

文章编号:1004-7220(2017)04-0384-04

喙肩弓对肩关节前上方稳定性作用的生物力学研究

潘昭勋, 闵小军, 孙超, 杜德凯, 钟彬, 顾长水

(解放军第89医院 关节外科, 潍坊 261021)

摘要: **目的** 探讨对喙肩弓进行不同程度破坏时肩关节前上方稳定性所受到的影响。**方法** 选取新鲜成人冷冻肩关节尸体标本36个,随机平均分为3组后进行不同的处理。组1,保留完整的喙肩韧带;组2,破坏一半喙肩韧带;组3,将喙肩韧带全部破坏。然后分别将肩关节标本固定生物力学试验机上进行力学实验;对肱骨干施加轴向压力时,肱骨头向前上方移动,记录肱骨头在50 N压力时的位移距离。**结果** 在50 N压力作用下,组1、2、3肱骨头位移距离分别为 (2.50 ± 0.59) 、 (5.38 ± 0.71) 、 (6.49 ± 0.81) mm。3组数据组间比较均存在明显统计学差异($P < 0.05$)。**结论** 喙肩弓的破坏会影响肩关节前上方的稳定性。喙肩弓的破坏程度越大,肩关节前上方的稳定性就越差。

关键词: 喙肩弓; 肩关节; 稳定性; 肱骨头位移; 生物力学

中图分类号: R 318.01 文献标志码: A

DOI: 10.16156/j.1004-7220.2017.04.015

A biomechanical study on anterosuperior stability of coracoacromial arch in shoulder joint

PAN Zhao-xun, MIN Xiao-jun, SUN Chao, DU De-kai, ZHONG Bin, GU Chang-shui
(Department of Joint Surgery, The 89th hospital of PLA, Weifang 261021, China)

Abstract: **Objective** To study the effects on anterosuperior stability of the shoulder joint when the coracoacromial arch is damaged at different degrees. **Methods** Thirty-six specimens of the fresh frozen adult shoulder joints were randomly and evenly divided into 3 groups. Group 1, reserving integrity of the coracoacromial ligament of the shoulder joint; Group 2, dissecting half of the coracoacromial ligament attachment sector on the acromion; Group 3, grinding all the coracoacromial ligament attachment sector on the acromion. The specimens of the shoulder joint were fixed on test bench of the biomechanical testing machine. The axial pressure was applied on the humeral shaft, and the humeral head was pushed to move in anterosuperior direction. The displacement distance of the humeral head under 50 N pressure was then recorded. **Results** Under 50 N pressure, the displacement distance of the humeral head in Group 1, 2, 3 was (2.50 ± 0.59) , (5.38 ± 0.71) , (6.49 ± 0.81) mm, respectively, which showed significantly statistic differences among 3 groups ($P < 0.05$). **Conclusions** The damage to the coracoacromial arch will affect the anterosuperior stability of the shoulder joint. The greater damage to the coracoacromial arch will lead to the lower anterosuperior stability of the shoulder joint.

Key words: Coracoacromial arch; Shoulder joint; Stability; Humeral head displacements; Biomechanics

肩关节是全身活动度最大、结构复杂、稳定性最差的关节之一^[1]。其中,喙肩弓是肩关节前上方的独立解剖结构,在进行肩峰成形术时,会对肩峰和喙

肩韧带造成破坏;术后会有肩关节不稳或骨折等并发症的发生。研究发现,喙肩韧带是阻挡肩关节向前上方移位的重要因素^[2];因此,在肩峰成形术时,

收稿日期:2016-09-18; 修回日期:2016-11-21

基金项目:全军后勤科研计划项目(CJN13J002)。

通信作者:潘昭勋,主任医师,硕士研究生导师,E-mail:guke89@126.com。

应避免损伤喙肩弓^[3]。Fenlin 等^[4]提出,利用切开方式进行反向肩峰减压来替代肩峰成形术;也有研究者对肩峰成形术进行改良,以减少喙肩弓的破坏^[5-6]。鉴于喙肩弓不同破坏程度与其对肩关节前方稳定性关系缺乏生物力学支持,本文通过喙肩弓的解剖和生物力学实验,对肩峰成形手术在处理喙肩弓时提供理论基础和指导。

1 材料和方法

1.1 一般资料

选取由中国人民解放军第 89 医院解剖教研室提供的新鲜成人冷冻肩关节尸体标本 36 个,所有研究标本均完整,排除肩关节创伤性损伤和骨质结构的病理性改变。

1.2 实验分组

将所有肩关节标本随机分成 3 组,每组 12 个。组 1:保留完整的喙肩韧带;组 2:破坏一半喙肩韧带;组 3:喙肩韧带全部破坏。

1.3 标本制作和生物力学实验

1.3.1 制作标本 将标本去除三角肌及上臂肌肉群,切除锁骨,清理肩峰下滑囊组织和韧带周围的脂肪组织,胸小肌和喙锁韧带全部切断,保留喙肩韧带、关节囊、肩袖。

1.3.2 固定标本 将上述处理完成的实验标本的肩胛骨固定在固定装置上,固定稳妥后,将固定装置和标本放置于 CSS-44010 型万能生物力学试验机(长春力学试验机研究所有限公司)实验台上,调整标本的体位,选取肱骨干轴线垂直于实验台,并在肱骨干上做一标记点作为参照,然后使用高度测量尺记录标记点的位置;并将肱骨干远端横断面固定在生物力学试验机上另一端,使肱骨干轴线垂直于实验台;将标本的体位调整为外展 0°、后伸 30°、外旋 30°的测试体位,固定牢固(见图 1)。

1.3.3 生物力学实验测试 首先对组 1 中所有标本进行生物力学测试实验,记录压力为 50 N 时的实验结果。然后对组 2 和组 3 中所有标本进行生物力学测试实验,操作生物力学试验机使肱骨头与肩峰分离,使有足够的关节间隙对肩峰进行磨削处理;用关节镜磨钻对肩峰和喙肩韧带进行打磨,对组 2 中标本的喙肩韧带磨削一半,对组 3 中标本的喙肩韧带全部磨断;喙肩韧带破坏完成后,缓慢上升生物力学试验机,使测试标本的肱骨干标记点调整到与高

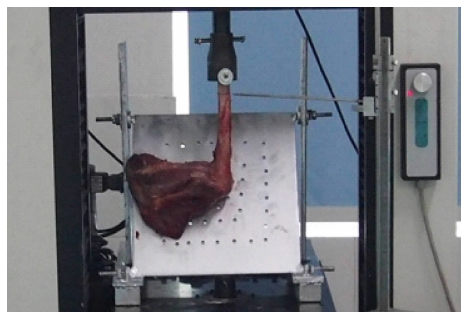


图 1 标本的测试体位

Fig.1 Test position of the specimen

度测量尺标记高度相同的位置(即高度测量尺标记高度与肱骨干标记的位置相一致),设置生物力学试验机的实验参数,缓慢均匀地对肱骨干施加轴向压力负荷;直至 50 N 停止,记录实验所得结果。

1.4 记录肱骨头在前上方的位移距离

标本进行生物力学测试后,在 50 N 压力负荷下,获得压力-位移曲线,读取肱骨头向前上方移动的距离数值。

1.5 实验数据分析

将实验测得的位移数据分类整理,以均数 ± 标准差的形式表示。采用 SPSS 17.0 统计学软件对实验测得的数据进行分析。首先进行方差分析(ANOVA), $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义;再使用 LSD 法进行各组间的两两比较,以进一步了解各组之间是否有显著的统计学意义。

2 结果

由图 2、3 可知:

(1) 压力负荷(F)为 50 N 时,组 1、2、3 肱骨头在前上方位移的距离(l)分别为(2.50 ± 0.59)、(5.38 ± 0.71)、(6.49 ± 0.81) mm。

(2) 所有数据的统计学分析结果显示,组 1 与组 2、组 1 和组 3 两者之间差异有显著的统计学意义($P < 0.05$),组 2 与组 3 之间差异有显著的统计学意义($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 喙肩弓的解剖学观察及其生理意义

喙肩弓作为肩关节的一个副关节,其近似于半球状的结构,与肩关节大小和曲度都极为相似;外形上是一个下凹的弧形平滑表面,由肩峰的前下方和

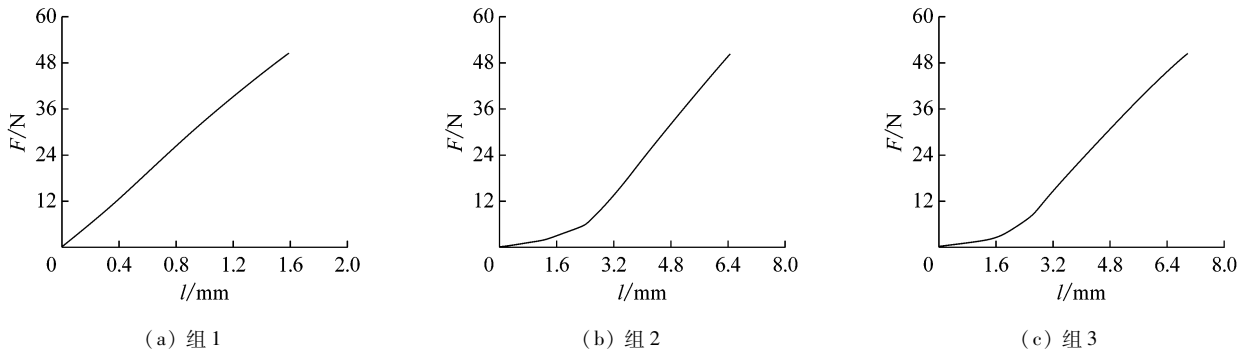


图2 力-位移距离曲线

Fig. 2 Pressure-displacement curve (a) Group 1, (b) Group 2, (c) Group 3

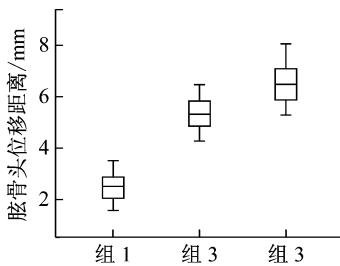


图3 不同组别肱骨头在前上方的位移距离比较

Fig. 3 Comparison of displacement distance of the humeral head in anterosuperior direction among different groups

喙肩韧带组成;是肩关节的坚强顶层。其中,喙肩韧带是一种前上方的软性阻挡结构,而肩峰对于肱骨头而言则是一种硬性阻挡;两者共同作用限制了肱骨头向前上方移动,有效遏制了肩关节的失稳^[7-8];在这些解剖结构中,尤以喙肩韧带作用影响最为重要,它横跨肩峰下表面和喙突外侧,并与致密程度较低的胸锁筋膜相接续,是肩关节运动界面表层的基本部分;研究者将其的形态描述为四角形或Y形或V形^[9],他们认为韧带由许多纤维组织的编织而成,连接肩峰和喙突;对肩关节前上方的稳定性有重要的功能,任何手术都不能随意地切断;能最大程度保持肱骨头和关节盂的同心圆运动,维持肩关节正常的功能活动。因此,喙肩弓解剖结构的破坏会致使肩关节功能活动受到严重影响^[10]。

3.2 喙肩弓在肩关节前上方的临床意义

采用新鲜肩关节标本对喙肩弓进行肩峰成形术,测试不同破坏程度对肩关节前上方稳定性的影响,对临床有一定的指导意义。临床治疗肩袖损伤和肩峰撞击综合征的手术,常常使用关节镜磨钻对肩峰前方进行打磨,通过减少肩峰厚度的方式来增

加肩峰下间隙;不可避免地会对肩峰和喙肩韧带进行破坏。有研究则采用肩峰下减压术来代替肩峰成形术^[11],以减少喙肩弓的破坏程度。医源性的喙肩弓缺损会导致肩关节顶部的薄弱,其原因与肩袖的损伤、修复肩袖出现再损伤以及修复失败、肩峰下成形术破坏喙肩弓的完整性和三角肌前部损伤等存在关联^[12]。Fagelman等^[13]研究发现,在肩袖巨大撕裂的患者中,保留喙肩弓的完整性可防止肱骨头向前上方移动。其发生机制是肱骨头与关节盂接触面积的改变,肱骨头向上方移位的倾向被喙肩弓通过肩袖肌腱传递到肱骨头的反作用力所抵消。保持解剖结构的完整,最终目的是为了使肩关节能进行更好的功能活动^[14-15]。

肩峰成形术后会出现肩关节的持续性疼痛、关节活动范围受限、关节不稳等一系列并发症,其中持续性疼痛、关节活动范围受限、关节不稳等远期并发症发生率较高^[16-18]。MacCallister等^[19]研究发现,完全切除喙肩韧带止点后,容易改变解剖结构,长期维持此状态反复摩擦撞击就会产生持久的慢性疼痛。本文认为,发病率的增高主要是因为肩峰成形术时对肩峰和喙肩韧带的破坏过多造成。为了避免这些相关并发症的发生,越来越多的学者对喙肩韧带开展临床和生物力学研究。陈健等^[20]采用6例肩关节尸体标本,对肩袖进行加强或全部切除喙肩韧带,结果表明加强肩袖的强度或保护喙肩韧带的完整能有效稳定肩关节。本文针对喙肩韧带破坏的两种同情况进行生物力学实验测试,证明了喙肩韧带部分和全部破坏对肩关节稳定性的影响,为指导肩峰成形术对喙肩弓的处理和改良肩峰成形术提供理论支持。

3.3 研究的局限性

由于采用冷冻的肩关节尸体标本,体外生物力学与体内存在较大的差异^[21];模拟肩峰成形术时,与临床上真正手术时所施行的肩峰成形术具有一定的差异;此外,在对喙肩弓破坏程度的掌握上,不能做到百分之百的精准度。这些实验中的差异与真实情况间的差异是否具有统计学意义尚不明确。

4 结语

本文重点研究喙肩弓的生物力学特性,为临床上肩峰成形手术时对喙肩弓的处理提供生物力学依据,并明确了喙肩弓在肩关节前上方的重要意义。但肩峰成形术保留喙肩弓对术后疗效的影响还值得深究。

参考文献:

- [1] JANCOSKO JJ, KAZANJIAN JE. Shoulder injuries in the throwing athlete [J]. *Phys Sports Med*, 2012, 40(1): 84-90.
- [2] KANATLI U, OZTURK BY, BOLUKBASI S. Arthroscopic repair of type II superior labrum anterior posterior (SLAP) lesions in patients over the age of 45 years: A prospective study [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2011, 31(8): 1107-1113.
- [3] 王娟, 黄富国. 喙肩韧带对肩关节前上方稳定作用的生物力学研究[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2009, 23(1): 49-51.
- [4] FENLIN JM JR, CHASE JM, RUSHTON SA, et al. Tuberoplasty: Creation of an acromiohumeral articulation. A treatment option for massive, irreparable rotator cuff tears [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2002, 11(2): 136-142.
- [5] 王勇, 徐友高. 关节镜下肩峰成形术治疗肩峰撞击征[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2014, 29(11): 1157-1158.
- [6] 刘晓潭, 田林强, 贾金岭, 等. 关节镜下改良前肩峰成形术治疗肩峰撞击征的疗效观察[J]. *中国内镜杂志*, 2015, 21(2): 203-206.
- [7] MOORMAN CT, WARREN RF, DENG XH, et al. Role of coracoacromial ligament and related structures in glenohumeral stability: A cadaveric study [J]. *J Surg Orthop Adv*, 2012, 21(4): 210-217.
- [8] YAMAMOTO N, MURAKI T, SPERLING JW, et al. Contact between the coracoacromial arch and the rotator cuff tendons in nonpathologic situations: A cadaveric study [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2010, 19(5): 681-687.
- [9] FEALY S, APRIL EW, KHAZZAM M, et al. The coracoacromial ligament: Morphology and study of acromial enthesopathy [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2005, 14(5): 542-548.
- [10] KLEPPS SJ, GALATZ L. The treatment of anterior-superior instability with the pectoralis major muscle transfer [J]. *Oper Tech Orthop*, 2003, 13(4): 228-234.
- [11] VERHELST L, VANDEKERCKHOVE PJ, SERGEANT G, et al. Reversed arthroscopic ubacromial decompression for symptomatic irreparable rotator cuff tears: Midterm follow-up results in 34 shoulders [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2010, 19(4): 601-608.
- [12] HENNIGAN SP, IANNOTTI JP. Instability after prosthetic arthroplasty of the shoulder [J]. *Orthop Clin North Am*, 2001, 32(4): 649-659.
- [13] FAGELMAN M, SARTORI M, FREEDMAN KB, et al. Biomechanics of coracoacromial arch modification [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2007, 16(1): 101-106.
- [14] DEGEN RM, GILES JW, JOHNSON JA. Remplissage versus latarjet for engaging Hill-Sachs defects without substantial glenoid bone loss: A biomechanical comparison [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2014, 472(8): 2363-2371.
- [15] MORAN CJ, FABRICANT PD, KANG R, et al. Arthroscopic double-row anterior stabilization and bankart repair for the high-risk athlete [J]. *Arthrosc Tech*, 2014, 3(1): e65-71.
- [16] ABRAMS GD, GUPTA AK, HUSSEY KE, et al. Arthroscopic repair of full-thickness rotator cuff tears with and without acromioplasty: randomized prospective trial with 2-year follow up [J]. *Am J Sports Med*, 2014, 42(6): 1296-1303.
- [17] FILIPPO F, ALAN GZ, BRUNO I, et al. Is acromioplasty necessary in the setting of full-thickness rotator cuff tears? A systematic review [J]. *J Orthop Traumatol*, 2015, 16(3): 167-174.
- [18] MIHATA T, MCGARRY MH, KAHN T, et al. Biomechanical effects of acromioplasty on superior capsule reconstruction for irreparable supraspinatus tendon tears [J]. *Am J Sports Med*, 2016, 44(1): 191-197.
- [19] MACCALLISTER WV, PARSONS IM, TITELMAN RM, et al. Open rotator cuff repair without acromioplasty [J]. *J Bone J Surg Am*, 2005, 87: 1278-1283.
- [20] 陈健, 罗从风, 罗宗平. 喙肩韧带切除后肱骨头移位生物力学初步研究[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2008, 23(2): 89-91.
- [21] 刘燕洁, 陈云丰, 曾浪清, 等. 三 Endobutton 技术解剖重建喙锁韧带与改良 Weaver-Dunn 术式的生物力学分析[J]. *医用生物力学*, 2012, 27(3): 333-337.
- LIU YJ, CHEN YF, ZENG LQ, et al. Biomechanical comparison between triple Endobutton technique and modified Weaver Dunn procedure for anatomical reconstruction of coracoclavicular ligament [J]. *J Med Biomech*, 2012, 27(3): 333-337.