

文章编号:1004-7220(2012)03-0333-06

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

刘燕洁, 陈云丰, 曾浪清, 王海明, 王磊, 魏海峰, 陈强

(上海交通大学附属第六人民医院 骨科, 上海 200233)

摘要:目的 对比三 Endobutton 技术解剖重建喙锁韧带与改良 Weaver-Dunn 术式的生物力学表现。方法 12 具新鲜冰冻尸肩, 分别从前、后及上 3 个方向对标本施加 70 N 应力, 测量锁骨相对于肩胛骨的位移, 完成后以 25 mm/min 的速率向上进行破坏试验, 记录破坏负荷及断裂模式。将标本随机分为 Endobutton 组和改良 Weaver-Dunn 组, 分别进行三 Endobutton 重建和改良 Weaver-Dunn 重建, 重建后进行移位试验和破坏试验, 比较不同情况下肩锁关节稳定性和力学强度。结果 Endobutton 组比改良 Weaver-Dunn 组向前((8.72 ± 1.41) mm vs (37.03 ± 5.05) mm)及向后((8.03 ± 3.68) mm vs (14.85 ± 1.89) mm)的移位更小($P < 0.05$), 与重建前喙锁韧带完整时(向前(7.81 ± 2.22) mm, 向后(7.16 ± 1.95) mm)接近。向上移位各组间无明显差异。改良 Weaver-Dunn 组的破坏负荷为(172 ± 9) N, 明显低于 Endobutton 组(687 ± 115) N 和韧带完整组(685 ± 234) N($P < 0.05$)。结论 三 Endobutton 解剖重建喙锁韧带较改良 Weaver-Dunn 术式向前、向后移位更小, 稳定性更接近于原完整韧带, 且强度与喙锁韧带相近, 能更好地恢复喙锁韧带的功能。

关键词: 解剖重建; Endobutton 技术; Weaver-Dunn 术式; 稳定性; 破坏负荷

中图分类号: R 318.01 文献标志码: A

Biomechanical comparison between triple Endobutton technique and modified Weaver Dunn procedure for anatomical reconstruction of coracoclavicular ligament

LIU Yan-jie, CHEN Yun-feng, ZENG Lang-qing, WANG Hai-ming, WANG Lei, WEI Hai-feng, CHEN Qiang (*Department of Orthopaedic, the Sixth People's Hospital, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200233, China*)

Abstract; Objective To compare the biomechanical behavior of a triple Endobutton technique for anatomic reconstruction of coracoclavicular ligament and with a modified Weaver-Dunn procedure. **Methods** Twelve fresh frozen cadaveric shoulders were applied with 70 N in superior, anterior and posterior direction, respectively, to measure displacement of the acromioclavicular joint. The failure test with the load at the rate of 25 mm/min was conducted to record the failure load and failure mode. The specimens were then randomly assigned to 2 groups: the triple Endobutton technique group and the modified Weaver-Dunn procedure group for reconstruction and to conduct displacement test and failure test again. The stability and mechanical strength of acromioclavicular joints after reconstruction under different states were then compared. **Results** The triple Endobutton technique group had significantly less anterior ((8.72 ± 1.41) mm vs (37.03 ± 5.05) mm) and posterior ((8.03 ± 3.68) mm vs (14.85 ± 1.89) mm) displacement than that in the modified Weaver-Dunn procedure group after reconstruction ($P < 0.05$), and the former had similar displacement ((7.81 ± 2.22) mm anterior and (7.16 ± 1.95) mm posteri-

收稿日期:2011-08-27; 修回日期:2011-12-19

基金项目:上海市卫生局科研课题基金(2009087)。

通讯作者:陈云丰,副主任医师, E-mail: drchenyf@yahoo.com。

or) as compared to the intact state. There were no significant differences in superior displacement among the groups. The modified Weaver-Dunn procedure group had significantly smaller failure loads ((172 ± 9) N) than that in the triple Endobutton technique group ((687 ± 115) N) and the intact ligament group ((685 ± 234) N) ($P < 0.05$). **Conclusions** The triple Endobutton technique has less anterior and posterior displacement and its stability is more closely approximate to the intact ligament; meanwhile, it has similar strength as coracoclavicular ligaments, which can better restore the function of coracoclavicular ligaments.

Key words: Anatomical reconstruction; Endobutton technique; Weaver-Dunn procedure; Stability; Failure loads

肩锁关节脱位是常见的肩部损伤,约占肩部损伤的9%^[1];按肩锁韧带和喙锁韧带损伤情况从轻到重可以分为6型;其中,I、II型采用非手术治疗可获得满意效果,IV、V、VI型则采用手术治疗,而对于III型的治疗还存在争议^[2]。

完全性肩锁关节脱位的手术治疗方法较多,大致可分为韧带重建和非韧带重建手术两类^[3]。非重建手术如今较为常用的是锁骨钩钢板,术后有较高的优良率,但肩痛、肩峰撞击及上肢力量减弱等并发症影响了其临床效果^[4],且钩钢板需二次手术取出。目前关于韧带重建手术的文献报道很多,其中Weaver-Dunn手术及其改良术式较为经典^[5];改良Weaver-Dunn技术具有良好疗效,然而也有不少研究显示部分病人术后会出现肩锁关节不稳定、肩痛、力量减弱和肩锁关节脱位半脱位的并发症,甚至需要再次手术^[6-7]。

生物力学研究已证明喙锁韧带和肩锁韧带在控制肩锁关节向上以及水平方向移位具有重要作用^[8-9]。越来越多学者提倡解剖重建喙锁韧带和肩锁韧带以改善非解剖重建,如改良Weaver-Dunn手术术后出现的复发性关节不稳及疼痛。

本研究的目的是评估一种使用3块Endobutton钢板和人工材料解剖重建喙锁韧带技术的生物力学表现,并与改良Weaver-Dunn技术进行比较,研究喙锁韧带解剖重建能否更好恢复肩锁关节向上、向前及向后的稳定性。

1 材料与方法

1.1 标本准备

使用12具男性新鲜冰冻尸体肩关节,年龄 (62.83 ± 7.08) 岁。测试前1d,标本置于室温下过夜解冻。将标本从盂肱关节离断,保留肩锁关节囊、肩锁韧带、喙锁韧带和喙肩韧带,其他附在锁骨与肩胛骨的软组织全部去除,试验过程中以生理盐水保

持韧带结构湿润。把肩胛骨用自凝牙托粉从下角到下孟边缘固定到定制的模具中。包埋时,调整肩胛骨方向使标本的前后方向与模具边缘垂直,且上下方向与水平面垂直。

1.2 力学测试

标本均测试韧带完整时锁骨在70 N应力下向上及前、后3个方向的移位情况,移位测试完成后在向上方向进行破坏试验。记录的数据为完整韧带组,用作对照。然后将标本随机分为Endobutton组和改良Weaver-Dunn组。分别进行韧带重建,重建后进行移位试验和破坏试验。

实验设备使用德国造BZ2.5/TS1S Zwick/Roell材料实验机(精度0.1 N,最大加载负荷为2.5 kN)。进行前后移位测试时把肩胛骨放至仰卧位,固定到测试机底座,把锁骨固定到传感器时保持传感器与前后方在同一轴线。此时测试机向上方向为肩锁关节的前方,向下为肩锁关节的后方。锁骨先不完全固定,调整使锁骨与肩胛骨之间尽量接近解剖位置,解剖位置以肩锁韧带各部分受到均匀张力为判断,调整后完全固定锁骨。测试向上移位时,旋转标本使肩胛骨处于向上方向,先不完全将肩胛骨固定到底座,允许向各个方向移动和旋转,调整使锁骨与肩胛骨之间接近前述解剖位置,并使锁骨与传感器连接后肩胛骨与传感器位于同一轴线。调整完成后,完全固定肩胛骨和锁骨(见图1)。

所有标本均在前、后及向上方向给予5个循环的15 N负荷,以清除蠕变现象。然后以位移控制加载方式在该方向上给予70 N负荷(见图2),加载速率设为0.1 mm/s,测量前、后、上方向的移位值。位移是锁骨相对于肩胛骨的移位值,采用数字图像相关技术(digital image correlation, DIC)^[10]进行测量。为辅助DIC技术,在锁骨和喙突分别作标记作为计算位移的参考点,以1幅/s的速度采集图像。该光学测量系统位移测量精度优于0.1 mm。移位测试

完成后,进行破坏试验,试验时在韧带外侧安装支撑装置,避免锁骨在固定处由于应力集中而骨折。即以多股粗丝线环吊锁骨远端,韧带完整时绕于斜方韧带和锥韧带之间,Endobutton 重建后绕于两股重建韧带之间,改良 Weaver-Dunn 重建后则绕于喙肩韧带之内加强缝线之外,丝线固定于和传感器相连的横梁上。破坏试验以喙锁韧带或重建韧带完全断裂或喙突、锁骨骨折为终点。

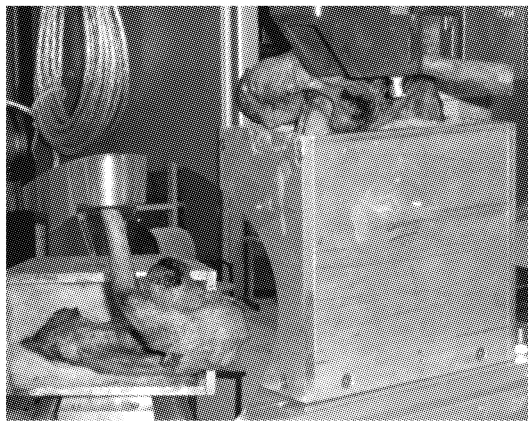


图1 实验装置图
Fig.1 Picture of the testing equipment

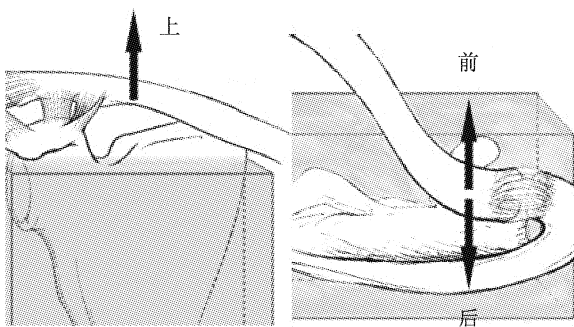


图2 负荷加载方向示意图
Fig.2 Illustration of the loading directions

韧带断裂后实验机返回初始位置,标本分别进行三 Endobutton 技术重建喙锁韧带和改良 Weaver-Dunn 手术。重建完成后,标本重复前述测试程序,记录相应测试数据。

1.3 手术方法

改良 Weaver-Dunn 技术(见图3):切除锁骨远端 10 mm。将喙肩韧带从肩峰附着处锐性切断,断端用 2 号不可吸收线以 Krakow 连续锁定缝合法缝

合,缝线游离端从锁骨髓腔穿至锁骨上方所钻的孔道,复位锁骨后打结。于锁骨远端以内 15 mm 和 25 mm 处再钻 2 个 1.6 mm 的孔,将加强用的 2 号爱惜邦(ETHIBOND)不可吸收线线绕过喙突基底后穿过锁骨骨孔,拉紧打结进一步把锁骨固定于喙突。

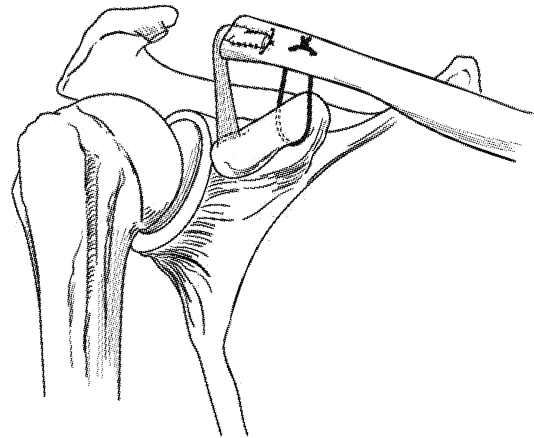


图3 改良 Weaver-Dunn 术式
Fig.3 The modified Weaver-Dunn procedure

三 Endobutton 喙锁韧带解剖重建(见图4):根据韧带解剖特点,距锁骨远端 20 mm 处锁骨前 1/3 和 40 mm 处锁骨后 1/3 的地方作为斜方韧带和锥韧带锁骨止点。2.4 mm 导针定位,其中内侧孔导针继续钻至喙突基底部中央,4.5 mm 空心钻钻透锁骨内外侧孔及喙突基底中央孔。根据内侧孔至喙突中央下表面的距离选择长度稍大于该距离的带环形祥 Endobutton (Acufex; Smith&&Nephew, 美国) 1 块,该钢板为钛制钢板,大小为 4 mm × 12 mm,每块钢板有 4 个小圆孔,环形祥为聚对苯二甲酸乙二醇酯。取 5 根 2 号线分别穿过钢板内外侧孔,连成喙锁韧带重建固定装置,经内侧孔将重建固定装置向下塞入至喙突下,收紧缝线使 Endobutton 横向固定于喙突骨孔下,于喙锁间隙分离 2 根(4 股)和 3 根(6 股)线分别引出内外侧孔,取不带祥 Endobutton 钢板 1 块,横穿过环形祥,4 股缝线穿出钢板孔后打结固定,锁定环形祥;取另 1 块不带祥 Endobutton 钢板置于外侧孔,剩余 6 股缝线穿出钢板孔打结固定,完成锥状韧带和斜方韧带的重建。

1.4 统计学分析

实验数据采用 SPSS 13.0 软件处理,两组韧带重建前后移位情况和破坏负荷采用配对 *t* 检验比

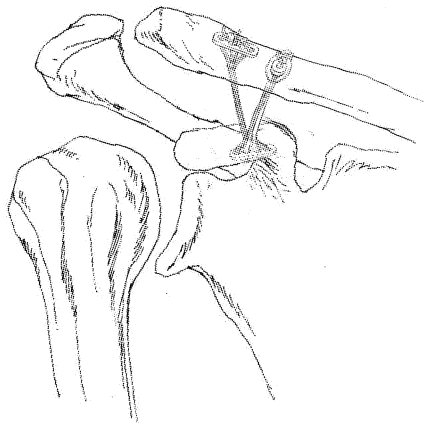


图4 三 Endobutton 技术解剖重建喙锁韧带

Fig.4 Anatomical reconstruction of coracoclavicular ligament with triple Endobutton technique

较,韧带重建后两重建组之间的移位情况和破坏负荷用 t 检验比较。检验水准设为 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

Endobutton 组韧带完整时标本在 70 N 负荷下向上、前、后的移位分别为 (5.41 ± 1.05) 、 (7.81 ± 2.22) 和 (7.16 ± 1.95) mm,与重建后 (5.19 ± 1.27) 、 (8.72 ± 1.41) 、 (8.03 ± 3.68) mm 相比,无统计学差异($P > 0.05$, 见图 5(a))。

改良 Weaver-Dunn 组重建后向上、向前和向后的移位分别为 (5.59 ± 1.38) 、 (37.03 ± 5.05) 和 (14.85 ± 1.89) mm;其向前、向后移位明显大于韧带完整时的 (5.71 ± 1.19) 及 (10.11 ± 0.94) mm,亦大于 Endobutton 重建后的前、后移位(见图 5(b)、(c)),差异有统计学意义($P < 0.05$)。而向上移位与韧带完整时的 (4.79 ± 0.72) mm 相比,无显著性差异。

Endobutton 组重建前后的破坏负荷分别为 (685 ± 234) 和 (687 ± 115) N,两者无统计学差异($P > 0.05$)。改良 Weaver-Dunn 组重建后破坏负荷仅为 (172 ± 9) N,明显低于重建前韧带完整时和三 Endobutton 重建($P < 0.05$,见表 1)。

完整韧带破坏时均为韧带断裂;Endobutton 组 3 例钢板切割喙突骨孔后滑出,1 例喙突骨折,1 例锁骨经内侧骨孔骨折,1 例锁骨固定处骨折;改良 Weaver-Dunn 组均为加强缝线先断裂,之后有 2 例

喙肩韧带缝线切割喙肩韧带,4 例喙肩韧带断裂。

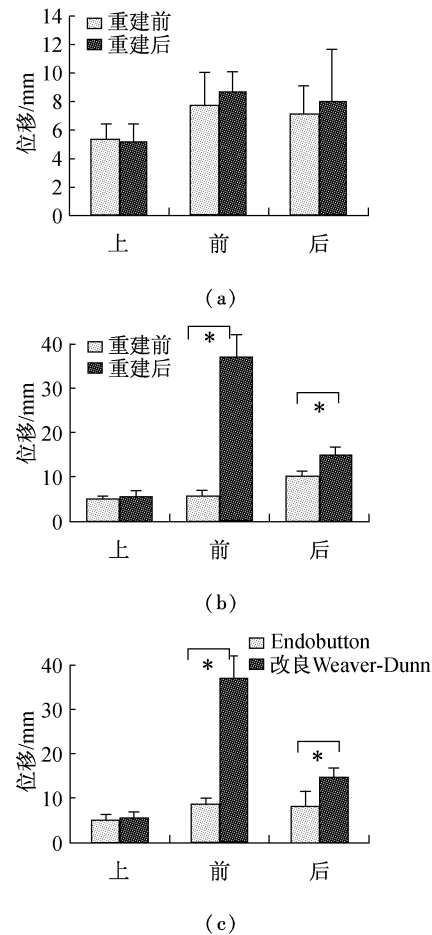
图5 韧带重建前后 70 N 应力下标本在上、前、后 3 个方向的移位情况 (* $P < 0.05$)

Fig.5 Mean displacement in superior, anterior and posterior direction for the intact state, after triple Endobutton and modified Weaver-Dunn reconstruction under the load of 70 N

表1 韧带重建前后破坏负荷 ($\bar{x} \pm s, N$)

Tab.1 Failure loads of the intact state and after the reconstructions

	Endobutton 组	改良 Weaver-Dunn 组
重建前	641 ± 110 (515 ~ 781)	685 ± 234 (437 ~ 940)
重建后	687 ± 115 (532 ~ 868)	172 ± 9 (160 ~ 181) ^{a,b}

注:a 与重建前完整韧带比较, $P < 0.05$; b 与 Endobutton 重建后比较, $P < 0.05$

3 讨论

肩锁关节中锁骨可相对肩胛骨有微小的前后上下移动,并可沿锁骨长轴旋转,这对肩关节的正常运动有重要作用。整个上肢带靠肩锁关节尤其是喙锁

韧带悬吊,并通过锁骨将力传递到中轴骨。在肩锁关节完全脱位后,除局部肿痛畸形外,还有肩关节功能的明显受限。

完全性肩锁关节除了 Rockwood III 型的治疗尚有争议外,均采用手术治疗。Weaver 和 Dunn 在 1972 年提出了锁骨远端切除和喙肩韧带转移重建喙锁韧带方法,该方法既保留了肩锁关节的微动性,又可恢复悬吊上肢带的功能,一度成为经典的肩锁关节脱位治疗手术。由于喙肩韧带强度较低,后来使用的 Weaver-Dunn 手术使用了缝线、编织带、螺钉、钢板或肌腱移植等进行加强^[11]。但仍有报道患者术后出现持续肩痛、肩锁关节半脱位或再脱位、肩部力量减弱等并发症,有些患者需要进行再次手术^[7]。

生物力学研究显示,Weaver-Dunn 手术经加强后垂直方向的强度可得到很大提高,但在水平方向并不能很好控制锁骨的稳定性^[12]。本实验中,改良 Weaver-Dunn 方法在 70 N 应力下向后移位为 (14.85 ± 1.89) mm,向前移位为 (37.03 ± 5.05) mm,均明显大于韧带完整时的移位。这一结果与 Deshmukh 等^[13]结果基本一致,后者测量的用 5 号爱惜邦线加强 Weaver-Dunn 重建后前后方向移位为 (33.2 ± 4.2) mm,大于完整韧带的移位 ($P < 0.05$)。水平不稳定可能是引起术后肩部持续疼痛、关节不稳定和肩部力量减弱的原因。

喙肩韧带转移后并没有重建喙锁韧带的走行。喙锁韧带包括锥韧带和斜方韧带,锥韧带从喙突基底向后内侧止于锁骨,而斜方韧带向外前方止于锁骨,喙锁韧带不但是控制肩锁关节垂直稳定的主要结构,在肩锁韧带损伤后限制锁骨水平方向移位也有重要作用^[14]。因此,不少学者提出解剖重建喙锁韧带以恢复其解剖走行和生理功能、提高肩锁关节稳定性、减少术后并发症^[15-17]。

本研究分析了使用三 Endobutton 技术解剖重建喙锁韧带的生物力学表现,并与改良 Weaver-Dunn 术式进行比较。目前没有文献报道 Endobutton 技术的生物力学表现,而本文研究结果表明,该技术能很好恢复肩锁关节垂直和水平方向的稳定性,与改良 Weaver-Dunn 术式相比,其前后方向的移位明显更小 ($P < 0.05$)。

本研究发现,Endobutton 组重建后破坏实验均

为骨性结构破坏,包括 3 例钢板切割喙突骨孔后滑出、1 例喙突骨折、1 例锁骨经内侧骨孔骨折、1 例锁骨固定处骨折,破坏时人工韧带均未断裂。这可能与使用的标本年龄较大有关,骨质质量受到较大影响,容易发生钢板的切割。也可能是由于在喙突和锁骨上钻孔使骨强度有所降低,从而容易发生骨折。Endobutton 大小为 4 mm × 12 mm,其可以分散应力,防止切割。重建时使用的喙突骨孔直径为 4.5 mm,这已为允许 Endobutton 放置的最小骨孔,但此时 Endobutton 与骨面接触的距离只有 7.5 mm。重建时发现,拉紧缝线使 Endobutton 贴紧喙突下面时骨孔两边的钢板长度不一定相同,体外试验时可以直视下调整到最佳位置,但体内操作时无法直视,而这可能会造成骨孔两侧不均匀受力而易于发生切割。

此外,Costic 等^[18]发现,喙锁韧带断裂时锁骨强度会降低 40%,喙突也会受到损伤,这都会影响试验时重建后的破坏负荷。但锁骨和喙突损伤在体内可自行愈合从而恢复其强度,故三 Endobutton 重建在肩锁关节脱位的高发人群青壮年中可以有更大的强度。

与使用其他人工材料如缝线、缝线锚钉等进行治疗一样,三 Endobutton 技术只是暂时维持复位,需靠愈合的喙锁韧带来最后维持复位,否则人工韧带终究会在反复的负荷下失效。文献中类似生物力学实验使用 2 500 ~ 5 000 次循环负荷来模拟体内所受负荷,但这只相当于 1 ~ 2 d 的摆臂运动,远远小于韧带愈合所需时间,并不能反映重建后的疲劳过程。Wei 等^[16]使用三 Endobutton 技术治疗 15 例肩锁关节脱位患者,平均随访 12 个月未发现复发脱位和半脱位的患者。Lim^[19]使用 Endobutton 治疗了 2 例急性肩锁关节脱位和 1 例慢性脱位,随访 6 月无复发脱位,提示 Endobutton 技术能耐受术后康复运动的循环负荷,为韧带愈合提供稳定的力学环境。

本研究还发现,实验中改良 Weaver-Dunn 破坏负荷均较低,更接近于 Deshmukh 等^[13]测量到的未经加强的 Weaver-Dunn 术式破坏负荷 177 N。这提示使用的单根 2 号爱惜邦线并未起到应有的加强作用,应使用更高强度的材料进行加强。Grutter 等^[20]使用双股 5 号爱惜邦线加强后的破坏负荷可达 483 N,表明采用强度更大的加强材料可以提高 Weaver-Dunn 的重建强度。

综上所述,三 Endobutton 技术解剖重建喙锁韧带可恢复肩锁关节垂直及水平方向的稳定性,其重建强度接近甚至超过喙锁韧带。该技术可克服改良 Weaver-Dunn 术后锁骨水平方向不稳定的缺点,从而有助于防止术后肩痛、肩锁关节不稳定,获得更好的效果。但使用该技术需预防喙突、锁骨骨折。此外,体外生物力学实验毕竟与体内生物环境存在较大差别,其临床效果需在临床应用中才能得到确切的回答;而且由于 Endobutton 技术重建需靠韧带愈合维持最终复位和功能,观察其长期的临床效果显得更为重要。

参考文献:

- [1] Bishop JY, Kaeding C. Treatment of the acute traumatic acromioclavicular separation [J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2006, 14(4) : 237-245.
- [2] Smith TO, Chester R, Pearse EO, *et al.* Operative versus non-operative management following Rockwood grade III acromioclavicular separation: A meta-analysis of the current evidence base [J]. J Orthop Traumatol, 2011, 12(1) : 19-27.
- [3] Geaney LE, Miller MD, Ticker JB, *et al.* Management of the failed AC joint reconstruction: Causation and treatment [J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2010, 18(3) : 167-172.
- [4] Koukakis A, Manouras A, Apostolou CD, *et al.* Results using the AO hook plate for dislocations of the acromioclavicular joint [J]. Expert Rev Med Devices, 2008, 5(5) : 567-572.
- [5] Thomas K, Litsky A, Jones G, *et al.* Biomechanical comparison of coracoclavicular reconstructive techniques [J]. Am J Sports Med, 2011, 39(4) : 804-810.
- [6] Liu HH, Chou YJ, Chen CH, *et al.* Surgical treatment of acute acromioclavicular joint injuries using a modified Weaver-Dunn procedure and clavicular hook plate [J]. Orthopedics, 2010, 33(8) : 552.
- [7] 张峻,王友,孙月华,等. Endobutton 治疗肩锁关节脱位术后复位丢失与固定装置力臂的相关性研究[J]. 医用生物力学, 2011, 26(5) : 476-481.
Zhang J, Wang Y, Sun YH, *et al.* Study on correlation between reduction loss and fixator moment arm after treatment of acromioclavicular joint dislocation using endobutton technique [J]. J Med Biomech, 2011, 26(5) : 476-481.
- [8] Dawson PA, Adamson GJ, Pink MM, *et al.* Relative contribution of acromioclavicular joint capsule and coracoclavicular ligaments to acromioclavicular stability [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2009, 18(2) : 237-244.
- [9] Lee KW, Debski RE, Chen CH, *et al.* Functional evaluation of the ligaments at the acromioclavicular joint during anteroposterior and superoinferior translation [J]. Am J Sports Med, 1997, 25(6) : 858-862.
- [10] 张东升. 数字图像相关测量技术及其应用[J]. 医用生物力学, 2009, 24(2) : 85-88.
Zhang DS. Digital image correlation: Theory and applications [J]. J Med Biomech, 2009, 24(2) : 85-88.
- [11] Tauber M, Gordon K, Koller H, *et al.* Semitendinosus tendon graft versus a modified weaver-Dunn procedure for acromioclavicular joint reconstruction in chronic cases: A prospective comparative study [J]. Am J Sports Med, 2009, 37(1) : 181-190.
- [12] Michlitsch MG, Adamson GJ, Pink MP, *et al.* Biomechanical comparison of a modified weaver-dunn and a free-tissue graft reconstruction of the acromioclavicular joint complex [J]. Am J Sports Med, 2010, 38(6) : 1196-1203.
- [13] Deshmukh AV, Wilson DR, Zilberfarb JL, *et al.* Stability of acromioclavicular joint reconstruction-Biomechanical testing of various surgical techniques in a cadaveric model [J]. Am J Sports Med, 2004, 32(6) : 1492-1498.
- [14] 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.
- [15] Salzman GM, Walz L, Buchmann S, *et al.* Arthroscopically assisted 2-bundle anatomical reduction of acute acromioclavicular joint separations [J]. Am J Sports Med, 2010, 38(6) : 1179-1187.
- [16] Wei HF, Chen YF, Zeng BF, *et al.* Triple endobutton technique for the treatment of acute complete acromioclavicular joint dislocations: Preliminary results [J]. Int Orthop, 2011, 35(4) : 555-559.
- [17] 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.
- [18] Costic RS, Labriola JE, Rodosky MW, *et al.* Biomechanical rationale for development of anatomical reconstructions of coracoclavicular ligaments after complete acromioclavicular joint dislocations [J]. Am J Sports Med, 2004, 32(8) : 1929-1936.
- [19] Lim YW. Triple endobutton technique in acromioclavicular joint reduction and reconstruction [J]. Ann Acad Med Singapore, 2008, 37(4) : 294-299.
- [20] Grutter PW, Petersen SA. Anatomical acromioclavicular ligament reconstruction: A biomechanical comparison of reconstructive techniques of the acromioclavicular joint [J]. Am J Sports Med, 2005, 33(11) : 1723-1728.