

肩锁关节应用解剖及生物力学研究进展

梁 振, 冯宗权, 欧阳汉斌, 梁沛杰, 冯映栋(综述), 魏 波(审校)

作者单位: 524000 湛江, 广东医科大学研究生学院(梁 振, 梁沛杰, 冯映栋); 528000 广东, 佛山市中医院骨九科(冯宗权); 524000 湛江, 广东医科大学附属第一医院骨科中心(欧阳汉斌, 魏 波)

作者简介: 梁 振(1990-), 男, 在读硕士研究生, 住院医师, 研究方向: 数字骨科疾病的诊治。E-mail: 302712443@qq.com

通讯作者: 魏 波(1970-), 男, 医学博士, 副教授, 硕士生导师, 主任医师, 研究方向: 脊柱骨科疾病的诊治。E-mail: webjxmc@163.com

[摘要] 肩锁关节是一个微动关节, 由锁骨远端、肩峰内侧面、喙突及喙锁韧带、喙肩韧带、肩锁韧带等组成。肩锁关节损伤是临床上较为常见的肩部损伤, 目前临床上治疗肩锁关节脱位方式众多, 但仍存在术后肩部疼痛、肩峰撞击症和内固定失效等并发症, 这与医者对肩锁关节解剖及生物力学认识局限有关。该文对肩锁关节应用解剖及生物力学性能等研究进展作一综述。

[关键词] 肩锁关节; 应用解剖; 生物力学

[中图分类号] R 323.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2019)05-0577-04

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2019.05.30

Advances in applied anatomy and biomechanics of acromioclavicular joints LIANG Zhen, FENG Zong-quan, OU-YANG Han-bin, et al. Graduate School, Guangdong Medical University, Zhanjiang 524000, China

[Abstract] Acromioclavicular joint is a amphiarthrosis consisting of distal clavicle, medial side of shoulder, coracoid and coracoclavicular ligament, coracoclavicular ligament and acromioclavicular ligament. Acromioclavicular joint injury is a relatively common clinical shoulder injury. Currently, there are many ways to treat acromioclavicular joint dislocation in clinical practice, but there are still postoperative shoulder pain, impingement syndrome and internal fixation failure complications relating to the limitations of recognizing acromioclavicular joint anatomy and biomechanics. In this paper, we review the advances in applied anatomy and biomechanics of acromioclavicular joints.

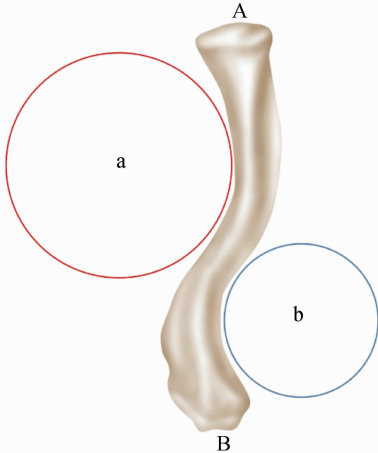
[Key words] Acromioclavicular joint; Applied anatomy; Biomechanics

肩锁关节损伤是临床上较为常见的肩部损伤, 约占肩部损伤的 12.00%^[1], 常见的损伤原因包括直接暴力和间接暴力^[2]。目前, 临床上对于肩锁关节脱位多采用 Rockwood 分型, 共分为六型。临床上治疗肩锁关节脱位的手术方式有克氏针钢丝张力带、钩钢板、喙锁韧带重建及关节镜技术等^[3], 虽然大部分术式都能提供坚强的内固定, 但仍存在术后肩部疼痛、肩峰撞击症、内固定失效等^[4,5]。由于肩锁关节是一个微动关节, 其稳定性依靠韧带及周围肌肉等共同维持, 简单的内固定或者错误的韧带重建方式都可能会引起并发症发生。因此, 治疗肩锁关节脱位的过程中, 需要临床医师熟悉掌握肩锁关节的解剖、功能和生物力学特点, 从而为患者选择更加合适有效的治疗方案。因此, 本文就近年来国内外关于肩锁关节的解剖及生物力学研究进展进行综述, 为临床诊治提供更为优化的治疗策略和新思路。

1 肩锁关节解剖结构

1.1 肩锁关节骨性解剖结构 肩锁关节是一个微动关节, 骨性结构由锁骨远端、肩峰内侧面及喙突三部分组成。锁骨(clavicle)呈“~”形弯曲, 位于胸廓的前上方。内侧 2/3 凸向前, 呈三棱形, 外侧 1/3 凸向后, 呈扁平形。Bachoura 等^[6]研究发现, 锁骨围绕 2 条反曲线构建, 使锁骨能够抵抗压力。第一条曲线为内侧前凸, 直径为锁骨长度的一半以上。第二条曲线向后凸, 半径刚刚超过内侧曲线的一半: 平均 36 mm: 66 mm(见图 1)。男性的两个半径较大, 左侧的内侧半径较大, 这解释了为什么左侧锁骨通常比右侧长。肩峰是肩胛冈向外侧延伸的扁平突起, 与锁骨外侧端相连接。喙突为肩胛骨上缘外侧向前的指状突起。肩锁关节关节面大多由外上向内下倾斜, 呈 10°~55°^[7]。关节两端由纤维软骨盘及透明软骨包围, 软骨盘形状为圆形, 厚度很薄^[8]。关节

面最初覆盖透明软骨,后来成为成年早期的纤维软骨。关节内存在关节内纤维软骨膜,尺寸和形状各异,直到成年中期^[9]。肩锁关节软骨盘为半月板同系物,有学者^[10~12]已经证明,随着年龄的增长,这种半月板同系物经历快速退化,直到它在40年后不再起作用,它在联合中的实际功能是微不足道的。



A:近端; B:远端; a:大中间曲线; b:较小的侧面曲线

图1 锁骨双曲线

1.2 肩锁关节韧带解剖结构 一个健康的肩锁关节在负荷下可以在前、后、上方向上进行6.00 mm的平移^[2]。肩锁关节周围韧带,包括关节内韧带和关节外韧带。关节内韧带即肩锁韧带,关节外韧带包括喙锁韧带和喙肩韧带。肩锁关节的稳定性主要依赖静态稳定结构以及动力稳定结构,静态稳定结构主要是喙锁韧带(包括锥状韧带和斜方韧带)、关节囊及喙肩韧带、肩锁韧带;动力稳定结构主要是三角肌及斜方肌的腱性附着部分^[13]。

1.2.1 肩锁韧带 成人肩锁关节前后径平均为19.00 mm,上下径为9.00 mm。肩锁韧带连接肩峰与锁骨,肩锁韧带可分为上、下、前、后关节囊韧带,Salter等^[12]研究发现,其中肩锁韧带上束比下束更结实,肩锁韧带厚度为2.00~5.50 mm,可以限制肩锁关节水平方向的运动。Stine和Vangsness^[14]报道,肩锁韧带止于肩峰内侧2.80 mm处(范围为2.30~3.30 mm),始于锁骨远端平均3.50 mm处(范围为2.90~3.90 mm)。

1.2.2 喙锁韧带 喙锁韧带是连接锁骨与喙突的韧带复合体,包括后内侧部分的锥状韧带和前外侧的斜方韧带,两条韧带呈V型结构,起着悬吊肩锁关节的作用。何鸿陶和陈云丰^[13]指出,锥状韧带呈锥形从喙突基底内侧螺旋上升到锁骨外1/3的中下方,防止肩锁关节向上、向前或螺旋移位;斜方韧带

从喙突基底前外侧伸展到锁骨的外下方,防止肩锁关节向后、旋转移动。锥状韧带由喙突到锁骨呈垂直位置,而斜方韧带呈横向位置,两条韧带构成垂直关系,它们之间的间隙由滑囊填充。刘燕洁等^[15]对26具成人新鲜尸体标本进行解剖后发现,喙锁间距平均距离为11.92 mm,锥状韧带止点中点到锁骨远端距离平均为43.67 mm,斜方韧带止点中点到锁骨远端距离平均为25.25 mm,两条韧带之间平均距离为8.96 mm;锥状韧带中轴长度为15.54 mm,起止点宽度平均为9.96 mm、16.92 mm,平均厚度为5.38 mm;斜方韧带起止点宽度平均为10.33 mm、8.50 mm,厚度为4.33 mm。锥状韧带从喙突到锁骨上呈后倾角度(平均-116.25°),斜方韧带呈前倾角度(平均75.42°)。Renfree和Wright^[9]指出,锥状韧带止点至锁骨远端的距离男性平均为33.50 mm,女性为28.90 mm;斜方韧带止点至锁骨远端的距离男性平均为16.70 mm,女性为16.10 mm。据此,刘燕洁等^[15]提出为避免损伤斜方韧带,建议行锁骨远端切除术时切除锁骨远端不应超过10.00 mm。但有国外学者^[16]提出对于锁骨远端不完全性关节损伤的锁骨远端切除,建议使用15.00 mm的安全边缘以保留完整的喙锁韧带。Harris等^[16]评估了喙锁韧带的解剖变异,发现锥状韧带在锁骨端的止点与喙突的起点相比,宽度相差2倍,形成倒锥状;另外,锥状韧带及斜方韧带在喙突上的起点存在差异,斜方韧带起自喙突的后半部分,锥状韧带起自喙突基底部更靠后的位置。

1.2.3 喙肩韧带 喙肩韧带连接喙突与肩峰,起自喙突外侧缘,止于肩峰的前内侧部,与关节囊纤维紧密相贴在一起。其形状可分为四边形、Y形和V形^[15,17]。刘培党等^[18]用64具尸体标本对喙肩韧带的形态结构进行解剖学观测后发现,喙肩韧带长度平均为2.70 cm,肩峰端止点宽平均为1.50 cm,厚度为0.50 cm,喙突起点宽平均为2.40 cm,厚度为0.70 cm,以三部型(前中后)为主,占93.70%,其中以前部最厚。喙肩韧带的血供来源于肩峰动脉的三角肌支及肩峰支^[15],喙肩韧带从喙突基底以后倾角度(159.75°)延伸至肩峰尖,缓冲肩峰和肩袖的碰撞,但当喙肩韧带断裂,变失去缓冲的功能。

2 肩锁关节生物力学功能

2.1 肩锁关节活动功能 肩锁关节是一个微动关节,主要由关节囊、肩锁韧带、喙锁韧带等相连接,维持其稳定性。正常肩锁关节有20°的活动范围,部分活动在上臂外展最初30°范围内完成,部分于上

臂外展到 135° 以上时完成。林斌等^[19]研究发现肩关节在前屈、后伸、外展、内收、外旋及内旋等不同位置运动幅度的增大,肩锁关节的运动大部分逐渐增加。锁骨相对肩峰的活动范围与肩关节上举的幅度相关:在肩关节上举 90° 时,锁骨相对于肩关节活动为外旋 5°,上移 6°,当上举 150° 后旋变为 27°,上移为 21°^[20]。且当肩关节外展上抬 40° ~ 45° 时,同时发生锁骨上旋肩胛骨下旋,锁骨相对肩胛骨的旋转运动为 5° ~ 8°^[21]。Debski 等^[2]将 70.00 N 应力分别作用肩锁关节的前、后、上方,发现应力方向的不同,肩锁关节移位情况不同,表明应力加载过程中,肩锁关节的运动,是每条韧带力的大小和方向受到发生的耦合运动的影响结果。因此,外科手术中应该根据每个载荷条件下,喙锁韧带原位力的大小和方向的差异,以更加接近解剖的方式重建这些韧带或分别治疗,以防止关节退变。

2.2 肩锁关节周围韧带作用

2.2.1 肩锁韧带

在肩锁关节脱位的损伤机制中,肩锁韧带总是先于喙锁韧带断裂,当肩锁韧带完全断裂后,喙锁韧带继时补偿成为主要维持肩锁关节稳定性的韧带。于鹏等^[22]研究发现,肩锁韧带的抗拉强度高于喙锁韧带(约 50.00 N),说明肩锁韧带可以有效地维持肩锁关节的稳定性。Fukuda 等^[23]发现,锥状韧带及斜方韧带分别抵抗 50.00% 和 65.00% 的力量。然而,在更大的位移时,锥状韧带及斜方韧带抵抗的力量比例产生变化,分别为 70.00% 和 60.00%。另外,无论移位的程度如何,肩锁韧带均是限制锁骨后移和后轴旋转的主要韧带。Debski 等^[24]证实了后一种观察,切断肩锁关节囊后,肩锁关节前后方向产生 100.00% 的位移。切断肩锁关节囊导致锥状韧带的平均原位力显著增加[(>200.00%),至(49.00 ± 23.00)N]。在横断肩锁韧带后,锥状韧带的平均力也显著大于斜方韧带[(25.00 ± 19.00)N]。因此,施加作用力方向的不同,锥状韧带和斜方韧带承受的负载函数是不同的。这一发现符合一般公认的原则,即肩锁关节水平稳定性由肩锁韧带维持,垂直稳定性由喙锁韧带维持。

2.2.2 喙锁韧带

锥状韧带及斜方韧带分别限制肩锁关节上、后方的位移。Debski 等^[2]在应力试验中用 70.00 N 作用力分别作用于锁骨的前、后、上方,发现锁骨远端在三个方向的位移分别为(5.10 ± 2.00)mm、(5.60 ± 2.20)mm、(4.20 ± 1.90)mm。曹勇和吕书军^[25]在力学试验中发现喙锁韧带具有复杂的流变学特性,与其他软组织相似,在单轴拉伸试

验中发现它的非线性力学行为,新鲜喙锁韧带大多从根部断裂,而使用了 3 枚 Endobutton 钢板治疗肩锁关节脱位的患者的喙锁韧带则从边缘部撕裂。Mazzocca 等^[26]发现喙锁韧带断裂时,总是锥状韧带先断裂,由此推测锥状韧带在维持肩锁关节垂直方向稳定性中有至关重要的作用,建议手术时要注重加强或重建锥状韧带。

2.2.3 喙肩韧带

喙肩韧带主要维持肱盂关节的稳定性,防止肩关节向前上方移位。切除喙肩韧带后,在锁骨远端前、后、上三个方向施加 70.00 N 后,肩锁关节未见明显移位^[15]。

3 相关植入物的生物力学特点

肩锁关节是由多韧带构成的微动关节,单纯的刚性内固定或修复韧带,无法解剖重建肩锁关节。潘昭勋等^[27]利用 40 具新鲜尸体的肩关节标本,探讨单、双、三枚 Endobutton 术式重建喙锁韧带术后稳定性,发现双 Endobutton 术式和三 Endobutton 术式垂直稳定性相似,均优于单 Endobutton 术式。曹勇和吕书军^[25]通过力学测试指出三 Endobutton 术式在生物力学性能上有较大的优势,达到正常喙锁韧带的生物力学要求。张传开等^[28]通过对 10 具肩部标本进行力学测试,发现双枚带线锚钉固定修复肩锁关节脱位的力学强度与原喙锁韧带的力学强度相当。Hung 等^[29]通过有限元分析锁骨钩钢板治疗肩锁关节,较小的钩角会增加锁骨中 1/3 的应力,较大的钩角会增加锁骨钩板在肩峰上施加的力,在钢板上最内侧位置的螺钉产生最高的应力,且最大应力位于锁骨钩钢板的转角处。

4 结语

肩锁关节脱位是常见的肩部损伤,目前治疗肩锁关节脱位的术式众多^[4],如锁骨钩钢板内固定、Endobutton 钢板及内镜下手术等。不同术式各有优缺点,目前尚缺乏公认统一的手术方式,因此探讨更符合生物力学要求的肩锁关节修复方式是当前研究的目标之一。

参考文献

- Kim AC, Mateuk G, Patel D, et al. Acromioclavicular joint injuries and reconstructions: a review of expected imaging findings and potential complications[J]. *Emerg Radiol*, 2012, 19(5): 399 - 413.
- Debski RE, Parsons IR, Fenwick J, et al. Ligament mechanics during three degree-of-freedom motion at the acromioclavicular joint[J]. *Ann Biomed Eng*, 2000, 28(6): 612 - 618.
- 梁广权. 肩锁关节脱位的治疗进展[J]. *微创医学*, 2017, 12(2): 240 - 242.

4 徐刚,李小飞,邱旭升,等. 纽扣钢板技术与锁骨钩钢板治疗急性肩锁关节脱位的疗效比较[J]. 重庆医学, 2018, 47(7):979-981.

5 潘昭勋,杜德凯,张洪鑫,等. 三种 Endobutton 术式重建喙锁韧带术后稳定性的生物力学对比研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2017, 35(1):74-77.

6 Bachoura A, Deane AS, Wise JN, et al. Clavicle morphometry revisited; a 3-dimensional study with relevance to operative fixation[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2013, 22(1):e15-e21.

7 Rios CG, Mazzocca AD. Acromioclavicular joint problems in athletes and new methods of management[J]. Clin Sports Med, 2008, 27(4):763-788.

8 Precerutti M, Garioni E, Madonia L, et al. US anatomy of the shoulder; Pictorial essay[J]. J Ultrasound, 2010, 13(4):179-187.

9 Renfree KJ, Wright TW. Anatomy and biomechanics of the acromioclavicular and sternoclavicular joints[J]. Clin Sports Med, 2003, 22(2):219-237.

10 Depalma AF. Surgical anatomy of acromioclavicular and sternoclavicular joints [J]. Surg Clin North Am, 1963, 43:1541-1550.

11 Petersson CJ. Degeneration of the acromioclavicular joint. A morphological study[J]. Acta Orthop Scand, 1983, 54(3):434-438.

12 Salter EJ, Nasca RJ, Shelley BS. Anatomical observations on the acromioclavicular joint and supporting ligaments [J]. Am J Sports Med, 1987, 15(3):199-206.

13 何鸿陶,陈云丰. 肩锁关节解剖和生物力学分析[J]. 实用骨科杂志, 2010, 16(10):767-769.

14 Stine IA, Vangness CJ. Analysis of the capsule and ligament insertions about the acromioclavicular joint; a cadaveric study[J]. Arthroscopy, 2009, 25(9):968-974.

15 刘燕洁,何鸿陶,陈云丰,等. 肩锁关节解剖学研究 and 临床意义[J]. 实用骨科杂志, 2012, 18(2):139-142.

16 Harris RI, Vu DH, Sonnabend DH, et al. Anatomic variance of the coracoclavicular ligaments [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2001, 10(6):585-588.

17 Fealy S, April EW, Khazzam M, et al. The coracoclavicular ligament: morphology and study of acromioclavicular joint[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2005, 14(5):542-548.

18 刘培党,晋光荣,花菊兰. 喙肩韧带转位重建喙锁韧带的应用解剖[J]. 四川解剖学杂志, 2003, 11(3):1-2.

19 林斌,张海参,郭志民,等. 正常国人活体肩锁关节的运动特点[J]. 临床骨科杂志, 2009, 12(4):451-454.

20 Giphart JE, van der Meijden OA, Millett PJ. The effects of arm elevation on the 3-dimensional acromioclavicular distance: a biplane fluoroscopy study with normative data [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2012, 21(11):1593-1600.

21 Willimon SC, Gaskill TR, Millett PJ. Acromioclavicular joint injuries: anatomy, diagnosis, and treatment[J]. Phys Sportsmed, 2011, 39(1):116-122.

22 于鹏,宋展昭,孙培峰,等. 肩锁关节韧带功能解剖和生物力学研究[J]. 临床医学工程, 2011, 18(2):189-190.

23 Fukuda K, Craig EV, An KN, et al. Biomechanical study of the ligamentous system of the acromioclavicular joint[J]. J Bone Joint Surg Am, 1986, 68(3):434-440.

24 Debski RE, Parsons IM, Woo SL, et al. Effect of capsular injury on acromioclavicular joint mechanics[J]. J Bone Joint Surg Am, 2001, 83-A(9):1344-1351.

25 曹勇,吕书军. 三重纽扣钢板重建喙锁韧带的解剖及生物力学研究[J]. 实用骨科杂志, 2011, 17(11):1001-1003.

26 Mazzocca AD, Santangelo SA, Johnson ST, et al. A biomechanical evaluation of an anatomical coracoclavicular ligament reconstruction [J]. Am J Sports Med, 2006, 34(2):236-246.

27 潘昭勋,杜德凯,张洪鑫,等. 三种 Endobutton 术式重建喙锁韧带术后稳定性的生物力学对比研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2017, 35(1):74-77.

28 张传开,韩冰,冯晖,等. 双带线锚钉重建喙锁韧带治疗 Tossy III型肩锁关节脱位的生物力学研究与临床[J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23(10):932-936.

29 Hung LK, Su K, Lu WH, et al. Biomechanical analysis of clavicle hook plate implantation with different hook angles in the acromioclavicular joint[J]. Int Orthop, 2017, 41(8):1663-1669.

[收稿日期 2018-06-07][本文编辑 潘洪平 韦颖]