

引起肩袖损伤术后再撕裂的非手术因素研究进展

尹朱丹, 钟 琦综述, 包倪荣, 刘 云审校

【摘要】 随着对肩袖生物力学的进一步理解和新技术的发展, 关节镜下肩袖修补术在减轻疼痛、恢复力量和功能方面取得了良好的效果, 大多数患者的主观结果较为满意。但术后肌腱解剖结构完整性与其功能预后之间的相关性是相对不可预测, 肌腱再撕裂率仍然很高。目前研究重点集中在肩袖撕裂患病率的代谢因素方面, 而针对术后再撕裂危险因素的全面综述性较少。文章主要从人口学因素、病理因素、术后康复等非手术因素方面就当前引起肩关节修补术后再撕裂的因素进行综述。

【关键词】 肩袖损伤; 再撕裂; 非手术; 因素

【中图分类号】 R681.7 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-271X(2019)06-0631-05

【DOI】 10.3969/j.issn.1672-271X.2019.06.017

Research progress on nonoperative factors leading to retear after rotator cuff repair

YIN Zhu-dan¹, ZHONG Qi¹ reviewing, BAO Ni-rong², LIU Yun³ checking

(1. School of Nursing, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, Jiangsu, China; 2. Department of Orthopaedic, 3. Health Technology Cadre Training Center, General Hospital of Eastern Theater Command, PLA, Nanjing 210002, Jiangsu, China)

【Abstract】 With the further understanding of rotator cuff biomechanics and the development of new technology, arthroscopic rotator cuff repair has achieved good results in reducing pain, restoring strength and function. Most patients are satisfied with these treatments. However, the correlation between tendon anatomical integrity and functional prognosis after rotator cuff repair is relatively unpredictable, and the rate of tendon retear is still high. At present, the studies of the metabolic factors of rotator cuff tear prevalence are focused, while there is little comprehensive review on the risk factors of postoperative retear. This article reviews non-surgical factors at present which cause postoperative retear, including the demographic factors, pathological factors and postoperative rehabilitation. Therefore a primary prevention system of postoperative rotator cuff retear is expected, which would be conducive to improve the postoperative efficacy.

【Key words】 rotator cuff injury; retear; non-surgical; factors

0 引 言

肩袖损伤是造成肩部疼痛及功能障碍的常见

原因, 约占肩关节疾病的 20%^[1]。手术修复和康复技术的首要目标是使肌腱得到最大程度的愈合, 虽然手术等治疗已取得显著进展^[2], 但许多患者在修复手术后仍有症状, 术后再撕裂的发生率达 5%~60%^[3-7]。导致肩袖修补术后再撕裂的因素有很多, 主要包括术前和术后的非手术因素以及手术因素, 但这些因素对术后再撕裂的影响, 很多学者的说法各不相同。本文从人口学因素、病理因素、术后康复等非手术因素方面就当前引起肩关节修补术后再撕裂的因素作一综述。

基金项目: 江苏省社会发展面上项目(BE2017723)

作者单位: 210023 南京, 南京中医药大学护理学院(尹朱丹、钟 琦); 210002 南京, 东部战区总医院(原南京军区南京总医院)骨科(包倪荣), 卫生技术干部训练中心(刘 云)

通信作者: 刘 云, E-mail: yuny2018@163.com

1 人口学因素

1.1 年龄与性别 老年患者在肩袖修复术后有更高的再撕裂率,65 岁以上患者冈上肌腱细胞生长及 I 型胶原蛋白的产生均下降,极易引起再撕裂^[8-9]。Diebold 等^[5]对 1600 个肩袖损伤术后患者进行了回顾性分析,发现 50~70 岁之间的患者再撕裂率每 10 年约增长 5%,80 岁的患者术后再撕裂率可达到 34%。70~79 岁的患者再撕裂率是 60~69 岁患者的两倍(OR=1.89)。发生再撕裂患者的平均年龄较无再撕裂患者大 3.0 岁^[10]。肩袖损伤术后的再撕裂也与性别有关^[11],有研究显示,男性在肩袖损伤术后更易发生再撕裂,而女性术后功能恢复情况更好,可能原因是男性在日常活动中肩部受力更多,增加了肌腱负荷^[5]。然而也有研究发现,女性术后肩关节功能评分更低,再撕裂率高,但具体原因尚难以解释清楚^[12-13]。此外也有多项研究表明,性别对肩袖基线生物学参数以及临床影像结果并无影响^[9,14-15]。

1.2 体质指数(BMI) 有研究通过动物实验检测发现,肥胖小鼠模型中的肌腱质量较差,肥胖与促炎细胞因子和活性氧有关,BMI 的增加会促进炎症反应,从而影响肌腱愈合^[16-17]。多项研究表明,肥胖会导致更高的再撕裂率^[4,18-19]。可能原因是由于脂肪组织堆积,肥胖患者需要更大的力气抬肩,BMI 增加可能会加重关节的机械负荷,对愈合中的肌腱造成更大的压力^[20]。

也有研究发现,BMI 与肩袖术后再撕裂的发生率无显著关联^[12,20-21]。可能是由于受过多的脂肪组织影响,肥胖患者在损伤前已习惯了肩部的运动局限,术后恢复期内肌腱活动范围依然局限,所以再撕裂的风险较低。因此,有关 BMI 对再撕裂风险的影响有待进一步研究。

1.3 吸烟与饮酒 吸烟会延迟骨骼和软组织愈合^[22],创面胶原沉积量和修复水平与烟草消费呈负相关^[23]。Neyton 等^[24]对 107 例行肩关节镜下肩袖修补术的患者进行了分析,发现不吸烟的患者术后再撕裂发生率低。促进肩袖有效愈合的重要因素之一是为修复后的肌腱建立血供,而香烟中的尼古丁被认为是重要的血管收缩剂^[25],加重了血供不足区域的缺氧,从而影响肌腱愈合。同样,过量饮酒也是肩袖损伤的危险因素,长期饮酒会对毛细血管微循环和组织灌注产生负面影响,较大的撕裂伤常与术前较高的酒精摄入量有关^[26]。然而,目前也有研究未发现吸烟或饮酒与肩袖术后再撕裂间的联

系^[14,27],分析可能与研究中纳入的目标样本占比较少有关。研究中通常是关注有无吸烟/饮酒史对肩袖愈合的影响,对肩袖术后愈合产生显著影响的具体吸烟/饮酒的量与时间未作明确,因此,未来有待进一步研究。

2 病理因素

2.1 全身基础疾病

2.1.1 糖尿病 有研究认为糖尿病和身体不同部位肌腱损伤之间可能存在联系^[28],其中肩关节是最易受到影响的部位之一^[29]。高血糖状态可能通过氧化应激或晚期糖基化产物直接或间接引起重要细胞因子产生不足,导致肩袖肌腱愈合不良^[30]。Chung 等^[31]通过免疫组化分析发现 II 型糖尿病患者肌腱撕裂后表达的基质金属蛋白酶 9 和白细胞介素 6 的细胞密度明显增加,说明两者过多的表达可能是糖尿病患者肩袖修复愈合失败率较高的原因之一。与非糖尿病患者相比,糖尿病患者术后修复失败的比率增加^[32-33]。由于骨肌腱的愈合时长至少需要 2~3 个月,因此肩袖术后康复阶段仍应注意控制血糖,以降低肩袖修复失败的风险。另一方面,也有研究发现糖尿病非肩袖损伤修复术后再撕裂的危险因素^[34-35],可能原因是所纳入的糖尿病患者血糖控制水平总体较好,对术后恢复的影响不明显。未来应重点关注糖尿病的临床特征,如糖尿病类型、血糖控制水平、病程和治疗等方面的因素与肩袖术后再撕裂之间的关系。

2.1.2 高脂血症 Grant 等^[36]对 85 名行肩关节镜下肩袖修补术的患者进行回顾性分析,发现高脂血症患者再撕裂率为 45.5%,而无高脂血症患者再撕裂为 11.3%,两者的优势比(OR)为 6.5;同时该研究还证明了高脂血症患者的不同胆固醇水平(高密度脂蛋白、低密度脂蛋白、总胆固醇和甘油三酯)、使用的他汀类药物种类和剂量对术后再撕裂率无显著影响($P>0.05$)。高脂血症会引起局部胶原降解或细胞复制减少,这可能是高脂血症患者肌腱愈合恶化的原因^[37]。未来可进一步通过检测高脂血症中加速脂肪形成的基因标记来进行分子通路的生物分子研究。

2.1.3 骨质疏松 骨质量可能会影响肩袖固定强度。Chung 等^[38]对 272 名肩袖修补患者术后再撕裂进行了多因素分析,发现肩袖愈合的失败率与骨密度有明显的相关性,骨密度 T 值在 -1 以上(正常骨密度)的患者再撕裂率为 9.0%,骨密度 T 值在 -2.5

至-1 之间(低骨量)的患者再撕裂率为 30.2%,骨密度 T 值在-2.5 以下(骨质疏松)的患者再撕裂率为 41.7%,骨质疏松症患者的肩袖再撕裂率是正常骨密度患者的 7.25 倍,这提示今后可通过测量术前骨密度来预测评估关节镜下肩袖修复后愈合失败的可能性。

2.2 局部病理因素

2.2.1 术前病程 术前症状的持续时间可能影响肩袖组织的结构和术后修复的质量^[39],术前症状持续时间越久,术后肩袖功能恢复越差^[13]。研究表明,术前症状持续 12 个月以上的患者,其术后再撕裂率明显高于术前持续症状小于 12 个月的患者(60% vs 26%)^[7]。尤其当发生急性创伤性肩袖撕裂时,应当接受及时修复,以实现肩袖解剖复位,提高肌腱的活动能力^[39]。也有研究显示,肩袖术后恢复情况和术前病程无关^[14]。对急性创伤性肩袖撕裂的系统回顾研究发现,早期修复的撕裂和延迟修复的撕裂之间并无差异^[40]。因此,术前病程对肩袖再撕裂风险的影响仍有待进一步研究。

2.2.2 撕裂大小及范围 如果术前撕裂范围越大,术后康复期越长,则术后发生再撕裂的可能性越高^[5,11,13-14,39,41]。Gasbarro 等^[42]通过回顾性研究发现,肩袖修复失败的患者术前冈上肌腱平均撕裂大小显著大于未发生修复失败的患者(18.3 mm vs 13.9 mm);另外当冈下肌损伤>10 mm 时,术后再撕裂的风险显著增加。然而,又有研究指出,多发性肌腱撕裂术后的临床结局和单个肌腱断裂的相比并无差异,术后 6 周的再撕裂率与术前撕裂程度无显著相关性^[41],这可能与术后短期内肩关节制动,因而减少了肩袖修补处的负荷有关。

2.2.3 脂肪浸润 大量研究表明,术前局部脂肪浸润的患者,有更高的再撕裂风险^[7,39,42-45]。有研究发现脂肪浸润是预测失败的危险因素之一(OR=63.3, 95% CI:1.37~2.94)^[42]。Nozaki 等^[44]发现肩袖术后修复失败的患者,其术前影像学平均脂肪含量高于完整修复患者。根据 Goutallier 评分标准,肩袖部位脂肪浸润达到 2 级或以上时,更易导致修复失败^[42]。

脂肪组织会替代内部肌肉纤维,随着结缔组织含量的增加和纤维化,脂肪浸润会降低肩袖肌腱组织的弹性和活力,影响肩袖愈合^[43]。关于其细胞和分子层面的作用机制及脂肪浸润部位对肩袖愈合的影响目前仍在研究。未来可通过定量脂肪测量,结合临床特征,来帮助医护人员和患者更好地了解肩袖修复成功的可能性及预后水平。

2.2.4 肌肉、肌腱回缩 已有研究表明术前肌肉、肌腱回缩与肩袖术后再撕裂的发生有一定的相关性,是慢性肌腱撕裂最重要的病理生理结果^[45]。肌肉回缩是通过肌腱连接点(musculotendinous junction, MTJ)相对于肩胛骨的位置来评估的,大结节和肌腱边缘之间的间隙可能是由于肌腱短缩或肌肉回缩而产生的。Tashjian 等^[45]通过对 51 例关节镜肩袖修复术后的患者的 MRI 进行了评估,发现与术前 MTJ 位置和术后肌腱愈合显著相关,如果术前 MTJ 在关节盂或内侧水平,则撕裂愈合率达 55%;若 MTJ 在关节盂面外侧,则撕裂愈合率达 93%。Meyer 等^[46]发现术后愈合率较低与术前肌腱长度较短相关,术前 MTJ 回缩程度、肌腱缩短程度与肩袖修复术后的愈合率呈负相关。

2.2.5 肩峰肱骨头距离(acromiohumeral distance, AHD) AHD 是指肩峰下侧致密的皮质骨与肱骨头上部的软骨下皮质之间的最短距离,是影响肩袖功能的一个重要因素。Lee 等^[3]对 32 例肩关节镜术后患者的观察发现,发生再撕裂组术后即刻 AHD 与术前 AHD 的差值明显小于未发生再撕裂组[(1.6±2.2)mm vs (3.8±2.8)mm, P=0.02]。由此推测术后即刻 AHD 的恢复程度可能是预测再撕裂的一个重要因素,因此可通过对术后即刻 AHD 与术前相比较来对其预后进行预测评估。Chung 等^[13]认为术后 AHD 变窄是因为肩袖愈合失败而影响了正常的盂肱力学,在确定肩袖术后预后和进一步治疗时,应将 AHD 考虑在内。

3 康复期相关因素

3.1 康复运动开始时间 术后早期被动训练有利于恢复肩关节活动度,防止术后僵硬、脂肪浸润和肌肉萎缩,但可能会影响肌腱愈合^[47],导致再撕裂的发生;而延迟运动会增加肩关节僵硬的风险,从而延缓肩关节功能的恢复。Zhang 等^[48]首次在动物模型中应用 MRI 来说明肩袖愈合问题,发现制动 6 周的延迟运动更有利于肩袖肌腱的愈合,然而也有 Meta 分析发现两种康复方案之间再撕裂的相对风险无显著差异^[49]。

对于术后肩部被动活动度的时机一直存在争议,有研究认为从术后 2~3 周即可开始早期被动运动^[48],为避免对经缝合的冈上肌腱过度负荷,外展角度应限制在 30°以内,前屈角度允许>90°^[47]。但由于早期康复方案的风险可能高于其所带来的优势,所以目前临床更多地选择较为保守的延迟被动

训练康复方案,选择在术后 4~6 周进行康复锻炼,并通过最小化肩部运动来提高肌腱愈合率,防止术后再撕裂。

3.2 康复依从性 患者术后康复依从性差异是决定术后肩袖再撕裂的重要独立预后因素之一。Ahmad 等^[41]对 125 例肩袖损患者进行回顾性分析,探讨康复依从性对肩袖术后疗效的影响,结果发现在术后 6 周、6~12 周和 12~26 周康复依从性差的患者所占百分比分别为 9.1%、17.3% 和 16.4%,术后 6~12 周依从性差的比例最高;与依从性好的患者相比,依从性差的患者术后更易出现肩袖再撕裂,肩袖再撕裂与患者各时段的依从性有显著相关性($P < 0.001$)。错误的肩部运动和姿势会对修复后的肩袖肌腱造成很大的压力,导致肌腱修复失效。因此,持续监测患者的依从性是非常重要的。

4 结 语

引起肩袖再撕裂的因素诸多,有些因素在改善后可降低再撕裂率,如 BMI、吸烟或饮酒等生活习惯、全身基础疾病的控制、术前病程、康复期的锻炼等;有些因素是不可改变的如年龄、性别、局部病理因素等。后期可通过创建一个多因素算法,结合以上的影响因素、其他客观标准和生物力学因素以及患者的临床特征,对手术等治疗方案进行分层,决定最佳的修复方式,并预测评估术后治疗效果。

[参考文献]

- [1] 徐鸿尧,赵建宁,包倪荣. 肩袖损伤的机制与修复方法的研究现状及进展[J]. 医学研究生学报, 2015, 28(2): 212-217.
- [2] 叶 维,包倪荣. 生物支架在肩袖损伤修复应用中的研究进展[J]. 医学研究生学报, 2015, 28(4): 441-444.
- [3] Lee SJ, Min YK. Can inadequate acromiohumeral distance improvement and poor posterior remnant tissue be the predictive factors of re-tear? Preliminary outcomes of arthroscopic superior capsular reconstruction[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(7): 2205-2213.
- [4] Ateschrang A, Eggensperger F, Ahrend MD, et al. Obesity causes poorer clinical results and higher re-tear rates in rotator cuff repair[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018, 138(6): 835-842.
- [5] Diebold G, Lam P, Walton J, et al. Relationship Between Age and Rotator Cuff Retear: A Study of 1,600 Consecutive Rotator Cuff Repairs[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2017, 99(14): 1198-1205.
- [6] Cho NS, Moon SC, Jeon JW, et al. The influence of diabetes mellitus on clinical and structural outcomes after arthroscopic rotator cuff repair[J]. *Am J Sports Med*, 2015, 43(4): 991-997.
- [7] Christophe C, Laurence BC, Kunal K, et al. Arthroscopic repair of full-thickness rotator cuff tears: is there tendon healing in patients aged 65 years or older?[J]. *Arthroscopy*, 2010, 26(3): 302-309.
- [8] Franka KS, Stephan P, Markus S, et al. Characteristics and stimulation potential with BMP-2 and BMP-7 of tenocyte-like cells isolated from the rotator cuff of female donors[J]. *PLoS One*, 2013, 8(6): e67209.
- [9] Stephan P, Katharina S, Franka KS, et al. Do patient age and sex influence tendon cell biology and clinical/radiographic outcomes after rotator cuff repair?[J]. *Am J Sports Med*, 2015, 43(3): 549-556.
- [10] Gumina S, Campagna V, Ferrazza G, et al. Use of Platelet-Leukocyte Membrane in Arthroscopic Repair of Large Rotator Cuff Tears[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2012, 94(15): 1345-1352.
- [11] 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.
- [12] Mcrae S, Leiter J, Walmsley C, et al. Relationship between self-reported shoulder function/quality of life, body mass index, and other contributing factors in patients awaiting rotator cuff repair surgery[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2011, 20(1): 57-61.
- [13] Chung SW, Kim JY, Min HK, et al. Arthroscopic Repair of Massive Rotator Cuff Tears Outcome and Analysis of Factors Associated With Healing Failure or Poor Postoperative Function[J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(7): 1674-1683.
- [14] Tashjian RZ, Hollins AM, Kim HM, et al. Factors affecting healing rates after arthroscopic double-row rotator cuff repair[J]. *Am J Sports Med*, 2010, 38(12): 2435-2442.
- [15] Millett PJ, Espinoza C, Horan MP, et al. Predictors of outcomes after arthroscopic transosseous equivalent rotator cuff repair in 155 cases: a propensity score weighted analysis of knotted and knotless self-reinforcing repair techniques at a minimum of 2 years[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2017, 137(10): 1399-1408.
- [16] David MA, Jones KH, Inzana JA, et al. Tendon repair is compromised in a high fat diet-induced mouse model of obesity and type 2 diabetes[J]. *PLoS One*, 2014, 9(3): e91234.
- [17] Longo UG, Petrillo S, Berton A, et al. Role of serum fibrinogen levels in patients with rotator cuff tears[J]. *Int J Endocrinol*, 2014(1): 685820.
- [18] Warrender WJ, Brown OL, Abboud JA. Outcomes of arthroscopic rotator cuff repairs in obese patients[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2011, 20(6): 961-967.
- [19] Gumina S, Arceri V, Carbone S, et al. The association between arterial hypertension and rotator cuff tear: the influence on rotator cuff tear sizes[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2013, 22(2): 229-232.
- [20] Kessler KE, Robbins CB, Bedi A, et al. Does Increased Body

- Mass Index Influence Outcomes After Rotator Cuff Repair? [J]. *Arthroscopy*, 2017, 34(3): 754-761.
- [21] Surena N, Keith B, David G, *et al.* Does obesity affect early outcome of rotator cuff repair? [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2010, 19(8): 1250-1255.
- [22] Nieboer MF, Gosens T. Effect of smoking on orthopaedic conditions: an overview for everyday practice [J]. *Ned Tijdschr Geneeskde*, 2017, 161: 925.
- [23] Misamore G, Snead DS, Denton P. The impact of preoperative smoking habits on the results of rotator cuff repair [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2004, 13(2): 129-132.
- [24] Neyton L, Godeneche A, Nove-Josserand L, *et al.* Arthroscopic suture-bridge repair for small to medium size supraspinatus tear: healing rate and retear pattern [J]. *Arthroscopy*, 2013, 29(1): 10-17.
- [25] Kugo H, Zaima N, Tanaka H, *et al.* The effects of nicotine administration on the pathophysiology of rat aortic wall [J]. *Biotech Histochem*, 2017, 92(2): 141-148.
- [26] Passaretti D, Candela V, Venditto T, *et al.* Association between alcohol consumption and rotator cuff tear [J]. *Acta Orthop*, 2016, 87(2): 165-168.
- [27] 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.
- [28] Oliveira RR, Lemos A, Castro SP, *et al.* Alterations of tendons in patients with diabetes mellitus: a systematic review [J]. *Diabet Med*, 2011, 28(8): 886-895.
- [29] Hsu CL, Sheu WH. Diabetes and shoulder disorders [J]. *J Diabetes Investig*, 2016, 7(5): 649-651.
- [30] 周 玮, 杜云翔, 王建国, 等. 高糖波动对 MC63 细胞株护骨素与 TRAIL 表达的影响 [J]. *东南国防医药*, 2012, 14(2): 141-144.
- [31] Chung SW, Choi BM, Kim JY, *et al.* Altered Gene and Protein Expressions in Torn Rotator Cuff Tendon Tissues in Diabetic Patients [J]. *Arthroscopy*, 2017, 33(3): 518-526.
- [32] Blonna D, Fissore F, Bellato E, *et al.* Subclinical hypothyroidism and diabetes as risk factors for postoperative stiff shoulder [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2015, 25(7): 2208-2216.
- [33] Dhar Y, Anakwenze OA, Steele B, *et al.* Arthroscopic Rotator Cuff Repair: Impact of Diabetes Mellitus on Patient Outcomes [J]. *Phys Sportsmed*, 2015, 41(1): 22-29.
- [34] Jeong HY, Kim HJ, Jeon YS, *et al.* Factors Predictive of Healing in Large Rotator Cuff Tears: Is It Possible to Predict Retear Preoperatively? [J]. *Am J Sports Med*, 2018, 46(6): 1693-1700.
- [35] 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.
- [36] Garcia GH, Liu JN, Wong A, *et al.* Hyperlipidemia increases the risk of retear after arthroscopic rotator cuff repair [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2017, 26(12): 2086-2090.
- [37] Chung SW, Park H, Kwon J, *et al.* Effect of Hypercholesterolemia on Fatty Infiltration and Quality of Tendon-to-Bone Healing in a Rabbit Model of a Chronic Rotator Cuff Tear: Electrophysiological, Biomechanical, and Histological Analyses [J]. *Am J Sports Med*, 2016, 44(5): 1153-1164.
- [38] Chung SW, Oh JH, Gong HS, *et al.* Factors affecting rotator cuff healing after arthroscopic repair: osteoporosis as one of the independent risk factors [J]. *Am J Sports Med*, 2011, 39(10): 2099-2107.
- [39] Mall NA, Tanaka MJ, Choi LS, *et al.* Factors affecting rotator cuff healing [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(9): 778-788.
- [40] Björnsson HC, Norlin R, Johansson K, *et al.* The influence of age, delay of repair, and tendon involvement in acute rotator cuff tears [J]. *Acta Orthop*, 2011, 82(2): 187-192.
- [41] Ahmad S, Haber M, Bokor DJ. The influence of intraoperative factors and postoperative rehabilitation compliance on the integrity of the rotator cuff after arthroscopic repair [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2015, 24(2): 229-235.
- [42] 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.
- [43] Gerber C, Meyer DC, Frey E, *et al.* Neer Award 2007: Reversion of structural muscle changes caused by chronic rotator cuff tears using continuous musculotendinous traction. An experimental study in sheep [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2009, 18(2): 163-171.
- [44] Nozaki T, Tasaki A, Horiuchi S, *et al.* Predicting Retear after Repair of Full-Thickness Rotator Cuff Tear: Two-Point Dixon MR Imaging Quantification of Fatty Muscle Degeneration-Initial Experience with 1-year Follow-up [J]. *Radiology*, 2016, 280(2): 500-509.
- [45] Tashjian RZ, Hung M, Burks RT, *et al.* Influence of preoperative musculotendinous junction position on rotator cuff healing using single-row technique [J]. *Arthroscopy*, 2013, 29(11): 1748-1754.
- [46] Meyer DC, Wieser K, Farshad M, *et al.* Retraction of supraspinatus muscle and tendon as predictors of success of rotator cuff repair [J]. *Am J Sports Med*, 2012, 40(10): 2242-2247.
- [47] Li S, Sun H, Luo X, *et al.* The clinical effect of rehabilitation following arthroscopic rotator cuff repair: A meta-analysis of early versus delayed passive motion [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(2): e9625.
- [48] Zhang S, Li H, Tao H, *et al.* Delayed early passive motion is harmless to shoulder rotator cuff healing in a rabbit model [J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(8): 1885-1892.
- [49] Chan K, Macdermid JC, Hoppe DJ, *et al.* Delayed versus early motion after arthroscopic rotator cuff repair: a meta-analysis [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2014, 23(11): 1631-1639.

(收稿日期:2019-05-29; 修回日期:2019-07-06)

(责任编辑:刘玉巧; 英文编辑:朱一超)