

# 肩袖修复术后再撕裂相关因素的研究

杨建水

(天津市武清区中医医院骨科, 天津 301700)

**摘要:**肩袖损伤是临床常见的肩关节疾病,目前肩关节镜下肩袖修复术已广泛用于肩袖损伤治疗,但术后再撕裂率仍较高,部分患者再次出现肩关节持续疼痛、活动受限,严重影响患者生活质量。肩袖再撕裂主要发生在关节镜修复术后 6~26 周,高龄、骨质疏松、糖尿病、原始撕裂大小、肌肉脂肪浸润程度、修复强度不足及过度术后康复等为其危险因素。本文对肩袖修复术后腱骨愈合机制、术后再撕裂的诊断及影响因素(内在因素、外在因素、康复因素)进行综述,以期为临床治疗提供参考依据。

**关键词:**肩关节;肩袖撕裂;关节镜

中图分类号:R687.4

文献标识码:A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2020.01.016

文章编号:1006-1959(2020)01-0046-05

## Study on the Related Factors of Re-tear After Rotator Cuff Repair

YANG Jian-shui

(Department of Orthopaedics, Tianjin Wuqing District Traditional Chinese Medicine Hospital, Tianjin 301700, China)

**Abstract:** Rotator cuff injury is a common shoulder disease in clinical practice. At present, rotator cuff repair under shoulder arthroscopy has been widely used in the treatment of rotator cuff injury, but the re-tear rate after surgery is still high, and some patients have continued shoulder pain and activity Restricted, seriously affecting the quality of life of patients. Retear of the rotator cuff mainly occurs 6 to 26 weeks after arthroscopic repair. Old age, osteoporosis, diabetes, the size of the original tear, the degree of muscle fat infiltration, insufficient repair strength, and excessive postoperative recovery are the risk factors. This article reviews the mechanism of tendon bone healing after rotator cuff repair, the diagnosis of postoperative tear and the influencing factors (internal factors, external factors, rehabilitation factors), in order to provide a reference for clinical treatment.

**Key words:** Shoulder joint; Rotator cuff tear; Arthroscopy

肩袖损伤最早是由 Smith 于 1834 年发现并命名,是常见的肩部疾病。肩袖在肩关节的正常生理活动中起重要的稳定和动力作用;当外伤导致肩袖损伤或肩袖发生退行性变时,肌腱发生水肿和炎性改变,导致疼痛和力弱,严重影响生活质量。流行病学调查研究显示<sup>[1]</sup>,20 岁以上人群中肩袖损伤的比例达 20%,而在 60 岁以上人群中肩袖损伤的比例高达 54%。随着关节镜器械和固定器材的发展以及关节镜下手术操作技术不断完善,肩袖损伤治疗后可达到非常满意的结果,但多种因素可导致肩袖修复术后再撕裂,Gasbarro G 等<sup>[2]</sup>研究将术后出现肩关节假性麻痹或肩袖存在结构性缺损定义为肩袖修复失败。肩袖修复术后再撕裂发生率最高可达 90%<sup>[3]</sup>,通常再度出现肩关节疼痛及功能障碍,影响患者的生活质量。如何避免肩袖修复术后再撕裂在临床上依然是一个难题。基于此,本文就肩袖修复术后腱骨愈合机制、术后再撕裂的诊断及影响因素作一综述,旨在为临床治疗提供参考。

### 1 术后腱骨愈合机制

正常的腱骨结合部位是由高度特化的界面组织构成,依次是肌腱组织、未钙化的纤维软骨、钙化的纤维软骨和骨组织。肩袖撕裂后,肩袖组织将经历一个炎症、修复、组织重塑的过程。尽管利用肩袖修复术能将受损的肌腱重新固定于肱骨大结节足印区上,但是肩袖残端与肱骨骨面的愈合能力是非常有

限的,无法自发再次生成受伤之前正常的组织结构<sup>[4]</sup>。腱骨愈合分为直接愈合与间接愈合:直接愈合指其连接点为一个直接嵌入的天然转化区域,将软组织锚定于骨深层;直接愈合经历炎症机化,包括纤维软骨移行带结构形成的新骨形成、编织骨在建、纤维软骨结合部成熟、骨再塑形 4 个阶段。间接愈合则是腱骨愈合界面内形成 Sharpey 纤维,形成新骨并向肌腱内长入,在通过局部塑形改造达到腱骨部愈合;其内的软骨层不能再生,仅为瘢痕愈合,生物力学强度明显降低<sup>[5]</sup>。尽管传统术后所形成的瘢痕能够重塑形成纤维软骨性结构,但是过程长达半年~1 年<sup>[6]</sup>。已修复的肩袖在低于正常强度应力作用下易再撕裂,导致修复失败。

影响腱骨愈合的因素,包括术后腱骨界面出现炎症,导致瘢痕组织的形成;缓慢而有限的骨长入会导致腱骨连接处的薄弱;腱骨界面的微动会导致界面内肉芽组织的增生而不是软骨组织形成;腱骨愈合界面内的未分化祖细胞不足;腱骨界面内缺少协调组织再生的信号级联反应,导致界面内组织瘢痕组织形成<sup>[7]</sup>。因此,可以通过控制或减小影响因素以促进腱骨愈合。

### 2 术后再撕裂的诊断

诊断再撕裂最可靠的方法是肩关节镜下探查,但大多再撕裂患者无需行翻修手术。目前术后再撕裂的诊断主要依靠 MRI 及高频超声。田春艳等<sup>[8]</sup>研究报道,肩关节 MRI 检查对肩袖全层撕裂诊断的敏感度为 88.33%~95.00%,特异度为 95.10%~97.55%,

作者简介:杨建水(1976.8-),男,天津人,本科,副主任医师,主要从事创伤骨科、关节外科工作

是一种比较可靠的检查手段。目前肩关节 MRI 检查广泛应用于肩袖撕裂。术后 MRI 采用 Sugaya 标准<sup>[9]</sup>评价肩袖组织愈合的完整性,此分型在观察者间有良好的可重复性和一致性<sup>[10]</sup>: I 型:肩袖在每个层面中均连续性完整、厚度正常、信号均一; II 型:肩袖连续性完整、厚度正常,局部有高信号区; III 型:肩袖厚度不足正常肩袖的一半,但连续性完整,提示部分层裂; IV 型:肩袖在斜冠状位和斜矢状位上均可见 1~2 层不连续区,提示小型全层撕裂; V 型:在斜冠状位和斜矢状位上均可见 2 层以上不连续区,提示中型或大型再撕裂,其中 IV 型和 V 型表现为存在肩袖修复术后再撕裂。庞超楠等<sup>[10]</sup>研究推荐肩袖全层撕裂患者术后 3 个月常规进行 MRI 检查。

使用 MRI 诊断再撕裂需要进行术前、术后图像对比,可防止误判<sup>[11]</sup>。Lee JE 等<sup>[12]</sup>研究发现,术后 MRI 图像上的肌腱信号改变在 1 年后消失,提示这些改变是暂时的组织内结构紊乱,而不是再撕裂。依靠术后 6 个月~1 年内的 MRI 图像难以明确诊断再撕裂。超声与 MRI 相比成像方式更直观,有经验的检查者可通过超声准确的进行再撕裂的诊断。Collin P 等<sup>[13]</sup>研究通过超声对肩袖再撕裂进行检查,超声灵敏度为 80%,特异度为 98%。臧桐<sup>[14]</sup>研究通过对磁共振与高频超声诊断肩袖损伤进行比较,结果显示两种方法都能够取得良好的诊断价值,其中高频超声能够对患者进行动态成像,而超声检查受到检查者技术的影响。

### 3 术后再撕裂的影响因素

#### 3.1 内在因素

3.1.1 原始撕裂大小 导致肩袖再撕裂的主要危险因素是撕裂较大、肌肉萎缩<sup>[2]</sup>。Rashid MS 等<sup>[15]</sup>研究发现,愈合率随撕裂面积增大而降低,其中小撕裂及中度撕裂愈合率分别为 66% 和 68%,而大撕裂愈合率下降至 47%,巨大撕裂仅有 27% 的愈合率。许多学者趋向于将巨大肩袖撕裂定义为至少 2 根肌腱完全的撕裂。Hein J 等<sup>[16]</sup>回顾分析 2048 例患者的术后再撕裂率,其中 161 例巨大撕裂患者术后 MRI 诊断的再撕裂率高达 40%,表明肩袖撕裂越大、涉及肌腱数目越多,术后再撕裂率也越高。

3.1.2 脂肪浸润 脂肪变性 Goutallie 指数  $\geq 3$ <sup>[17]</sup>是导致肩袖再撕裂的危险因素。Godeneche A 等<sup>[18]</sup>研究报道了 182 例孤立性冈上肌撕裂患者,均接受修复手术并评估 10 年后愈合率及功能预后,结果显示在肩部脂肪浸润的第 0、1 和 2 阶段,肩袖再撕裂率分别为 10%、22% 和 31%,且愈合率与 1 阶段及以上的脂肪浸润表现呈独立负相关。Hebert-Davies J 等<sup>[19]</sup>研究显示,无症状退行性全层肩袖撕裂的肌肉脂肪变性随时间的推移而进展,在基线状态下,较大的撕裂

有较大的脂肪变性;从撕裂增大到脂肪变性进展的中位时间为 1 年,结果表明脂肪浸润与肌力丧失有关。表明伴有脂肪变性的撕裂更容易增大,脂肪变性在增大的撕裂中会更快速的进展,且肩袖脂肪变性是不可逆的。总之,脂肪浸润分级越高,撕裂的越大,腱腹交界回缩也越严重,肌腱越短,术后再撕裂率也越高。

3.1.3 其他因素 年龄增加引起身体其它因素改变,可导致愈合率下降。随着年龄的增加,肩关节功能恢复也逐渐减弱。肱骨大结节部骨质疏松多由于全身性的骨质疏松及肩袖撕裂后继发骨质疏松引起,行肩袖修复术效果较差,其主要是由于骨质疏松易导致缝合锚钉松动、脱离骨床,出现肩袖术后再撕裂。另有研究表明<sup>[12,20-22]</sup>,高龄、吸烟、骨质疏松、控制不佳的糖尿病等合并症对肩袖愈合过程可产生不利影响。

#### 3.2 外在因素

3.2.1 技术因素 有研究表明<sup>[23]</sup>,肩袖撕裂开放手术与关节镜下修复术在术后疼痛、关节功能及再撕裂率方面无明显差异,但关节镜下修复术后短期内疼痛改善优于开放手术。随着对肩袖撕裂认识和肩关节镜技术的不断提高,尤其是双排缝合和缝线桥技术使肩袖修复的强度、稳定性及将肌腱压紧到大结节足印区已趋于最佳状态,关节镜下肩袖修复术已成为肩袖撕裂修复的“金标准”<sup>[24]</sup>。常规探查肩袖撕裂形态并充分暴露进行预复位有利于恢复撕裂肩袖到正常形态:若错误判断撕裂类型,如将 L 形撕裂认作 U 形撕裂,可导致缝合效果不好,再撕裂率高;若伴有明显腱腹交界回缩及存在与周围组织粘连,术中需要进行彻底的松解;若 III 型肩峰需行成型术,避免损伤修复的肩袖;若大结节骨床予以新鲜化,磨去少部分皮质以获得出血的骨床,促进腱骨愈合,但应避免完全的去皮质,预防锚钉固定强度减弱。从生物力学角度分析,锚钉固定在肱骨头外侧皮质较固定在肩袖足印区更为坚强,若锚钉松动、脱落,可能是由于锚钉植入位置不佳及肱骨大结节区骨质疏松;另外锚钉止点内移可减小修复后肩袖组织的张力。杨渝平等<sup>[25]</sup>研究认为,巨大撕裂伴骨质疏松者不易采用直径较小、螺纹数量较少的锚钉,建议应用大直径金属锚钉。

带线锚钉缝合的引入使得肩袖修补的薄弱点从骨转移到肌腱上,缝线-肌腱界面是肩袖再撕裂最常见部位,而不是骨的固定面上。缝线对肌腱的切割可导致肩袖再断裂。增加锚钉数量可避免因骨质疏松导致肩袖修复机械失效。通过增加固定点,减少单个缝线-肌腱界面负荷,减少局部软组织承受的应力,避免缝线对修复肩袖肌腱的切割,但锚钉数量增多可导致腱-骨愈合界面面积缩小、关节液渗入腱-

骨愈合界面、肩袖表面缝线结较多等缺点。修复缝合时应使肩袖不存在明显张力,且减少缝合对血液供应的影响。高张力下修复肩袖组织,易造成腱骨愈合不良及肩袖再撕裂。**Huang AL** 等<sup>[26]</sup>研究通过对单、双排修复进行比较,结果显示双排修复可减少腱骨愈合面的应力,相对于单排修复有更大的生物力学强度。双排修复虽然成本高,但更为有效,同时对于巨大肩袖撕裂双排修复有着更低的再撕裂率。**裴杰**等<sup>[27]</sup>研究表明,双排固定和双排缝线桥固定均可获得满意的临床效果,缝线桥技术可有效分散缝线的剪切力和扭转力,固定效果更好,但应注意内、外排锚钉置入距离不宜过近,缝线张力不宜过紧。**刘玉雷**等<sup>[28]</sup>研究表明,双排缝线桥固定因使肌腱及肱骨头足印区接触面积更大,且双排缝线桥具有更大的拉力负荷及更小的足印空缺间隙。**丁舒晨**等<sup>[29]</sup>研究显示,缝线桥的再撕裂率更低。但也有学者认为缝合后足印区覆盖程度似乎不影响肩袖修复手术结果<sup>[30]</sup>。**尚西亮**等<sup>[31]</sup>研究报道,关节镜下采用肱二头肌长头腱转位固定辅助替代上关节囊重建,可明显缓解巨大及不可修复肩袖撕裂患者疼痛症状,改善关节活动度,恢复关节功能且结构性失败率低,其中愈合率达 85.7%(18/21)。**胡益华**等<sup>[32]</sup>研究显示,关节镜下保留二头肌肌腱转位固定术治疗巨大肩袖撕裂临床效果满意,其主要原因可能为肱二头肌长头腱具有抑制肱骨头上移、维持肩关节稳定的部分作用,其后移后可以作为支架,填补肩袖缺损,减轻肩袖的张力从而达到修复巨大肩袖有关。巨大肩袖撕裂患者如无法复位、缝合肩袖组织,则可行肩关节上关节囊重建,提供机械稳定性,并降低再撕裂的发生。对于肩袖组织质量差的患者,可予以生物补片增强,生物力学实验已证实其可行性,尤其是对于冈上肌、肩胛下肌撕裂,可降低再撕裂率,但生物补片存在较高的感染率和免疫反应可能。**Yoon JP** 等<sup>[33]</sup>研究通过对关节镜下巨大肩袖撕裂修复与结合骨髓刺激和补片增强结果进行对比,结果显示功能结果比较短期随访组间无差异;术后 MRI 扫描显示补片增强组的愈合率明显更高。**Mori D** 等<sup>[34]</sup>研究指出,肩袖补片可将术后再撕裂率从部分修补的 41.7%降至 8.3%。

**3.2.2 材料因素** 锚钉根据材料类型可分为金属锚钉和可吸收锚钉两类。伴有局部骨质疏松的情况下,金属锚钉更能提供牢固的初始稳定并在术后维持一段时间。锚钉钉孔边缘锐利,其正常植入时钉孔处最易发生缝线磨损及断裂。而可吸收锚钉降解产物易于吸收不会对周围组织产生损伤,但力学方面较弱。目前可吸收锚钉应用较多,但有可吸收锚钉碎裂及免疫反应报道。人工合成材料补片具备载体力学强度,但术后免疫反应重;生物材料补片排异反应

轻,生物活性转归好,降解率调控灵敏,但最大抗拉强度较低。

**3.2.3 生物学因素** 在进行关节镜下肩袖修复术时,通过肱骨大结节足印区钻孔,可以获取骨髓间质干细胞(BM-MSCs),并不增加额外创伤。使用骨髓刺激技术在肱骨头产生的细胞与骨髓干细胞有相同的特征,可促进修复后肩袖愈合。**孙鲁宁**等<sup>[35]</sup>研究显示,关节镜下肩袖单排带线锚钉修补结合大结节骨髓刺激技术治疗大到巨大肩袖撕裂能够提供可靠的修补,显著缓解疼痛,恢复肩关节功能,并促进术后肱骨大结节足印区软组织覆盖,再撕裂率仅 8.3%(2/24)。骨形态发生蛋白(BMP)可以在软组织内诱导软骨及骨形成的生长因子,**Angeline ME** 等<sup>[36]</sup> 研究显示,植入重组人类 BMP 可有效提高腱骨愈合率。富含高浓度血小板的富血小板血浆(PRP)在体内被激活后,可释放大量生长因子参与组织修复过程,提高修复肩袖愈合能力,减少肩袖修复术后再撕裂发生,但对术后肩关节功能及生活质量无明显改善作用,并且增加术后不良反应的发生率<sup>[37]</sup>。**刘岩**等<sup>[38]</sup>研究显示,PRP 在中小肩袖撕裂患者中具有修复潜力,对较小的肩袖撕裂可能有益处。

**3.3 康复因素** 肩袖修复术后康复的理念在于逐渐对正在愈合的肩袖施加可控应力。康复计划应衡量每个干预对肩袖的应力和愈合影响因素的平衡,康复训练的进度和强度视撕裂的大小和修复的张力而定<sup>[25]</sup>。康复方案应根据患者肩袖损伤及手术情况个性化制定,应将年龄、性别、撕裂大小、肌肉脂肪浸润、修复方式、合并症等因素考虑在内,避免过度的术后康复。适合的应力刺激能对肩袖损伤的修复过程具有促进作用。早期肩关节被动运动在尽量不增加修复肩袖张力的情况下,最大程度的降低术后粘连僵硬的风险,且早期降低组织负荷可以提供适宜的生长环境,促进腱骨界面愈合。另外,重复的周期性负荷可能对缝线-肌腱界面造成不利影响,故早期肩关节被动运动不宜过多。不恰当的主动运动可能导致修复肩袖延迟愈合或再断裂。肩袖修复术后制动可有效减少腱-骨愈合部位的微动,降低肩袖修复部位的张力,可预防肩袖术后再撕裂,制动的最佳时间需要考虑早期活动导致的修复肩袖愈合不良及结构性断裂,也要考虑延迟活动可能导致术后肩关节僵硬。即刻早期活动在肩关节活动度、疼痛程度及临床效果方面优于延迟开始的术后早期保护性活动度锻炼,但严格制动配合循序渐进的康复在没有肩关节僵硬的情况下可提升解剖愈合率。应结合患者的状况和目标选择康复方式,在早期活动还是延迟活动之间权衡。关节镜下中小肩袖撕裂修复术后应考虑在 6 周内予以限制性被动活动,为早期活动

度恢复提供最佳机会而不损害愈合或远期疗效。Thorsness R 等<sup>[39]</sup>研究支持术后 6 周内用外展架固定于外展 60°位,对于伴随严重局部骨质疏松的患者,可根据术后随访时 MRI 检查的结果,个性化延迟康复计划,给予肩袖良好的愈合环境,之后再逐量增加康复训练,恢复肩关节活动和肌肉力量。McNamara WJ 等<sup>[40]</sup>研究评估 1533 例行关节镜下肩袖修复术的患者术后活动度与肩袖愈合的关系,结果发现术后 6~12 周肩关节较僵硬的患者愈合率明显高于术后活动度较大的患者,且在术后 6 周随访时,外旋<20°的患者再撕裂率较低,占 7%,而外旋>20°的患者再撕裂率为 15%。

非外伤性再撕裂主要出现于术后早期,大多数再撕裂发生在术后 3 个月内,肩袖修复术后 6 个月内不能达到正常的弹性和强度。6 个月后发生的再撕裂常为运动或创伤所致。肩袖再撕裂主要发生在腱-骨愈合的早期,关节镜修复术后 6~26 周,且愈合时间比预期的慢<sup>[41]</sup>。因此,应加强宣教,改变患者日常行为习惯、提高康复的依从性。Robinson HA 等<sup>[42]</sup>研究评估 1600 例患者的数据,结果显示术后 6 个月,有 30%的修复后患者发生再撕裂,与再撕裂患者相比,肩袖修复完整的患者冈上肌肌力更大,外旋肌力更大。虽然愈合的肩袖在强度方面最优,但不愈合的肩袖仍可实现临床结果的改善。Barth J 等<sup>[43]</sup>研究表明,撕裂肩袖的愈合情况与术后功能及力量的恢复密切相关,但术后再撕裂仍可表现出良好的临床效果。总之,肩袖术后再撕裂不一定会导致临床失效,许多肩袖部分愈合或存在肩袖残余缺损的患者术后都恢复的很好。

#### 4 总结

与初次肩袖修复术相比,各种方法用于肩袖翻修术更为困难、耗时长且临床效果均较差。肩袖再撕裂主要预防方法是行初次肩袖修复手术时正确选择手术适应证。虽然医生对患者因素难以把控,但需遵循基本原则,注意技术细节;加强宣教,提高患者依从性;提高肩袖撕裂患者临床效果及满意度,同时应关注患者肩袖再撕裂的风险评估,为高风险人群提供恰当的手术方式及康复指导。

#### 参考文献:

- [1]Yoshida M, Collin P, Josseume T, et al. Post-operative rotator cuff integrity, based on Sugaya's classification, can reflect abduction muscle strength of the shoulder [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2018, 26(1): 161-168.
- [2]Gasbarro G, Ye J, Newsome H, et al. Morphologic risk factors in predicting symptomatic structural failure of arthroscopic rotator cuff repairs: tear size, location, and atrophy matter [J]. Arthroscopy, 2016, 32(10): 1947-1952.
- [3]Randelli P, Spennacchio P, Ragone V, et al. Complications as-

sociated with arthroscopic rotator cuff repair: a literature review [J]. Musculoskelet Surg, 2012, 96(1): 9-16.

[4]Dines J, Rodeo S, Bedi A. The basic science behind biologic augmentation of tendon-bone healing: a scientific review [J]. Instr Course Lect, 2014(63): 443-450.

[5]Bunker DL, Ilie V, Ilie V, et al. Tendon to bone healing and its implications for surgery [J]. Muscles Ligaments Tendons J, 2014, 4(3): 343-350.

[6]Koike Y, Trudel G, Uthoff HK. Formation of a new enthesis after attachment of the supraspinatus tendon: A quantitative histologic study in rabbits [J]. J Orthop Res, 2005, 23(6): 1433-1440.

[7]Gulotta LV, Rodeo SA. Biology of autograft and allograft healing in anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Clin Sports Med, 2007, 26(4): 509-524.

[8]田春艳, 郑卓肇. 肩袖全层撕裂: 肩关节 MRI 评价 [J]. 临床放射学杂志, 2010, 29(11): 1508-1511.

[9]Sugaya H, Maeda K, Matsuki K, et al. Repair integrity and functional outcome after arthroscopic double-row rotator cuff repair. A prospective outcome study [J]. J Bone Joint Surg Am, 2007, 89(5): 953-960.

[10]庞超楠, 袁慧书, 崔国庆, 等. 肩袖全层撕裂关节镜术后早期再撕裂相关因素的初步分析及 MRI 应用评价 [J]. 中国微创外科杂志, 2019, 19(2): 97-131.

[11]Khazzam M, Kuhn JE, Mulligan E, et al. Magnetic resonance imaging identification of rotator cuff retears after repair: interobserver and intraobserver agreement [J]. Am J Sports Med, 2012, 40(8): 1722-1727.

[12]Lee JE, Park JS, Ryu KN, et al. Repaired supraspinatus tendons in clinically improving patients: early postoperative findings and interval changes on MRI [J]. Korean J Radiol, 2015, 16 (2): 363-371.

[13]Collin P, Yoshida M, Delarue A, et al. Evaluating postoperative rotator cuff healing: prospective comparison of MRI and ultrasound [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2015, 101(6): 265-268.

[14]臧桐. 磁共振与高频超声诊断肩袖损伤的对比分析 [J]. 航空航天医学杂志, 2019, 30(4): 419-420.

[15]Rashid MS, Cooper C, Cook J, et al. Increasing age and tear size reduce rotator cuff repair healing rate at 1 year [J]. Acta Orthop, 2017, 88(6): 606-611.

[16]Hein J, Reilly JM, Chae J, et al. Retear rates after arthroscopic single-row, double-row, and suture bridge rotator cuff repair at a minimum of 1 year of imaging follow-up: A systematic review [J]. Arthroscopy, 2015, 31(11): 2271-2281.

[17]Savoie FH 3rd, Zunkiewicz M, Field LD, et al. A comparison of functional outcomes in patients undergoing revision arthroscopic repair of massive rotator cuff tears with and without arthroscopic suprascapular nerve release [J]. Open Access J Sports Med, 2016(7): 129-134.

[18]Godeneche A, Elia F, Kempf JF, et al. Fatty infiltration of stage 1 or higher significantly compromises long-term healing of supraspinatus repairs [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2017, 26 (10): 1818-1825.

- [19]Hebert-Davies J,Teefey SA,Steger-May K,et al.Progression of fatty muscle degeneration in atraumatic rotator cuff tears[J].J Bone Joint Surg Am,2017,99(10):832-839.
- [20]Park JS,Park HJ,Kim SH,et al.Prognostic factors affecting rotator cuff healing after arthroscopic repair in small to medium-sized tears[J].Am J Sports Med,2015,43(10):2386-2392.
- [21]Chung SW,Park H,Kwon J,et al.Effect of hypercholesterolemia on fatty infiltration and quality of tendon-to-bone healing in rabbit model of a chronic rotator cuff tear:electrophysiological,biomechanical,and histological analyses [J].Am J Sports Med,2016,44(5):1153-1164.
- [22]Cancienne JM,Brockmeier SF,Rodeo SA,et al.Perioperative serum lipid status and statin use affect the revision surgery rate after arthroscopic rotator cuff repair[J].Am J Sports Med,2017,45(13):2948-2954.
- [23]Greenspoon JA,Petri M,Warth RJ,et al.Massive rotator cuff tears:pathomechanics,current treatment options,and clinical outcomes[J].J Shoulder Elbow Surg,2015,24(9):1493-1505.
- [24]Randelli P,Bak K,Milano G.State of the art in rotator cuff repair [J].Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2015,23(2):341-343.
- [25]杨渝平,魏林苇,崔国庆.关节镜下修复巨大肩袖撕裂 14 例[J].中国微创外科杂志 2018,18(10):915-919.
- [26]Huang AL,Thavorn K,van Katwyk S,et al.Double-row arthroscopic rotator cuff repair is more cost-effective than single-row repair[J].J Bone Joint Surg Am,2017,18(20):1730-1736.
- [27]裴杰,王青.肩袖撕裂双排缝合技术与缝线桥技术的疗效对比分析[J].中国运动医学杂志,2017,36(1):9-13.
- [28]刘玉雷,敖英芳,闫辉,等.关节镜下双排缝合桥固定技术治疗全层肩袖撕裂的中期疗效[J].中华肩肘外科电子杂志,2015,3(4):26-33.
- [29]丁舒晨,马超然,邱裕生,等.桥线技术与双排技术治疗肩袖撕裂效果的 Meta 分析 [J]. 中国矫形外科杂志,2014,22(14):1249-1255.
- [30]Lee YS,Jeong JY,Park CD,et al.Evaluation of the risk factors for a rotator cuff retear after repair surgery [J].Am J Sports Med,2017,45(8):1755-1761.
- [31]尚西亮,吕婧仪,陈疾忤,等.关节镜下肱二头肌长头腱转位固定辅助替代上关节囊重建(Chinese Way)修补巨大及不可修复肩袖撕裂的临床疗效 [J]. 中国运动医学杂志,2019,38(8):652-657.
- [32]胡益华,阳春华,李聪,等.关节镜下保留二头肌肌腱转位固定术治疗巨大肩袖撕裂的疗效分析 [J]. 中国现代医学杂志,2019,(29):74-77.
- [33]Yoon JP,Chung SW,Kim JY,et al.Outcomes of combined bone marrow stimulation and patch augmentation for massive rotator cuff tears[J].Am J Sports Med,2016,44(4):963-971.
- [34]Mori D,Funakoshi N,Yamashita F.Arthroscopic surgery of irreparable large or massive rotator cuff tears with low-grade fatty degeneration of the infraspinatus:patch autograft procedure versus partial repair procedure [J].Arthroscopy,2013,29(12):1911-1921.
- [35]孙鲁宁,束昊,袁滨,等.关节镜下单排带线锚钉修补结合大结节骨髓刺激治疗大到巨大肩袖撕裂[J].中华肩肘外科电子杂志,2018,6(2):97-104.
- [36]Angeline ME,Ma R,Pascual-Garrido C,et al.Effect of diet-induced vitamin D deficiency on rotator cuff healing in a rat model[J].Am J Sports Med,2014,42(1):27-34.
- [37]孙程,桑伟林,马金忠.富血小板血浆对关节镜下肩袖修补安全性和有效性影响的 Meta 分析与系统评价[J].中华关节外科杂志(电子版),2016,10(6):645-653.
- [38]刘岩,余曦,何红晨,等.肩袖损伤修复中的生物治疗[J].中国组织工程研究,2019,23(20):3248-3254.
- [39]Thorsness R,Romeo A.Massive rotator cuff tears:trends in surgical management[J].Orthopedics,2016,39(3):145-151.
- [40]McNamara WJ,Lam PH,Murrell GA.The relationship between shoulder stiffness and rotator cuff healing:a study of 1,533 consecutive arthroscopic rotator cuff repairs[J].J Bone Joint Surg Am,2016,98(22):1879-1889.
- [41]Iannotti JP,Deutsch A,Green A,et al.Time to failure after rotator cuff repair:a prospective imaging study[J].J Bone Joint Surg Am,2013(95):965-971.
- [42]Robinson HA,Lam PH,Walton JR,et al.The effect of rotator cuff repair on early overhead shoulder function:a study in 1600 consecutive rotator cuff repairs [J].J Shoulder Elbow Surg,2017,26(1):20-29.
- [43]Barth J,Andrieu K,Fotiadis E,et al.Critical period and risk factors for retear following arthroscopic repair of the rotator cuff [J].Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2017,25(7):2196-2204.

收稿日期:2019-10-27;修回日期:2019-11-09

编辑/杜帆