

基础研究

全脊椎切除术后三种不同重建方法的稳定性比较

毛宁方, 石志才, 朱晓东, 张 晔, 章筛林

(上海长海医院骨科 200433 上海市)

【摘要】目的:评价全脊椎切除术后应用三种不同重建方式对脊柱稳定性的影响。方法:选用 6 具新鲜尸体 T9~L3 脊柱标本,建立 T12 全脊椎切除模型,进行三种不同的前后方重建:(1)前方人工椎体+后方椎弓根螺钉固定;(2)前方人工椎体、钢板+后方椎弓根螺钉固定;(3)前方骨水泥-螺钉复合体+后方椎弓根螺钉固定。采用非损伤性加载对完整标本和三种重建方式下的每个脊柱标本的稳定性进行测试。结果:三种方法重建术后在 4N 载荷下 T11~L1 各运动方向的平均运动范围均较完整标本小($P<0.001$),三种重建方式之间无统计学差异($P>0.05$)。结论:全脊椎切除术后三种重建方式均可以重建脊柱的稳定性。

【关键词】脊柱;全脊椎切除术;重建;稳定性

中图分类号:R687.3,R318.01 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2007)-06-0446-04

Comparative study of three kinds of reconstructed spinal stability after total spondylectomy/MAO Ningfang,SHI Zhicai,ZHU Xiaodong,et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord,2007,17(6):446~449

【Abstract】 Objective:To evaluate the effect of three kinds of reconstructed spinal stability after total spondylectomy.Method:Six fresh-frozen human cadaveric spines(T9-L3) were used.A total spondylectomy was performed at T12.Three potential reconstruction techniques were tested for their ability to restore stiffness of the specimen:(1)anterior artificial centrum and multilevel posterior pedicle screw instrumentation;(2)anterior artificial centrum and plate with multilevel posterior pedicle screw instrumentation;(3)anterior bone cement-screw complex with multilevel posterior pedicle screw instrumentation.Each of the six intact specimens and the three potential reconstruction techniques was tested using nondestructive testing under load control.Result:All reconstructed groups provided more stability to the specimen than intact spine in all loading modes($P<0.001$). No statistical difference was found among three reconstruction groups ($P>0.05$).Conclusion:Three kinds of reconstruction techniques can equally provide stability after total spondylectomy.

【Key words】 Spine;Total spondylectomy;Reconstruction;Stabilization

【Author's address】 Orthopedic Department,Changhai Hospital,Shanghai,200433,China

据统计有 40%以上的恶性肿瘤患者会发生脊柱转移,而胸椎是最常发生肿瘤转移的部位^[1]。随着脊柱外科治疗理念与技术的发展,全脊椎切除术成为治疗脊柱恶性肿瘤的重要手段。手术一般采用前、后方联合入路,将被肿瘤侵犯的一节或数节脊椎的椎体及其附件全部切除,对部分身体条件及预后较差者,也可选择后方正中切口,经椎弓根后外侧入路进行全脊椎切除和稳定性重建。常用的重建材料有:人工椎体、钛网、前路钢板、自体或异体骨、骨水泥等。本研究采用新鲜尸体脊柱标本(T9~L3)建立 T12 全脊椎切除模型,分别采

用:(1)前方人工椎体+后方椎弓根螺钉固定;(2)前方人工椎体、钢板+后方椎弓根螺钉固定;(3)前方骨水泥-螺钉复合体+后方椎弓根螺钉固定,重建脊柱稳定性,通过生物力学测试,评价三种重建方法对脊柱稳定性的影响。

1 材料和方法

1.1 实验材料及来源

6 具新鲜尸体脊柱(T9~L3)标本由第二军医大学解剖教研室提供,男 4 具,女 2 具;平均年龄 38 ± 11 岁,经 X 线透视确认脊柱无先天或手术所致的结构缺损,无肿瘤病灶,在矢状面和冠状面正确排列。实验所用骨水泥为 LINK 公司生产的 Palacos R-40 骨水泥。椎弓根钉棒系统、可调式人

第一作者简介:男(1977-),硕士在读,研究方向:脊柱肿瘤
电话:(021)65585036 E-mail:maonf@163.com

工椎体、前路钢板系统为 Stryker 公司产品,均为钛质。骨水泥-螺钉复合体中螺钉为不锈钢材质。JZ-M II 型生物力学实验测试仪由同济大学力学重点实验室自行设计。

1.2 标本制备及分组

标本获取后去除脊柱旁的肌肉组织,保留韧带和骨结构完整,装入双层塑料袋,放于 -20°C 冰箱保存。实验前室温下过夜放置解冻,标本上下端椎体(T9、L3)用夹具夹持,每具标本均有完整标本和 T12 全脊椎切除术后三种不同重建方法共四种状态,分别进行各方向力矩加载。四种状态分别定义为:I 组,完整标本(图 1a);F1 组,行 T12 全脊椎切除,前方人工椎体+后方椎弓根螺钉(T10~L2)固定(图 1b);F2 组,行 T12 全脊椎切除,前路人工椎体、钢板系统+后方椎弓根螺钉(T10~L2)固定(图 1c);F3 组,行 T12 全脊椎切除,前方

骨水泥-螺钉复合体+后方椎弓根螺钉 (T10~L2) 固定(图 1d)。

骨水泥-螺钉复合体重建椎体方法:于 T11 椎体下终板、L1 椎体上终板中央垂直拧入长 1.5cm,直径 1.5mm 小螺钉,钉尾外露 0.5cm,用 20ml 普通塑料注射器修剪合适高度后置入其间,其上方预留小孔。调好骨水泥后灌注骨水泥,待骨水泥固化后将塑形管去除。人工椎体、钢板、椎弓根螺钉置入按常规操作进行。

1.3 脊柱稳定性测试方法

参照 Panjabi 等^[2]的实验方法,采用非损伤性加载模式,通过夹具对标本进行纯力矩加载,加载按下列参数进行:屈曲背伸(4Nm)、左右扭转(4Nm)、左右侧弯(4Nm),产生相应的前屈、后伸、左右旋转、左右侧屈 6 个自由度方向的运动,加载按随机顺序进行。所有加载均采用四级加载,3 次

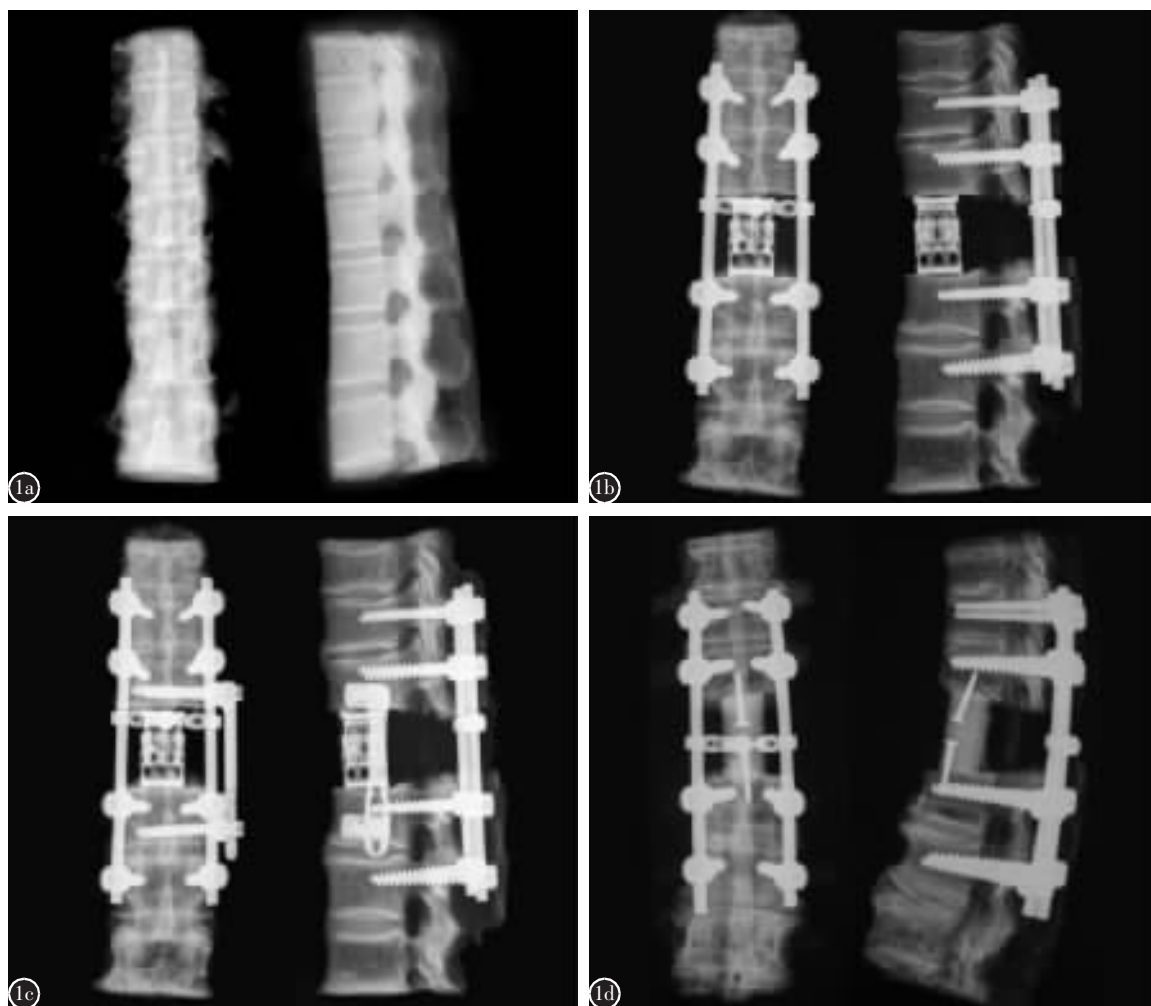


图 1 a 完整标本 b 前方人工椎体+后方椎弓根钉固定 c 前方人工椎体、前路钢板+后方椎弓根钉固定 d 前方骨水泥-螺钉复合体+后方椎弓根钉固定

最大力矩,零周期方式,以减少韧带、关节囊等软组织的粘弹性,第 3 次允许 30s 蠕变。

每具完整标本均先进行力学稳定性测量,测量结束后行 T12 全脊椎切除术,按拉丁方设计随机顺序采用三种不同方法重建,各重建组均按顺序进行 6 个方向力矩加载。

1.4 实验步骤

对每一种状态加载时以 0、1.0、2.0、3.0、4.0Nm 分次加载,逐级递增至 4.0Nm 的最大力矩,然后卸载,重复 3 次,形成 3 个加载/卸载循环。在第 3 次加载/卸载循环做运动学测量。摄像机获得 0、2.0、4.0Nm 载荷下标记点的运动图像,采用相关数字法计算实验对象运动参数。

实验过程中用生理盐水不断湿润标本,单个标本在实验室条件下 8h 内完成所有加载实验,以减少组织变性对实验结果的影响。骨水泥重建组在骨水泥硬化 1h 后再进行加载实验。

1.5 数据分析

通过计算得出脊柱运动参数:中性区(neutral zone, NZ)、弹性区(elastic, EZ)、运动范围(range of motion, ROM),相对整个运动范围而言,中性区和弹性区所占比例非常小,可以忽略不计。得出各载荷方式下手术节段(T11~L1)的运动范围,把各重建组的运动范围标准化,即各重建组的运动范围均与同一完整脊柱标本的运动范围作比较,得出相对运动范围值。相对运动范围(%)=(ROM 完整-ROM 内固定)/ROM 完整×100。零值表示内固定标本和完整标本一样稳定;负值表示内固定标本没有完整标本稳定;正值表示内固定标本比完

整标本更为稳定。所得数据采用 SAS 8.2 统计软件进行配对 *t* 检验, $P<0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

各组在 4Nm 纯力矩的各加载方式下的角位移绝对值见表 1。将各重建组的角位移标准化,得出相对运动范围(表 2)。

各重建组与完整标本前屈、后伸、左右侧屈和左右轴向旋转的角位移差异均有显著性 ($P<0.001$),重建组均较完整标本更稳定。各个运动方向上各重建组相对运动范围数据之间行配对 *t* 检验, $P>0.05$ 。表明三种重建方式下的标本稳定性较完整标本明显提高,三种重建方法提供的脊柱稳定性无显著差异。

3 讨论

近年来对脊柱恶性肿瘤多采用积极的手术治疗。Abe 等^[3]和 Krepler 等^[4]相继报告了采用全脊椎切除术治疗脊柱原发恶性肿瘤和转移性肿瘤,手术通过一期后路或一期前后路联合的方式进行,获得了满意的效果。Murakami 等^[5]报道了用 Tomita 介绍的一期后路全脊椎整块切除(total en bloc spondylectomy)方法治疗 72 例单发的脊柱恶性肿瘤,只有 3 例发生了原位复发,他认为这种方法是治疗脊柱恶性肿瘤最根本的方法。只要患者全身情况允许,不论是一期后路还是前后路联合的手术方式,对肿瘤累及的椎体进行全脊椎切除是最彻底的方法,能够提高患者术后生存率及生活质量。但全脊椎切除术后,脊柱稳定性重建是一

表 1 完整标本及 T12 全脊椎切除三种重建术后在 4Nm 载荷下 T11~L1 各运动方向的运动范围 ($\bar{x}\pm s$)(°)

	前屈	后伸	左侧弯	右侧弯	左旋转	右旋转
I 组	5.5±1.1	5.2±0.7	3.4±0.4	3.4±0.3	3.6±0.5	3.4±0.6
F1 组	2.3±0.4	3.1±0.6	2.3±0.4	2.3±0.5	2.1±0.3	2.1±0.3
F2 组	2.0±0.5	2.5±0.3	2.2±0.7	2.2±0.5	1.9±0.3	1.8±0.5
F3 组	2.3±0.6	2.8±0.6	2.2±0.6	2.4±0.7	2.0±0.5	2.0±0.5

注:F1、F2、F3 组与 I 组比较 $P<0.001$

表 2 T12 全脊椎切除三种方法重建后 T11~L1 各运动方向的相对运动范围 ($\bar{x}\pm s$)(%)

	前屈	后伸	左侧弯	右侧弯	左旋转	右旋转
F1 组	57.5±9.7	40.4±9.1	32.4±15.7	32.2±11.0	39.5±15.8	36.6±18.5
F2 组	62.3±13.0	51.0±9.3	34.0±18.9	35.3±18.3	44.4±13.5	46.7±10.0
F3 组	58.0±7.7	45.4±16.6	35.7±14.0	28.9±21.1	43.2±19.6	39.7±17.3

注:F1、F2、F3 组两两比较 $P>0.05$

个关键问题。采用一期前后路联合手术方式,选择人工椎体、钛网、自体髂骨、钢板、骨水泥等前方重建都能达到恢复脊柱稳定性的目的。但临床实际工作中,一些患者全身情况及术前经穿刺活检病理确诊预后较差,由于患者生存期有限,众多学者相继报道^[3-7]了采用后路单一切口,经椎弓根外侧入路行全脊椎切除、稳定性重建,可以避免前路开胸、倒八字长切口等前方入路带来的手术创伤。后路单一切口行全脊椎切除手术中,如果采用人工椎体、钛网、自体髂骨等固有形状的植入物自后向前行前方椎体重建,需要扩大术野,且手术难度增大。因此,有外科医生在手术中采用骨水泥进行前方稳定性重建。在这种重建方式中,骨水泥相比其他植入材料有以下特点^[8,9]:①具备任意塑形后自固化特点,手术中可以方便地自后向前进行前方椎体重建;②一定时间自固化后具备良好的机械强度;③具有止痛效应;④可作为潜在的缓释载体;⑤费用相对低廉,适合国情。

本实验采用的新鲜尸体脊柱标本是理想的研究脊柱生物力学的实验模型,但是神经肌肉系统对力学性能的影响无法计算在内。稳定性实验是在非破坏性生理载荷模式条件下,对脊柱标本的稳定性进行测试,标本可重复使用,既可以保证生物力学测定结果的有效性,又可提高标本的使用效率^[10]。本实验采用非损伤性加载,力矩小,三种不同重建方法的先后顺序以及各方向力矩的加载顺序对标本及结果的影响可以忽略^[11]。从本实验的结果可以看出,三种重建方式较完整标本稳定性均显著提高,且重建方式之间的稳定性无显著性差异。但骨水泥-螺钉复合体可以通过单一后方正中入路,其他两种重建方式一般需要通过前后方联合入路。前者有简化手术操作、减小手术创伤的优点。

但本研究属于即时稳定性实验,未涉及内固定疲劳、松动等因素,临床实际工作中骨水泥填充主要用于预期寿命在 3 个月左右的转移癌患者,对预计生存期较长的病例主张行植骨融合,以避免置入物疲劳。在实际使用过程中,骨水泥也有不尽如人意之处,如在自固化过程伴有强放热,手术操作中可能灼伤周围组织;与上下椎体的接触面

不像人工椎体或是钛网形成的界面那样交错结合,其在上下两个椎体之间仅为一承重结构,依靠上下埋入的螺钉而不产生位置滑动;如果肿瘤复发导致邻近椎体破坏,那么骨水泥重建椎体的稳定性就和钛网等其他置入物一样,将失去效果。此外,如果对患者生存期估计不足或是对肿瘤性质诊断失误,由于骨水泥不能生物降解、无法与骨组织牢固结合,时间长后易与界面形成松动,远期脊柱稳定性不如使用可以产生骨性融合的自体骨。

4 参考文献

1. Dominkus M, Krepler P, Schwameis E, et al. Surgical therapy of spinal metastases[J]. Orthop, 1998, 27(5):282-286.
2. Panjabi MM. Biomechanical evaluation of spinal fixation devices (I): a conceptual framework[J]. Spine, 1988, 13(10):1129-1133.
3. Abe E, Kobayashi T, Murai H, et al. Total spondylectomy for primary malignant, aggressive benign, and solitary metastatic bone tumors of the thoracolumbar spine [J]. J Spinal Disord, 2001, 14(3):237-246.
4. Krepler P, Windhager R, Bretschneider W, et al. Total vertebrectomy for primary malignant tumours of the spine [J]. J Bone Joint Surg Br, 2002, 84(5):712-715.
5. Murakami H, Kawahara N, Abdel-Wanis ME, et al. Total en bloc spondylectomy[J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2001, 5(2):189-194.
6. Tomita K, Kawahara N, Baba H, et al. Total en bloc spondylectomy for solitary spinal metastases[J]. Int Orthop, 1994, 18:291-298.
7. 郑燕平, 汤继文, 李建民, 等. 经后路一期全脊椎切除治疗胸椎单椎体肿瘤的临床疗效[J]. 中华骨科杂志, 2003, 23(1):23-27.
8. Jang JS, Lee SH. Efficacy of percutaneous vertebroplasty combined with radiotherapy in osteolytic metastatic spinal tumors [J]. J Neurosurg Spine, 2005, 2(3):243-248.
9. Ueno Y, Futagawa H, Takagi Y, et al. Drug-incorporating calcium carbonate nanoparticles for a new delivery system [J]. J Control Release, 2005, 103(1):93-98.
10. Kaab MJ, Putz R, Gebauer D, et al. Changes in cadaveric cancellous vertebral bone strength in relation to time: a biomechanical investigation[J]. Spine, 1998, 23:1215-1219.
11. Panjabi MM, Krag M, Summers D, et al. Biomechanical time-tolerance of fresh cadaveric human spine specimens [J]. J Orthop Res, 1985, 3:292-300.

(收稿日期:2006-10-30 修回日期:2007-02-12)

(英文编审 郭万首)

(本文编辑 卢庆霞)