

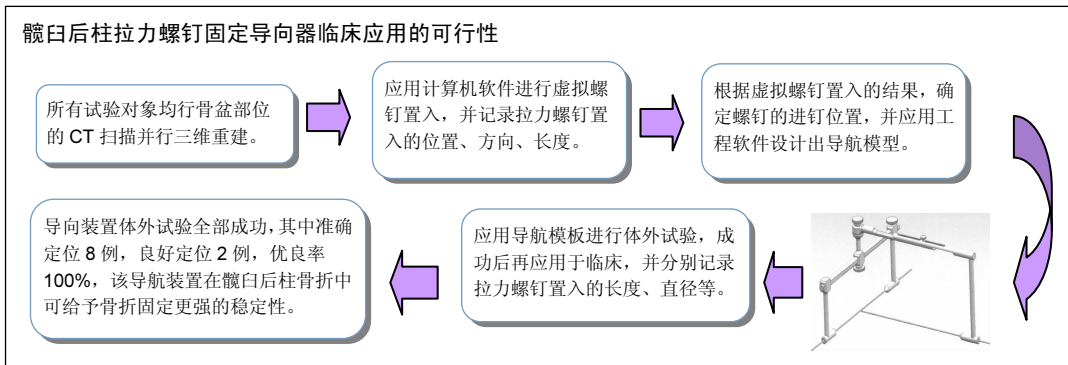
基于数字模型设计髌臼后柱拉力螺钉固定导向器的可行性

胡守力, 梅继文, 穆尚强, 李 坤, 孙海光(吉林医药学院附属医院骨外科, 吉林省吉林市 132013)

引用本文: 胡守力, 梅继文, 穆尚强, 李坤, 孙海光. 基于数字模型设计髌臼后柱拉力螺钉固定导向器的可行性[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(48):7200-7205.

DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2016.48.008 ORCID: 0000-0001-6620-600X(胡守力)

文章快速阅读:



胡守力, 男, 1971 年生, 吉林省长春市人, 汉族, 2007 年北华大学毕业, 硕士, 主治医师, 主要从事老年骨折方面的研究。

中图分类号:R318

文献标识码:A

文章编号:2095-4344

(2016)48-07200-06

稿件接受: 2016-09-30

文题释义:

髌臼后柱拉力螺钉: 相对于传统切开复位内固定, 髌臼拉力螺钉固定且具有手术创伤小, 骨折愈合快, 临床疗效好等优点。有学者证实, 应用拉力螺钉和钢板内固定治疗髌臼骨折在生物力学上具有相似的反应。随着计算机影像系统的发展, 经皮拉力螺钉治疗移位不大的髌臼前后柱骨折已成为临床上常用的术式。

数字化骨科: 数字化骨科技术是将医学影像技术、计算机应用及空间示踪技术完美结合, 使骨科手术实现更加微创、更加智能的术式。随着这一技术的应用, 骨科医学正在向着个体化、精准化及微创化方向发展。

摘要

背景: 髌臼前后柱骨折通常行切开复位钢板内固定修复效果较好, 但此术式切口长, 创伤大, 出血多, 手术时间较长。髌臼前后柱骨折应用松质骨螺钉固定早在 1988 年即被提出, 且具有手术创伤小、骨折愈合快等优点。

目的: 通过计算机数字化技术建立髌臼骨折拉力钉固定数字模型, 由此设计出髌臼后柱拉力螺钉进针导向装置, 并应用于临床。

方法: 选取吉林医药学院附属医院自 2012 年 6 月至 2015 年 6 月行骨盆螺旋 CT 扫描的 82 例数据资料, 行骨盆髌臼三维模型重建, 根据资料数据制定髌臼后柱模拟置入拉力螺钉方案, 并应用数字化技术进行模拟操作, 由此设计出髌臼后柱拉力螺钉进针导向装置, 对导向装置进行体外髌骨标本测试, 总结装置应用经验并最终应用于临床。

结果与结论: ①82 例虚拟拉力螺钉置入全部获得成功, 测得男性髌前上棘及髌后上棘骨突间距离为 (158.13 ± 6.94) mm, 女性为 (152.45 ± 7.41) mm; 虚拟拉力螺钉长度男性为 (140.12 ± 7.48) mm, 女性为 (126.37 ± 9.17) mm; 虚拟拉力螺钉直径男性为 (12.21 ± 1.86) mm, 女性为 (10.38 ± 2.01) mm; ②导向装置体外试验全部成功, 其中准确定位 8 例, 良好定位 2 例, 优良率 100%; ③导向装置临床应用成功, 术后患者无特殊不适, 术后复查 CT 结果满意; ④结果提示, 通过髌前上棘、髌后上棘骨性突出点连线中点与坐骨结节连线置入螺钉固定髌臼后柱骨折是可行的, 由此设计出的导航装置置钉成功率高, 该导航装置在髌臼后柱骨折中可给予骨折固定更强的稳定性, 效果可靠。

关键词:

骨科植入物; 数字化骨科; 三维重建; 髌臼; 导向装置; 经皮拉力螺钉

主题词:

髌臼; 骨钉; 内固定器; 组织工程

Hu Shou-li, Master,
Attending physician,
Department of
Orthopedics, Affiliated
Hospital of Jilin Medical
College, Jilin 132013, Jilin
Province, China

Feasibility of acetabular posterior column lag screw guide based on digital model design

Hu Shou-li, Mei Ji-wen, Mu Shang-qiang, Li Kun, Sun Hai-guang (Department of Orthopedics, Affiliated Hospital of Jilin Medical College, Jilin 132013, Jilin Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Acetabular posterior column fracture is usually treated by open reduction and internal fixation, but this type of operation has a long incision, big trauma, bleeding, and long operation time. The application of cancellous bone screw fixation in the anterior and posterior column fractures of acetabulum has been put forward in 1988, and it has the advantages of less surgical trauma, and fast healing of fracture.

OBJECTIVE: To establish acetabular fracture lag screw fixed digital model through the technology of digital computer, and then design an acetabular posterior column lag screw into the needle guide for clinical application.

METHODS: Data of 82 cases receiving pelvic CT scanning in Affiliated Hospital of Jilin Medical College from June 2012 to June 2015 were selected. Pelvic and acetabular three-dimensional models were reconstructed. According to the data, acetabular posterior column simulation lag screw placement method was set. Simulation was operated by digital technology. Acetabular posterior column lag screw guide device was designed and tested *in vitro* bone specimens. The experience of device applications was summarized, and could be used in clinic.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) 82 cases of virtual lag screw implantation succeeded. The distance between anterior superior iliac spine and iliac bone spinous was (158.13±6.94) mm in males, (152.45±7.41) mm in females. Virtual lag screw length was (12.21±1.86) mm in males and (10.38±2.01) mm in females. (2) Guiding device *in vitro* tests was successful, including the accurate positioning in 8 cases, good positioning in 2 cases, with the excellent and good rate of 100%. (3) A guide device was successfully used in clinical application. Patients did not have special discomfort and postoperative CT showed satisfactory results. (4) These findings demonstrated that screw fixation through anterior superior iliac spine, posterior superior iliac spine bony prominent line midpoint and ischial tuberosity connection for acetabular column fractures is feasible, and thus the design of the navigation device for implant shows high success rate. The navigation device in the posterior column of the acetabulum fracture can obtain strong stability for fixation, and the clinical effect is reliable.

Subject headings: Acetabulum; Bone Nails; Internal Fixators; Tissue Engineering

Cite this article: Hu SL, Mei JW, Mu SQ, Li K, Sun HG. Feasibility of acetabular posterior column lag screw guide based on digital model design. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2016;20(48):7200-7205.

0 引言 Introduction

髋臼骨折一般多由高能损伤引起,常导致髋关节疼痛及功能障碍,临床上针对于骨盆及髋臼负重区骨折移位大于2 mm的骨折治疗原则是解剖复位及坚强内固定^[1],即便如此,术后并发创伤性关节炎、异位骨化、股骨头坏死等情况时有发生,髋臼前后柱骨折行切开复位钢板内固定手术治疗临床效果较好,但由于髋臼本身位置较深,周围解剖关系复杂,骨折复位困难,传统手术若要求显露充分必须扩大切口,由此一来常引起手术切口长,组织损伤严重,术中出血量多等问题,严重者会造成医源性坐骨神经损伤,术后外旋肌无力及股骨头坏死等术后并发症^[2-5],由于手术时间的延长,感染的风险也在增加,严重影响患者术后髋关节及下肢功能恢复。综合国际著名学者对骨盆髋臼骨折行切开复位钢板内固定手术治疗的经验,手术平均手术时间为4.5 h (1-12 h),平均出血量为1 200 mL(400-5 000 mL),而

术后的优良率仅为76%左右^[6],说明髋臼骨折临床上治疗难度较高。

Reinert等^[7]在1988年首次报道针对髋臼前后柱骨折应用松质骨螺钉固定临床疗效较好,且具有手术创伤小,骨折愈合快等优点。之后应用螺钉固定髋臼前后柱骨折在临床上越来越广泛,更有学者证实,应用拉力螺钉和钢板内固定治疗髋臼骨折在生物力学上具有相似的效应^[8]。近年来,随着计算机影像系统的发展,使经皮拉力螺钉治疗移位不大的髋臼前后柱骨折成为可能,临床上也越来越多的应用这一术式,被视为治疗髋臼骨折的新方向。虽然经皮拉力螺钉固定髋臼前后柱骨折具有创伤小,费用低,出血少等优势^[9-10],但随着手术数量越来越多,手术并发症也逐渐显现,有文献报道经皮拉力螺钉固定较以往常规手术的风险明显增加,如术中损伤盆腔大血管致死,损伤重要神经致术后功能障碍,损伤盆腔脏器等,也有文献报道个别病例出现螺钉固定

不牢、螺钉断裂等。同时, 此术式在实际操作中也受到很多约束, 比如如何精确定位进针点? 进针方向如何确定? 螺钉的规格如何选择? 这些问题虽然国内外研究者都进行过尸体解剖学研究, 但由于技术及经验的限制, 很难形成完整的理论及操作体系应用于临床。

髋臼骨折的影像导航技术是目前临床研究的热点^[11-12], 对于髋臼的前后柱无移位或有限移位的骨折在导航手术系统的引导下进行闭合或小切口螺钉内固定相对于传统手术更加安全。其通过医学影像技术的精确扫描及对人体复杂结构——骨盆髋臼的三维重建使研究者对复杂部位骨折有了更深刻的认识。有研究通过三维重建技术对髋臼前后柱骨折行拉力钉固定的进针部位进行了充分研究, 并分别测量了前后柱进针的最大直径及最大深度, 提出螺钉的最大直径并不取决于髋臼前后柱的最小截骨面^[13]。有学者通过对大量正常骨盆三维重建模型及尸体标本的研究发现, 正常骨盆的髌前上棘及髌后上棘的突点连线的中垂线可作为经皮拉力螺钉固定的进针方向^[14]。

文章通过计算机软件对82例正常骨盆进行CT精确扫描, 建立骨盆数字三维模型, 并进行模拟拉力钉置入, 由此设计出髋臼后柱拉力螺钉进针导向装置, 并应用于临床, 取得较好效果。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 三维重建试验。

1.2 时间及地点 于2012年6月至2016年6月在吉林医药学院附属医院骨外科完成。

1.3 材料 10例(男5例, 女5例)髌骨标本由吉林医药学院提供。

1.4 对象 82例病例资料均来源于吉林医药学院附属医院2012年6月至2015年6月行骨盆螺旋CT扫描的成年患者数据, 其中男48例, 女34例; 年龄19-76岁, 平均(44.7±19.2)岁, 所有病例均无骨质破坏及解剖结构异常。髋臼后柱骨折均经X射线及CT双重诊断。

纳入标准: 同意试验条款; 单纯髋臼后柱骨折, 不合并其他髋关节周围骨折; 无既往髋关节手术史; 符合拉力螺钉内固定手术指征。

排除标准: 合并髋关节其他部位骨折; 髋关节后柱粉碎骨折; 合并基础疾病不耐受手术。

1.5 方法

1.5.1 数据采集 所有试验对象均行骨盆部位的CT扫描。设备为德国西门子64排螺旋CT, 扫描参数: 120 kV,

250 mA·s, 扫描条件: 层厚0.6 mm, 总扫描时间16 s。扫描后使用Siemes Somatom SensationI影像工作站将采集到的骨盆部位断层扫描图像(DICOM)导入交互式医学影像控制系统Mimcs13.0。显示骨盆的水平面、冠状面、矢状面。启动Region Growing(动态阈值增长功能)对骨折处建立Mask象素集合。启动Editmasks 逐层删除其他部位的具有与骨相同灰质的情况, 补全象素。启动Sementation Menu中的Cakulate 3D(计算机模型功能)形成模拟形态, 计算骨折三维模型, 运用Unite布尔运算重建骨盆的三维模型。

1.5.2 髋臼后柱模拟置入拉力螺钉 应用Tools工具中的Measure Distance程序进行髌前上棘及髌后上棘骨性突起之间的距离测定, 取两点直线连接的中点M, 应用计算机辅助模块创建M点平面, 应用创建圆柱体模块在髋臼后柱虚拟创建拉力螺钉, 使其轴线与M点平面平行, 调整拉力螺钉直径大小, 分别在水平面、矢状面及冠状面观察虚拟拉力螺钉是否穿出骨皮质及髋臼, 调整虚拟拉力螺钉长度, 分别在骨盆正位及侧位观察螺钉是否穿出髋臼及后柱, 分别记录虚拟螺钉最大长度及最大直径, 见图1。

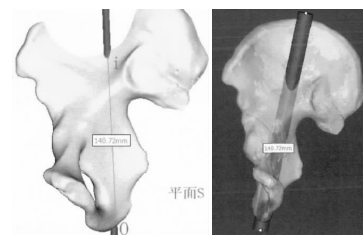


图1 拉力螺钉长度及直径的测量
Figure 1 Measurement of lag screw length and diameter

1.5.3 设计导向装置 根据测量结果及82例虚拟拉力螺钉置入的试验结果, 证明经髌前上棘及髌后上棘中点与坐骨结节连线方向进钉行髋臼后柱内固定的方法临床可行, 应用工程软件设计出导向装置模型, 并生产成品, 其原理是经坐骨结节套筒的导针必定通过髌前上棘及髌后上棘连线的中点, 见图2。

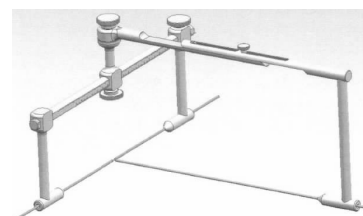


图2 髋臼后柱拉力螺钉导向装置的设计模型
Figure 2 Design model of acetabular posterior column lag screw guide

1.5.4 导向装置体外试验 对导向装置进行体外测试, 选取10例(男5例, 女5例)髌骨标本, 用2根克氏针分别固定于髌前上棘及髌后上棘骨突处, 将导向装置两端分别固定克氏针上, 连接滑动杆, 测量髌前上棘及髌后上棘骨突间的距离, 将定位器调至滑动杆中点并锁定, 助

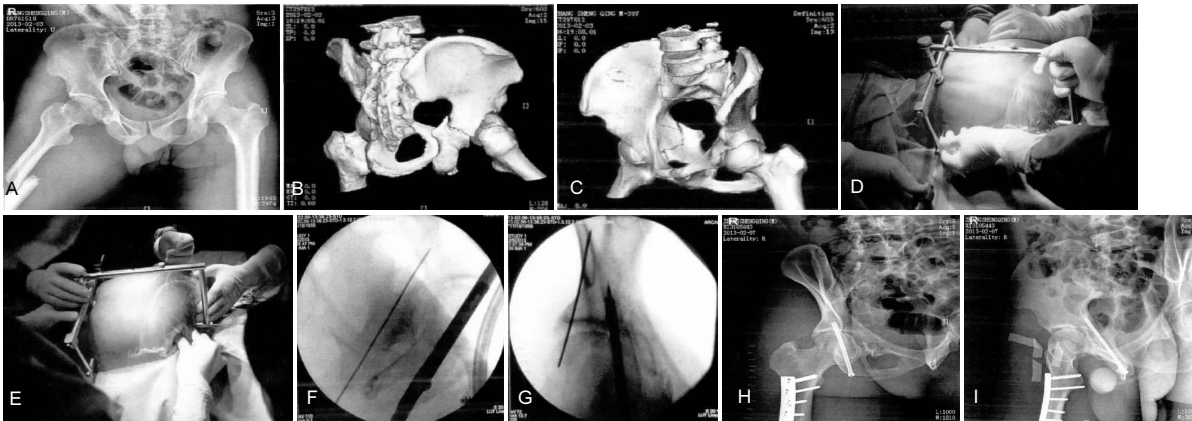


图3 男性42岁右髋臼双柱骨折、右股骨骨折患者导向装置的临床应用

Figure 3 The application of acetabular posterior column lag screw guide in a 42-year-old male patient with right acetabular double column fracture and right femur fracture

图注: 图A, B, C为入院后骨盆正位X射线片、骨盆CT及三维重建, 示右髋臼双柱骨折、右股骨骨折; D, E示术中在髂前上棘、髂后上棘骨性突起处用2根2.0 mm克氏针定位, 连接滑动杆, 测量髂前上棘及髂后上棘骨突间的距离, 将定位器调至滑动杆中点并锁定, 在导向装置尾端置入克氏针, 使患者屈膝屈髋, 在臀部将针头顶住坐骨结节, 安装电钻, 打入克氏针; F, G示术中透视见导针位置满意, 拧入空心拉力螺钉; H, I示术后复查髂骨斜位及鼻孔斜位X射线片, 螺钉长度及位置满意。

手固定滑动杆以保持其稳定性, 在导向装置尾端置入克氏针并将针头顶住坐骨结节, 安装电钻, 打入克氏针, 直至穿出髌骨皮质, 目测克氏针穿出位置, 并行X射线及CT扫描, 此时克氏针穿出位置有3种可能: ①出针点位于髌窝内, 说明导向装置定位准确; ②出针点位于髌骨外侧, 坐骨大切迹水平上方, 说明导向装置定位良好; ③出针点低于坐骨大切迹水平, 说明导向装置定位失败。

1.5.5 导向装置的临床应用 本导向装置要求髌骨固定点位于髌前上棘及髌后上棘的骨突处, 但实际操作中克氏针很难确定其骨突部位, 因此导向装置可能存在误差, 特别是手术时患者软组织遮挡造成定位与操作困难。实际操作过程中需不断改变X射线照射体位决定克氏针进针点, 对本导向装置进行了临床验证, 选取髋臼后柱骨折患者, 麻醉满意后取健侧卧位, 常规消毒铺巾, 根据体表标志大概确定髌前上棘、髌后上棘及坐骨结节位置, 在髌前上棘及髌后上棘分别做1 cm切口, 钝性分离皮下组织直至髌骨, 确定骨性突起后用2根2.0 mm克氏针定位, 用不同角度C臂投照再次确定进针点, 连接滑动杆, 测量髌前上棘及髌后上棘骨突间的距离, 将定位器调至滑动杆中点并锁定, 助手固定滑动杆以保持其稳定性, 在导向装置尾端置入克氏针, 使患者屈膝屈髋, 在臀部坐骨结节处做0.5 cm切口, 并将针头顶住坐骨结节, 安装电钻, 打入克氏针, 直至穿出髌骨皮质及对侧皮肤, C型臂查看克氏针位置, 满意后逆行置入拉力螺钉, 固定满意后去除导向装置及克氏针, 缝合伤口。

1.6 主要观察指标 应用导航模板进行髋关节后柱骨

折拉力螺钉内固定术, 并分别记录拉力螺钉置入的解剖学参数, 如螺钉的长度、直径等。

1.7 统计学分析 对82例资料分别记录髌前上棘及髌后上棘之间距离, 虚拟置入拉力螺钉的长度、直径, 应用SPSS 17.0软件进行统计学分析, 资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示, 对于各个数据在性别区分上是否存在差异行 t 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 按意向性处理, 纳入82例临床资料进行模拟分析, 全部进入结果分析, 无脱落。

2.2 虚拟置入拉力螺钉参数 82例虚拟拉力螺钉置入全部获得成功, 相关参数详见表1。

表1 髋臼后柱拉力螺钉解剖学参数 ($\bar{x}\pm s$, mm)
Table 1 Anatomic parameters of the acetabular posterior column lag screw

组别	<i>n</i>	骨突间距离	螺钉长度	螺钉直径
男	48	158.13±6.94	140.12±7.48	12.21±1.86
女	34	152.45±7.41 ^a	126.37±9.17 ^a	10.38±2.01 ^a

表注: 与男性相比, ^a $P < 0.05$ 。

2.3 导向装置体外试验结果 克氏针出针点位于髌窝内为8例, 出针点位于髌骨外侧; 坐骨大切迹水平上方为2例, 出针点低于坐骨大切迹水平0例。置入螺钉长度男、女之间差异有显著性意义($P < 0.05$), 见表2。

2.4 导向装置的临床应用 男性患者, 42岁, 外伤致右髋部、右大腿疼痛伴功能受限, 入院后行骨盆正位X

射线片、骨盆CT及三维重建示右髋臼双柱骨折、右股骨骨折, 见图3。本次手术各个克氏针均为经皮固定, 坐骨结节克氏针定位一次性完成, 反复C臂透视满意后进针, 进针长度约为11 cm, 选用拉力螺钉规格为长10 cm, 直径为6.5 mm。术后再次C臂透视, 螺钉位置好, 骨折线改善明显。术中出血20 mL, X射线照射6次, 术后患者无神经及血管损伤表现, 术后复查CT结果满意。

表2 髋臼后柱拉力螺钉体外试验结果 (n=5, n)
Table 2 *In vitro* experimental results of acetabular posterior column lag screw

组别	定位准确(n)	定位良好(n)	定位失败(n)	螺钉长度(mm)
男	4	1	0	134.96±5.63
女	4	1	0	117.42±9.42 ^a

表注: 与男性相比, ^aP < 0.05。

3 讨论 Discussion

髋臼骨折一般多由高能量损伤引起, 临床上针对于骨盆及髋臼负重区骨折强调解剖复位及坚强内固定, 为获得良好的预后, 解剖复位尤为重要, 由于髋臼本身位置较深, 周围解剖关系复杂, 骨折复位困难, 以往的内固定多采用弧形钢板加螺钉固定, 此种术式固定牢固, 复位效果较好, 但由于要求显露充分, 必须扩大切口, 由此常引起手术切口长, 组织损伤严重, 术中出血量多等问题, 严重者会造成医源性坐骨神经损伤, 术后外旋肌无力及股骨头坏死等术后并发症, 由于手术时间的延长, 感染的风险也在增加, 严重影响患者术后髋关节及下肢功能恢复。尽管临床中一再强调术中保持伸髋屈膝体位以保护坐骨神经, 但文献报道此术式坐骨神经损伤的概率仍高达2%~6%^[15-16], 有学者曾倡导术中应用肌电图实时对坐骨神经进行监测, 但其效果并不令人满意, 更有人通过临床观察证明应用肌电图监测坐骨神经并不能减低神经损伤概率。而且髋臼骨折的几种手术入路方式中前方入路有损伤股神经及股外侧皮神经的风险, 后方入路有损伤臀上及臀下神经的风险, 从而造成术后患者步态的异常。另一个很重要的并发症就是异位骨化, Neal等^[17]研究报道, 髋臼骨折行切开复位内固定手术时, 其异位骨化发生率为51%, 其中达到影响关节功能的三度骨化发生率为9%~18%。Starr等^[18]报道, 髋臼骨折手术若不采取预防措施, 其发生异位骨化的概率为40%~50%, 且在发生移位骨化的患者中, 影响髋关节功能的概率为20%以上。此外, 传统手术行钢板内固定无论采用哪种手术入路, 股骨头的血供区均有可能遭到破坏, 明显增加股骨头坏死的风险。综上, 作者认为,

为避免上述手术并发症, 应最大限度减少软组织的损伤, 保护坐骨神经, 从而有效降低异位骨化及股骨头坏死风险, 故微创成为治疗髋臼骨折的最佳选择。Reinert等^[7]曾提出应用2枚拉力螺钉分别对髋臼前后柱进行固定, 取得良好的临床疗效, 有研究采用拉力螺钉及钢板内固定两种方法治疗髋臼骨折, 发现其生物力学稳定性方面差异无显著性意义。由此可见, 经皮拉力螺钉内固定手术具有手术创伤小, 时间短, 出血少等明显优势, 是治疗髋臼骨折的一种理想手术方式。

对于髋臼经皮拉力螺钉置钉的解剖学研究, 国内外报道较多, Starr等^[18]通过对人体模型的研究得出髋臼后柱拉力螺钉的进针点位于坐骨结节的中点, 并依据此结论应用7.3 mm、8.0 mm的拉力螺钉治疗髋臼后柱骨折并取得了良好的效果。Mouhsine等^[19]总结他人的经验, 并根据临床总结得出, 髋臼后柱拉力螺钉进针方向应与矢状面呈45°角, 与冠状面呈40°~45°角, 通过CT三维重建测量得出髋臼前后柱螺钉最大直径为6.4 mm及11.4 mm。国内学者针对于尸体标本研究发现, 髋臼后柱骨折拉力螺钉固定时其最窄处直径为(9.0±1.0) mm, 钉长为(11.7±0.5) mm。由于髋臼骨折一般采用侧卧位, 患者体位的变化对术中进钉方向的影响较为明显, 稍有误差即可能导致拉力螺钉穿出皮质, 损伤血管神经。随着科学技术的迅猛发展, 数字化技术的应用已经应用于医学的各个领域^[10], 特别是外科手术正在向个体化, 精准化及微创方向努力迈进, 数字导航技术可使拉力螺钉的置入更加安全、准确, 但此导航系统造价较高, 一般医院承受困难, 如何选择一种简单轻便、准确安全的导向装置在临床应用当中显得尤为迫切, 本研究通过计算机软件模拟髋臼后柱拉力螺钉置入研究发现, 经髂前上棘及髂后上棘连线的中点向坐骨结节中点方向置入拉力螺钉的可行性, 并根据此原理研制出固定髂前上棘及髂后上棘中点骨突处的导向器, 并通过体外实验证明其可行性, 最终应用于临床, 取得了理想效果。

根据作者实验研究及临床应用, 总结出此导向装置有以下特点: ①操作简单, 效果可靠, 本导向装置根据82例虚拟拉力螺钉置入的试验结果, 证明经髂前上棘及髂后上棘中点与坐骨结节连线方向进钉行髋臼后柱内固定的方法临床可行, 应用工程软件设计出导向装置模型, 并生产成品, 其原理是经坐骨结节套筒的导针必定通过髂前上棘及髂后上棘连线的中点。临床操作时仅需髂前上棘及髂后上棘打入2根克氏针即可固定牢固; ②提高手术效率及符合个性化特点, 以往拉力螺钉的置入

需通过多次 C 臂从多方位、多角度照射, 定位困难, 进针后调整困难, 从而延长手术之间, 反复穿刺更可造成骨质破坏较多, 引起固定不牢固等, 应用本导航装置可准确确定导针的进针位置及方向, 一次成型, 骨质几乎无破坏, 保证了内固定的稳定, 并且根据患者骨盆大小不同进行导向装置的调节, 符合个性化特点; ③本导向装置结构简单, 易操作, 体积小, 便于运输及消毒。

致谢: 课题在研究过程中得到了吉林医药学院附属医院骨外科很多同志的支持。特别感谢梅继文、穆尚强、李坤、孙海光的大力支持和无私帮助

作者贡献: 试验设计为胡守力, 试验实施为胡守力、梅继文、穆尚强、李坤、孙海光, 试验评估为梅继文, 资料收集为穆尚强、李坤、孙海光。胡守力成文, 梅继文审校。

利益冲突: 所有作者共同认可文章内容无相关利益冲突。

伦理问题: 试验方案经吉林医药学院附属医院伦理委员会批准, 批准号为 JL20110124, 试验方案已经患者/家属知情同意。

文章查重: 文章出版前已经过 CNKI 反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

文章外审: 文章经国内小同行外审专家双盲外审, 符合本刊发稿宗旨。

作者声明: 第一作者胡守力对研究和撰写的论文中出现的不良行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁, 可接受核查。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

4 参考文献 References

- [1] Ghalambor N, Matta JM, Bernstein L. Heterotopic ossification following operative treatment of acetabular fracture: An analysis of risk factors. Clin Orthop. 2012; (305):96-101.
- [2] Moed BR, Maxey JW. The effect of indomethacin on heterotopic ossification following acetabular fracture surgery. J Orthop Trauma. 2010;7(1):33-37.
- [3] Zhu SW, Wang MY, Wu XB, et al. Complications of operative treatment of acetabular fractures. J Chin Exp Surg. 2013;41(5): 342-345.
- [4] Lin YC, Chen CH, Huang HT, et al. Percutaneous antegrade screwing for anterior column fracture of acetabulum with fluoroscopic-based computerized navigation. Arch Orthop Trauma Surg. 2013;128(2): 223-226.
- [5] Heeg M, Klasen HJ, Visser JD. Operative treatment for acetabular fractures. J Bone Joint Surg (Br). 2010;72(3): 383-386.
- [6] Ziran BH. Acetabular reconstruction fixation methods in simple fracture Patterns. // Smith WR, Ziran BH, Morgan SJ. Fractures of the Pelvis and acetabulum. 1th ed. New York: Informa Healthcare, 2014: 112-116.
- [7] Reinert CM, Bosse MJ, Poka A, et al. A Modified extensile exposure for the treatment of complex or malunited acetabular fractures. J Bone Joint Surg (Am). 2010;70(3): 329-336.
- [8] Mullis BH, Sagi HC. Minimum 1-year follow-up for patients with vertical shear sacroiliac joint dislocation treated with iliosacral screws: does joint ankylosis or anatomic reduction contribute to functional outcome? J Orthop Trauma. 2013;22(5):293-298.
- [9] Zentrum MC, Charite-Universitätsmedizin B, Campus VK. Clinical applications-pelvis. Inj Int Care Inj. 2014; 35: 46-56.
- [10] Pring ME, Trousdale RT, Cabanela ME, et al. Intraoperative electromyographic monitoring during periacetabular osteotomy. Clin Orthop. 2012;400:158-164.
- [11] Chang JK. Comparative strength of three methods of fixation of transverse acetabular fractures. Clin Orthop Relat Res. 2011;(392): 433-441.
- [12] Digioia AM. What is computer assisted orthopaedic surgery? Clin Orthop. 2013;354: 2-4.
- [13] Pennal GF, Davidsion J, Garside H, et al. Results of treatment of acetabular fractures. Clin Orthop Relat Res. 2010;(151):115-123.
- [14] Kaempffe FA, Bone LB, Border JR. Open reduction and internal fixation of acetabular fractures: heterotopic ossification and other complications of treatment. J Orthop Trauma. 2011;5(4):439-442.
- [15] Gay SB, Siström C, Wang GJ, et al. Percutaneous screw fixation of acetabular fracture with CT guidance: preliminary results of a new technique. AJR Am J Roentgenol. 2012;158:819.
- [16] Letournel E, Judet R. Fractures of the Acetabulum. 2nd ed. New York: Springer Verlag, 2013: 535-563.
- [17] Neal B, Gray H, MacMahon S, et al. Incidence of heterotopic bone formation after major hip surgery. ANZ J Surg. 2012;72:808.
- [18] Starr AJ, Reinert CM, Jones AL. Percutaneous fixation of the columns of the acetabulum: a new technique. J Orthop Trauma. 2010;12(1):51-58.
- [19] Mouhsine E, Garofalo R, Borens O, et al. Acute total hip arthroplasty for acetabular fractures in the elderly: 11 patients followed for 2 years. Acta Orthop Scand. 2012; 73:615-618.