

文章编号: 1004-7220(2020)06-0750-04

改进型耻骨联合分离记忆合金内固定器的生物力学特性

周 君, 宫玉锁, 李盛华, 朱艳国
(甘肃省中医院 骨科, 兰州 730050)

摘要:目的 探究改进型耻骨联合分离记忆合金内固定器生物力学特性。方法 采用10具骨盆标本,建立耻骨联合分离损伤模型,对照组复位后采用动力加压钢板固定,实验组复位后采用改进型耻骨联合分离记忆合金内固定器固定,比较两种内固定的生物力学稳定性。结果 两组模型均无松动,内固定无断裂。实验组耻骨联合在水平、前后、垂直3个方向的位移与对照组比较均明显减小($P < 0.05$)。结论 改进型耻骨联合分离记忆合金内固定器对抗水平和前后方向拉力以及垂直剪切力均优于动力加压钢板。

关键词:记忆合金内固定器;耻骨联合分离;动力加压钢板;剪切力

中图分类号: R 318.01 文献标志码: A

DOI: 10.16156/j.1004-7220.2020.06.016

Biomechanical Properties of the Modified Memory Alloy Internal Fixator for Separation of Pubic Symphysis

ZHOU Jun, GONG Yusuo, LI Shenghua, ZHU Yanguo

(Department of Orthopaedics, Gansu Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730050, China)

Abstract: Objective To investigate biomechanical characteristics of the modified memory alloy internal fixator for separation of pubic symphysis. **Methods** The model of pubic symphysis separation injury was established based on 10 pelvic specimens. The control group was fixed with the dynamic compression plate after reduction, and the experimental group was fixed with the modified memory alloy internal fixator for separation of pubic symphysis after reduction. The biomechanical stability for two kinds of internal fixation was compared. **Results** There were no loosening and fracture of internal fixation in both groups. The displacement of pubic symphysis in horizontal, antero-posterior and vertical direction in the experimental group was obviously reduced compared with the control group ($P < 0.05$). **Conclusions** Compared with the dynamic compression plate, the modified memory alloy internal fixator for separation of pubic symphysis shows better resistance to the tensile force against horizontal and antero-posterior direction, as well as better resistance to the vertical shear force.

Key words: memory alloy internal fixator; separation of pubic symphysis; dynamic compression plate; shear force

收稿日期:2019-12-30;修回日期:2020-02-20

基金项目:兰州市科技局人才创新创业项目(2017-RC-58)

通信作者:周君,主治医师,E-mail:285852774@qq.com

单纯耻骨联合分离损伤较为少见,常常合并骨盆及其他部位损伤,系高能量创伤所致,包括高处坠落伤、交通伤等。耻骨联合分离不少于 2.5 cm,伴骨盆旋转不稳定,以及有明显并发症时,多采取手术治疗^[1]。现阶段,临床多采用钢板螺钉内固定,但多数患者会在术后遗留下腰痛等慢性疾病,甚至会出现内固定由于应力集中发生断裂等并发症^[2]。鉴于此,记忆合金内固定器治疗逐渐应用于临床,其特点为微创、手术操作简单、在不损伤其他组织前提下利于损伤愈合,且患者功能恢复较快等^[3]。本文通过生物力学测试,比较改进型耻骨联合分离记忆合金内固定器与动力加压钢板的生物力学稳定性,为临床治疗提供实验数据支持,有助于优化临床治疗方法。

1 材料与方法

1.1 实验材料

配套数据分析有限元软件(兰州西脉记忆合金股份有限公司提供)。内固定材料及实验配套器械:3.5 mm 动力加压钢板与配套螺钉(强生上海医疗器械有限公司);改进型耻骨联合分离记忆合金内固定器(兰州西脉记忆合金股份有限公司)。

1.2 耻骨联合分离模型制作

成人防腐尸体骨盆 10 具(男 7 具,女 3 具),由兰州大学医学院解剖教研室提供,年龄 39 ~ 68 岁,平均 49.6 岁。标本自腰椎 L4~5 水平直至双侧股骨 1/3 处切断,切断双侧髌髌关节及韧带结构、双侧髌关节及韧带结构、双侧髌棘韧带和双侧髌结节韧带,切断耻骨联合周围韧带及耻骨联合间盘。分离耻骨联合大于 2.5 cm。造模成功后将 10 具标本依次编号。

1.3 生物力学测试

使双侧髂前上棘与耻骨联合处于同一冠状平面,计算机模拟安装调节测试装置。用随机数字表法分组。对照组:计算机模拟复位耻骨联合,并模拟 4 孔动力加压钢板耻骨联合上方固定。计算机模拟下匀速加载负荷记录耻骨联合相对位移。实验组:计算机模拟复位耻骨联合,计算机模拟并加压固定改进型耻骨联合分离记忆合金内固定器。计算机模拟下匀速加载负荷,记录耻骨联合相对位移。实验结束后,计算机模拟检查标本有无损伤及固定器有无松动。

1.4 观察指标

观察耻骨联合不同固定方式后,耻骨联合水平、前后、垂直方向相对位移^[4-6]。计算机采集获得耻骨联合三维位移情况,经 Mimics 软件换算得出耻骨联合水平、前后、垂直方向的相对位移(兰州西脉记忆合金股份有限公司力学测试中心协助完成)。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 22.0 统计软件进行统计分析,计量资料用均数±标准差表示,组内进行重复测量的方差分析,组间采用 *t* 检验, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同载荷下耻骨联合水平方向位移

不同载荷下,两组模型的水平方向位移差异具有统计学意义($F = 111.475, P < 0.05$)。动力加压钢板组(对照组)的水平方向位移明显高于改进型耻骨联合分离记忆合金固定组(实验组)($P < 0.05$)。水平方向位移各组内不同载荷之间的比较结果表明,对照组在 600 N 载荷下的水平位移高于其他加载负荷($P < 0.05$),见表 1。

表 1 不同载荷下耻骨联合水平方向位移 ($n = 10$)

组别	载荷/N						<i>F</i>	<i>P</i>
	100	200	300	400	500	600		
对照组	0.157±0.026	0.422±0.053	0.747±0.134	0.948±0.165	1.263±0.325	2.145±0.226 [#]	98.256	<0.05
实验组	0.115±0.02 ^Δ	0.178±0.036 ^Δ	0.239±0.048 ^Δ	0.427±0.685 ^Δ	0.883±0.157 ^Δ	1.645±0.166 ^Δ	138.482	<0.05
<i>t</i>	1.896	2.828	1.748	1.673	2.356	1.853		
<i>P</i>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05		

注:与对照组相比,^Δ $P < 0.05$;与 100、200、300、400、500 N 比较,[#] $P < 0.05$

2.2 不同载荷下耻骨联合前后方向位移

不同载荷下,两组模型的前后方向位移差异具有统计学意义($F=78.863$, $P<0.05$)。动力加压钢板组(对照组)的前后方向位移明显高于改进型耻

骨联合分离记忆合金固定组(实验组)($P<0.05$)。前后方向位移各组内不同载荷之间的比较结果表明,对照组(动力加压钢板)在600 N载荷下的前后位移高于其他加载负荷($P<0.05$),见表2。

表2 不同载荷下耻骨联合前后方向位移 ($n=10$)

组别	载荷/N						F	P
	100	200	300	400	500	600		
对照组	0.175±0.046	0.288±0.064	0.379±0.068	0.588±0.086	0.757±0.146	1.183±0.248 [#]	57.474	<0.05
实验组	0.164±0.037 ^Δ	0.232±0.035 ^Δ	0.328±0.027 ^Δ	0.422±0.037 ^Δ	0.655±0.113 ^Δ	1.036±0.195 ^Δ	97.366	<0.05
t	1.882	1.058	1.652	1.346	1.277	0.976		
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05		

注:与对照组相比,^Δ $P<0.05$;与100、200、300、400、500 N比较,[#] $P<0.05$

2.3 不同载荷下耻骨联合上下方向位移

不同载荷下,两组模型的上下方向位移差异具有统计学意义($F=148.247$, $P<0.05$)。动力加压钢板组(对照组)的上下方向位移明显高于改进型

耻骨联合分离记忆合金固定组(实验组)($P<0.05$)。上下方向位移各组内不同载荷之间的比较结果表明,对照组(动力加压钢板)在600 N载荷下的上下位移高于其他加载负荷($P<0.05$),见表3。

表3 不同载荷下耻骨联合上下方向位移 ($n=10$)

组别	载荷/N						F	P
	100	200	300	400	500	600		
对照组	0.164±0.026	0.345±0.069	0.653±0.096	0.958±0.135	1.536±0.138	1.951±0.187 [#]	57.474	<0.05
实验组	0.131±0.024 ^Δ	0.282±0.046 ^Δ	0.547±0.113 ^Δ	0.785±0.177 ^Δ	1.228±0.275 ^Δ	1.034±0.188 ^Δ	97.366	<0.05
t	1.656	1.022	1.385	1.274	1.277	2.987		
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05		

注:与对照组相比,^Δ $P<0.05$;与100、200、300、400、500 N比较,[#] $P<0.05$

3 讨论

骨盆在高能量外力作用下,会引起骨盆前后环损伤,继而出现骨盆不稳定、骨折移位。骨盆后环区域为人体承重“中转站”,结构完整性作为保障患者直立、行走重要前提,占骨盆稳定性60%,而前环占据30%~40%^[7]。因此,骨盆前环在受到高能量损伤时首先发生断裂,进而影响后环的稳定性及位移程度^[8-9]。单纯耻骨联合分离,仅需前环固定,内固定比外固定具有更好的生物力学稳定性^[10]。

钢板螺钉固定是耻骨耻骨联合分离常用的固定方式,但是由于应力集中易引起内固定断裂或松动。记忆合金具有独特形状记忆性能,目前被制作

成各种内固定器,广泛用于临床微动关节及骨折部位的手术治疗。同时,研究结果显示,骨折断端记忆合金固定能自动持续加压,使骨折端获得足够的稳定性^[11]。

模型随加载负荷增加,耻骨联合间隙随之增宽,即耻骨联合分离位移与加载负荷呈正相关。本文研发的改进型耻骨联合分离记忆合金内固定器主板下缘的复位拉钩,将闭口内缘拉紧复位,提供了耻骨联合最大的复位作用,能够对抗耻骨联合分离水平及前后方向位移。同时,侧板紧贴耻骨上支上方固定,类似张力带作用,可以对抗上下方向的剪切应力。由于镍钛合金的记忆效应,钢板与骨面贴敷,比动力加压钢板更加紧密,从而比动力加压

钢板具有更好的对抗水平、前后、上下方向位移的作用。

本文的局限性如下:① 实验标本的样本量偏小,模型标本经过多次力学测试,对实验结果会产生一定的影响。② 未能模拟耻骨联合周围韧带的生理情况,故后续有必要进行相关的实体标本研究,以获取更加符合实际生理情况的数据。

参考文献:

- [1] 董伟, 田大为. 鹿瓜多肽联合记忆合金内固定器治疗管状骨折的疗效观察 [J]. 浙江临床医学, 2015, 17(7): 1119-1120.
- [2] 孙强, 鲁尧, 王洪勋, 等. 改良记忆合金环抱器治疗髋关节置换术后股骨假体周围骨折的生物力学研究 [J]. 中华创伤杂志, 2015, 31(7): 637-640.
- [3] HIROHATA T, MIYAWAKI S, MIZUTANI A, *et al.* Subarachnoid hemorrhage secondary to a ruptured middle cerebral aneurysm in a patient with osteogenesis imperfect: A case report [J]. BMC Neurol, 2014, 14(1): 150-151.
- [4] 李亮, 徐永清, 何晓清, 等. 三种内固定器械固定中足损伤的生物力学比较 [J]. 中国临床解剖学杂志, 2019, 37(2): 179-184.
- [5] 李斯铭, 王冬梅, 曲爱丽, 等. 钉棒内固定 TileB2 型骨盆骨折的生物力学效果 [J]. 医用生物力学, 2016, 31(3): 240-245.
- [6] LI SM, WANG DM, QU AL, *et al.* Biomechanics effect of screw-rod internal fixation for Tile B2 pelvic fractures [J]. J Med Biomech, 2016, 31(3): 240-245.
- [7] 雷建银, 刘海波, 王志华, 等. 站立位下骨盆与骨折内固定稳定性分析 [J]. 医用生物力学, 2014, 29(6): 517-522.
- [8] LEI JY, LIU HB, WANG ZH, *et al.* Stability analysis of the pelvis and fracture fixation in standing position [J]. J Med Biomech, 2014, 29(6): 517-522.
- [9] 薛兆龙, 孟艳丽, 王勤业, 等. 新型内固定器固定肱骨大结节骨折的生物力学研究 [J]. 实用骨科杂志, 2018, 24(3): 234-238.
- [10] MAZZIOTTI G, MORMANDO M, CRISTIANO A, *et al.* Association between L-thyroxine treatment, GH deficiency, and radiological vertebral fractures in patients with adult-onset hypopituitarism [J]. Eur J Endocrinol, 2014, 70(6): 893-899.
- [11] SAGI HC, ORDWAY NR, DIPASQUALE T. Biomechanical analysis of fixation for vertically unstable sacroiliac dislocations with iliosacral screws and symphyseal plating [J]. J Orthop Trauma, 2004, 18(3): 138-143.
- [12] 周君, 宫玉锁, 朱艳国. 耻骨联合分离治疗进展 [J]. 甘肃科技, 2019, 35(6): 115-117.
- [13] 易新, 宋西正. 腰骶椎带锁轴向融合内固定器的有限元分析 [J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(31): 4982-4986.