR图像)的平均时间为312.4天。
1.2 方法 前MRI的序列和参数如下：轴向快速场回波T2加权(FOV, 140×140mm; TR/TE, 450/10; 矩阵, 256×255; 层厚, 2.0mm; 间隙, 0.2mm)、轴向脂肪饱和质子密度加权(FOV, 140×140mm; TR/TE, 4200/30; 翻转角, 90°; 矩阵, 320×240; 层厚, 2.0mm; 间隙, 0.2mm)、斜冠状位涡旋回波T1加权(FOV, 140×140mm; TR/TE, 500/10; 矩阵, 320×250; 层厚, 2.0mm; 间隙, 0.5mm)、斜冠状位质子密度加权(FOV, 140×140mm; TR/TE, 3500/30; 矩阵, 320×250; 层厚, 2.0mm; 间隙, 0.5mm)、斜冠状位涡旋回波T2加权(FOV, 140×140mm; TR/TE, 3500-4000/80; 矩阵, 350×248; 层厚, 2.0mm; 间隙, 0.5mm)和斜矢状位涡旋回波T2加权(FOV, 140×140mm; TR/TE, 5400-6000/80; 矩阵, 328×240; 层厚, 2.0mm; 间隙, 0.5mm)。术后MRI的序列和参数如下：轴向涡旋回波T2加权(FOV, 140×140mm; TR/TE, 3800/80; 矩阵, 256×255; 层厚, 2.0mm; 间隙, 0.2mm)、斜冠状位涡旋回波T2加权(FOV, 140×140mm; TR/TE, 3500-4000/80; 矩阵, 350×248; 层厚, 2.0mm; 间隙, 0.5mm)、斜冠状位脂肪饱和T2加权(FOV,

【第一作者】 王 磊，男，主治医师，主要研究方向：骨科康复，围手术期康复。E-mail: lxq19718@163.com
【通讯作者】 王 磊

140×140mm; TR/TE, 3500-4000/80; 翻转角, 90°; 矩阵, 256×255; 层厚, 2.0mm; 间隙, 0.5mm)和斜矢状位涡旋回波T2加权(FOV, 140×140mm; TR/TE, 5400-6000/80; 矩阵, 232×230; 层厚, 2.0mm; 间隙, 0.5mm)^[7-8]。

术前MRI检查时, 评估冈上肌腱撕裂的类型、撕裂腱的牵引程度(全层全宽或全层部分宽撕裂)、撕裂腱的前后(AP)尺寸、撕裂边缘的信号强度、冈上肌和冈下肌的脂肪浸润程度以及肩峰肱骨间隙(AHI)。两名医师参与83名患者术前和术后MR图像的解释, 然后使用两次测量的平均值进行分析。全层全宽或全层部分宽类型、撕裂边缘的信号强度和脂肪浸润由初级和高级放射科医师评估, 并通过讨论达成共识。当存在肩峰下刺时, 测量刺与肱骨头之间的最短距离。根据Sugaya分类系统, 术后袖带完整性被分为五类, 使用斜冠状和斜矢状T2加权磁共振图像进行评估^[7, 9]: 类型I, 修复后的袖带厚度与正常袖带相比足够, 且在每幅图像上均呈均匀低强度; 类型II, 厚度足够, 与正常袖带相比存在部分高强度区域; 类型III, 厚度不足, 较正常袖带厚度少于一半, 但无不连续性, 提示部分厚度剥离性撕裂; 类型IV, 仅在一到两个切片上存在轻微的不连续性, 在斜冠状和矢状图像上均可见, 提示小的全厚度撕裂; 类型V, 在超过两个切片上观察到主要的不连续性, 在斜冠状和矢状图像上均可见, 提示中等或大厚度撕裂。我们将重新撕裂定义为Sugaya分类的类型IV和V。

1.3 统计学方法 所有连续变量均采用Kolmogorov-Smirnov检

验和Shapiro-Wilk检验进行正态性检验。测量结果以均值±标准差(SD)表示, 并为符合正态假设的连续变量提供95%置信区间(CIs)。采用Mann-Whitney检验比较再撕裂组与完整组之间的差异。对于多个离散变量, 使用卡方检验或Fisher精确检验。计算了单变量和多变量分析的p值, 并生成了调整后的比值比及其95%置信区间。最后, 进行了多变量逻辑回归分析, 以识别影响修复肩袖肌腱再撕裂的独立预后因素。我们在单变量分析的变量进入标准中纳入所有P<0.1的变量, 并采取逐步回归分析的方法, 以寻找与再撕裂相关的重要因素。P<0.05被认为具有统计学意义。统计分析使用SPSS 18.0进行。

2 结果

2.1 冈上肌腱全层撕裂及肩袖撕裂示例 具体如图1所示, 冈上肌腱的全层全宽撕裂被定义为在斜冠状T2加权图像上从肱骨头完全剥离的情况(图1A)。具有残留肱骨连接的冈上肌腱被分类为全层部分宽撕裂(图1B)。撕裂的冈上肌腱的牵引程度是根据Davidson等人描述的在冠状斜T2加权图像上的最大内侧至外侧长度进行测量(图1C)。撕裂腱的前后尺寸在斜冠状T2加权图像上的最大前后长度进行测量。当撕裂从冈上肌腱延伸到冈下肌腱时, 下肌腱的前后尺寸也被测量。撕裂的旋转肌腱部分被纳入测量中(图1D)。

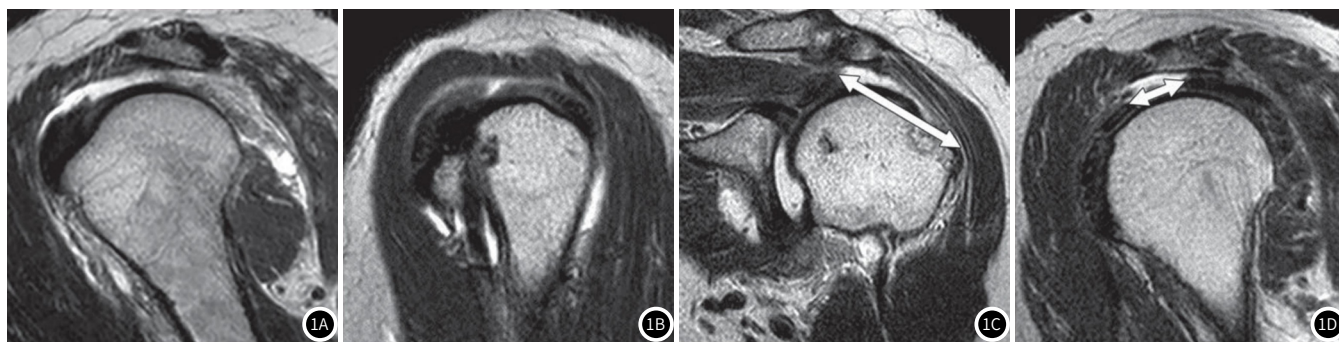


图1A-图1D 冈上肌腱全层撕裂及肩袖撕裂示例。1A 73岁男性, 冈上肌腱全层全宽撕裂。术前T2加权斜矢状磁共振图像显示冈上肌腱完全从肱骨头脱离。1B 70岁女性, 冈上肌腱全层部分宽度撕裂。术前T2加权斜矢状磁共振图像显示冈上肌腱部分从肱骨头脱离。1C 58岁女性, 肩袖撕裂。回缩程度(双向箭头)在术前T2加权斜冠状MR影像上测量为最大内侧至外侧长度。1D 59岁女性, 肩袖撕裂。撕裂的前后(AP)尺寸(双向箭头)在术前T2加权斜矢状磁共振影像上测量为撕裂的最大前后尺寸。当撕裂从肩胛上肌延伸至肩胛下肌腱时, 肩胛下肌腱部分的撕裂也包括在测量范围内。

2.2 术前T2加权斜冠状面磁共振影像中撕裂边缘分析 具体如图2所示, 撕裂边缘的信号强度在斜冠状T2加权磁共振成像中被分为三类(图2A-C): 类型I, 信号强度低, 与正常肌腱相同; 类型II, 信号强度中等; 类型III, 信号强度高, 类似于脂肪骨髓。根据Goutallier分类法, 在斜矢状T2加权图像上评估了肩胛棘上肌和肩胛棘下肌的脂肪浸润程度, 其中肩胛棘与肩胛体接触(即Y

形视图)(等级0, 正常肌肉; 等级1, 出现一些脂肪条纹; 等级2, 脂肪肌萎缩少于50%; 等级3, 脂肪肌萎缩达到50%; 等级4, 脂肪肌萎缩超过50%)。尽管脂肪浸润在T1加权图像上评估效果最佳, 但由于我们机构的常规协议不包括矢状T1加权图像, 因此使用T2加权图像作为最佳替代方案。AHI在斜矢状T2加权图像上测量为肩峰与肱骨头之间的最小长度(图2D)。

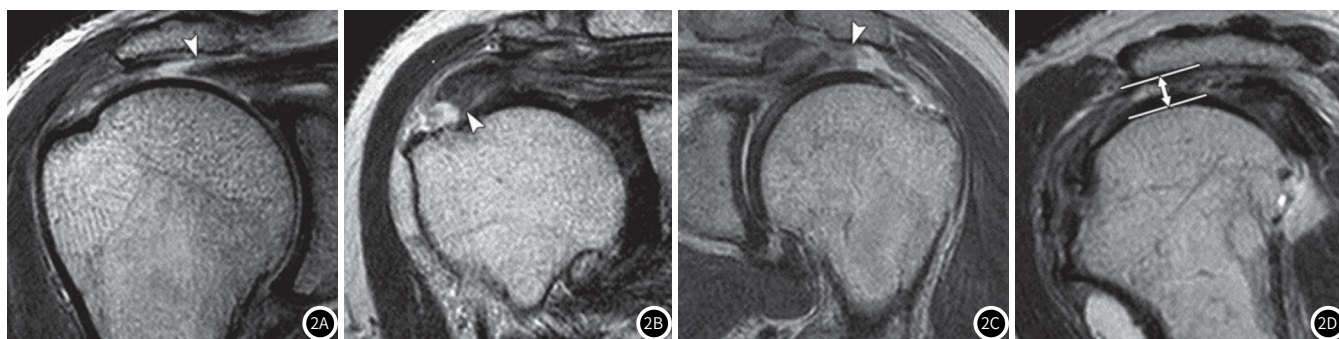


图2A-图2D 术前T2加权斜冠状面磁共振影像中撕裂边缘的信号强度。2A 62岁男性, I型撕裂。冈上肌腱的撕裂边缘(箭头)显示出与正常肌腱相同的低信号强度。2B 74岁女性, II型撕裂。冈上肌腱的撕裂边缘(箭头)显示出中等信号强度。2C 67岁女性, III型撕裂。冈上肌腱的撕裂边缘(箭头)显示出与脂肪骨髓相似的高信号强度。2D 60岁女性, 肩胛上肌腱全层撕裂。肩峰肱骨间距(双向箭头)在术前T2加权斜矢状磁共振成像上被测量为肩峰与肱骨头之间的最小长度(平行线)。

2.3 结局分析 具体如图3所示, 冈上肌腱的再次撕裂风险随着腱缩回程度的增加和AHI的降低而增加, 反之亦然。患者总复撕率为57.8%。复撕组和完整组的腱退缩程度均值(20.4 vs 11.7 mm)、撕裂尺寸的AP尺寸(16.1 vs 11.4 mm)、AHI(6.8 vs 8.7 mm)以及冈上肌和冈下肌脂肪浸润程度的均值存在显著差异(对

于冈上肌, 复撕组有3、30和15名患者, 完整组有5、27和3名患者分别为Goutallier分级1、分级2和3级和4级浸润; 对于冈下肌, 复撕组有27、12和9名患者, 完整组有29、5和1名患者分别为Goutallier分级1、分级2和3级和4级浸润)。多变量分析显示, AHI和腱退缩程度是影响肩袖修复后复撕的独立预测因素。

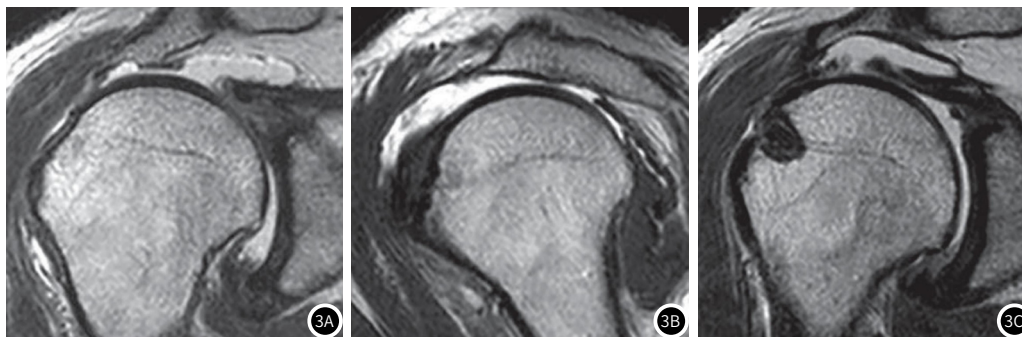


图3A-图3C 56岁女性, 右肩疼痛。图3A 在术前T2加权斜冠状磁共振影像上观察到肩胛上肌腱的全层撕裂, 并伴有严重的肌腱回缩。图3B 在T2加权斜矢状磁共振影像上观察到肩峰肱骨间隙严重减小, 少于3毫米。图3C 在进行关节镜肩袖肌腱修复及肩峰成形术十个月后, 在T2加权斜冠状矢状磁共振影像上观察到肩胛上肌腱再次撕裂。

3 讨论

肩袖修复在治疗肩袖撕裂方面已被广泛应用。尽管许多研究报告显示修复后的肩袖撕裂患者的预后有所改善, 但手术修复后高比例的再次撕裂仍然被报道, 并且仍然是一个显著的临床问题^[10]。在本研究中, 对83名患者的肩胛上肌腱完整性进行了术后MRI评估, 结果显示48例(57.8%)出现再次撕裂。术后MRI显示的肩袖修复再次撕裂率已被报道为13%至84%^[11]。本研究仅分析了术后至少250天后获得的MRI图像。我们发现, 术前MRI图像中撕裂的回缩程度和肩袖撕裂的关节角指数(AHI)是再次撕裂的独立预测因素。先前的研究也报告显示^[12], 撕裂肌腱的术前回缩程度越大, 再次撕裂率越高, 这可能与将严重回缩的撕裂肌腱牢固固定到足迹位置的技术难度有关。此外, 通常情况下, 撕裂肌腱的回缩程度可以反映大规模肩袖撕裂的慢性程度, 而无需急性外伤事件^[13]。

尽管许多先前的研究报告指出^[12,14], 撕裂的前后维(AP)尺寸越大, 与肩袖肌腱的再次撕裂率相关性越高, 但在我们的研究中, 撕裂的AP尺寸并未成为独立预测因素。大多数使用MRI的先前研究并未采用多变量分析来评估与再次撕裂相关的因素^[15]。在本研究中, 撕裂的AP尺寸在多变量分析中已调整其他变量, 但未发现撕裂的AP尺寸与再次撕裂之间存在显著关系。我们还观察到在四名大(>3cm)撕裂患者的术后随访MRI图像中, 肌腱完整性得以保留^[16]。这些案例表明, 影响腱修复后腱完整性的重要因素可能不仅仅是AP维度^[17]。在这项研究中, 术前AHI被证明是与再次撕裂相关的独立预测因子。据我们所知, 尚未进行使用MRI研究AHI与术后旋转袖撕裂之间关系的多变量分析。有研究使用AP放射片测量AHI^[18], 在单变量分析中, 完整和再撕裂组之间的AHI差异具有统计学意义, 但在多变量分析中则没有。与这项先前研究相比, 当前研究评估了更多患者。与简单的AP放射片不同, 连续冠状MR图像被调查以找到肩峰和肱骨头之间的最小距离, 保证更大的准确性^[19]。不同X射线曝光角度下AHI测量的变化是常规放射学的另一个局限性。此外, 即使对年龄和性别进行调整, AHI与再撕裂之间的显著关系在多变量分析中也被发现^[20]。通过这种研究设计上的差异, 我们认为当前研究在该主题上具有更大的意义。因为再撕裂组的平均术前AHI为7.1毫米($P=0.000$), 术前MRI中AHI为7毫米或更少的患者在手术后被认为具有更高的冈上腱再撕裂风险。术前AHI即使在冠状切除术后增加后仍会影响术后再撕裂。这一结果暗示了AHI降低会导致无法通过冠状切除术逆转的腱不可逆的变化^[21]。我们提出AHI降低可能会导致血管通透性和腱结构完整性的慢性损伤。血管通透性的降低将导致修复后腱的愈合潜力降低, 反过来会导致术后再撕裂的风险增加^[22]。在当前研究中, 我们无法得出肩胛上肌和冈下肌脂肪浸润程度是影响再撕裂的独立预后

因素的结论。较大程度的脂肪浸润通常被认为是修复过的旋转袖再撕裂的风险因素, 但这种观念仅基于平均值的简单比较^[13]。在这项研究中, 脂肪浸润的影响通过单变量和多变量分析进行了研究。我们的单变量分析显示, Goutallier分类3级和4级在冈上肌和冈下肌中的脂肪浸润与再撕裂有关^[7]。然而, 在多变量分析中, 它并不是再撕裂的显著预后因素。这样的结果可能有两个可能的原因。首先, 脂肪浸润与撕裂腱的脱位程度之间的关系可能使脂肪浸润在单变量分析中呈现出统计学意义, 尽管它不是独立的预后因素^[23]。先前的研究报告称^[24], 撕裂腱的程度和肌肉脂肪浸润之间存在显著相关性, 并且它们反映了撕裂的慢性程度。其次, 根据Goutallier分类在常规MRI中评估旋转袖脂肪浸润不是一种定量测量方法, 也无法准确测量脂肪量, 因此结果可能不准确。此外, 撕裂腱的脱位可能会使斜冠状MR图像的Y形视图中的脂肪外观相对于实际肌内脂肪夸大。T2加权图像上的信号强度会因腱撕裂后急性阶段发生的水肿和出血而增加^[25]。

综上所述, 肩胛上肌全层肌腱撕裂手术修复后的再撕裂率为57.8%。术前肌腱回缩程度和关节间隙高度(AHI)是再撕裂的独立预后因素。这些新发现的再撕裂因素可能为未来肩袖撕裂治疗提供帮助。

参考文献

- [1] 官皓天, 曲博, 高明, 等. 双能量CT对肩袖袖撕裂的诊断及分级价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(8): 158-160.
- [2] 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, 21(1): 158-160.
- [3] Hapa O, Aydemir S, Acar E, et al. Factors affecting medium-term patient satisfaction after arthroscopic repair of small to medium-sized rotator cuff tears: an observational study[J]. Medicine (Baltimore), 2024, 103(20): e38211.
- [4] Centeno C J, Fausel Z, Dodson E, et al. Percutaneous bone marrow concentrate and platelet products versus exercise therapy for the treatment of rotator cuff tears: a randomized controlled, crossover trial with 2-year follow-up[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2024, 25(1): 392.
- [5] Camacho C J, Roda R V, Martin M A, et al. An isolated bioinductive repair vs. sutured repair for full-thickness rotator cuff tears: 2-year results of a double blinded, randomized controlled trial[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2024.
- [6] Karpysyn J, Ma J, King J P, et al. Enhancing healing of massive rotator cuff tears: a radiographic evaluation of bridging allograft vs. maximal repair - a randomized control trial[J]. Arthroscopy, 2024.

(校对编辑：赵望淇)

(上接第186页)

- [7] Ruiz I M, Garcia N M, Moros M S, et al. Augmentation of a transosseous-equivalent repair in posterosuperior nonacute rotator cuff tears with a bioinductive collagen implant decreases the retear rate at 1 year: a randomized controlled trial[J]. *Arthroscopy*, 2024, 40 (6): 1760-1773.
 - [8] 郑春红, 胡剑波, 谭敬安, 等. 肩袖损伤合并肩峰下撞击综合征的MRI及CT分析[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2023, 21 (3): 163-165.
 - [9] Baek C H, Kim B T, Kim J G. Combined lower trapezius and middle trapezius tendon transfer for posterior superior irreparable rotator cuff tears: a case report[J]. *J Orthop Case Rep*, 2024, 14 (4): 145-151.
 - [10] Gutowski C T, Pohl N, Stern M, et al. Accuracy of clinical suspicion for rotator cuff tears by orthopedic surgeons when MRI was ordered on initial visits: should physical therapy be mandated by insurance before MRI? [J]. *Cureus*, 2024, 16 (6): e62079.
 - [11] Sung H P, Chen W C. Rate of graft retear is higher in over-the-top superior capsular reconstruction for massive posterosuperior rotator cuff tears with subscapularis tear[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2024.
 - [12] Li X, Dou G, Zhou L, et al. [Effect of stump-preserving repair on rotator cuff healing and shoulder function for degenerative total rotator cuff tears] [J]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*, 2024, 38 (2): 145-150.
 - [13] Minarro J C, Bassi C, Boltuch A, et al. Subacromial balloon spacer does not reduce the retear rate for massive rotator cuff tears: a comparative study[J]. *Arthroscopy*, 2024, 40 (2): 242-248.
 - [14] Lee J M, Ji J H, Park S E, et al. Arthroscopic cuff repair: footprint remnant preserving versus debriding rotator cuff repair of transtendinous rotator cuff tears with remnant cuff [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2024, 25 (1): 302.
 - [15] Kim H G, Kim S C, Park J H, et al. Atelocollagen injection during arthroscopic rotator cuff repair for small- to medium-sized subacute or chronic rotator cuff tears enhances radiographic tendon integrity: a propensity score-matched comparative study[J]. *Arthroscopy*, 2024.
 - [16] Fang Y, Zhang S, Xiong J, et al. A modified arthroscopic triple-row repair technique for l-shaped delaminated rotator cuff tears[J]. *Orthop Surg*, 2024, 16 (5): 1117-1126.
 - [17] Gaidici A, Galal Y, Vohra A, et al. Dermal allograft augmentation for large and massive rotator cuff tears and revisions: a case series[J]. *Cureus*, 2024, 16 (3): e57090.
 - [18] Savarese E, Aicale R, Torsiello E, et al. Long head of biceps tendon augmentation for massive rotator cuff tears improves clinical results regardless of the number of tendons involved[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2024, 32 (7): 1843-1853.
 - [19] Xie Y, Li H, Chen Y, et al. More severe supraspinatus tendon degeneration on the contralateral shoulders in patients treated for symptomatic rotator cuff tears compared to healthy controls: a quantitative MRI-based study[J]. *Acta Radiol*, 2024, 65 (6): 616-624.
 - [20] Hochreiter B, Germann C, Feuerriegel G C, et al. Natural history of quantitative fatty infiltration and 3D muscle volume after nonoperative treatment of symptomatic rotator cuff tears: a prospective MRI study of 79 patients[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2024, 106 (8): 690-699.
 - [21] Gowda C S, Mirza K, Galagali D A. Rotator cuff tears: correlation between clinical examination, magnetic resonance imaging and arthroscopy[J]. *Cureus*, 2024, 16 (3): e56065.
 - [22] Guo M, Wang W, Li M. Compressed sensing magnetic resonance imaging (CS-MRI) diagnosis of rotator cuff tears[J]. *Am J Transl Res*, 2024, 16 (1): 147-154.
 - [23] Stirna G A, Belangero P S, Andreoli C V, et al. Can three-dimensional models enhance understanding and knowledge of rotator cuff tears? [J]. *J ISAKOS*, 2024, 9 (2): 135-142.
 - [24] Ladermann A. Superior capsular reconstruction for irreparable posterosuperior rotator cuff tears[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2024, 110 (1S): 103758.
 - [25] Lee J Y, Yoo Y S, Shon K. Teres minor denervation and pathologies resulting in shoulder joint instability and rotator cuff tears: a retrospective cross-sectional MRI study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2024, 103 (8): e37232.
- (收稿日期: 2024-08-09)

(校对编辑: 赵望淇)

(校对编辑：赵望淇)