

髋臼前柱顺行拉力螺钉置钉参数的研究

唐卫伟 徐勇强 薛振华 李福建 周 峰 曹 舒 许自力

摘 要 **目的** 测量髋臼前柱顺行拉力螺钉相关的置钉参数,提高顺行拉力螺钉置钉的成功率和准确性。**方法** 收集 2015 年 8 月~2016 年 4 月笔者医院 40 例成年完整骨盆螺旋 CT 扫描数据,导入 Mimics 15.0 重建出骨盆的三维数字模型并在髋臼前柱模拟顺行拉力螺钉置入,测量进钉点、进钉方向、可置入拉力螺钉的最大直径和最大长度。**结果** 男性进钉点到坐骨大切迹顶点的距离为 $17.82 \pm 3.37\text{mm}$,到坐骨棘的距离为 $52.64 \pm 4.29\text{mm}$,进钉方向外倾角为 $62.18^\circ \pm 4.60^\circ$,前倾角为 $78.14^\circ \pm 3.52^\circ$,可置入拉力螺钉的最大直径和最大长度分别为 $7.80 \pm 1.26\text{mm}$ 和 $115.13 \pm 5.22\text{mm}$;女性进钉点到坐骨大切迹顶点的距离为 $26.31 \pm 4.05\text{mm}$,到坐骨棘的距离为 $60.11 \pm 3.57\text{mm}$,进钉方向外倾角为 $75.45^\circ \pm 4.16^\circ$,前倾角为 $69.72^\circ \pm 5.66^\circ$,可置入拉力螺钉的最大直径和最大长度分别为 $5.68 \pm 1.13\text{mm}$ 和 $104.37 \pm 4.15\text{mm}$ 。男女性在进钉点、进钉方向、可置入拉力螺钉的最大直径和最大长度差异均有统计学意义。**结论** 本研究测得的置钉参数有助于术者避免盲目置钉,提高顺行拉力螺钉置钉的成功率和准确性。

关键词 髋臼前柱 拉力螺钉 顺行 置钉参数

中图分类号 R6

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2017.11.018

Digital Measure and Analysis of an Antegrade Lag Screw to Fix Acetabular Anterior Column. Tang Weiwei, Xu Yongqiang, Xue Zhenhua, et al. Department of Trauma and Orthopedics, Hunan Provincial People's Hospital, Hunan 410002, China

Abstract **Objective** To measure anatomical parameters for an antegrade lag screw implanted in the anterior column of acetabulum to fix the fractures. **Methods** Forty CT scan data of the patients hospitalized in our department during August 2015 to April 2016 were collected and imported into Mimics 15.0 to reconstruct digital pelvic model. An virtual cylinder was implanted in the anterior column of acetabulum to simulate an antegrade lag screw and the screw entry point, entry angle the maximum diameter and length were measured and statistically analyzed. **Results** The entry point was $26.31 \pm 4.05\text{mm}$ to apex of greater sciatic notch, $60.11 \pm 3.57\text{mm}$ to ischial spine, $62.18^\circ \pm 4.60^\circ$ in extraversion angulation, $78.14^\circ \pm 3.52^\circ$ in anteversion angulation, and the maximum diameter and length were $7.80 \pm 1.26\text{mm}$ and $115.13 \pm 5.22\text{mm}$ in male. The entry point is $17.82 \pm 3.37\text{mm}$ to apex of greater sciatic notch, $52.64 \pm 4.29\text{mm}$ to ischial spine, $75.45^\circ \pm 4.16^\circ$ in extraversion angulation, $69.72^\circ \pm 5.66^\circ$ in anteversion angulation, and the maximum diameter and length are $5.68 \pm 1.13\text{mm}$ and $104.37 \pm 4.15\text{mm}$ in female. There were significant differences in above parameters between male and female. **Conclusion** The results of our measurement contribute to improve the success rate and accuracy of implanting an antegrade lag into the anterior column of acetabulum.

Key words Anterior column of acetabulum; Lag screw; Antegrade; Anatomical parameters

髋臼前柱骨折拉力螺钉固定目前的研究已比较多,但都主要集中在髋臼前柱解剖结构和经皮逆行拉力螺钉置钉参数的研究,对于顺行拉力螺钉置钉的研究目前较少或者研究结果缺乏实用价值。研究髋臼前柱顺行拉力螺钉置钉参数对实现髋臼后方单一手术切口入路同时固定髋臼双柱骨折具有临床价值和意义。本研究拟通过在骨盆三维数字模型的髋臼前柱模拟顺行拉力螺钉的置入并测量相关的置钉参数,

提高顺行拉力螺钉置钉的成功率和准确性。

资料与方法

1. 采集 CT 数据:随机采集湖南省人民医院医学影像中心 2015 年 8 月~2016 年 4 月 40 例患者的骨盆 CT 薄扫数据(男性 20 例,女性 20 例),所有图像均保存为 Dicom 的数据格式。纳入标准:①成年患者,患者年龄 18~65 岁;②完整的骨盆 CT 扫描数据。排除标准:①骨盆骨折;②解剖结构异常;③骨质病变;④严重骨质疏松。体位:患者取正常仰卧位,扫描范围:髂嵴至股骨近端。CT 设备:GE Medical systems/light speed 16 排多层螺旋 CT。扫描参数:球管电压 120kV,管电流 200~300mA,层厚 1.0mm,矩阵

基金项目:湖南省科技厅科技计划项目(2013T2012)

作者单位:410002 长沙,湖南省人民医院创伤骨科

通讯作者:徐勇强,电子信箱:kangyifeng16@sohu.com

512 × 512。工作站:戴尔 (DELL) T7910 塔式 (CPU:2 颗至强 E5-2600v4 系列 10 核, CPU 主频:2.4GHz, 内存:64G DDR4 2133Mhz ECC, 显卡:8G GDDR5, Window10 64 位操作系统)。三维图像分析软件: Mimics15.0 (比利时, Materialise 公司)。

2. 重建骨盆三维数字模型:将 40 例骨盆 CT 扫描图像 (.DICOM 格式) 以“ (lossless compress)” 的方式导入 Mimics15.0。选择“分割菜单” (segmentation menu) 栏中的“界定阈值 (thresholding)”, 以标准的成人骨质阈值 (CT 值在 226 ~ 1542HU) 为蒙罩范围 (masks), 用蒙罩编辑器 (edit masks) 擦除骶骨及双侧股骨头。采用区域增长法 (region growing) 分割出双侧髌骨。采用计算三维结构 (calculate 3D) 高质量 (high quality) 方式重建出骨盆三维数字模型。

3. 模拟前柱顺行拉力螺钉置钉及测量相关参数:将重建的骨盆三维数字模型向对侧旋转 90° (相当于骨盆侧位 X 线片)。点击 toggle transparency 键, 对模型进行半透明处理。选择 MedCAD 中的 Cylinder, 于髌白前柱中轴线上置入虚拟三维圆柱体模拟拉力螺钉 (图 1)。点击 CAD Cylinder 的属性 (properties), 以 0.1mm 的幅度逐渐增加其直径, 于透明化骨盆三维模型的髌骨斜位、骨盆出口位监测螺钉是否穿出髌白前柱骨皮质或者进入髌关节, 并分别于水平面、冠状面和矢状面的二维图像上观察, 在虚拟三维圆柱体穿透骨皮质或进入髌关节前即为可置入螺钉的最大直径。

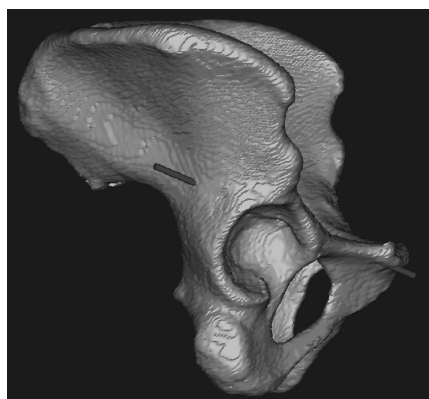


图 1 骨盆三维数字模型植入虚拟三维圆柱体模拟拉力螺钉

4. 测量前柱顺行拉力螺钉在髌白后柱后方的进钉点和拉力螺钉的长度:将进钉点标记为 E, 出钉点标记为 O, EO 的距离表示拉力螺钉的长度。选取髌白后方的骨性标志坐骨大切迹顶点 (A) 和坐骨棘 (B) 为参考点, 分别定义为进钉点到坐骨大切迹顶点

和到坐骨棘的距离 (图 2)。利用工具栏 (tools) 中的 3D 距离测量工具 (measure 3D distance), 测量进钉点 (E) 至坐骨大切迹顶点 (A)、坐骨棘 (B)、出钉点 (O) 的距离。



图 2 进钉点位置的定义与测量

5. 测量前柱顺行拉力螺钉的进钉角度:测量顺行拉力螺钉进钉角度即测量拉力螺钉与髌白后柱后表面所成的角度, 以髌白后柱内侧缘的平行线 EC 和髌白后柱内侧缘的垂线 EP 为参考线, 测量三维圆柱体与直线 EP 之间的夹角即外倾角 $\angle \alpha$, 表示螺钉内外方向的倾斜角度。测量三维圆柱体与直线 EC 之间的夹角即前倾角 $\angle \beta$, 表示螺钉前后方向的倾斜角度 (图 3)。在已知进针点位置的基础上, 只要再测量拉力螺钉的外侧角和后倾角即可确定拉力螺钉的进针方向。

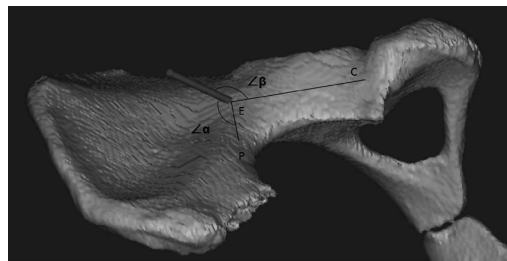


图 3 进钉方向的定义与测量

6. 统计学方法: 所得数据用 SPSS 19.0 统计学软件行分析处理, 各组数据以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 两独立计量资料间的比较采用两独立样本 t 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

前柱顺行拉力螺钉在髌白后方的进钉点 (E) 至坐骨大切迹顶点的距离 (EA) 平均为 $22.47 \pm$

5.14mm; 进钉点(E)至坐骨棘的距离(EB)平均为 $56.10 \pm 6.82\text{mm}$; 三维圆柱体与直线EP之间的夹角 $\angle \alpha$ 平均为 $67.53^\circ \pm 5.88^\circ$; 三维圆柱体与直线EC之间的夹角 $\angle \beta$ 平均为 $74.80^\circ \pm 6.73^\circ$ 。能置入拉力螺钉的最大直径d平均为 $6.27 \pm 1.86\text{mm}$; 可置入拉

力螺钉的最大长度平均为 $108.24 \pm 5.92\text{mm}$ 。

男性与女性髋臼前柱顺行拉力螺钉进钉点和进钉角度差异有统计学意义($P=0.000$); 男性髋臼前柱可置入拉力螺钉的最大直径和最大长度均大于女性($P=0.000$, 表1)。

表1 髋臼前柱顺行拉力螺钉解剖学参数的性别差异

测量指标	女性标本	男性标本	<i>t</i>	<i>P</i>
距离 EA(mm)	26.31 ± 4.05	17.82 ± 3.37	6.80	0.000
距离 EB(mm)	60.11 ± 3.57	52.64 ± 4.29	5.98	0.000
外倾角 $\angle \alpha(^{\circ})$	75.45 ± 4.16	62.18 ± 4.60	8.84	0.000
前倾角 $\angle \beta(^{\circ})$	69.72 ± 5.66	78.14 ± 3.52	5.64	0.000
拉力螺钉最大直径d(mm)	5.68 ± 1.13	7.80 ± 1.26	7.26	0.000
拉力螺钉最大长度(mm)	104.37 ± 4.15	115.13 ± 5.22	5.08	0.000

讨 论

对于拉力螺钉技术固定骨盆髋臼骨折目前研究大多数主要集中在经皮逆行拉力螺钉方面, 经皮逆行置钉固定髋臼前柱是指使用电钻自耻骨结节下方, 沿着前柱纵轴方向经套筒置入导针, 穿出髂骨翼后方, 透视导针位置满意后经导针置入空心拉力螺钉固定髋臼前柱骨折的方法^[1~4]。主要用于治疗髋臼前柱无明显移位或者轻微移位的骨折类型。逆行拉力螺钉固定相较于钢板固定的优势在于切口小、对软组织的损伤小、手术时间短、术中出血量少、能有效减低术后感染和异位骨化的发生率^[5~7]。缺点在于髋臼前柱拉力螺钉固定的“安全通道”非常狭窄, 对置钉技术要求较高, 稍有不慎易穿入关节内或穿出骨盆壁损伤毗邻重要血管神经或脏器组织^[8,9]。顺行置钉与逆行置钉原理相同, 但方向相反。因此, 不管是逆行置钉还是顺行置钉, 都要对置钉参数进行精确地解剖学测量。关于髋臼前柱顺行拉力螺钉固定技术的研究目前较少, 顺行拉力螺钉置钉自髂骨翼后方进钉, 经髋臼前柱纵轴穿出耻骨结节下方固定前柱骨折的方法。对于髋臼横行骨折、T形骨折、前方加后半横形骨折、双柱骨折手术一般多采用后方K-L入路, 在髋臼后柱复位钢板固定之后, 如果能从髂骨翼后方顺行植入拉力螺钉固定髋臼前柱, 既可实现双柱同时固定增强稳定的目的, 又避免了前方切口入路。因此, 研究髋臼前柱顺行拉力螺钉置钉的解剖学参数及与逆行拉力螺钉置钉的异同对于实现后方入路单一切口解剖钢板固定髋臼后柱, 顺行拉力螺钉固定髋臼前柱具有重要意义^[10]。

由于骨盆髋臼解剖学形态不规则, 而且存在个体

差异及男女性别差异目前文献报道的顺行拉力螺钉置钉参数除进钉点的位置外, 进钉角度、可置入拉力螺钉的长度和直径均存在较大的争议^[11,12]。

1. 顺行拉力螺钉的进钉点: 常希会等^[13]指出, 髋臼前柱拉力螺钉进钉点位于髂结节和坐骨结节连线与髂前上棘和坐骨大切迹顶点连线的交点, 出钉点于耻骨结节下方。Ebraheim等^[14]通过测量成人骨盆标本后指出, 具体的进钉点应位于坐骨大切迹与髂前上棘连线的中点上方约1.6cm处, 距髋臼顶约4.5cm。石成弟等^[15]对骨盆标本进行测量后认为, 髋臼前柱顺行拉力螺钉的进钉点位于髂骨后外侧坐骨大切迹顶点与髂前上下棘切迹连线的中垂线上, 距该连线的垂直距离为1.3~1.9cm, 距髋臼上缘为3~4cm。笔者的研究结果显示与上述研究大致相同, 但男女性的进钉点差异有统计学意义($P=0.000$), 女性进钉点偏靠上靠外, 男性的进钉点偏靠内靠下, 这可能与男女性骨盆的生理特征差异有关, 女性耻骨支的弧度比较而且偏小, 为了避免螺钉穿出骨皮质, 进钉时进钉点的位置应较男性稍向外上偏移。

2. 顺行拉力螺钉的进钉方向: 相对于进钉点, 进钉方向目前争议较大。Mears等^[16]认为, 髋臼前柱拉力螺钉的进钉方向应平行于髂耻线。Ebraheim等^[14]则认为进钉倾角度与坐骨大切迹与髂前上棘连线成角约 90° , 与髂骨外板成角约 30° 。Xianquan等^[17]认为, 在距离骨盆界线0.5、1.0、1.5cm处, 以方形区作为参照, 螺钉进钉角度分别为 10° 、 20° 、 30° , 以这样的角度进钉可以避免螺钉穿入髋臼, 是髋臼前柱进钉的安全范围。石成弟等^[15]研究发现髋臼前柱顺行拉力螺钉的进钉方向与俯卧位水平面的夹角为 $20^\circ \sim$

27°,与矢状面的夹角为 35°~40°,且男女性差异不大。上述研究测得的进针角度差异很大(主要源于各个研究选择的参考平面不同),而且患者术中体位可能随时变化,与正常仰卧位不同,因此测量进针角度与俯卧位水平面、矢状位、冠状位的夹角对临床操作实际帮助不大。本研究选择髌臼后柱后方表面作为参照平面,更贴近临床实际操作的需要,一是髌臼后方切口直视下能看见髌臼后柱后方表面;而是它是拉力螺钉形成的角度是相对固定的,不需要随着患者术中体位的变化而变化。此外,男女性在拉力螺钉的进钉方向上并非没有差异,男性的前倾角要比女性的大,而外倾角要比女性的小。

3. 拉力螺钉的直径和长度:Puchwein 等^[18]借助三维成像及 MIMICS 软件技术测得前柱拉力螺钉长度为 107~148mm,前柱最狭窄处宽 9.2 ± 2.4 mm。王庆贤等^[19]通过研究后指出,使用螺钉的直径应为 5.2 ± 1.9 mm,长度为 82.0 ± 7.9 mm。张元智等^[20]的研究结果显示男性髌臼前柱可置入拉力螺钉的最大直径及最大长度平均分别为 7.12 ± 0.39 、 109.99 ± 2.89 mm;女性髌臼前柱可置入拉力螺钉的最大直径及最大长度平均分别为 6.34 ± 0.38 、 94.75 ± 2.02 mm。笔者在 40 例骨盆三维数字模型的研究结果表明,男女性可置入螺钉的最大直径和最大长度差异有统计学意义,所有男性的髌臼前柱均可容纳 6.0mm 以上的拉力螺钉,平均可置入最大螺钉的直径为 7.80 ± 1.26 mm;但在女性,平均可置入最大螺钉的直径为 5.68 ± 1.13 mm。男性可置入拉力螺钉的最大长度为 115.13 ± 7.22 mm,女性可置入拉力螺钉的最大长度为 104.37 ± 6.44 mm,临床上应根据男女性别差异选择相应合适直径和长度的拉力螺钉,在提供固定足够坚强稳定的同时保证置入拉力螺钉的安全性。

本研究虽然测量出了前柱顺行拉力螺钉与髌臼后柱后方表面所形成的角度,但在实际应用中如果缺少导向装置的引导,导针在进针过程中可能产生偏移,偏离原来的进针轨道,所以本研究下一步的目标是研发设计出一款临床上应用简便的髌臼前柱顺行拉力螺钉导向器。

参考文献

- 1 王辉,祖罡,毕大卫,等. 经皮逆行髌臼前柱螺钉的临床应用[J]. 中国骨伤,2012,25(10):807-809
- 2 祖罡,毕大卫,郑琦,等. 经皮逆行髌臼前柱螺钉的应用解剖与临床[J]. 解剖学报,2011,42(5):649-652

- 3 陈凯宁,王钢,曹良国,等. 髌臼前柱骨折经皮逆行拉力螺钉固定的三维重建模型研究[J]. 中华骨科杂志,2009,29(3):257-262
- 4 李树锋,陈猛,韩建波,等. 逆行植入髌臼前柱螺钉治疗骨盆与髌臼骨折[J]. 生物骨科材料与临床研究,2012,6:38-40
- 5 司庆华,丁珮,胡磊,等. C 形臂 X 线透视导航下微创经皮拉力螺钉治疗髌臼前柱骨折[J]. 解放军医学院学报,2013(1):60-62
- 6 冯彦博,唐慧斌,郭晓山,等. 单切口钢板结合经皮拉力螺钉治疗髌臼骨折[J]. 临床骨科杂志,2012,15(3):268-270
- 7 洪顾麒,朱剑津,张宏波,等. 拉力螺钉治疗髌臼骨折的效果分析[J]. 中国矫形外科杂志,2013,21(8):776-779
- 8 郝睿峰,潘进社,张英泽,等. 计算机辅助热塑膜定位经皮拉力螺钉固定髌臼前柱可行性研究[J]. 中华创伤杂志,2009,25(10):909-911
- 9 周华,高仕长,周程鹏,等. 三维重建模拟经皮拉力螺钉固定髌臼前柱骨折的解剖学研究[J]. 中国临床解剖学杂志,2015,33(2):148-154
- 10 冯彦博,唐慧斌,郭晓山,等. 单切口钢板结合经皮拉力螺钉治疗髌臼骨折[J]. 临床骨科杂志,2012,15(3):268-270
- 11 张立峰,林创鑫,曹生鲁,等. 带前柱顺行拉力螺钉导向装置髌臼后方解剖钢板的设计与验证[J]. 中华骨科杂志,2016,36(9):546-552
- 12 陈鸿奋,王富明,隆腾飞,等. 顺行拉力螺钉固定髌臼后柱骨折进钉的解剖学参数研究[J]. 中华创伤骨科杂志,2012,14(2):153-156
- 13 常希会,尹维刚,史增元,等. 髌臼前柱骨折后入路拉力螺钉内固定应用解剖及临床应用[J]. 中国临床解剖学杂志,2011,29(3):260-263
- 14 Ebraheim NA, Xu RM, Biyani A, et al. Anatomic basis of lag screw placement in the anterior column of the acetabulum[J]. Clin Orthop Relate Res,1997,339:200-205
- 15 石成弟,郭晓山,黄俊武,等. 髌臼前柱拉力螺钉内固定的解剖学研究[J]. 温州医学院学报,2010,40(1):42-45
- 16 Mears DC, Rubash HE, Sawaguchi T. Fractures of the acetabulum[J]. Hip,1985;95-113
- 17 Xianquan W, Jinfang C, Xuecheng C, et al. A quantitative anatomic study of plate-screw fixation of the acetabular anterior column through an anterior approach[J]. Arch Orthop Trauma Surg,2010,130(2):257-262
- 18 Puchwein P, Enninghorst N, Sisak K, et al. Percutaneous fixation of acetabular fractures: computer-assisted determination of safe zones, angles and lengths for screw insertion[J]. Archives of Orthopaedic & Trauma Surgery,2012,132(6):805-811
- 19 王庆贤,张英泽,潘进社,等. 髌臼前柱拉力螺钉内固定的定量解剖学研究[J]. 中国临床解剖学杂志,2004,22(2):133-135
- 20 张元智,华子恺,陈滨,等. 髌臼前柱顺行拉力螺钉固定钉道的数字化分析与验证[J]. 中华创伤骨科杂志,2016,18(11):927-931

(收稿日期:2017-02-27)

(修回日期:2017-03-10)