

巨大肩袖损伤的治疗进展——探索及挑战

赵赞栋 张亮 郑江

【摘要】 随着人口老龄化的进程,越来越多的肩袖撕裂病人进入临床医师的视野。近年来肩关节镜下肩袖修复技术发展迅速,因其独特优势,镜下修复已成为肩袖损伤最主要的治疗方式。因肩袖损伤病因的复杂性及术后运动要求的多样性,肩袖撕裂特别是巨大肩袖损伤的治疗仍然面临着诸多问题及挑战。本文综述了巨大肩袖损伤的最新治疗及研究进展,以便临床医生能够制定并采取更为合适的治疗策略,为病人带来更加满意的治疗效果。

【关键词】 巨大肩袖;损伤;治疗

肩袖损伤是引起肩关节疼痛及活动受限最常见的原因之一。肩袖撕裂在 60 岁以上的人群中发病率约为 40%^[1]。近年来,肩关节镜下修复已成为肩袖损伤最主要的治疗方式。因肩袖损伤病因的复杂性,肩袖疾病尤其是巨大肩袖损伤的治疗仍然面临着诸多问题及挑战。据文献报道,肩袖修复后组织不愈合或再撕裂发生率约为 10%~91%^[2-4]。因肩袖损伤范围较大或严重的肌肉萎缩,在所有肩袖损伤病人中,巨大肩袖损伤约占 30%^[5],在巨大肩袖及涉及两部分肌腱损伤的病人中,修复失败率达到了 40%^[6]。这些均为肩袖疾病的诊疗带来了巨大挑战。基于这些挑战,详细评估了解肩袖肌腱组织的生物力学特性及发病机制,综合评估病人的年龄、活动要求、肩袖撕裂范围及类型,制定个体化的手术方案及康复策略是保证手术成功及取得良好预后的前提^[7]。本文将对巨大肩袖损伤的研究及治疗进展作一综述,同时对巨大肩袖损伤的治疗相关问题进行探讨。

一、文献检索策略

本文通过中文检索词“巨大肩袖”“损伤”“治疗”以及英文检索词“massive rotator cuff”“tears”“treatment”在中国知网、万方数据库、PubMed 等平台进行检索。参考文献的纳入标准:①研究内容关于巨大肩袖损伤发病机制、治疗及康复方面的前瞻性研究、回顾性研究、会议交流文献、综述、病例报道;②同类研究中文献质量及证据等级较高的文献。排除标准:①研究类型为讲座、述评、学位论文等文献;②无法获取全文及非中文及英文的文献。最终筛选出参考文献 40 篇(图 1)。

二、生物力学及发病机制

肩袖组织对盂肱关节的稳定性及良好活动性起着尤为重要的作用。肩袖组织由冈上肌、肩胛下肌、冈下肌、小圆肌四组肌腱组成复合体共同包绕于肱骨头近端^[8]。肩袖肌腱组织中冈上肌与三角肌互为力偶,维持着肩关节的外展活动

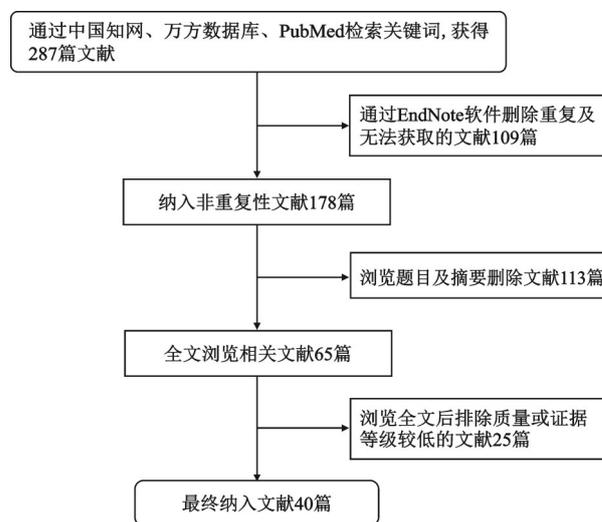


图 1 文献纳入流程图

时的冠状面的力偶平衡。而肩胛下肌与冈下肌、小圆肌互为力偶,提供了肱骨头内外旋时轴向位的力偶平衡^[9]。盂肱关节因其固有的球窝关节不稳定的解剖学特性,需要肩袖肌腱及三角肌共同维持其静态及动态稳定性^[10]。在肩关节外展动作中,肩袖组织及二头肌腱将肱骨头固定于肩盂内,提供了稳定的支点。肩袖组织任何一组肌肉的损伤及失能均影响到肩关节的正常活动,而巨大肩袖损伤除损伤范围较大外,常伴随有两个或以上的肩袖肌腱损伤,进而盂肱关节的正常活动受到严重影响。另外,有研究表明肩峰的过度覆盖及骨性关节盂的前倾程度均与肩袖组织的撕裂有明显相关性^[11]。在很长一段时间内,肩峰下撞击一直被认为是肩袖损伤的最重要危险因素,但随着研究的深入,单纯撞击并不能解释跟年龄显著相关的肩袖损伤疾病。McFarland 等^[12]的研究表明并没有直接证据表明肩袖肌腱的损伤与肩峰下撞击有直接的相关性,而肩袖损伤却和年龄有明确的相关性。同时有研究表明,肩峰形态与肩袖损伤术后的疗效并不相关,这提示消除肩峰下撞击并不是预防及治疗肩袖损伤的最核心环节^[13]。

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.02.020

作者单位:西安交通大学医学院附属红会医院运动医学中心,西安 710054

通信作者:郑江, E-mail: zhengjiang1010@126.com

肩袖肌腱主要是由富含胶原纤维的细胞外基质及散在的腱细胞组成,具有一般肌腱组织的特性,随着肌腱向其足印区延伸,肌腱内胶原纤维亦由规则的排列逐渐过渡到散在不规则排列,肌腱强度逐渐下降^[10]。同时肩袖肌腱排列亦有其特殊的解剖学特性,冈上肌腱可分为前后两部分,前半部分由柱状的圆形肌腱条构成,而后半部分则相对扁平呈带状,因此冈上肌腱前部组织的弹性模量明显大于后部。这些特定的解剖学特征符合肩关节的特殊活动需要,同时也与肩袖组织的损伤特点密不可分^[14]。虽然肌腱和韧带对于维持一个稳定的肩关节至关重要,但它们必将随着年龄及负荷程度产生相应生物力学及病理学的变化。Maeda等^[15]的研究表明肩袖组织中胶原蛋白的表达和合成随着机械负荷的增加可适时的调整,但在持续的压力负荷下肩袖组织内也会出现基质金属蛋白酶的表达增加,促进胶原蛋白的分解及转化。因此肌腱组织需要通过压力负荷的间歇期实现胶原蛋白的动态平衡,当这种平衡被打破时,胶原蛋白持续丢失,肩袖组织的力学性能即明显下降。肩袖组织损伤早期特征性的病理改变包括:肌腱细胞凋亡致腱细胞数量减少及梭形细胞形态分化为圆形,胶原蛋白异常排列、蛋白多糖、肾上腺素受体的表达异常增加^[16]。以上研究即为我们早期治疗肩袖损伤提供了部分的理论依据,同时也从微观层面提示我们,肩袖损伤并非止点区单纯物理因素导致的无菌性炎症改变,而是由于退变或过度负荷而引起的肌腱内部微结构的变化致使肌腱组织的结构失效。肩袖组织损伤的个体差异较大,既有全层撕裂,亦有部分撕裂(关节层、滑囊层),肩袖撕裂发生后,肩袖损伤交界区正常肩袖组织应力过于集中,进而引起肩袖损伤的范围不断增大,如果不及时干预治疗,即可进展为巨大型的肩袖损伤^[17]。基于肩袖组织复杂的生物力学环境及生物学特征,肩袖损伤一旦进展为巨大肩袖损伤,治疗极为棘手。对肩袖组织生物力学环境及生物学特征的充分认识将有助于我们早期预防并干预肩袖损伤疾病的进展,并为巨大型肩袖损伤的治疗带来新的思路及方案。

三、治疗方案

巨大型肩袖损伤一直是肩关节镜手术中最具挑战性的话题,治疗方案众多,较为棘手。根据病人术前的临床症状及影像学表现很难完全预测肩袖修复的可能性,而且术中结构修复的满意并一定会带来满意的临床疗效。病人年龄、活动要求、撕裂类型及残留肩袖组织质量、手术技术熟练程度均影响着手术决策的制定。三角肌功能锻炼及关节腔内类固醇药物注射对巨大型肩袖损伤在缓解疼痛及改善功能方面有一定疗效。Yian等^[18]的研究表明,三角肌前束功能锻炼对不可修复型肩袖损伤的康复治疗有效率达到了40%。对于基础疾病较多且不具备手术条件的高龄病人可首选保守治疗。相对年轻病人在经保守治疗过程中,需要密切观察随访病人的肩关节功能及影像学改变,以及时更改治疗策略并制定个体化的手术方案^[7]。Rockwood等^[19]及Park等^[20]报道了通过肩峰成形、大结节成形及肩峰下组织清理减压治疗巨大肩袖损伤方面取得了良好的效果,虽然肩峰成形及大结节

成型并不能恢复肩袖组织连续性,但是通过对炎性滑膜组织清理及肩峰下撞击因素的去除,可有效改善肩关节功能并缓解疼痛。然而这些术式均无法改善肱骨头的上移及肩峰下间隙的不断减少,而肩峰下间隙保留是肩袖修复术后良好的预测指标。Chung等^[6]的研究表明,通过对巨大肩袖组织的部分修复可重建肱盂关节的动态力偶平衡,当维持肩峰下间隙大于4.3 mm时,术后可带来更加良好的肩关节功能。

随着肩关节镜技术的不断发展,巨大肩袖损伤的镜下缝合及重建已经成为可能。Burkhart等^[21]及Kim等^[22]的研究表明,巨大肩袖组织的边缘修复缝合可重建肩袖组织的力偶平衡及力学传导,通过镜下手术将肩袖组织撕裂范围由42.1 mm减少为12.0 mm时,术后肩关节疼痛缓解及功能评分改善明显。Berth等^[23]研究比较了部分修复与镜下清理、肩峰成形减压治疗巨大肩袖损伤,这两种手术方法在疼痛缓解方面疗效相当,但部分修复组有更好的肩关节功能。因此,我们建议即使是在巨大肩袖撕裂无法完全修复的情况下,也要通过足印区内移或软组织松懈等减少张力的方式尽可能的修复缝合肩袖组织。Shindle等^[24]报道了巨大U形撕裂通过边对边缝合的方式实现肩袖裂口的完全闭合,临床疗效满意,但2年随访发现愈合率仅为46.2%。近年来,通过止点区内移实现肩袖组织完全缝合受到众多学者的关注,Yamamoto等^[25]的生物力学研究表明,肩袖止点内移10 mm对肩关节上举力矩的影响可以忽略不计,而大于10 mm止点内移,对肩关节活动范围产生了明显限制。因此,对于缝合困难的巨大肩袖撕裂的缝合,10 mm以内的止点区内移是一个可行的选择,并不会对肩关节的生物力学产生较大的负面影响。

当肩袖组织回缩明显,脂肪浸润严重,巨大肩袖损伤无法通过止点内移、边对边缝合等方式修复时,肌腱转位、上关节囊重建、二头肌腱固定缝合、同种或异体补片技术、反肩置换等均均为巨大肩袖的修复带来了有效的临床解决方案,并且取得了较为满意的疗效。但上述各种技术均无法完全重建肩袖组织原有的解剖结构,其中远期疗效仍有待进一步研究及观察^[5-7]。Gerber等^[26]最早报道了背阔肌肉转位治疗巨大型的肩袖损伤。对于肩胛下肌及小圆肌完整性较好的病人,背阔肌转位术经10年以上的长期随访,病人在疼痛缓解及功能改善方面疗效确切,而且病人年龄越小,手术效果越好^[27-28]。但背阔肌转位术对肩关节周围正常的解剖结构干扰较大,术后需经长期及严苛的康复训练,这些均为后期临床疗效评估及可能进行的反肩关节置换术带来困难。Miha-ta等^[29]较早地报道了使用自体阔筋膜移植重建上关节囊以恢复肱盂关节上方稳定性的方法,中长期影像学及临床结果均较为满意。但当移植物厚度低于3 mm时,移植物失效率增加明显且临床结果较差^[30]。为降低供区并发症,优化手术过程,有学者使用同种异体真皮补片重建上关节囊,疗效显著,但随访时间均较短,缺乏中长期随访研究^[30]。

应用肱二头肌长头腱转位固定重建上关节囊的“Chinese way”手术方案近年受到较多关注,它保留了肱二头肌腱

长头腱关节盂附着点,将二头肌腱长头转位固定于冈上肌腱止点足印区,并将肩胛下肌腱及冈下肌腱边对边的缝合于转位的肱二头肌长头腱^[31]。该方法无需供区移植物,移植肌腱血管化程度明显高于异体组织移植,较好地重建了肱骨头的静态稳定系统,术后病人肩关节疼痛缓解及功能改善明显,取得了较好的临床疗效。肱二头肌长头腱固定后是否需要切断目前仍存在争议。肱二头肌长头腱转位固定后保留可有效避免术后大力水手征及肱二头肌远端肌肉痉挛的风险,但未切断的肱二头肌长头腱可能成为术后潜在的疼痛诱因。尚西亮等^[32]学者认为,如果术中发现肱二头肌长头腱远端部分撕裂超过肌腱宽度的 50%或退变严重者,可行固定后切断术,反之则可保留,这往往取决于术者临床经验,因此该类技术仍需大样本量的前瞻性的长期随访研究。

反肩置换术作为巨大肩袖损伤经软组织修复失败后的最终治疗方案,虽然可明显改善病人的疼痛症状及功能,因其假体使用寿命问题,失效率高达 25%,多应用于 65 岁以上的老年人群^[33]。Sirveaux 等^[34]通过对 80 例反肩置换的巨大肩袖损伤病人的中期随访显示,病人术后功能改善明显,肩关节前举从术前的 73°改善到术后的 138°,病人疼痛缓解率达到了 96%。Favard 等^[35]的一项多中心的随访研究中 484 例巨大型肩袖损伤病人反肩置换术后 10 年的假体存活率为 89%,但是病人的肩关节功能呈逐年下降趋势。然而在另外一项研究中,Ek 等^[36]对小于 65 岁的较年轻病人进行了反肩关节置换,并进行了平均 8 年的长期随访,假体存活率接近 90%,而且在疼痛缓解及功能改善方面取得了较好的临床效果。但是笔者仍认为,除非肩袖修复重建的所有手段均已尝试并失效,否则反肩关节置换只应作为 65 岁以上老年巨大肩袖损伤病人的一种治疗选择。在治疗决策过程中,要综合考虑病人的年龄、活动需求、以及有无假性瘫痪及骨性关节炎严重程度等多种因素,并与病人进行充分的沟通,以确定对病人最有利的治疗策略。

近年来,巨大肩袖损伤较高的修复失败率引起了人们对加强型生物补片材料的日益关注,以期提高修复强度促进肩袖组织的愈合。现已经有大量生物增强补片材料应用于临床巨大型肩袖组织的修复,并取得了一定的疗效。这些材料包括可降解的生物支架材料、细胞外基质支架、不可降解的结构补片,对于不同的移植物材料,临床结果并不尽相同^[37]。Mori 等^[38]研究表明,经过平均 35 个月的随访,通过补片增强修复巨大肩袖的再撕裂率仅为 8.3%,远远低于肩袖部分缝合修复组的 41.7%的失效率。生物补片增强技术在巨大肩袖的治疗方面有广阔的应用前景,但生物相容性更好的材料研发及生物补片在促进肩袖愈合的分子学机制仍有待进一步的深入研究。

四、康复

巨大肩袖损伤修复术后的良好功能离不开合理的手术方案制定及完美的手术操作,但完善的、系统化的康复方案的介入及实施同样重要。到目前为止,肩袖损伤术后的康复方案往往来自于该领域的专家意见及临床经验。统一的、循

证医学证据等级较高的研究及康复指南少有报道^[39]。有研究表明,关节镜下肩袖修复后早期被动运动可以有效降低术后僵硬,改善肩部功能。与延迟康复相比,更早期地康复训练明显有利于肩关节活动范围的增加,但更积极的康复导致了肩袖组织尤其是较大撕裂的肩袖组织的再撕裂风险增加^[40]。巨大肩袖撕裂病人术前肌肉萎缩程度较高,多数病人都具有不同程度的骨质疏松,修复术后再撕裂发生率较高,康复方案的合理实施尤为重要。既要通过积极的、适度的康复方案避免肩袖组织粘连,提高关节活动范围,又要避免过于激进的康复方法造成肩袖组织的不愈合或再撕裂。

五、总结

巨大肩袖损伤的治疗仍面临众多挑战,为了病人达到最佳的治疗效果,需综合考虑病人年龄、运动需求、肩袖撕裂范围及类型等因素,以期获得最佳的治疗方案。随着生物补片等相关材料及技术的不断完善及改良,肩关节镜下巨大肩袖损伤修复的有效性及满意率逐步提高,但根据不同的病人人群,仍需要更为长期的研究及随访确定最佳的手术方案,以期为病人带来更为满意的临床疗效。本综述中,不同学者分别通过多种治疗方案对巨大肩袖损伤的治疗进行了深入全面的研究,相信他们的临床经验和成果能够对读者的工作有所启迪和帮助,有助于更好地为此类病人服务,提升我国对肩袖损伤尤其是巨大型肩袖损伤疾病的治疗水平。

参 考 文 献

- [1] Ricchetti ET, Aurora A, Iannotti JP, et al. Scaffold devices for rotator cuff repair[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2012, 21(2): 251-265.
- [2] Millett PJ, Warth RJ, Dornan GJ, et al. Clinical and structural outcomes after arthroscopic single-row versus double-row rotator cuff repair: a systematic review and meta-analysis of level I randomized clinical trials[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2014, 23(4): 586-597.
- [3] Levy O, Venkateswaran B, Even T, et al. Mid-term clinical and sonographic outcome of arthroscopic repair of the rotator cuff[J]. J Bone Joint Surg Br, 2008, 90(10): 1341-1347.
- [4] Rossi LA, Chahla J, Verma NN, et al. Rotator cuff retears[J]. JBJS Rev, 2020, 8(1): e0039.
- [5] Neri BR, Chan KW, Kwon YW. Management of massive and irreparable rotator cuff tears[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2009, 18 (5): 808-818.
- [6] Chung SW, Kim JY, Kim MH, 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.
- [7] Oh JH, Park MS, Rhee SM. Treatment strategy for irreparable rotator cuff tears[J]. Clin Orthop Surg, 2018, 10(2): 119-134.
- [8] Clark JM, Harryman DT 2nd. Tendons, ligaments, and capsule of the rotator cuff. Gross and microscopic anatomy [J]. J Bone Joint Surg Am, 1992, 74(5): 713-725.
- [9] Thompson WO, Debski RE, Boardman ND 3rd, et al. A biomechanical analysis of rotator cuff deficiency in a cadaveric model [J]. Am J Sports Med, 1996, 24(3): 286-292.
- [10] Huegel J, Williams AA, Soslowky LJ. Rotator cuff biology and biomechanics: a review of normal and pathological conditions [J]. Curr Rheumatol Rep, 2015, 17(1): 476.

- [11] Moor BK, Bouaicha S, Rothenfluh DA, et al. Is there an association between the individual anatomy of the scapula and the development of rotator cuff tears or osteoarthritis of the glenohumeral joint?: A radiological study of the critical shoulder angle[J]. *Bone Joint J*, 2013, 95-B(7): 935-941.
- [12] McFarland EG, Maffulli N, Del Buono A, et al. Impingement is not impingement: the case for calling it "Rotator Cuff Disease" [J]. *Muscles Ligaments Tendons J*, 2013, 3(3): 196-200.
- [13] Papadonikolakis A, McKenna M, Warne W, et al. Published evidence relevant to the diagnosis of impingement syndrome of the shoulder[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2011, 93(19): 1827-1832.
- [14] Matsushashi T, Hooke AW, Zhao KD, et al. Tensile properties of a morphologically split supraspinatus tendon[J]. *Clin Anat*, 2014, 27(5): 702-706.
- [15] Maeda E, Fleischmann C, Mein CA, et al. Functional analysis of tenocytes gene expression in tendon fascicles subjected to cyclic tensile strain[J]. *Connect Tissue Res*, 2010, 51(6): 434-444.
- [16] Maganaris CN, Narici MV, Almekinders LC, et al. Biomechanics and pathophysiology of overuse tendon injuries: ideas on insertional tendinopathy[J]. *Sports Med*, 2004, 34(14): 1005-1017.
- [17] Frisch KE, Marcu D, Baer GS, et al. The influence of partial and full thickness tears on infraspinatus tendon strain patterns [J]. *J Biomech Eng*, 2014, 136(5): 051004.
- [18] Yian EH, Sodl JF, Dionysian E, et al. Anterior deltoid reeducation for irreparable rotator cuff tears revisited [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2017, 26(9): 1562-1565.
- [19] Rockwood CA Jr, Williams GR Jr, Burkhead WZ Jr. Débridement of degenerative, irreparable lesions of the rotator cuff [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1995, 77(6): 857-866.
- [20] Park JG, Cho NS, Song JH, et al. Long-term outcome of tubero-plasty for irreparable massive rotator cuff tears: is tubero-plasty really applicable?[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2016, 25(2): 224-231.
- [21] Burkhart SS, Nottage WM, Ogilvie-Harris DJ, et al. Partial repair of irreparable rotator cuff tears [J]. *Arthroscopy*, 1994, 10(4): 363-370.
- [22] Kim SJ, Lee IS, Kim SH, et al. Arthroscopic partial repair of irreparable large to massive rotator cuff tears [J]. *Arthroscopy*, 2012, 28(6): 761-768.
- [23] Berth A, Neumann W, Awiszus F, et al. Massive rotator cuff tears: functional outcome after debridement or arthroscopic partial repair[J]. *J Orthop Traumatol*, 2010, 11(1): 13-20.
- [24] Shindle MK, Nho SJ, Nam D, et al. Technique for margin convergence in rotator cuff repair[J]. *HSS J*, 2011, 7(3): 208-212.
- [25] Yamamoto N, Itoi E, Tuoheti Y, et al. Glenohumeral joint motion after medial shift of the attachment site of the supraspinatus tendon: a cadaveric study [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2007, 16(3): 373-378.
- [26] Gerber C, Vinh TS, Hertel R, et al. Latissimus dorsi transfer for the treatment of massive tears of the rotator cuff. A preliminary report[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1988(232): 51-61.
- [27] Gerber C, Rahm SA, Catanzaro S, et al. Latissimus dorsi tendon transfer for treatment of irreparable posterosuperior rotator cuff tears: long-term results at a minimum follow-up of ten years [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, 95(21): 1920-1926.
- [28] El-Azab HM, Rott O, Irlenbusch U. Long-term follow-up after latissimus dorsi transfer for irreparable posterosuperior rotator cuff tears[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2015, 97(6): 462-469.
- [29] Mihata T, Lee TQ, Watanabe C, et al. Clinical results of arthroscopic superior capsule reconstruction for irreparable rotator cuff tears[J]. *Arthroscopy*, 2013, 29(3): 459-470.
- [30] Denard PJ, Brady PC, Adams CR, et al. Preliminary results of arthroscopic superior capsule reconstruction with dermal allograft [J]. *Arthroscopy*, 2018, 34(1): 93-99.
- [31] Boutsidiadis A, Chen S, Jiang C, et al. Long head of the biceps as a suitable available local tissue autograft for superior capsular reconstruction: "the chinese way" [J]. *Arthrosc Tech*, 2017, 6(5): e1559-e1566.
- [32] 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.
- [33] Sershen RA, Van Thiel GS, Lin EC, et al. Clinical outcomes of reverse total shoulder arthroplasty in patients aged younger than 60 years[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2014, 23(3): 395-400.
- [34] Sirveaux F, Favard L, Oudet D, et al. Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Results of a multicentre study of 80 shoulders[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2004, 86(3): 388-395.
- [35] Favard L, Levigne C, Nerot C, et al. Reverse prostheses in arthropathies with cuff tear: are survivorship and function maintained over time?[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2011, 469(9): 2469-2475.
- [36] Ek ET, Neukom L, Catanzaro S, et al. Reverse total shoulder arthroplasty for massive irreparable rotator cuff tears in patients younger than 65 years old: results after five to fifteen years [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2013, 22(9): 1199-1208.
- [37] Iannotti JP, Codsì MJ, Kwon YW, et al. Porcine small intestine submucosa augmentation of surgical repair of chronic two-tendon rotator cuff tears. A randomized, controlled trial [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2006, 88(6): 1238-1244.
- [38] 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.
- [39] van der Meijden OA, Westgard P, Chandler Z, et al. Rehabilitation after arthroscopic rotator cuff repair: current concepts review and evidence-based guidelines [J]. *Int J Sports Phys Ther*, 2012, 7(2): 197-218.
- [40] Gallagher BP, Bishop ME, Tjoumakaris FP, et al. Early versus delayed rehabilitation following arthroscopic rotator cuff repair: a systematic review [J]. *Phys Sportsmed*, 2015, 43(2): 178-187.

(收稿日期: 2020-08-03)

(本文编辑: 龚哲妮)

引用格式

赵赞栋, 张亮, 郑江. 巨大肩袖损伤的治疗进展——探索及挑战[J]. *骨科*, 2021, 12(2): 189-192. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.02.020.