

· 基础研究 ·

自制三维解剖锁定钢板固定复合型髌臼骨折的解剖学研究

王辉¹, 毕大卫¹, 胡钢锋¹, 祖罡¹, 韩雷²

(1. 萧山区第一人民医院骨科, 浙江 杭州 311211; 2. 萧山中医院, 浙江 杭州 311201)

【摘要】目的:根据髌臼解剖特点, 研制一种三维解剖锁定钢板固定除后壁及后柱的复合型髌臼骨折, 尤其是包括四方区移位的复合型髌臼骨折, 并探讨其优缺点。**方法:**通过对 40 具成人骨盆及 5 具成人新鲜尸体标本的测量、试验, 测量弓状线弓耻线弧长和弧度、髌臼中心至弓状线的距离等解剖数据, 设计出三维解剖锁定钢板, 经髂腹股沟入路或者联合 Stoppa 入路固定复合型髌臼骨折。**结果:**弓状线弧长: 男(54.12±5.42) mm, 女(58.24±6.60) mm。弧度: 男(64.26±10.28)°, 女(60.32±12.26)°。弓耻弧长: 男(122.21±8.02) mm, 女(126.52±7.84) mm。弓耻弧度: 男(66.24±13.10)°, 女(63.25±12.10)°。髌臼中心至弓状线的距离: 男(18.6±2.2) mm, 女(18.9±2.5) mm。由髂腹股沟入路或者联合 Stoppa 入路对非后壁及后柱的复合型髌臼骨折, 包括四方区移位的髌臼骨折施行三维解剖锁定钢板内固定, 复位及固定可靠。**结论:**采用自制三维解剖锁定钢板固定非后壁及后柱的复合型髌臼骨折能解决既往常规内固定难以解决的一些复合型髌臼骨折, 复位固定更加精准、可靠、稳定, 且手术创伤小, 开拓髌臼骨折内固定的新思路。

【关键词】 髌臼; 骨折固定术, 内; 解剖学

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2013.02.017

Anatomical study on the treatment of complex acetabular fractures with self-designed 3-dimensional anatomical locking plate WANG Hui, BI Da-wei, HU Gang-feng, ZU Gan, and HAN Lei*. *Traditional Chinese Medical Hospital of Xiaoshan, Hangzhou 311201, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To design a new 3-dimensional anatomical locking plate internal fixation on the basis of anatomic character of acetabulum for treating complex acetabular fractures except the posterior wall and posterior column fracture, and to investigate its advantages and disadvantages. **Methods:** Five fresh adult cadavers and 40 biopsy specimens of pelvic cavity were collected. The length and radian of iliopectineal crest and pecten pubis, the distance from acetabular index to iliopectineal crest were measured to guide the research and development of the 3-dimensional anatomical locking plate internal fixation for complex acetabular fractures through the ilioinguinal approach or combined with Stoppa approach. **Results:** The average lengths of iliopectineal crest of male and female were (54.12±5.42) mm and (58.24±6.60) mm; and the radians were (64.26±10.28)° and (60.32±12.26)°. The lengths of bow pubic were (122.21±8.02) mm and (126.52±7.84) mm; and the radians were (66.24±13.10)° and (63.25±12.10)°. The distance from acetabular index to iliopectineal crest of male and female were (18.6±2.2) mm and (18.9±2.5) mm. The 3-dimensional anatomical locking plate was used to treat compound acetabular fractures through ilio-inguinal groove incision or combined with Stoppa incision, including dislocated acetabular fractures at quadratic district, but not including paries posterior and column posterior fractures. **Conclusion:** The self-designed 3-dimensional anatomical locking plate internal fixation has the characteristics of operational convenience, accurate fixation, mini operational trauma, short operational time and low operational risk, therefore it is especially suit for the complex acetabular fractures except the posterior wall and posterior column fracture which is difficult to be solved by contentional internal fixation.

KEYWORDS Acetabulum; Fracture fixation, internal; Anatomy

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(2): 149-152 www.zggszz.com

复合型髌臼骨折是较严重而复杂的关节内骨折, 其疗效及预后与复位固定质量密切相关。对于髌臼的前柱、“T”形骨折、横行骨折、前柱与后柱联合部

的臼顶部、前柱合前壁等的各种复合型骨折, 特别是涉及到髌臼的四方区骨折移位的术中复位及固定均极为困难, 除了本身的壁薄、解剖结构复杂、部位深在、显露困难、紧邻关节外, 缺乏理想有效的内固定物亦是原因之一。笔者根据髌臼的解剖特点, 试图设计一种三维解剖型锁定钢板, 其固定除后壁及后柱的复合型髌臼骨折, 尤其是涉及四方区骨折移位

基金项目: 浙江省医药科技卫生项目(编号: 2011KYB091)

Fund program: Provided by Medical Science and Technique Project of Zhejiang(No. 2011KYB091)

通讯作者: 韩雷 E-mail: hallen19841213@yahoo.com.cn

的手术能够复位固定更加精准、可靠、稳定,且手术创伤小,就此进行解剖学研究。现报告如下。

1 材料与方 法

1.1 解剖材料和测量方法 选取成人骨盆标本共 40 具,形态结构完整,其中男 23 具,女 17 具。新鲜成人尸体 5 具,骨盆结构完整,其中男 3 具,女 2 具。用精确度 0.02 mm 的游标卡尺和精确度 1° 的角度测量仪测量:①弓状线弧长及弧度。自耳状面前缘突起至髂耻粗隆,即为弓状线弧长,以游标卡尺和直尺测出弦长及弦高,通过几何计算得出弓状线的弧度。②弓耻弧的长度。弓状线弧长和耻骨梳弧长之和。③髌臼中心至弓状线的距离。即白心弓距,以髌臼窝最深点作为髌臼中心点,在后柱内侧面由坐骨体形成四方区,取与之相对应的镜像点,测量该点到弓状线的垂线距离。

1.2 三维解剖锁定钢板的设计制造 三维解剖锁定钢板(发明专利号:201020587896.5)沿弓耻弧形设计重建锁定钢板加四方区垂直挡板。根据髌骨盆面与坐骨体交角设计挡板与主板的夹角,挡板紧贴盆壁,长度依白心弓距,盖过髌臼中心以下。钢板为锁定孔,包括挡板内设计 2 孔锁定,重建锁定钢板视骨折线随意截取长短,根据需要可以跨耻骨联合(图 1-3)。

1.3 钢板力学性能测试 三维解剖锁定钢板采用 317L 不锈钢材料。机械力学性能测试采用 WE-100 万能材料试验机。将三维解剖锁定钢板置于力学试验机的固定模具上,沿钢板体部轴向逐级施加牵拉应力,测试钢板弯曲强度达 2 707 MPa,比常规重建钢板弯曲强度高 70%;拉伸强度为 823 MPa,比常规重建钢板高 53%;扭转强度为 320 MPa,比常规重建钢板高 14%。

2 结 果

测量结果:弓状线弧长,男(54.12±5.42) mm,女(58.24±6.60) mm;弓状线弧度,男(64.26±10.28)°,女(60.32±12.26)°;弓耻弧长,男(122.21±8.02) mm,女(126.52±7.84) mm;弓耻弧度,男(66.24±13.10)°,女

(63.25±12.10)°;弓白距,男(18.6±2.2) mm,女(18.9±2.5) mm。

在固定非后柱及后壁的髌臼骨折时,根据骨折范围及骨折线长度任意裁剪重建锁定钢板的长度,确定钢板是否需跨耻骨联合,以满足不同骨折固定要求。将移位骨折块的内缘复位后将挡板置入,使髌臼内壁凸面与之相匹配,然后拧入锁定螺钉。根据弓耻线的个体差异适当塑形重建锁定钢板部分。在髌前下嵴所在平面为矢状面,钢板在此需向上反折预弯,预弯后应与该平面留有 2~3 mm 间隙,经钢板孔向髌前下嵴拧入锁定螺钉,通过牵拉钢板体部逐渐靠近髌前下嵴,从而使骨折间加压获得进一步稳定。该钢板适用经髌腹股沟入路或 Stoppa 入路治疗髌臼前柱、横断骨折、前柱骨折及四方区内移骨折的损伤。

3 讨 论

3.1 三维解剖锁定钢板的设计理念 髌臼复合型骨折,特别是涉及包括髌臼四方区的各种类型的骨折,手术时要求尽可能解剖复位,早期功能锻炼,以减少远期并发症的发生。但对于复杂的髌臼骨折,尤其是涉及白顶区、髌臼四方区的粉碎性骨折,由于髌臼的白顶部、内壁较薄并邻近股骨头,极大限制了在这一区域内使用的内固定类型。常用的平行于四方区的螺钉放置较为困难,螺钉易误入关节腔或盆腔,造成手术失败或产生严重的合并症,即使达到解剖复位,远期也有可能复位丧失。因此,设计符合局部解剖的内固定物极为重要。张春才等^[1-2]曾设计了用于治疗髌臼骨折的记忆合金三维内固定(acetabular tridimensional memory alloy-fixation system, ATMFS),通过三维有限元分析该系统对固定髌臼横断骨折具有良好的稳定性,并且临床经过 2~9 年随访,19 例患者中 15 例取得满意治疗效果^[3-4]。但该系统在临床中常需要组合使用,增加了手术难度,也增加了手术创伤的机会;且该系统采用的镍钛合金材料,虽然在力学性能上具有较多优点,但其形体的可塑性较难掌控,如预弯不足常可造成固定横行骨折的后柱时,前柱出现分离。再者,纯镍和镍盐有致癌作用,镍



图 1 三维解剖锁定钢板立体图 图 2,3 三维解剖锁定钢板固定髌臼骨折
Fig1 Stereogram of 3-dimensional anatomical locking plate Fig2,3 3-dimensional anatomical locking plate fixation for the treatment of acetabular fractures

钛合金长时间植入对身体的影响需要进一步研究证实。Qureshi 等^[5]报道髌臼骨折的耻骨下钢板暴露耻骨下区域,将骨盆重建钢板塑形以适合骨盆内的耻骨下边缘,钢板预弯时的曲率稍微小于模板,以获得对四方区的最大支撑。但在实际应用中,此型钢板因邻近腹腔脏器及大血管,由于暴露空间有限,术中安放及螺钉拧入困难,给手术带来不便。

笔者通过对髌臼解剖形态进行观测,发现髌臼周围骨面虽然复杂且不规则,但具有大小弧线相连、相叠,密质骨较集中于弧线的线嵴部。这些提示:
①单平面形态的内固定不能胜任髌臼骨折内固定。
②内固定物应与髌骨盆面三维解剖结构相吻合,固定点应选择密质骨较集中的线嵴部,如弓状线周围。
③通过测量髌骨标本相关数据,可以设计出与髌骨盆面解剖结构相吻合的三维解剖钢板。

3.2 髌臼的解剖特点与钢板的放置 髌臼由髌骨、坐骨和耻骨 3 部分组成,分为前柱、后柱及臼顶。前柱又称髌耻柱,后柱又称髌坐柱,两柱向上汇合为粗短肥厚的臼顶。柱的概念是 Judet 骨折分型、手术入路和内固定的核心。从力学上看骨盆环为一骨弓,起着重力传导以及支持、保护内脏器官作用。通过生物力学测试指出:在骨盆环稳定性中,前柱所起作用为后柱的 2.75 倍,因此在双柱或“T”形骨折手术时,首选固定前柱,并尽可能达到解剖复位。前柱纤细,其强度却大于粗壮的后柱,与其特殊的解剖学外形和骨小梁排列有关^[6]。前柱从髌嵴的前端延伸至耻骨联合出,总体形态上成双凹状,凹向前方和内侧方,其中主要的力学结构为弓状线,该线周围骨质相对平整,骨质较致密,故以此区域形态学数据拟设计髌臼骨折内固定钢板,符合多数髌臼骨折类型,可恢复骨盆骨弓强度及限制移位骨折片向内推移。四方区是髌臼的最内侧壁,同时也是髌臼的重要组成部分,形成了髌臼的大部分关节面。虽然累及四边体的髌臼骨折不是 Letournel-Judet 分型中的一种类型,但在临床中该类骨折较为常见,很多分型都可能涉及到此类骨折。其发生骨折后往往连同前柱的近端部分骨折,且一同向盆腔内移位,所以在临床治疗中需加以重视。

解剖型髌臼三维锁定钢板具有与髌臼盆面不规则解剖结构相匹配的外形设计,以克服普通骨盆重建钢板的单平面固定弊端。在临床应用时,经髌腹股沟入路或 Stoppa 入路显露髌臼骨折区域后,清除骨折块间的瘀血块、反转嵌压筋膜及肌肉组织。将移位骨块的内缘,用骨膜剥离器轻微剥离后,将钢板的阻挡板放入,使阻挡板紧贴复位后的内壁,然后塑形重建钢板的上下缘,使其上缘与弓状线弧度吻合,下缘

耻骨梳弧度匹配,根据内壁骨折线情况决定是否在阻挡板上拧入锁定螺钉。

3.3 自制三维解剖锁定钢板固定复合型髌臼骨折的特点 髌臼骨折的内固定目前主要有螺钉技术和钢板系统。复合型髌臼骨折是 2 个简单型骨折并存的一类骨折,为高能量损失所致^[7]。对单纯前柱或前壁骨折,通常可用拉力螺钉从髌前下棘至后髌骨翼固定,整个螺钉在厚实的松质骨内获得良好固定^[8]。但对于复杂骨折固定效果不确实。重建钢板在髌臼骨折的治疗中已是常规方法,但是髌臼盆面不规则的三维结构,使得重建钢板需要精确塑形。在螺钉固定加压过程中常由于拧紧螺钉时产生的剪切力引起小骨块移位、关节面不平整,延长手术时间,并且螺钉固定时需穿透双层骨质,有进入关节腔及盆腔的风险。锁定重建钢板兼有普通重建钢板易弯曲、可塑形的特点,并在普通加压孔的旁边同时设计有锁定孔,术中可根据情况灵活选用。当使用锁定孔时,钉尾上的螺纹和锁定孔固定,起角度固定的作用,这样钢板无须和骨表面紧密接触,因此对于塑形的要求相对降低,减少了手术时间。并且拧紧螺钉时不产生偏心性外力,防止了复位丢失的现象。

三维解剖锁定钢板设计的特点:该钢板由上翼板、下翼板和阻挡板组成,符合髌臼的解剖特点,钢板的外形与髌臼盆面的不规则解剖形态相匹配,克服了普通骨盆重建钢板的单平面固定的弊端;使用时,上翼板分别固定髌臼复合型骨折前柱、前壁,下翼板固定耻骨及髌臼内壁,阻挡板起复位和稳定髌臼四方体部作用,钢板的挡板通过翼板的牵拉,可使骨折端产生足够的加压应力,间接复位,并保持骨折块间的相对稳定;所有螺孔都有锁定孔,允许单皮质固定,最短 1.2 cm 的钉长在固定髌臼周缘部位可有效避免螺钉进入关节腔,同时防止螺钉松动、内固定失败、再移位。且钢板可以随意塑形、截取,适合于更多体型和更多类型骨折。手术中无须对髌臼盆面做较大剥离,只要能将挡板安放至盆面即可,故手术损伤小,初步实现髌臼骨折手术微创加稳定内固定的目标。

3.4 应用髌臼三维解剖锁定钢板在术中的注意事项 笔者发现,髌臼前后柱各有一骨板极薄的危险区,前柱髌耻隆起部位为其中之一。此处钢板固定时螺钉极易进入关节腔。因此,很多学者提出在靠近髌臼边缘内侧 1 cm 范围内尽量不拧入螺钉^[9]。然而许多髌臼骨折的骨折线都经过此区域,这就意味靠近骨折线的螺孔内尽量不拧入螺钉,这种固定的安全性是以牺牲骨折固定的生物力学强度所获得。Shazar 等^[10]通过生物力学试验证明,用钢板固定髌臼骨折

时,靠近骨折端放置螺钉比远离骨折端放置螺钉的固定强度大 50%,远离骨折端放置螺钉将减少内固定的坚固性,可能是髌臼骨折术后复位丢失的一个重要因素,因此建议应用钢板固定髌臼骨折时,只要有可能,应靠近骨折端的螺孔内放置螺钉。

对于伴有移位的髌臼四方区骨折,单一的髌腹股沟入路往往难以对移位骨折块行有效的复位和固定,此时可以设计 Stoppa 手术入路作为辅助切口,该入路对于低位前柱骨折,尤其是伴有股骨头中心性脱位、四方区内侧移位明显患者有一定优越性^[11]。在安置钢板前也可以通过该入路,先加 1 枚拉力螺钉固定,增加复位和固定的应力,防止骨折再移位。

髌臼三维解剖锁定钢板是为解决复杂的髌臼复合型骨折,尤其是伴有四方区移位的髌臼骨折难以解剖复位和可靠固定而设计的新型内固定钢板。根据初步试验研究结果和技术探讨,笔者认为可以解决一些既往的临床棘手问题,但该研究结论尚有待于生物力学试验和临床应用进一步验证。

参考文献

[1] 张春才,许硕贵,王家林,等. 髌臼骨折记忆合金三维内固定系统的设计与临床应用[J]. 中华骨科杂志,2002,22(12):709-713.
Zhang CC,Xu SG,Wang JL,et al. Design and clinical applications of acetabular tridimensional memory alloy fixation system[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi,2002,22(12),709-713. Chinese.

[2] 张春才,许硕贵,禹宝庆,等. 应用髌臼三维记忆内固定系(ATMFS)治疗复杂性髌臼骨折及其临床意义[J]. 中华创伤杂志,2004,6(4):364-368.
Zhang CC,Xu SG,Yu BQ,et al. Application of acetabular tridimensional memory fixation system (ATMFS) to treat complex acetabular fractures and its clinical significance[J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi,2004,6(4):364-368. Chinese.

[3] Liu XW,Xu SG,Zhang CC,et al. Application of a shape-memory alloy internal fixator for treatment of acetabular fractures with a follow-up of two to nine years in China[J]. Int Orthop,2010,34(7):1033-1040.

[4] 汪华晔,张春才,许硕贵. 髌臼记忆内固定系统治疗髌臼横断骨折的三维有限元分析[J]. 中国骨伤,2007,20(12):830-832.
Wang HY,Zhang CC,Xu SG. Three dimensional finite element analysis for fixation of transverse acetabular fractures with Acetabular Tridimensional Memoryalloy Fixation System[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2007,20(12):830-832. Chinese with abstract in English.

[5] Qureshi AA,Archdeacon MT,Jenkins MA,et al. Infrapectineal plating for acetabular fractures;a technical adjunct to internal fixation [J]. J Orthop Trauma,2004,18(3):175-178.

[6] Hamroongroj T. The role of the anterior column of the acetabulum on pelvic stability;a biomechanical study[J]. Injury,1998,29(4):293-296.

[7] 江和训,黄相杰,刘德忠,等. 复杂髌臼骨折早期结构重建的临床研究[J]. 中国骨伤,2009,22(2):86-89.
Jiang HX,Huang XJ,Liu DZ,et al. Clinical study on the early reconstruction of complex acetabular fractures[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2009,22(2):86-89. Chinese with abstract in English.

[8] 李文平,靳方运,郭斌,等. 手术治疗复杂髌臼骨折 66 例临床分析[J]. 中国骨伤,2007,20(1):20-21.
Li WP,Jin FY,Guo B,et al. Operative treatment of 66 patients with complex fracture of acetabulum[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2007,20(1):20-21. Chinese with abstract in English.

[9] 王先泉,张进禄,周东生. 髌臼后柱支持钢板的临床解剖学研究[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2005,20(1):9-11.
Wang XQ,Zhang JL,Zhou DS. Clinical anatomy study of placing acetabular posterior column buttress plate [J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi,2005,20(1):9-11. Chinese.

[10] Shazar N,Brumback RJ,Novak VP,et al. Biomechanical evaluation of transverse acetabular fracture fixation[J]. Clin Orthop Relat Res,1998,(352):215-222.

[11] 陈晓东,崔一民,沈超,等. Stoppa 入路在髌臼骨折中的应用[J]. 中华骨科杂志,2011,31(11):1245-1249.
Chen XD,Cui YM,Shen C,et al. Applying Stoppa approach in acetabular fractures[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi,2011,31(11):1245-1249. Chinese.

(收稿日期:2012-05-10 本文编辑:连智华)

·读者·作者·编者·

本刊关于“通讯作者”有关事宜的声明

本刊要求集体署名的文章必须明确通讯作者。凡文章内注明通讯作者的稿件,与该稿件相关的一切事宜均与通讯作者联系。如文内未注明通讯作者的文章,按国际惯例,有关稿件的一切事宜均与第一作者联系,特此声明!

《中国骨伤》杂志社