文章编号:1000-5404(2010)07-0665-04

论著

髋臼后柱骨折不同方式钢板内固定的稳定性研究

吴啸波,张 奇,郭明珂,张英泽 (050051 石家庄,河北医科大学第三医院骨科)

[摘要] **目的** 研究髋臼后柱骨折4种方式钢板内固定的稳定性。**方法** 半骨盆标本20个根据随机数字法分为4组,建立髋臼后柱骨折模型,行4种方式钢板内固定:A组:钢板两端各固定2枚螺钉;B组:钢板两端各固定3枚螺钉;C组:骨折线两侧距骨折线最近的螺孔及钢板每端2个螺孔固定;D组:骨折线两侧各固定4枚螺钉。行轴向压缩实验,观察骨折断端位移和剪切刚度。**结果** A、B、C、D组位移分别为(4.68±0.35)、(2.80±0.25)、(2.12±0.11)mm和(1.58±0.17)mm,剪切刚度分别为(129.42±9.60)、(228.91±12.05)、(285.21±26.16)N/mm和(414.71±34.29)N/mm。各组位移和剪切刚度差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 髋臼后柱骨折钢板内固定时,危险区内安全置钉能增强内固定的稳定性。

[关键词] 髋臼;骨折;内固定;生物力学
[中图法分类号] R318.01; R683.305; R687.32 [文献标志码] A

Biomechanical comparison of 4 plate internal fixation methods for simulated fractures of acetabular posterior column

Wu Xiaobo, Zhang Qi, Guo Mingke, Zhang Yingze (Department of Orthopedics, Third Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei Province, 050051, China)

[**Abstract**] **Objective** To evaluate the stability of 4 different methods of plate internal fixation for simulated posterior column fracture of the acetabulum. **Methods** Twenty preserved cadaveric semipelvic specimens were divided into 4 groups randomly. Models of isolated posterior column fractures of acetabulum were established and then fixed with 1 of following 4 methods of plate internal fixation: 2 screws at the each end of plate (group A), 3 screws at the each end of plate (group B), 1 screw each side in the closest allowable hole to the fracture and 2 screws at the each end of plate (group C), and 4 screws on each side of the fracture (group D). Under vertical compression load of 3 times' body weight, the displacements of the fracture site were measured and the shear rigidity of different internal fixation methods were compared. **Results** The displacements of the fracture site in Group A, B, C, and D were 4.68±0.35, 2.80±0.25, 2.12±0.11 and 1.58±0.17 mm respectively, with a decreasing trend from Group A to D. The shear rigidity of internal fixation methods in Group A, B, C, and D were 129.42±9.60, 228.91±12.05, 285.21±26.16 and 414.71±34.29 N/mm respectively, with an increasing trend from Group A to D. The differences of both displacements and shear rigidity between each 2 groups were significant ($P<0.05$). The stability of fixation methods in different groups was reached its maximum in Group D. **Conclusion** Under the prerequisite of safe angle of screw placement, holes on the plate in the danger zone of acetabulum, especially the ones being closest to either side of the fracture line, should be fixed in order to attain rigid internal fixation for posterior column fractures of the acetabulum.

[**Key words**] acetabulum; fracture; internal fixation; biomechanics

Supported by the National Natural Science Foundation of China (30440014). Corresponding author: Zhang Yingze, Tel: 86-311-88603682, E-mail: mdzhangyingze@gmail.com

目前手术治疗已成为移位髋臼骨折治疗的金标准[1,2]。Ebraheim等[3]将髋臼在后柱表面的投影区域定义为髋臼危险区,在该区域行内固定,螺钉可能误入关节[4]。钢板内固定时,通常仅在坐骨结节及钢板最上端各固定2枚螺钉,但其内固定稳定性颇受争议。现对髋臼后柱骨折4种方式钢板内固定的稳定性进行研究。

1 材料与方法

1.1 标本的制备

经防腐处理的新鲜成人骨盆标本(含双侧近1/3股骨)10

[基金项目] 国家自然科学基金(30440014)
[通信作者] 张英泽,电话:(0311)88603682,E-mail:mdzhangyingze@gmail.com

个,年龄22~58(41.83±12.88)岁,由河北医科大学解剖教研室提供。剔除附着标本的软组织,保留关节盂及部分关节囊。肉眼观察及X线检查均排除骨性异常。使用Osteocore 3-DEXA型骨密度仪(Medileink, Inc, FRA)行骨密度测量,未发现骨质疏松。用双层塑料袋密封在-20 ℃冷藏备用,测试前24 h取出,室温下解冻后应用。在骨盆处于单足站立体位时[5],于坐骨结节处垂直于矢状面,冠状面和水平面各穿入1枚克氏针,代表站立位三维坐标系的轴线。自正中矢状面锯开骶骨及耻骨联合,分成左、右侧半骨盆标本,用甲醛溶液浸湿的纱布覆盖待用。

1.2　髋臼后柱骨折模型的建立

1.2.1　骨折线位置的确定　A点:髋臼后柱内缘骨折线的点位,位于坐骨大切迹顶点至坐骨棘基底上缘之间的距离的中上1/3交界点。B点:髋臼外缘骨折线的点位,参照Knight等[6]的时钟定位法,左、右侧髋臼分别定为2、10点钟的点位。O点:髋臼中点,位于髋臼关节面的髂骨部和耻骨部各弧形内缘相交之尖端。C点:髋臼切迹的后缘。

1.2.2　骨折模型的制备　自A点至O点,截断髋臼后柱,并使该断面经过B点,在垂直髋臼窝表面自O点至C点截断髋臼下部,并截断其延长线上坐骨耻骨支的相应部位,完成髋臼后柱骨折模型的制备(图1)。



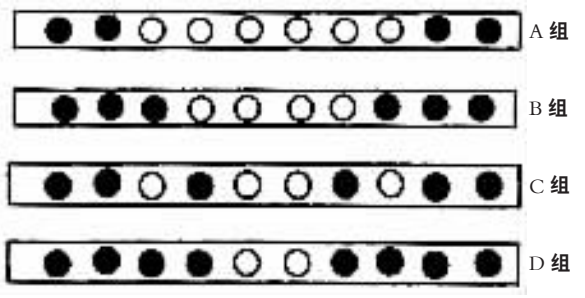
A点:后柱内缘坐骨大切迹顶点与坐骨棘上缘中上1/3交界;B点:髋臼外缘2点钟(左)或10点钟(右)点位;O点:髋臼中点;C点:髋臼切迹的后缘

图1　髋臼后柱骨折模型

1.3　标本分组及内固定模型的制备

将20个半骨盆标本根据随机数字法分为4组,每组5个标本,采用10孔髋臼重建钢板(苏州兴达医械制造有限公司生产)内固定。A组:钢板两端各固定2枚螺钉;B组:钢板两端各固定3枚螺钉;C组:骨折线两侧距骨折线最近的螺孔及钢板每端2个螺孔行螺钉固定;D组:骨折线两侧各固定4枚螺钉(图2)。

骨折解剖复位后,重建钢板塑形后纵向放置于髋臼后柱中部,骨折线两侧钢板等长,中间2个螺孔因位于骨折线而未固定,固定螺钉直径相同,髋臼危险区内螺钉均以45°角固定[3],直视及X线检查证实螺钉未进入骨折线和关节。



●:螺钉固定;○:无螺钉固定

图2　钢板螺钉内4种固定方式

1.4　Ⅱ型义齿基托聚合物包埋

将半骨盆标本倒置,股骨干垂直于水平面并内旋10°,参照坐骨结节处克氏针的方向调整的半骨盆标本使之相对股骨干内收13°,呈倒置的单足站立体位[5],置于包埋盒内,灌注调合的Ⅱ型义齿基托聚合物,直至完全固化(图3)。

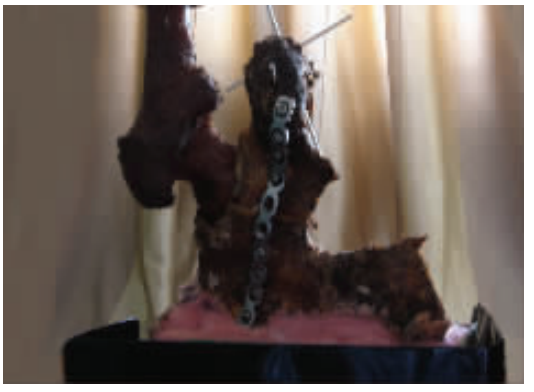


图3　半骨盆标本倒置单足站立位包埋

1.5　实验方法

根据标本下肢骨推断生前身高和体质量[7,8],使用CSS-44020型生物力学试验机(长春试验机研究所)进行实验,标本固定于试验机底座,将股骨干断端固定于试验机上端,进行轴向压缩实验(图4)。纵向预载100 N 3次,采用连续性加载直至载荷为体质量的3倍,为(1815.92±130.93)N,加载速率10 N/s,用YJY-17型引伸计测量后柱方形区骨折断端的位移。每个标本重复6次加载,取其均值。实验时要保证一定的间歇期,并不定期用生理盐水湿润标本,尽量减少实验对标本造成的组织变性。

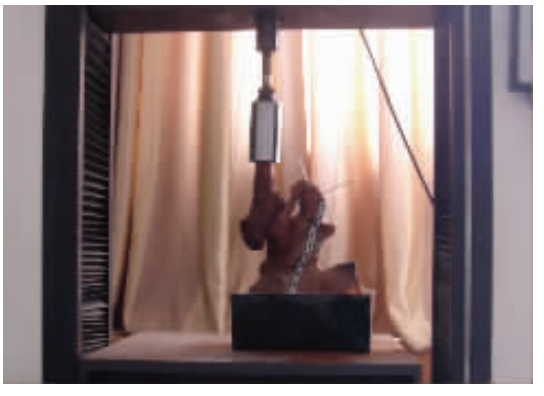


图4　CSS-44020型生物力学试验机及测试标本

1.6 观察指标

观察4组内固定骨折断端的位移和刚度。

1.7 统计学方法

采用SPSS 15.0统计软件进行单因素方差分析。

2 结果

2.1 骨折断端的位移

髋臼后柱骨折方形区骨折线向下走行,载荷位移为水平位移。载荷为体质量的3倍时,A、B、C、D 4组骨折断端的水平位移分别为(4.68±0.35)、(2.80±0.25)、(2.12±0.11)、(1.58±0.17)mm。各组间两两比较,差异均有统计学意义(F=163.389, P=0.000),A、B、C、D 4组骨折断端水平位移依次减小。

2.2 内固定的剪切刚度

刚度是指物体在载荷下抵抗形变的能力。根据髋关节承受载荷水平方向的分力,得出其剪切刚度。载荷为体质量的3倍时,A、B、C、D 4组内固定的剪切刚度分别为(129.42±9.60)、(228.91±12.05)、(285.21±26.16)、(414.71±34.29)N/mm。各组间两两比较,差异均有统计学意义(F=135.097, P=0.000),A、B、C、D 4组内固定剪切刚度依次增大。

3 讨论

累及髋臼后柱骨折的发生率较高,但相关生物力学研究报道却极少[9,10]。传统生物力学研究多采用离体标本进行实验研究,近年来随着与计算机技术相关的有限元方法被引进骨科医学研究领域,许多学者将有限元分析技术应用于骨骼系统的生物力学[11,12]。该类模型较为真实、准确地模拟了人体骨骼的解剖形态,反映了骨骼的生物力学特性,为相关力学提供了可靠的手段和方法,在骨科的基础和临床研究中正发挥着越来越大的作用。但有限元分析的可靠性是建立在对人体组织结构精确模拟的基础上,目前的计算手段尚无法完全真实地模拟活体情况,且有限元分析属于理论性研究,应与传统生物力学研究相互结合,才能真实地反映骨骼的生物力学特性,因此离体标本的力学研究仍具有不可替代的作用。

后柱是放置内固定物最多的部位,多采用后路支持钢板技术[13]。因髋臼危险区骨质薄弱,内固定时螺钉过短,或者危险区内无螺钉固定,内固定不牢固。如进钉角度不当,螺钉可误入关节,导致创伤性关节炎。部分学者为防止此情况的发生,在钢板内固定时,通常仅在坐骨结节及钢板最上端各固定2~3枚螺钉[14]。但本研究证实该内固定方式稳定性极差,应尽量避免采用。术中应确保骨折坚强内固定,其中固定螺钉的位置及数量也是获得坚强内固定的重要因素。我们按照Ebraheim等[3]提出的进钉角度进行操作,经直视及X线检查证实螺钉未进入关节。本研究证实A、B、C、D 4种内固定的稳定性位移依次增强,提示在安全进钉的前提下,髋臼危险区内的螺孔,尤其骨折线二侧距骨折线最近的螺孔应固定螺钉,以获得坚强的内固定。

髋关节面承受的合力可分解为水平和垂直方向的2个分力[15,16],实验显示髋臼后柱骨折钢板内固定后,实验载荷通过股骨头直接作用于髋臼关节面,水平方向剪切力可引起方形区骨折断端发生横向分离。方形区骨质菲薄并邻近股骨头,固定于后柱表面的重建钢板仅能间接控制方形区骨折端的剪切力。本实验提示只有采用正确的内固定方式,才能确保方形区骨折部位的稳定,术中应重点强调方形区骨折部位的复位及稳定,而并非仅关注后柱表面骨折的复位及固定情况。

Shaza等[17]在髋臼横行骨折模型的前柱部位,研究4种方式钢板内固定的稳定性,结果显示采用骨折线二侧距骨折线最近的螺孔行螺钉固定的方式,内固定刚度最大,但各种固定方式之间差异无统计学意义。该实验标本为人工合成材料制作,实验载荷较小,研究结论有待商榷。在髋臼骨折的生物力学研究中,实验载荷的设计和标本固定的方法在一定程度上影响了实验的结果。鉴于实验标本存在个体差异,实验载荷与标本体质量相关为宜[18]。我们采用的实验载荷为体质量的3倍[5],减少了因个体差异对实验结果的影响。所采用的固定方法使标本能够承受近似于人体承受的实际负荷,其实验结果真实可靠。在髋臼骨折的生物力学研究中,实验标本多采用万能旋转夹具固定[19,20],此方法虽然具有实验标本固定位置易于调整,方便灵活的优势,但其固定方式导致标本所承受的实验载荷受限,通常无法模拟髋臼所承受的实际负荷,在一定程度上影响了实验结果的真实性。近年来,倒置标本体位的固定方法逐渐被运用于髋臼骨折的生物力学研究,此类方法可充分弥补实验载荷不足的严重缺陷,提高了研究结果的可靠性[18,21]。但该类方法也存在固定标本体位有一定难度,固定后标本无法再调整的缺陷,因此标本的固定方法仍有待于进一步研究完善,从而提高实验结果的精度。

本研究证实在安全进钉前提下,髋臼危险区内的螺孔,尤其是骨折线二侧距骨折线最近的螺孔应固定螺钉,以获得坚强的内固定。

参考文献:

[1] Harris A M, Althausen P, Kellam J F, *et al*. Simultaneous anterior and posterior approaches for complex acetabular fractures[J]. J Orthop Trauma, 2008, 22(7): 494-497.

[2] Tibbs B M, Kopar P, Dente C J, *et al*. Acetabular and isolated pelvic ring fractures: a comparison of initial assessment and outcome[J]. Am Surg, 2008, 74(6): 538-541.

[3] Ebraheim N A, Waldrop J, Yeasting R A, *et al*. Danger zone of the acetabulum[J]. J Orthop Trauma, 1992, 6(2): 146-151.

[4] Kendoff D, Gardner M J, Citak M, *et al*. Value of 3D fluoroscopic imaging of acetabular fractures comparison to 2D fluoroscopy and CT imaging [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2008, 128(6): 599 – 605.
[5] Olson S A, Kadrmas M W, Hernandez J D, *et al*. Augmentation of posterior wall acetabular fracture fixation using calcium-phosphate cement: a biomechanical analysis[J]. J Orthop Trauma, 2007, 21(9): 608 – 616.
[6] Knight R A, Smith H. Central fractures of the acetabulum[J]. J Bone Joint Surg Am, 1958, 40-A(1): 1 – 16.
[7] 张继宗. 法医人类学基础[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 380 – 388.
[8] 李思汉. 我国北方地区成人各类体型不同身高的体重正常值的探讨[J]. 营养学报, 1986, 8(2): 98 – 108.
[9] Schopfer A, DiAngelo D, Hearn T, *et al*. Biomechanical comparison of methods of fixation of isolated osteotomies of the posterior acetabular column[J]. Int Orthop, 1994, 18(2): 96 – 101.
[10] Vrahas M S, Widding K K, Thomas K A. The effects of simulated transverse, anterior column, and posterior column fractures of the acetabulum on the stability of the hip joint[J]. J Bone Joint Surg Am, 1999, 81(7): 966 – 974.
[11] 陈光兴, 杨柳, 李恺, 等. 基于中国可视人体数据集构建髋关节应力分析三维有限元模型[J]. 第三军医大学学报, 2009, 31(12): 1193 – 1197.
[12] Chegini S, Beck M, Ferguson S J. The effects of impingement and dysplasia on stress distributions in the hip joint during sitting and walking: a finite element analysis [J]. J Orthop Res, 2009, 27(2): 195 – 201.
[13] Ebraheim N A, Patil V, Liu J, *et al*. Reconstruction of comminuted posterior wall fractures using the buttress technique: a review of 32 fractures[J]. Int Orthop, 2007, 31(5): 671 – 675.
[14] 周东生. 骨盆创伤学[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2003: 445 – 447.
[15] 吴新宝, 王满宜. 髋臼骨折[M]//荣国威, 王承武. 骨折. 北京: 人民卫生出版社, 2004: 844 – 847.
[16] 毛宾尧. 人工全髋关节翻修外科的生物力学[J]. 中国矫形外科杂志, 2003, 11(10): 700 – 702.
[17] Shazar N, Brumback R J, Novak V P, *et al*. Biomechanical evaluation of transverse acetabular fracture fixation[J]. Clin Orthop Relat Res, 1998, (352): 215 – 222.
[18] Mehin R, Jones B, Zhu Q, *et al*. A biomechanical study of conventional acetabular internal fracture fixation versus locking plate fixation [J]. Can J Surg, 2009, 52(3): 221 – 228.
[19] Li Z, Butala N B, Etheridge B S, *et al*. A Biomechanical study of periacetabular defects and cement filling [J]. J Biomech Eng, 2007, 129(2): 129 – 136.
[20] 严军, 王以进, 郑祖根, 等. 髋臼后壁骨折内固定的髋臼接触特征[J]. 医用生物力学, 2007, 22(3): 306 – 309.
[21] Chang J K, Gill S S, Zura R D, *et al*. Comparative strength of three methods of fixation of transverse acetabular fractures[J]. Clin Orthop Relat Res, 2001, (392): 433 – 441.

(**收稿**:2009-09-27;**修回**:2009-11-12)
(编辑 张 维)

个案与短篇

文章编号:1000-5404(2010)07-0668-01

2例婴幼儿先天性血管环的诊断和治疗

王 刚, 吴 春, 潘征夏, 李洪波, 李勇刚, 代江涛, 安 永 (400014 重庆, 重庆医科大学附属儿童医院心胸外科)

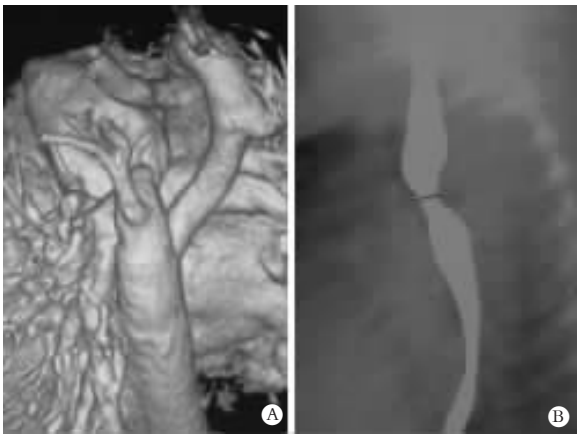
[关键词] 先天性;血管环;婴幼儿;心脏外科手术
[中图法分类号] R725.411 **[文献标志码]** B

先天性血管环从心血管角度讲通常为良性的, 但其会束紧气管和/或食管, 导致气道或食道梗阻, 需要手术解除。Gross[1]于1945年率先进行血管环手术治疗, 并提出"血管环"一词。我院2009年9 – 10月诊断和手术治疗先天性血管环患者2例, 现报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

我院2009年9 – 10月手术治疗先天性血管环患者2例, 男女各1例, 年龄分别为5个月7天和6个月28天, 体质量6 kg和5.5 kg。吞钡检查2例均有食道狭窄;术前超声心动图、多排CT检查, 诊断2例均为右位主动脉弓、左侧动脉导管和左锁骨下动脉起源于降主动脉, 右位主动脉弓从食管后绕过, 形成完整血管环(图1), 其中女性患儿合并有室间隔缺损(VSD)、房间隔缺损(ASD)。2例患儿临床表现为喘鸣, 反复呼吸道感染, 慢性咳嗽、咳痰, 其中1例偶有呛奶。



A: 血管环结构;B: 受压的食管
图1 患儿心脏大血管三维CT重建(A)及食道钡餐(B)结果

(下转676页)

[通信作者] 王 刚, E-mail: doctorwg@gmail.com