·基础研究·

部分腕关节韧带生物力学特性的研究

徐永清 钟世镇 赵卫东 徐达传

【摘要】 目的 了解部分腕关节韧带生物力学的特性。方法 成人新鲜腕关节标本 16 侧，在 SWD-10 型材料实验机上，以 5 mm/min 的定速率拉伸部分腕关节韧带直至韧带断裂，测定断裂时韧带承受的最大拉伸力和刚度。结果 8 侧桡尺骨远端与腕关节连接的韧带中，以尺月韧带的最大拉伸力和刚度最大，达[(219.2 ± 55.4) N，和(65.5 ± 19.6) N/mm^2，$\bar{x} \pm s$，下同]。尺三角韧带和尺侧囊结构的最大拉伸力和刚度最小，为(54.0 ± 25.5) N、(17.8 ± 6.0) N/mm^2，和(58.7 ± 17.6) N、(13.4 ± 4.7) N/mm^2。另 8 侧中，舟月骨间韧带的最大拉伸力和刚度较大(286.1 ± 90.8) N、(95.5 ± 40.0) N/mm^2，而月三角骨间韧带则更大(375.3 ± 52.6) N、(179.0 ± 39.0) N/mm^2。结论 近排腕骨间韧带的最大拉伸力和刚度较桡尺骨远端与腕骨连接的韧带大，其中月三角骨间韧带的最大拉伸力和刚度较舟月骨间韧带大。桡尺骨远端与腕骨连接的韧带中，尺月韧带的最大拉伸力和刚度最大。

【关键词】 腕关节； 韧带； 生物力学

A study of biomechanical properties of partial carpal ligaments *XU Yong-qing**, *ZHONG Shi-zhen*, *ZHAO Wei-dong*, *et al*. * *Department of Orthopaedics Kunming General Hospital of Chengdu Military Command Kunming* 650032, China

【Abstract】 **Objective** To investigate the biomechanical properties of partial carpal ligaments. **Methods** Sixteen fresh cadaver adult specimens of wrist were prepared. By the SWD-10 material-testing machine, we were able to measure the maximum tension and stiffness loaded by the ligaments when they were stretched with a certain 5 mm/min ratio until their disruptions. **Results** Among the 8 ligaments attached to the distal radius and ulna and wrist joint, ulnolunate ligament had the greatest maximum tension and stiffness (219.2 ± 55.4) N and (65.5 ± 19.6) N/mm^2, while ulnotriquetrum ligament and ulnocapsular structure had the least, (54.0 ± 25.5) N, (17.8 ± 6.0) N/mm^2, and (58.7 ± 17.6) N, (13.4 ± 4.7) N/mm^2, respectively. The above two parameters for scapholunate ligament at another 8 specimens were (286.1 ± 90.8) N, (95.5 ± 40.0) N/mm^2, and even greater for lunotriquetrum ligament: (375.3 ± 52.6) N, (179.0 ± 39.0) N/mm^2. **Conclusion** In all carpal ligaments, the maximum tension and stiffness of proximal intercarpal ligaments are greater than those of ligaments between carpal bones and the distal radius and ulna; in proximal carpal ligaments, the two parameters of lunotriquetrum ligament are greater than those of scapholunate ligament; in the ligaments between carpal bones and the distal radius and ulna, ulnolunate ligament has the greatest maximum tension and stiffness.

【Key words】 Wrist joint； Ligaments； Biomechanics

近年来，腕关节韧带损伤后引起的腕关节不稳定正逐渐被人们认识并受到重视。国内外对腕关节韧带已作过一些解剖学、组织学及生物力学特性的研究[1-10]，但仍不完整。特别是对中国人腕关节韧带生物力学特性的测定尚未见报告。为了手外科学的发展需要及研究国人腕不稳定的特点，我们对部分腕关节韧带进行了生物力学特性的测定。

资料与方法

1. 材料：成人新鲜腕关节标本 16 侧。

2. 腕关节部分韧带生物力学特性的测定：分 2 部分进行。

(1) 8 侧：测量桡舟韧带，桡舟头韧带，桡月韧带，尺月韧带，尺三角韧带和尺侧囊结构。

(2) 8 侧：测量舟月骨间韧带和月三角骨间韧带。

对前 6 种韧带的近侧附着处不做处理，从腕背侧用止血钳将它们分开，然后切断舟月骨间韧带和月三角骨间韧带。对桡月韧带，尺月韧带，尺三角韧带和尺侧囊结构，分别于月骨和三角骨的相应部位锯断。这样，这些韧带的远端止点未受损伤。

对所测韧带的远、近端附着骨用 3.5 mm 骨钻分别钻 1 骨孔，然后插入 1 根 3.5 mm 粗的斯氏针；放在 SWD-10 型材料试验机上以 5 mm/min 的定速率拉伸至韧带断裂，并测定断裂时韧带承受的最大拉伸力和刚度。

作者单位：650032 昆明，成都军区昆明总医院骨科(徐永清)；广州第一军医大学临床解剖学研究所(钟世镇、赵卫东、徐达传)

万方数据

表 1　腕关节部分韧带最大拉伸力和刚度($\bar{x} \pm s$)

部位	样本(侧)	最大拉伸力(N)	刚度(N/mm²)
桡舟韧带	8	65.7 ± 16.2	33.6 ± 14.8
桡舟头韧带	8	105.7 ± 32.9	24.6 ± 8.6
桡月韧带	8	92.7 ± 10.2	40.7 ± 7.8
尺月韧带	8	219.2 ± 55.4	65.5 ± 19.6
尺三角韧带	8	54.0 ± 25.5	17.8 ± 6.0
尺侧囊结构	8	58.7 ± 17.6	13.4 ± 4.7
舟月骨间韧带	8	286.1 ± 90.8	95.5 ± 40.0
月三角骨间韧带	8	375.3 ± 52.6	179.0 ± 39.0

结　果

部分腕关节韧带的最大拉伸力和刚度测试结果见(表 1)。在桡尺骨远端与腕骨连接的韧带中,尺月韧带的最大拉伸力和刚度最大,尺三角骨韧带和尺侧囊结构的最大拉伸力和刚度最小。舟月骨间韧带和月三角骨间韧带的最大拉伸力和刚度均很大,但月三角骨间韧带则更大。

讨　论

一、测试韧带的比较及与腕骨运动的关系

本研究结果显示,近排腕骨韧带最大拉伸力的刚度明显大于掌侧桡腕和尺腕韧带。在近排腕骨间韧带中舟月骨韧带的最大拉伸力和刚度较月三角骨间韧带的小。在桡尺骨远端与腕骨连接的韧带中,尺月韧带的最大拉伸力和刚度最大,尺三角韧带和尺侧囊结构的最大拉伸力和刚度最小。

我们曾对正常腕关节运动学进行过研究,发现在近排腕骨中,相对于桡尺骨而言,舟骨的运动幅度最大,三角骨次之,月骨最小;但相对于月骨,则舟骨的运动幅度较三角骨大。这些都和韧带的最大拉伸力和刚度有关,即连接骨与骨间韧带的最大拉伸力和刚度越大,两骨之间的相对运动幅度则越小。

二、部分腕关节韧带的生物力学特点与腕关节不稳定的关系

本结果说明,在掌侧桡腕韧带和尺腕韧带中,以尺月韧带的强度和刚度为最大,而桡侧的桡舟韧带,尺侧的尺三角韧带和尺侧囊结构则比较小。以往对掌侧桡腕韧带和尺腕韧带的研究认为桡月韧带的刚度和强度为最大,对尺月韧带的强度和刚度却未做测试。月骨由强韧的尺月韧带和桡月韧带在掌侧成倒'V'形固定,背侧又有背侧桡尺三角韧带限制,所以在近排腕骨中月骨的运动幅度最小。手背伸是一种防御性姿势,跌倒时,手掌着地,腕呈强有力的背伸位。在此过程中,首先引起桡舟头韧带,桡舟韧带紧张,继而引起桡舟月韧带和尺月韧带紧张。由于桡舟韧带,桡舟月韧带比较薄弱,易发生断裂并可同时伴有桡舟韧带、桡舟月韧带断裂。舟月骨间韧带与月三角骨间韧带相比,其强度要小一些,在腕关节极度背伸和尺偏时,舟月骨间韧带的力臂较月三角骨间韧带的要长,故容易引起舟月骨间韧带断裂,造成舟月骨间分离。如果腕背伸尺偏再继续,则会引起月三角骨间韧带断裂,造成月三角骨间分离。这些都是临床上常见的腕关节不稳定的原因。另外,尺三角韧带和尺侧囊结构,比较薄弱,腕背伸和桡偏时也容易引起它们损伤,也是引起腕部尺侧疼痛的原因之一。

三、腕骨间韧带断裂的修复问题

腕关节韧带损伤后引起的腕关节不稳定,如舟月骨间分离,月三角骨不稳定等,治疗方法很多,但效果有时不能肯定。1998 年,Shin 等[11]比较了舟月骨间韧带背侧部分与 Lister 结节处的第三伸肌支持韧带的生物力学特性和组织学特性,虽然第三伸肌支持韧带的断裂强度较舟月骨间韧带的背侧部分小许多,但单位面积上的断裂强度两者相差不大,两者的组织学特性相近。1998 年,Weiss[12]在临床上用两端带桡骨的第三伸肌支持韧带移植治疗舟月骨间分离 19 例病人,其中 14 例为动力型舟月骨间分离,术后 12 例疼痛消失,2 例腕关节在重体力活动时疼痛;而另 5 例静力型舟月骨间分离,术后 2 例疼痛消失,1 例腕关节在重体力活动时疼痛,2 例仍有持续疼痛。

我们认为,用两端带桡骨的第三伸肌支持韧带移植治疗动力型舟月骨间分离的效果是可以的,而治疗静力型舟月骨间分离的效果差,其原因是第三伸肌支持韧带的强度不够。能否找到两端带骨,切取方便,韧带强度与腕部断裂韧带相近的更好供区,尚需要进一步研究。

参 考 文 献

1　Mayfield JK. Mechanism of carpal injuries. Clin Orthop, 1980, 149: 45-54.

2　于胜吉,徐恩多. 腕关节韧带的解剖学观察及其临床意义. 解剖学杂志, 1994, 17: 306-309.

3　包聚良,屠开元,徐印坎,等. 腕关节囊内韧带的解剖学观察及其创伤学意义. 中国临床解剖学杂志, 1990, 8: 198-200.

4　Berger RA. The gross and histologic anatomy of the scapholunate interosseous ligament. J Hand Surg(Am), 1996, 21: 170-178.

5　Boabighi A, Kuhlmann JN, Kenesi C. The distal ligamentous complex of scaphoid and the scapho-lunate ligament: an anatomic, histological and biomechanical study. J Hand Surg(Br), 1993, 18: 65-69.

6　Dremniany JJ, Palmer AK, Flatt AE. The scaphotrapezial ligament complex: an anatomic and biomechanical study. J Hand Surg(Am), 1985, 10: 492-498.

万方数据

7 Dzwierzynski WW, Matloub HS, Yan JG, et al. Anatomy of the intermetacarpal ligament of the carpometacarpal joint of the fingers. J Hand Surg(Am), 1997, 22: 931-934.
8 Hixson ML, Stewart G. Microvascular anatomy of the radioscapho-lunate ligament of the wrist. J Hand Surg(Am), 1990, 15: 297-280.
9 Berger RA, Kauer JMG, Landsmeer JMF. Radioscapholunate ligament: a gross and histologic study of fetal and adult wrists. J Hand Surg(Am), 1991, 16: 350-355.
10 Berger RA. The gross and histologic anatomy of scapholunate interosseous ligament. J Hand Surg(Am), 1996, 21: 170-178.
11 Shin SS, Moore DC, mCgovern RD, et al. Scapholunate ligament reconstruction using a bone-retinaculum-bone autoggraft: a biomechanic and histologic study. J Hand Surg(Am), 1998, 23: 216- 221.
12 Weiss AP. Scapholunate ligament reconstruction using a bone-retinaculum-bone autograft. J Hand Surg(Am), 1998, 23: 205-215.

(收稿日期: 2002-10-31)
(本文编辑: 郑忆柳)

·临床经验·

小鱼际皮瓣修复指腹瘢痕挛缩

马亮 丁晟 宋建良

手指瘢痕的修复方法较多。如掌背动脉逆行岛状皮瓣、足趾游离皮瓣、全厚皮片游离移植,远位或邻指带蒂皮瓣及邻指岛状皮瓣等。1997 ~ 2001 年,我们用小鱼际皮瓣修复指腹瘢痕挛缩 11 例,取得了较好的治疗效果。

一、资料与方法

1. 一般资料: 本组共 11 例,男 8 例,女 3 例;年龄 18 ~ 45 岁,平均 22.5 岁。右 8 指,左 3 指。示指 2 例,中指 6 例,环指 3 例。外伤引起 7 例,烫(烧)伤 4 例。所取小鱼际皮瓣面积最大 5.0 cm × 3.5 cm,最小 3.5 cm × 1.5 cm。

2. 手术方法: 臂丛神经阻滞麻醉下,上臂上气压止血带。切除指腹挛缩的瘢痕组织,予以彻底松解。根据创面大小形态设计皮瓣。以掌浅弓的掌心部为逆行岛状皮瓣的旋转点,以豌豆骨与近侧掌横纹中点(相当于中指掌骨头处)的弧形连线为皮瓣的纵轴。皮瓣近端可达豌豆骨平面,远端以近侧掌横纹为界,桡侧可达鱼际掌纹,尺侧达手掌尺缘[1]。蒂部皮肤切口设计成锯齿状。

先切开皮瓣桡侧缘,于掌筋膜深层进行游离解剖。在近端找到尺动脉、静脉及尺神经,在远端找到掌浅弓。其间可发现尺动脉小鱼际皮支 1 ~ 2 支、尺神经小鱼际皮支 1 ~ 2 支[2]。确认皮瓣有神经血管支配后,切开皮瓣的尺侧缘,使皮瓣除血管神经相连外全部游离。阻断尺动、静脉观察到皮瓣血循环状况良好后,在皮瓣近端结扎血管蒂,切断尺神经掌深支的小鱼际皮支,并按皮瓣转移长度的需要,结扎掌浅弓分支,使皮瓣血管蒂在无张力下移位于受区部位。供区创面直接缝合。本组 11 例,均将皮瓣的神经皮支与指神经近端作束膜缝合。

3. 结果: 11 例 11 指皮瓣全部存活。术后随访 6 ~ 24 个月,皮瓣质地、色泽及外形均满意,手指伸屈功能正常。指腹皮瓣的二点分辨觉为 5.8 ~ 8.7 mm (平均 7.3 mm)。

二、讨论

指腹瘢痕挛缩松解后创面的覆盖: 若瘢痕较浅可行全厚皮片游离移植。如伴有深部软组织缺损,可采用皮瓣修复。远位或邻指带蒂皮瓣,需保持不适的强迫体位,影响手指术后的功能锻炼,且需再次手术,修复后的皮瓣无感觉,常不被患者所接受。邻指岛状皮瓣切取的面积受限,并需牺牲一侧指神经对供指感觉有一些影响。掌背动脉逆行岛状皮瓣是一种较好的方法,但影响手背部的外观[3]。

本组皮瓣的优点: (1) 对手功能的破坏及外形美观的影响较小。(2) 皮瓣的质地、色泽与受区接近,修复后外观良好[4]。(3) 皮瓣有独立的动、静脉及神经支配,血管位置较恒定,切取方便,皮瓣存活率高,并可制成带感觉的皮瓣。(4) 血管蒂较长,转移范围较大,适应证较广。可用于修复全指腹、腕部及大鱼际区的皮肤缺损。(5) 供区损伤小,可直接缝合。

本组皮瓣的缺点: 需结扎尺动脉主干或掌浅弓,但对手的血供影响不大。

参 考 文 献

1 顾玉东. 手的修复与再造. 第 1 版. 上海: 上海医科大学出版社, 1995. 33-34.
2 劳杰, 顾玉东, 吴自萍. 小鱼际皮瓣的显微解剖学观察. 中华手外科杂志, 1995, 11: 93-94.
3 顾玉东, 张丽银, 张高孟. 小鱼际皮瓣. 手外科杂志, 1992, 8: 65-67.
4 Omokawa S, Yajina H, Ineda Y, et al. A reverse ulnar hypothenar flap for finger reconstruction. Plast Rcconstr Srug, 2000, 106: 828-833.

(收稿日期: 2002-01-30)
(本文编辑: 郑忆柳)

作者单位: 310014 杭州市整形医院手外科

万方数据