

一种新的术中测量肩袖组织张力的方法

黄子奇, 吴宇峰[△]

(广东省中山市中医院骨三科 528400)

[摘要] **目的** 在关节镜下肩袖损伤修复手术中明确肩袖组织的张力情况,并分析其与患者年龄、病程、术前磁共振成像(MRI)回缩量的关系。**方法** 采用特制的张力测力计对 10 例肩袖撕裂患者进行张力测量。过牵引肩袖组织至足印区,得出肩袖修复时的张力值。采用多元线性回归分析将张力值与患者年龄、病程、术前 MRI 回缩量的关系。**结果** 关节镜检查过程中测得的平均修复张力为(9.03±6.75)N,最小值为 1.72 N,最大值为 19.83 N。张力大小与术前 MRI 所测回缩大小相关($r=0.782, P=0.047$),与患者年龄($r=-0.063, P=0.766$)及病程($r=0.457, P=0.621$)无明显相关性。**结论** 该研究设计的肩袖张力测力计可完成术中肩袖组织张力的测量,测量结果提示患者术前 MRI 冠状面扫描中的肩袖撕裂回缩程度越大,修复后的肩袖组织张力越大。

[关键词] 肩袖损伤;关节镜手术;张力;磁共振成像

[中图分类号] R686

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2021)16-2800-04

A new inntrooperative method for measuring rotator cuff tissue tension

HUANG Ziqi, WU Yufeng[△]

(Third Department of Orthopedics, Zhongshan Municipal Hospital of Traditional Chinese Medicine, Zhongshan, Guangdong 528400, China)

[Abstract] **Objective** To define the tension situation of rotator cuff tissue in the arthroscopic rotator cuff injury repair operation, and to analyze its relationship with patient's age, disease course and preoperative MRI retraction amount. **Methods** The specially-made tensiometer was adopted to measure the tension in 10 cases of patients with rotator cuff tear. The tension value was obtained by excessive traction of rotator cuff tissue to footprint area. Then the relationship of the tension value to patient's age, disease course and preoperative MRI retraction amount was analyzed through multiple linear regression. **Results** The average repair tension was (9.03±6.75)N in the arthroscopic examination process, the minimum value was 1.72 N, and the maximum value was 19.83 N. The tension was positively correlated with the preoperative MRI retraction amount ($r=0.782, P=0.047$), while had no obvious correlation with patient's age ($r=-0.063, P=0.766$) and disease course ($r=0.457, P=0.621$). **Conclusion** The rotator cuff tension dynamometers designed in this study can complete the measurement of intraoperative rotator cuff tension. The measurement results suggest that the greater the degree of rotator cuff tear retraction in the preoperative MRI coronal scan, the greater the tension of rotator cuff tissue after repair.

[Key words] rotator cuff injury; arthroscopy; tension; magnetic resonance imaging

关节镜下肩袖损伤修复手术需要利用带线锚钉将撕裂的肩袖缝合固定在肱骨的肩袖足印区。在这一过程中,医生虽然能够通过关节镜观察到手术缝合位置,但对于肩袖组织的张力情况却无法有效得知。临床经验表明,若缝合后的张力过大,则很容易影响肩袖组织的愈合能力,甚至导致手术失败^[1]。本研究提供了一种测量术中实际肩袖撕裂张力的新工具、新方法,并通过多元线性回归分析探讨了张力与患者年龄、病程、术前磁共振成像(MRI)回缩量的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

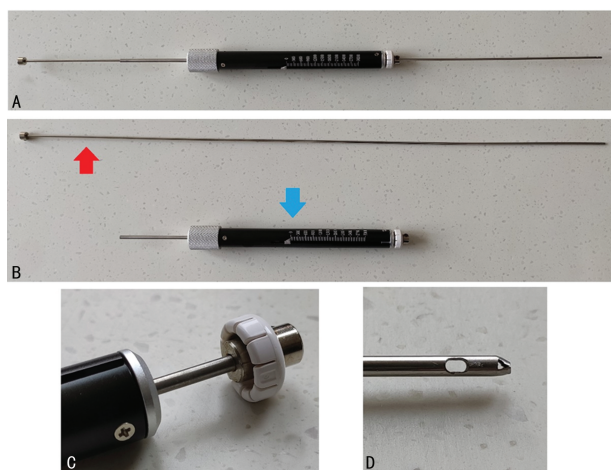
共选取 10 例肩袖撕裂患者进行张力测量,其中男 3 例,女 7 例;年龄 45~69 岁,平均年龄(56.3±8.1)岁;病程 0.6~36.0 个月,平均(6.5±11.0)个月;MRI 回缩量 5.9~24.7 mm,平均(15.1±5.9)mm。所有患者均符合以下标准:(1)术前 MRI 提示全厚度肩袖撕裂,并在术中进一步确认;(2)肩袖组织可以被拉到原始足印区;(3)除外合并肩胛下肌和小

圆肌损伤;(4)术前充分知情并同意相关操作。本研究通过本院伦理委员会审批(伦理审查批件号:2018ZSZY-LLK-238)。

1.2 方法

1.2.1 肩袖张力测量计

该装置由本文第一作者制作,并已获中华人民共和国国家专利局实用新型专利(专利号:ZL 2019 2 0418364. X)。该装置由筒体和内芯两部分构成(图 1A、B)。内芯为实心金属圆柱体,一端有供缝线穿过的小孔(图 1D)。筒体为弹簧张力计,量程为 0~3 000 g,中央是空心圆棒,以供内芯插入。空心圆棒一头有固定缝线的装置(图 1C)。体外预实验显示,经内芯小孔折曲后,缝线两端的拉力在测量过程会出现非线性的改变,导致测力计读数比实际张力大,因此在临床实际操作中需要进行校正。



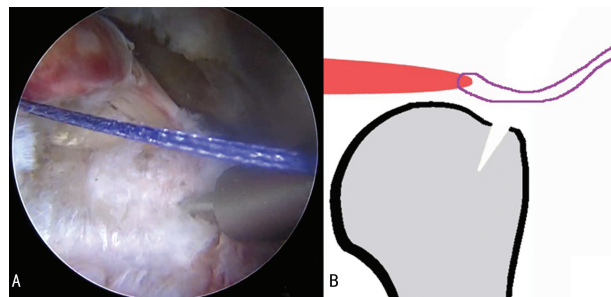
A:组合完成后的测力计;B:测力计构成元件(红色箭头所指为内芯,蓝色箭头所指为筒体);C:空心圆棒末端的缝线固定装置;D:内芯末端的小孔。

图 1 肩袖张力测量计

1.2.2 手术技术及张力测量

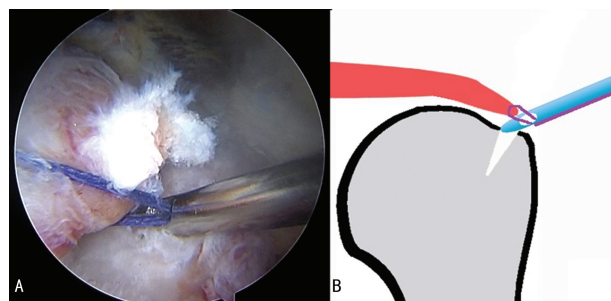
所有手术均由同一位主刀医师完成。所有患者均接受全身麻醉加臂丛神经阻滞。手术方法是在侧卧位行全肩关节镜下全厚度肩袖撕裂修复。清除肩峰下滑囊组织,以获得较好的手术视野。新鲜化肩袖撕裂口边缘及足印区。通过松解肩袖周围粘连组织和部分关节囊以使其张力最小化。在回缩最大处将 1 条 0 号可吸收缝线穿过肩袖组织。在相应的拟置入锚钉点以入路椎打孔(图 2)。将缝线经套筒拉出体外,术前去除套筒出口的硅胶膜,以免与缝线产生额外的摩擦力。将缝线穿过内芯的小孔,然后将内芯经套筒放入肩峰下间隙,其末端插入骨床的锚钉孔当中。移动筒体到套筒旁,将缝线固定在空心圆棒上。在测量肩袖组织张力时,一手扶稳内芯,一手缓慢拉动筒体,直到镜下所见肩袖组织抵达骨床,测量肩袖“张力峰值”。拉动筒体的操作需要一步到位,不能往复推拉。重复操作 3 次并取平均值,见图 3、图 4A。测量张力后,以标准化方式进行肩袖修复。将测力计

交给巡回助手,于体外连接电子测力计,重复上述操作,直至张力计读数再次达到肩袖“张力峰值”平均值。记录此时电子测力计读数,见图 4B。



A:术中视图;B:示意图。

图 2 肩袖张力测量点定位



A:术中视图;B:示意图。

图 3 模拟并测量肩袖组织修复后的张力



A:术中操作肩袖张力测力计;B:利用电子测力计校正得出实际张力值。

图 4 手术操作过程

1.2.3 术前影像学测量

术前 MRI 中,诊断为全厚度肩袖撕裂后测量撕裂大小。在冠状面抑脂序列扫描中使用图像存档和通信系统工作站中的测量功能,测量全厚度肩袖撕裂的回缩大小。

1.3 统计学处理

使用 SPSS18.0 进行统计分析,用 Kolmogorov-Smirnov 检验对年龄、病程、回缩大小和张力作正态性检验,以张力作因变量进行多元线性回归分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

总共有 10 例患者接受肩关节镜肩袖修复手术治疗。关节镜检查过程中测得的平均修复张力为 (9.03 ± 6.75) N,最小值为 1.72 N,最大值为 19.83 N。张力大小与术前 MRI 所测回缩大小相关($r = 0.782, P = 0.047$),与患者年龄($r = -0.063, P =$

0.766)及病程($r=0.457, P=0.621$)无明显相关性,见图 5。值得注意的是,其中 1 例患者在术后 3 周的随访中诉右肩部疼痛剧烈,复查 MRI 提示肩袖再撕裂,该患者具备最大的术前 MRI 回缩量(24.7 mm)和第二大的肩袖张力(17.89 N),见图 6。

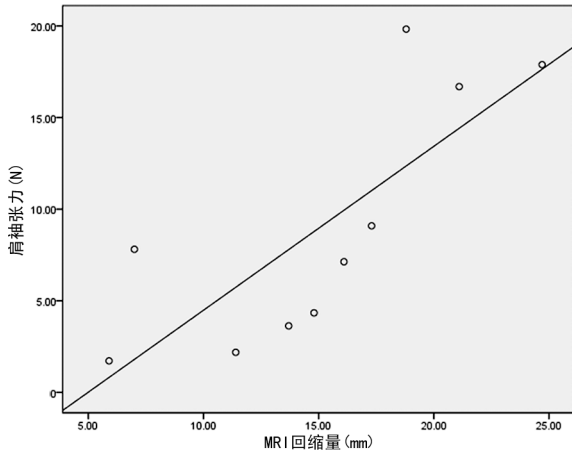
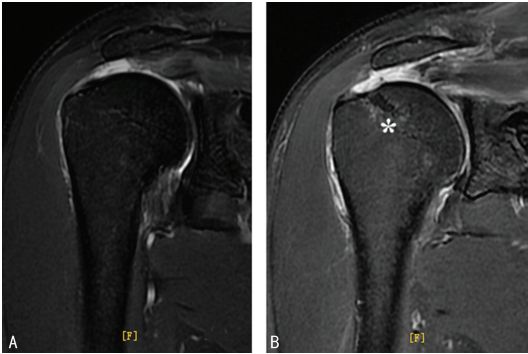


图 5 MRI 回缩量与肩袖张力的散点图



A: 术前; B: 术后; *: 指示置入的锚钉。

图 6 患者手术前后 MRI 图像

3 讨 论

关节镜下修复肩袖损伤的治疗效果已获得较大认可^[2]。但近 10 年的研究中显示,术后仍存在着 7.22%~49.00%的再撕裂率^[3-7]。尽管有一些争议,肩袖损伤修复后再撕裂被认为与许多因素相关,包括但不限于患者年龄、撕裂大小、全厚度撕裂、肩袖组织脂肪变性、修复方式和术后功能锻炼等^[3,8-12]。过往由于术中测量肩袖张力被认为不可能,所以相关研究不多。在为数不多的研究中,术中测量肩袖平均张力的范围为 11.1~28.5 N,测量方法都是用缝线将肩袖循套筒方向牵引,而不是循足印区方向牵引,既无法模拟肩袖修复后的状态,也很难界定牵引的终点^[13-14]。KIM 等^[14]的一项纳入 132 例患者的研究指出,修复张力与术中测量的肩袖撕裂大小和回缩量都明显相关($P<0.001$);经过长期随访后发现,修复张力与修复部位的愈合呈负相关,表明高张力修复将无法实现完全愈合^[14]。

本文首次提供了一种能够在手术过程中有效测量肩袖固定至足印区时的张力的测量装置,以提高手术操作的准确性和手术效果,但该装置尚存在可以改

进的地方:(1)由于缝线经内芯小孔折曲后导致显示的拉力数值较实际拉力大,这应该跟折曲处缝线与内芯小孔产生的静摩擦力有关,为了减少这一影响,可以考虑改进小孔的形状或材质,或在小孔安装带滚珠轴承的滑轮,令静摩擦变为滚动摩擦,从而减少摩擦力的影响,但实现这一点需要较高难度的金属加工工艺;(2)筒体上所示数值应为测定校正后的数值,或者以符合消毒要求的电子测力计取代这种传统的弹簧测力计。

本研究有以下局限性:(1)样本量较小。(2)没有进行观察者间和观察者内的可靠性测试。(3)由于严格限制了麻醉方式和手术体位,无法得知在其他麻醉方式和手术体位下是否引起张力的变化。(4)如果术中用不止 1 枚锚钉固定肩袖,实际缝合后的张力情况将会变得复杂,因为不同位置的锚钉将会抵消不同大小的张力,这明显与测得的最大回缩处张力不同。(5)骨床和肩袖边缘的过度新鲜化可能会导致测得的张力增加。(6)DIERCKMAN 等^[15]研究表明,将肩袖拉到足印区外侧的拉力较拉到内侧增加 5.4 倍,提示本研究操作中锚钉置入点的选择会改变张力测量的结果,从而影响与术前 MRI 回缩量的相关性分析。

此外,遗憾的是,早期部分病例没有术中实际测量肩袖撕裂的大小及回缩距离,导致相关数据不完整而无法进一步做分析。在后续研究中,将关注术中肩袖张力对肩袖愈合及肩关节功能恢复的影响。DAVIDSON 等^[13]的研究关注了术中肩袖张力对术后肩关节功能的影响,作者认为张力大于 35.59 N 的患者术后功能恢复明显较差^[13]。

综上所述,本研究设计的肩袖张力测力计工作可靠,这为进一步临床试验研究肩袖张力对临床结果的影响奠定了基础。肩袖张力测力计可能会成为一个有价值的术中决策工具。

参考文献

- [1] ELHASSAN B T, COX R M, SHUKLA D R, et al. Management of failed rotator cuff repair in young patients[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2017, 25(11): e261-271.
- [2] COLLIN P, BETZ M, HERVE A, et al. Clinical and structural outcome 20 years after repair of massive rotator cuff tears[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2020, 29(3): 521-526.
- [3] TASHJIAN R Z, HOLLINS A M, KIM H M, et al. Factors affecting healing rates after arthroscopic double-row rotator cuff repair[J]. Am J Sports Med, 2010, 38(12): 2435-2442.
- [4] LEE Y S, JEONG J Y, PARK C D, et al. Evaluation of the risk factors for a rotator cuff retear after repair surgery[J]. Am J Sports Med,

- 2017,45(8):1755-1761.
- [5] MILLETT P J, WARTH R J, DORNAN G J, 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.
- [6] MCELVANY M D, MCGOLDRICK E, GEE A O, et al. Rotator cuff repair: published evidence on factors associated with repair integrity and clinical outcome [J]. Am J Sports Med, 2015, 43(2): 491-500.
- [7] RUSSELL R D, KNIGHT J R, MULLIGAN E, et al. Structural integrity after rotator cuff repair does not correlate with patient function and pain: a meta-analysis [J]. J Bone Joint Surg Am, 2014, 96(4): 265-271.
- [8] YANG J JR, ROBBINS M, REILLY J, et al. The clinical effect of a rotator cuff re-tear: a meta-analysis of arthroscopic single-row and double-row repairs [J]. Am J Sports Med, 2017, 45(3): 733-741.
- [9] CHEN M, XU W, DONG Q, et al. Outcomes of single-row versus double-row arthroscopic rotator cuff repair: a systematic review and meta-analysis of current evidence [J]. Arthroscopy, 2013, 29(8): 1437-1449.
- [10] DEHAAN A M, AXELRAD T W, KAYE E, et al. Does double-row rotator cuff repair improve functional outcome of patients compared with single-row technique? A systematic review [J]. Am J Sports Med, 2012, 40(5): 1176-1185.
- [11] KIM Y S, CHUNG S W, KIM J Y, et al. Is early passive motion exercise necessary after arthroscopic rotator cuff repair? [J]. Am J Sports Med, 2012, 40(4): 815-821.
- [12] KEENER J D, GALATZ L M, STOBBS-CUCHI G, et al. Rehabilitation following arthroscopic rotator cuff repair: a prospective randomized trial of immobilization compared with early motion [J]. J Bone Joint Surg Am, 2014, 96(1): 11-19.
- [13] DAVIDSON P A, RIVENBURGH D W. Rotator cuff repair tension as a determinant of functional outcome [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2000, 9(6): 502-506.
- [14] KIM D H, JANG Y H, CHOI Y E, et al. Evaluation of repair tension in arthroscopic rotator cuff repair: does it really matter to the integrity of the rotator cuff? [J]. Am J Sports Med, 2016, 44(11): 2807-2812.
- [15] DIERCKMAN B D, WANG D W, BAHK M S, et al. In vivo measurement of rotator cuff tear tension: medial versus lateral footprint position [J]. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2016, 45(3): E83-90.

(收稿日期: 2020-12-27 修回日期: 2021-03-28)

(上接第 2799 页)

- 求自动控制型: GB8599-2008 [S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2008.
- [5] 王旭, 张剑, 张青, 等. 运用温度压力检测仪对压力蒸汽灭菌程序进行检测分析 [J]. 中国消毒学杂志, 2018, 35(8): 614-615.
- [6] 顾菁华, 张继英, 陆龙喜, 等. 高温高压记录仪对真空压力蒸汽灭菌器的监测研究 [J]. 中华医院感染学杂志, 2016, 26(21): 5022-5024.
- [7] 高玉华, 陈严伟, 王玉玲. 不同结构和材质的外来医疗器械灭菌时间研究 [J]. 解放军医学院学报, 2018, 39(3): 218-222.
- [8] 王世英, 马俊俐, 张宝胜, 等. 压力蒸汽灭菌参数监测与 PCD 监测结果比较 [J]. 中国消毒学杂志, 2020, 37(8): 573-575.
- [9] 张玉梅, 吕金香, 龚丽娜, 等. 消毒供应室压力蒸汽灭菌器灭菌质量检测的分析 [J]. 中国医药指南, 2018, 16(11): 297-298.
- [10] 陈晨, 王欣, 庞松涛, 等. 西安市医疗机构压力蒸汽灭菌器灭菌性能评价 [J]. 中国感染控制杂志, 2017, 16(3): 247-250.
- [11] 张青, 高玉华, 李保华, 等. 医院消毒供应中心压力蒸汽灭菌程序现状调查 [J]. 中华医院感染学杂志, 2016, 26(21): 4997-5000.
- [12] 袁园. 外来器械灭菌参数的观察与分析 [J]. 中国消毒学杂志, 2019, 36(5): 332-334, 337.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 医疗保健产品灭菌化学指示物第 1 部分: 通则: GB18282. 1-2015 [S]. 北京: 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会, 2015.
- [14] 袁园, 刘作辉. 不同脉动形式对外来器械蒸汽灭菌升温延迟的研究 [J]. 中国消毒学杂志, 2020, 37(6): 428-430.
- [15] 刘亚琴, 陈东方, 黄群, 等. 不同材质的外来器械对灭菌质量的影响 [J]. 中国消毒学杂志, 2020, 37(3): 181-183.

(收稿日期: 2021-01-11 修回日期: 2021-05-11)