

· 综述 ·

肩峰骨的诊断与治疗进展[△]张澎¹, 井成², 谢文鹏², 肖毅^{2*}

(1. 山东中医药大学第一临床医学院, 山东济南 250014; 2. 山东中医药大学附属医院骨科, 山东济南 250014)

摘要: 肩峰骨是发育过程中肩峰骨化中心融合失败而形成的无骨性结合的骨块, 总发病率约为 7%, 主要表现为肩峰处的疼痛以及肩关节主动活动受限, 多被误诊为肩峰下撞击症和肩袖损伤。目前临床上肩峰骨患者的治疗方式多样, 但最佳治疗方式存在争议。由于发病率低, 且部分患者无明显症状, 因此准确的体格检查、影像学筛查以及个体化的治疗对尽早恢复运动功能非常重要。本文从病理与发病、症状体征与影像学表现、鉴别诊断、保守与手术治疗等方面对肩峰骨的诊疗进行综述, 并阐述各种治疗方式的优缺点, 以期对肩峰骨的个体化、精准化诊疗提供依据。

关键词: 肩峰骨, 肩峰, 肩峰撞击综合征, 关节镜

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 10-0911-05

Progress in diagnosis and treatment of os acromiale // ZHANG Peng¹, JING Cheng², XIE Wen-peng², XIAO Yi². 1. Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, China; 2. Affiliated Hospital, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, China

Abstract: Os acromiale is a nonunion bone mass formed by the failure of fusion of the acromial ossification center during development, with overall incidence of 7%, and mainly manifests as acromial pain and limited active movement of the shoulder. Several treatments are currently in use, although the best choice remains controversial. Due to the low incidence and the fact that some patients have no obvious symptoms, accurate physical examination, imaging screening and individualized treatment plans are very important for early recovery of motor function. This article reviews the diagnosis and treatment of os acromiale from the aspects of pathology and pathogenesis, symptoms and signs, imaging manifestations, differential diagnosis, conservative and surgical treatment, and expounds the advantages and disadvantages of various treatment methods, in order to provide reference for the individualized and precise diagnosis and treatment of os acromiale.

Key words: os acromiale, acromion, subacromial impingement syndrome, arthroscopy

肩峰骨是发育过程中肩峰骨化中心融合失败而形成的无骨性结合的骨块。最早的报道可见于 1863 年, 1933 年在解剖学上进行了详细描述^[1, 2]。肩峰骨的总发病率约为 7%, 与地域和种族具有相关性^[1-4]。大多数无症状的患者是偶然发现的, 其症状一般与周围组织损伤相关。通过体格检查和影像学检查可做出明确诊断。无症状患者不需要特殊治疗, 明显症状者建议进行 6~12 个月的保守治疗。无法缓解或合并其他损伤(如肩袖撕裂、肩峰下撞击等)时推荐行手术治疗。目前, 肩峰骨的手术治疗以切除和融合为主, 主要目的是消除症状, 改善患肢运动功能, 但最佳的手术方式暂无共识。目前国内缺乏对肩峰骨的系统报道。现结合国内外相关文献对肩峰骨的诊疗进展进行综述。

1 病理与发病

肩峰是由 4 个骨化中心融合而形成的, 一般在 15~18 岁时完全融合, 最晚可推迟到 25 岁, 任意 2 个骨化中心融合失败都会产生 1 个游离的肩峰骨块, 其命名通过前方骨化中心命名, 分别称为前肩峰、中肩峰、元肩峰^[1, 4, 5]。肩峰是肩部重要的生理解剖结构, 其内侧缘通过肩锁韧带与锁骨相连。外侧缘是三角肌部分前、后束和全部中间束的附着处, 对于肩关节外展活动至关重要。目前研究中, 多数学者认为, 肩峰骨的病因主要是机械和遗传原因^[6]。机械理论认为与职业相关, 男性患者与优势肢体的发病率相对较高。在一项对 2 372 名投掷运动员的研究中, 61 例

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.10.09

△基金项目:山东省自然科学基金青年项目(编号:ZR2020QHS312)

作者简介:张澎, 硕士研究生, 研究方向:创伤与运动医学研究, (电子信箱)zhp9962023@163.com

*通信作者:肖毅, (电子信箱)xiaoyi.sd@163.com

(2.6%) 出现肩峰不完全融合与水肿表现^[7]。遗传理论认为肩峰骨的发病在人种上有明显区别。意大利一项研究中的发病率为 3.4%^[8]，高于德国的 1.9%^[9]，而在泰国的患病率为 2.1%^[10]，由此可见不同人种之间的患病率不同，但缺乏更全面的研究。早期研究显示，肩峰骨的总发病率为 6.4%，然而由于高达 40% 的漏诊率，放射学上的发病率仅为 4.2%，所以推测全球总发病率约为 7%^[6]。目前无针对我国居民的发病率研究。

2 症状体征与影像学表现

肩峰骨患者常无症状，在经历持续性的肩部活动或肩峰处钝性外伤后出现症状，最初为非特异性，表现为肩峰前外侧疼痛、难以进行高举活动或在进行投掷样动作时明显疼痛^[7, 11, 12]。反向肩关节置换术后约 4% 的患者从无症状转变为明显症状，原因在于三角肌张力的增加使肩峰骨承受过大的压力，使其转变为不稳定的状态^[13]。体格检查时，肩峰处可明显表现出压痛阳性反应，强压肩峰尖端时可明显触及活动性，并在肩部活动时出现症状加重，肩峰撞击征通常表现为阳性。未合并肩袖损伤等器质性损伤时肩关节活动范围正常。

肩峰骨在前后位中表现出由于骨块与肩峰重叠而出现的“双密度征”，但缺乏临床经验者很难判读，冈上肌出口位和腋位可以直观显示肩峰骨的位置与大小。CT 扫描和三维重建更显直观，MRI 成像的液体敏感可以确定滑膜内是否存在液体^[2, 14, 15]，肩峰骨的界面为横向，边缘不规则，发育中的骨化中心界面表现为弧形，边缘呈分叶状^[5]。^{18F-NaF}PET-CT 是一种新型的高灵敏度骨肿瘤分期成像工具，通过不同程度的 NaF 摄取评估肩峰骨作为肩部疼痛原因的临床相关性的功能性生物标志物，但技术要求高、费用昂贵^[16]。在临床中，对怀疑肩峰骨者可通过 CT 与 MRI 明确诊断，且技术要求和价格水平均较为合理。

3 鉴别诊断

肩峰骨的症状表现与常见肩部疾病（如肩峰下滑囊炎、肩峰撞击症、钙化性肌腱炎、肩袖损伤等）高度相似，且通常同时存在^[17]。由于肩峰骨导致的肩峰不稳定使肩峰撞击症常成为临床中对肩峰骨的误诊诊断。在滑膜间隙或肩峰下间隙诊断性注射可以明确引起疼痛的部位，有助于进行鉴别^[7]。Nourissat

等^[12]发现在 9 例职业网球运动员的患者中，有 1 例的 MRI 显示肩峰下滑囊炎。Viner 等^[18]通过手术中的观察发现肩袖损伤是最常见（56.3%）的并发症，但他们没有描述所纳入病例中伴有肩峰撞击症患者的比率。笔者认为，肩峰骨伴有肩袖损伤的患者中，肩袖损伤是在肩关节持续的运动过程中，由于三角肌的牵拉作用，使不稳定的肩峰频繁撞击摩擦肩袖组织，使其产生变性损伤，这与异形肩峰与肩袖损伤之间的关系类似^[19, 20]。故肩峰撞击症应为肩峰骨患者最常见的并发症，其次为肩袖损伤。但目前的文献未对肩峰骨与肩峰下滑囊炎、肩峰撞击症、肩袖损伤等的关系进行明确的探讨。

4 保守治疗

目前文献中无对保守治疗指征与方式的详细描述。参阅目前文献，治疗指征包括：（1）症状较轻者；（2）仍处于发育期，年龄≤18 岁（或 25 岁）；（3）无高强度肩部活动需要，如老年患者；（4）无法耐受麻醉或开放手术者。基于病因与生理病理，保守治疗方式包括：（1）非甾体类抗炎药和/或联合其他类型的止痛药，可明显缓解由炎症所致的疼痛，必要时可进行皮质类固醇、玻璃酸钠注射，以抑制炎症反应^[21-23]；（2）富血小板血浆（platelet-rich plasma, PRP），能显著促进骨组织修复，尤其适用于发育期患者^[24]；（3）体外冲击波疗法（extracorporeal shock wave therapy, ESWT）与低强度脉冲超声（low-intensity pulsed ultrasound, LIPUS），是目前治疗骨不连的有效方式，其具有机械压力效应，可以在局部产生微骨折，刺激机体启动相关损伤修复程序从而促进自身骨骼再生，对于肩峰骨的融合是有益的^[25, 26]；（4）肩部肌肉平衡锻炼，肩胛带肌群锻炼可优化肩胛骨功能，恢复肩峰正常的生理状态，肩袖肌群的增强可减少肩峰撞击而改善症状^[27]。保守治疗应维持 6 个月以上^[1, 18]。Nourissat 等^[12]报道 9 例职业网球运动员通过非甾体类抗炎药、完全中断训练、局部冷敷及肩部肌肉平衡训练，平均 38 d 后恢复竞技水平且无症状反复。

5 手术治疗

目前缺乏大样本量的手术方式研究，多以病例报道的文章形式发表，对于以下患者，建议手术治疗：（1）保守治疗 6 个月以上无效或症状持续加重；（2）

有急切的肩部活动需要,如运动员、上肢体力劳动者;(3)合并患肩其他器质性疾病以致功能活动受限,如肩袖损伤、肩峰撞击等。目前文献中介绍的术式包括关节镜下切除术、关节镜下或切开融合固定术,融合内固定方式包括单纯聚乙烯缝合线捆绑、纽扣钢板、克氏针张力带、单纯空心螺钉和空心螺钉张力带内固定等^[1, 2, 18, 28, 29]。

5.1 镜下切除

镜下肩峰骨切除类似于肩峰成形,是对肩峰的形态进行适当的修整以缓解症状^[30]。Stetson 等^[31]镜下切除肩峰骨但保留了上层骨膜和骨皮质以使三角肌完整附着,对锁骨远端进行适当的成形,以防出现肩锁关节的病变。Cooper 等^[32]报道了一种关节镜下“Wallow”切除假关节的手术方式,其中需通过定位针精确建立操作通道,确保完全切除假关节骨骺而避免过度的骨质切除,双侧骨质间隙距离为 5 mm 左右且均匀,同时需要保留上层骨膜或其他软组织结构。Cooper 等未描述患者的随访信息,但他们曾进行相同手术的 10 例患者均未进行翻修手术。

关节镜下切除术可以实现快速康复、较术前更好的活动范围,且手术时间短,但需要细致的技术保留最上层骨膜与少量骨皮质,以保证三角肌中束的功能不受影响^[33]。对于前肩峰和部分骨质条件不适宜固定操作的中肩峰以及需求较低的患者,通过保留或精确修复三角肌附着可产生良好的临床效果。但肩峰骨质的不可逆性损伤使肩峰骨折更容易发生。

5.2 镜下融合

关节镜下融合技术较好地保护了肩峰的血供,镜下的扩大成像使术者更清晰地观察到不融合部位的情况,有利于制备更好的骨床,骨性融合也可以保证肩峰的生理性功能。Guo 等^[34]对 10 例中肩峰患者进行关节镜下 Ethibond 缝合固定术,取双股 5 号 Ethibond 缝线交叉加压并打结固定,术后 12 个月时所有患者均实现骨性融合。Eckl 等^[35]报道了 1 例中肩峰伴有肩峰下撞击和肩峰下滑囊炎的中年女性,以 Dog Bone™ 纽扣钢板与缝合线经 80~100 N 的缝合张力器进行有效加压,术后 12 个月实现骨性融合。Tang 等^[36]报道了 1 例中肩峰伴有肩峰撞击症的中年女性,关节镜下制备骨面,镜下置入 2 枚自攻自钻全螺纹 3.0 mm 空心加压螺钉以实现有效加压,术后 3 个月患者获得了完全的关节活动范围。Walton 等^[37]通过关节镜置入无头加压螺钉实现固定,螺钉完全埋于骨内而免于周围组织刺激。关节镜的使用可以同期处置常见并发症。良好的皮肤外观是关节镜手术显著的

优势。但镜下固定的可选择方式局限于缝线和/或螺钉两种方式,是否可以达到所需的生物力学强度和镜下操作的局限性对手术效果的影响仍需要更加详细的研究。

5.3 开放融合

开放操作时,经肩峰上部入路可以保持胸肱肩峰动脉的末端分支完整,肩峰骨骺的血供所受影响最小,可增加愈合潜力。传统钢丝张力带固定由于断端加压有限而存在弊端。Atinga 等^[38]采用空心钉张力带固定和局部植骨或髂嵴植骨,骨性融合率达到 100%,局部植骨与髂嵴植骨对骨融合方面无明显差异。Arenas-Miquelez 等^[11]对 4 例中肩峰年轻运动员的治疗中,未融合处部分(80%)切除,在拧入螺钉的过程中不加压以防肩峰短缩,强调原位融合而避免短缩和成角,通过骨皮质去除、骨膜修复、移植骨填充以及保护血流灌注以促进融合形成,在 6~9 个月之后均恢复了正常参赛水平。肩峰骨未融合处的部分切除所造成的肩峰短缩是否是不利的,目前暂无相关研究。Kuhn 等^[39]对 1 例年轻空手道运动员患者使用预制肩峰锁定加压钢板联合自体髂骨植骨。患者在术后 9 个月时达到了运动要求。虽然使用钢板螺钉固定稳定性强,但是创伤更大,内置物对软组织的刺激更加明显,且成本较高。

Spiegel 等^[40]对 12 对模拟中肩峰型的尸体进行了生物力学测试,比较 2 枚 4.0mm 空心螺钉(SO 组)固定与空心螺钉 1.25 mm 钢丝张力带(TB 组)固定的稳定性,结果显示 TB 组的最终破坏载荷(336 N vs 126 N)明显高于 SO 组(242 N vs 57 N),两组的刚度无明显差异,说明使用空心钉结合张力带对中肩峰型进行修复的强度更高,稳定性更佳。Shiu 等^[41]通过 8 具新鲜尸体(16 个肩峰),比较使用钢丝张力带与聚乙烯编织缝合线张力带的生物力学特性,结果显示,1 mm 钢丝[(228±85) N; 范围 114~397 N]与 5 号聚乙烯编织缝合线[(275±139) N; 范围 112~530 N]的极限破坏载荷差异无统计学意义($P=0.22$),说明两种材料联合空心钉以张力带方式固定中肩峰型时具有相似的生物力学强度。但金属内固定物易刺激周围组织而需要再次手术取出。

6 小结与展望

综上所述,不稳定的肩峰骨会严重影响上肢的功能活动,准确诊断对治疗至关重要。目前,国内的临床医师对肩峰骨的认识及重视程度欠缺,缺乏相关的

研究。肩峰骨发病率低，多见于肩部活动频繁的年轻患者，其症状与其他常见肩关节疾病相似，需要仔细的查体及影像学分析以鉴别。部分患者经保守治疗可有效，但持续 6~12 个月保守治疗无效需要手术干预，目前最佳的治疗方法仍存在争议，众多研究对中年肩峰患者选择关节镜下或切开融合固定，选择空心钉张力带方式固定以期达到更高的生物力学强度。随着影像学技术的发展，精确的诊断已不是难题，如何选择合理有效的治疗方式以更快更好地恢复运动功能是未来的主要研究方向。

参考文献

- [1] Hurst SA, Gregory TM, Reilly P. Os acromiale: a review of its incidence, pathophysiology, and clinical management [J]. *EFORT Open Rev*, 2019, 4 (8) : 525-532. DOI: 10.1302/2058-5241.4.180100.
- [2] Spiegl UJ, Millett PJ, Josten C, et al. Optimal management of symptomatic os acromiale: current perspectives [J]. *Orthop Res Rev*, 2018, 10: 1-7. DOI: 10.2147/ORR.S141480.
- [3] Hasan SA, Shiu B, Jauregui JJ. Symptomatic, unstable os acromiale: [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2018, 26 (22) : 789-797. DOI: 10.5435/JAAOS-D-17-00011.
- [4] You T, Frostick S, Zhang W, et al. Os acromiale: reviews and current perspectives [J]. *Orthop Surg*, 2019, 11 (5) : 738-744. DOI: 10.1111/os.12518.
- [5] Winfel DM, Rosenberg ZS, Wang A, et al. Differentiating os acromiale from normally developing acromial ossification centers using magnetic resonance imaging [J]. *Skeletal Radiol*, 2015, 44 (5) : 667-672. DOI: 10.1007/s00256-015-2098-4.
- [6] Yammine K. The prevalence of os acromiale: A systematic review and meta-analysis: The prevalence of os acromiale [J]. *Clin Anat*, 2014, 27 (4) : 610-621. DOI: 10.1002/ca.22343.
- [7] Roedl JB, Morrison WB, Ciccotti MG, et al. Acromial apophysiolysis: superior shoulder pain and acromial nonfusion in the young throwing athlete [J]. *Radiology*, 2015, 274 (1) : 201-209. DOI: 10.1148/radiol.14140587.
- [8] Rovesta C, Marongiu MC, Corradini A, et al. Os acromiale: frequency and a review of 726 shoulder MRI [J]. *Musculoskelet Surg*, 2017, 101 (3) : 201-205. DOI: 10.1007/s12306-017-0463-2.
- [9] Fischer CS, Floss M, Ittermann T, et al. Os acromiale: prevalence and associated patient-related factors—a population-based study of three thousand and fifty participants [J]. *Int Orthop*, 2022, 46 (7) : 1583-1590. DOI: 10.1007/s00264-022-05406-0.
- [10] Phanichwong P, Apivatgaroon A, Boonsaeng WS. Prevalence of os acromiale in thai patients with shoulder problems: a magnetic resonance imaging study [J]. *Orthop J Sports Med*, 2022, 10 (2) : 232596712210788. DOI: 10.1177/23259671221078806.
- [11] Arenas-Miquelez A, Hertel R. The unstable os acromiale: a cause of pain in the young athlete [J]. *JSES Int*, 2020, 4 (3) : 559-563. DOI: 10.1016/j.jseint.2020.02.008.
- [12] Nourissat G, Calò M, Montalvan B, et al. Os acromiale in professional tennis players [J]. *Orthop J Sports Med*, 2018, 6 (5) : 232596711877372. DOI: 10.1177/2325967118773723.
- [13] Carpeggiani G, Hodel S, Götschi T, et al. Os acromiale in reverse total shoulder arthroplasty: a cohort study [J]. *Orthop J Sports Med*, 2020, 8 (11) : 232596712096513. DOI: 10.1177/2325967120965131.
- [14] 韩盼星, 王文德. MSCT 和 MRI 在排球运动员肩关节损伤诊断中的应用 [J]. *影像科学与光化学*, 2022, 40 (4) : 757-762. DOI: 10.7517//issn.1674-0475.220121.
Han PX, Wang WD. Application of MSCT and MRI in the diagnosis of volleyball players' shoulder joint injury [J]. *Photographic Science and Photochemistry*, 2022, 40 (4) : 757-762. DOI: 10.7517//issn.1674-0475.220121.
- [15] 方字文, 殴常学, 郭永飞, 等. 肩关节 MRI 对肩峰小骨与冈上肌和冈下肌损伤的相关性评估 [J]. *中国骨伤*, 2022, 35 (3) : 214-219. DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.03.004.
Fang ZW, Ou CX, Guo YF, et al. Shoulder MRI evaluation of the association of os acromiale with supraspinatus and infraspinatus injury [J]. *China Journal of Orthopaedics and Traumatology*, 2022, 35 (3) : 214-219. DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.03.004.
- [16] Usmani S, Marafi F, Esmail A, et al. Initial experience with ¹⁸F-sodium fluoride (NaF) PET-CT: a viable functional biomarker in symptomatic Os acromiale [J]. *Br J Radiol*, 2018, 2018: 20170741. DOI: 10.1259/bjr.20170741.
- [17] 巩亚伟, 周敬滨, 高奉, 等. 肩袖钙化性肌腱炎诊疗误区与对策 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (2) : 127-131. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.02.07.
Gong YW, Zhou JB, Gao F, et al. Pitfalls and strategies of diagnosis and treatment for rotator cuff calcific tendinitis [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (2) : 127-131. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.02.07.
- [18] Viner GC, He JK, Brabston EW, et al. Os acromiale: systematic review of surgical outcomes [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2020, 29 (2) : 402-410. DOI: 10.1016/j.jse.2019.05.047.
- [19] Koca R, Fazliogullari Z, Aydin BK, et al. Acromion types and morphometric evaluation of painful shoulders [J]. *Folia Morphol*, 2022, 81 (4) : 991-997. DOI: 10.1016/j.jse.2019.05.047.
- [20] Sasiponganan C, Dessouky R, Ashikyan O, et al. Subacromial impingement anatomy and its association with rotator cuff pathology in women: radiograph and MRI correlation, a retrospective evaluation [J]. *Skeletal Radiol*, 2019, 48 (5) : 781-790. DOI: 10.1007/s00256-018-3096-0.
- [21] 胡锦涛, 张达颖, 曹力, 等. 口服非甾体抗炎药临床镇痛综合评价与遴选标准专家共识 [J]. *医药导报*, 2023, 42 (9) : 1270-1280. DOI: 10.3870/j.issn.1004-0781.2023.09.002.
Hu JF, Zhang DY, Cao L, et al. Expert consensus on comprehensive clinical evaluation and selection criteria for oral nonsteroidal anti-inflammatory drugs in clinical analgesia [J]. *Herald of Medicine*, 2023, 42 (9) : 1270-1280. DOI: 10.3870/j.issn.1004-0781.20

- 23.09.002.
- [22] 李思瑶, 赵林, 万成福, 等. 度洛西汀联合非甾体抗炎药治疗慢性肌肉骨骼疼痛的临床疗效 [J]. 中国医科大学学报, 2022, 51 (4): 374-378. DOI: 10.12007/j.issn.0258-4646.2022.04.017.
Li SY, Zhao L, Wang CF, et al. Clinical effects of administering duloxetine with non-steroidal anti-inflammatory drugs to treat chronic musculoskeletal pain [J]. Journal of China Medical University, 2022, 51 (4): 374-378. DOI: 10.12007/j.issn.0258-4646.2022.04.017.
- [23] 胡元一, 张启栋. 糖皮质激素在骨关节炎中的研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (19): 1779-1782. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.19.12.
Hu YY, Zhang QD. Research progress on glucocorticoids used in osteoarthritis [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (19): 1779-1782. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.19.12.
- [24] 吴煌超, 孙劲, 刘汉胤. 富血小板血浆治疗骨折的研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (16): 1493-1496. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.16.10.
Wu HC, Sun J, Liu HY, et al. Research progress in platelet-rich plasma used for treatment of fracture [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (16): 1493-1496. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.16.10.
- [25] 胡帆, 闫君, 梁豪君, 等. 体外冲击波治疗骨不连的方法选择与影响因素 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (18): 1676-1681. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.18.08.
Hu F, Yan J, Liang HJ, et al. Method selection and impacting factors of extracorporeal shock wave therapy for fracture nonunion [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (18): 1676-1681. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.18.08.
- [26] 滕飞, 路凡, 何良志, 等. 低强度脉冲超声对骨细胞及骨折愈合合作用 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (18): 1673-1676. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.18.11.
Teng F, Lu F, He LZ, et al. Effect of low-intensity pulsed ultrasound on bone cells and fracture healing [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (18): 1673-1676. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.18.11.
- [27] 谢露, 罗丁元, 王玮宁, 等. 肩袖撕裂与肩胛骨动力障碍相关性研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (11): 1002-1006. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.11.09.
Xie L, Luo DY, Wang WN, et al. Research progress on the relationship between rotator cuff tear and scapular dyskinesis [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (11): 1002-1006. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.11.09.
- [28] Purnell JA, Bourget-Murray J, Kwapisz A, et al. Clinical results and complications following surgical management of symptomatic os acromiale: a systematic review [J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14 (1): 26. DOI: 10.1186/s13018-018-1041-5.
- [29] Lebus GF, Fritz EM, Hussain ZB, et al. Operative treatment of symptomatic Meso-type os acromiale [J]. Arthroscopy Tech, 2017, 6 (4): e1093-e1099. DOI: 10.1016/j.eats.2017.03.025.
- [30] 孙保安, 孙羽, 王于治, 等. 肩峰下骨赘位置对镜下肩袖修复术后疗效的影响 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (18): 1648-1653. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.18.04.
Sun BA, Sun Y, Wang YZ, et al. Influence of subacromial spur location on the postoperative outcomes of arthroscopic rotator cuff repair [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (18): 1648-1653. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.18.04.
- [31] Stetson WB, McIntyre JA, Mazza GR. Arthroscopic excision of a symptomatic meso-acromiale [J]. Arthroscopy Tech, 2017, 6 (1): e189-e194. DOI: 10.1016/j.eats.2016.09.021.
- [32] Cooper CS, Field ED, Field LD. Arthroscopic "Wallow" procedure for resection of symptomatic os acromiale pseudoarthrosis [J]. Arthroscopy Tech, 2021, 10 (5): e1223-e1226. DOI: 10.1016/j.eats.2021.01.016.
- [33] Rueckl K, Ernstbrunner L, Reichel T, et al. Aktuelle indikationen und Techniken der arthroskopischen anterioren und lateralen akromioplastik [J]. Oper Orthop Traumatol, 2019, 31 (4): 351-370. DOI: 10.1007/s00064-019-0620-x.
- [34] Guo DM, Li ZX, Wang Q, et al. Fixation of os acromiale using polyester sutures: a novel surgical treatment [J]. Ann Transl Med, 2019, 7 (18): 448-448. DOI: 10.21037/atm.2019.08.58.
- [35] Eckl L, Scheibel M. Surgical treatment of a symptomatic os acromiale by arthroscopy-assisted double-button fixation: a case report [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2022, 143 (1): 423-428. DOI: 10.1007/s00402-022-04341-4.
- [36] Tang QO, Elnikety S. Arthroscopic fixation of symptomatic meso-type os acromiale: technical note [J]. Case Rep Orthop, 2022, 2022: 1-3. DOI: 10.1155/2022/1321934.
- [37] Walton ZJ, Holmes RE, Woolf SK. Arthroscopically-guided, cannulated, headless compression screw fixation of the symptomatic os acromiale [J]. Am J Orthop (Belle Mead, N.J.), 2018, 47 (9): 3029-3033. DOI: 10.12788/ajo.2018.0082.
- [38] Atinga M, Gregor R, Selvaraj KM, et al. Os acromiale open reduction and internal fixation: a review of iliac crest autogenous bone grafting and local bone grafting [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2018, 27 (6): 1030-1036. DOI: 10.1016/j.jse.2017.11.023.
- [39] Kuhn GR, Moskal BT, Rivers ME, et al. Rare symptomatic meta-os acromiale in an athlete [J]. Am J Sports Med, 2021, 49 (11): 3059-3065. DOI: 10.1177/03635465211028238.
- [40] Spiegl UJA, Smith SD, Todd JN, et al. Biomechanical evaluation of internal fixation techniques for unstable Meso-type os acromiale [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2015, 24 (4): 520-526. DOI: 10.1016/j.jse.2014.09.040.
- [41] Shiu B, Song X, Iacangelo A, et al. Os acromiale fixation: a biomechanical comparison of polyethylene suture versus stainless steel wire tension band [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2016, 25 (12): 2034-2039. DOI: 10.1016/j.jse.2016.04.028.

(收稿:2023-08-21 修回:2023-12-28)

(同行评议专家:蔡振存, 苏君, 李瑞, 岳宪虎)

(本文编辑: 宁桦)