

CT 三维重建模型下模拟髌臼前柱 2 种经皮置钉方法的比较^{*}

马利杰 王鑫贵 郑占乐 陈晓俊 贾会扬 孙常胜 侯志勇^{**}

(河北医科大学第三医院创伤急救中心 河北省骨科研究所 河北省骨科生物力学实验室, 石家庄 050051)

【摘要】 目的 对比 CT 三维重建模型下模拟髌臼前柱 2 种经皮置钉方法的效果。**方法** 选取 55 例正常成人骨盆 CT 资料构建三维模型, 共 110 侧髌臼前柱, 调整模型透明度使其类似常规 X 线片, 分别用 2 种置钉方法进行置钉, A 组利用出口闭孔位和入口髌骨位引导置钉, B 组利用髌臼前柱轴位引导置钉, 置钉完成后恢复图像为不透明状态, 记录螺钉是否进入髌关节及与耻骨支的位置关系。**结果** 55 例 110 侧髌臼, 4 侧未能找到髌臼前柱轴位影像予以剔除, 106 侧髌臼前柱纳入研究。2 组模型均无螺钉进入髌臼。A 组螺钉置入优秀、良好、尚可率分别为 59.4%、17.0%、23.6%, B 组分别为 59.4%、22.6%、17.9%, 2 组总体置钉质量差异无统计学意义 ($Z = -0.829, P = 0.407$)。A 组女性骨盆置钉优秀、良好、尚可率分别为 7.1%、21.4%、71.4%, B 组分别为 28.6%、21.4%、50.0%, B 组置钉质量显著高于 A 组 ($Z = -3.000, P = 0.003$)。A 组男性骨盆置钉优秀率 78.2%, 良好率 15.4%, 尚可率 6.4%, B 组分别为 70.5%、23.1%、6.4%, 2 组差异无显著性 ($Z = -0.969, P = 0.333$)。**结论** 髌臼前柱轴位可以作为引导置钉的一种手段, 尤其适用于女性患者, 对于男性患者, 2 种方法均可实现较好的置钉。

【关键词】 髌臼; 影像学; 前柱螺钉

文献标识: A 文章编号: 1009-6604(2020)03-0254-05

doi: 10.3969/j.issn.1009-6604.2020.03.015

A Comparative Study of Two Percutaneous Screw Placement Methods for Anterior Column of Acetabulum Under CT Three-dimensional Reconstruction Model Ma Lijie, Wang Xingui, Zheng Zhanle, et al. Trauma Emergency Center, The Third Hospital of Hebei Medical University, Orthopaedic Research Institute of Hebei Province, Hebei Provincial Laboratory of Orthopaedic Biomechanics, Shijiazhuang 050051, China

Corresponding author: Hou Zhiyong, E-mail: drzyhou@gmail.com

【Abstract】 Objective To compare the effects of two percutaneous screw placement methods for anterior column of acetabulum under CT three-dimensional reconstruction model. **Methods** A total of 55 cases of normal adult pelvic CT data were selected to built 3D model, achieving 110 acetabulum anterior columns. The model transparency were adjusted to be similar to the conventional X ray film. The data were copied into the two groups. In group A, export obturator and entry ilium were used to guide nailing. In group B, the axial position of the anterior acetabular column was used to guide nailing. After the screw placement, the image was restored to an opaque state, and the position relationship between the screw and the pubic branch was recorded. **Results** Axial images of anterior acetabular column were not found in 4 sides, and 106 sides were included in the study. No screw entered the acetabulum in both groups. Excellent, good and fair rate of screw placement were 59.4%, 17.0% and 23.6% in the group A and 59.4%, 22.6% and 17.9% in the group B, respectively. There was no significant difference in the quality of screw placement between the two groups ($Z = -0.829, P = 0.407$). For female patients, excellent, good and fair rate of screw placement were 28.6%, 21.4% and 50.0% in the group B and 7.1%, 21.4% and 71.4% in the group A, respectively. The quality of screw placement in the group B was significantly higher than that in the group A ($Z = -3.000, P = 0.003$). For male patients, excellent, good and fair rate of screw placement were 78.2%, 15.4% and 6.4% in the group A and 70.5%, 23.1% and 6.4% in the group B,

^{*} 基金项目: 河北省自然科学基金(H2018206223); 国家自然科学基金(81702139)

^{**} 通讯作者, E-mail: drzyhou@gmail.com

respectively. There was no significant difference between the two groups ($Z = -0.969$, $P = 0.333$). **Conclusions** The axial position of the anterior acetabular column can be used as a means of guiding screw placement, especially for female patients. And for male patients, the both methods can achieve good screw placement.

【Key Words】 Acetabulum; Imaging; Anterior column screw fixation

髋臼骨折是一种高能量所致的严重损伤,是一种复杂性骨折,临床治疗难度较大,移位严重的尤其是累及关节面的骨折常常需要手术治疗,切开复位内固定是传统有效的手术方式^[1]。近年来,微创技术逐步应用到骨盆髋臼骨折的治疗中,其中髋臼前柱螺钉微创内固定技术日益广泛用于前柱的髋臼骨折,大大减少手术创伤及术后并发症。传统的髋臼前柱螺钉置钉方式以术中闭孔-出口位和髂骨-入口位引导进钉,闭孔-出口位主要作用是保证螺钉不进入髋关节内,髂骨-入口位确保置钉于耻骨支内而没有从前方或者后方穿出。由于髋臼前柱解剖结构复杂,可置钉的安全通道狭小,给置钉带来很多困难。传统置钉方法置钉时需要在 2 个层面反复投照,以引导和调整导针置入角度,X 线暴露较多,且操作需要一定的经验,学习曲线较长,给前柱置钉带来一定挑战。为更方便、准确的置钉,也有学者^[2,3]利用髋臼前柱轴位投照法引导髋臼前柱置钉,该方法只需要在术中找到髋臼前柱轴位通道即可完成置钉,置钉操作相对简单。我们利用骨盆三维重建模型,通过 2 种引导置钉方法模拟髋臼前柱置钉,对比 2 种引导方法置钉的优劣。

1 材料与方法

1.1 材料

在我院 CT 室资料库检索 2015 ~ 2019 年 CT 原始数据资料,入选标准:①年龄 18 ~ 60 岁;②CT 检查部位为骨盆;③CT 扫描层厚为 1 mm。排除标准:①CT 提示骨盆髋臼存在肿瘤、骨折或畸形等病变;②骨盆三维重建结果不满意。共入选 500 例骨盆 CT 资料,经排除后剩余 55 例骨盆 110 侧髋臼纳入研究,男 40 例,女 15 例。

1.2 方法

应用 MimicsResearch 20.0 (Materialise, Belgium) 软件重建骨盆三维图像。所有三维模型复制分成完全相同的 2 个文件包,分为 A 和 B 2 组,2 名骨科医生共同对每组模型完成模拟置钉,新建圆柱体 (CADcylinder) 模拟前柱螺钉,直径 6.5 mm,入针点为耻骨结节内下缘与耻骨联合之间偏下处。A 组利用闭孔-出口位和髂骨-入口位 2 个位置引导逆向

置钉^[4],B 组利用髋臼前柱轴位引导置钉^[3]。

1.2.1 闭孔-出口位和髂骨-入口位置钉 沿水平轴线旋转调整骨盆三维模型为出口位,再沿纵轴旋转使置钉侧闭孔最大,此时完全显露耻骨上支和前柱侧方,调整图像透明度,使图像接近 X 线影像,此为闭孔-出口位。沿水平轴线旋转调整骨盆三维模型为入口位,再沿纵轴旋转使置钉侧闭孔变小,直至耻骨上下支重合,此时完全显露耻骨上支和前柱上方,调整图像透明度,使图像接近 X 线影像,此为髂骨-入口位。将模拟螺钉的圆柱体顶端置于进针点处,在闭孔-出口位和髂骨-入口位 2 个影像图上调整圆柱体尾端角度,使圆柱体延长线在闭孔-出口位紧邻髋臼上缘而不切入髋臼,在髂骨-入口位走行于耻骨支前后骨皮质之间(图 1A、B),这个过程与临床实际操作相同,圆柱体位置调整满意后,利用软件调整圆柱体长度,使其逐渐延长,模拟临床实际操作导针打入的过程,直至圆柱体完成置入(图 1C ~ F)。

1.2.2 髋臼前柱轴位置钉 于骨盆模型上确定髋臼前柱置钉的进钉点,将模拟螺钉的圆柱体顶端置于进钉点处(图 2A),利用软件设置将螺钉隐藏备用。将模型透明度调整至半透明状,使其接近 X 线片显影,沿水平轴线旋转调整骨盆三维模型使耻骨上支呈水平位,再沿纵轴旋转,微调找到髋臼缘内上方椭圆形透亮区,此为髋臼前柱轴位(图 2B),设置取消模拟螺钉的圆柱体隐藏模式,此时螺钉顶端应位于髋臼前柱轴位椭圆形区域内,调整螺钉尾端,使其逐渐呈现圆柱体轴位,此时圆柱体轴位像完全位于髋臼前柱轴位区域内,延长圆柱体长度完成置钉(图 2C ~ E)。

1.3 置钉质量判定

置钉完成后,取消模型透明状态呈现实体模型,观察置入的螺钉与髋臼、耻骨支的位置关系。为便于评价和统计,我们根据螺钉与髋臼、耻骨支的不同位置状态,将置入螺钉分为优秀、良好,尚可和差 4 个等级(自订评级标准)。螺钉完全走行于前柱骨通道内为优秀(图 3A);螺钉未进入髋臼,部分螺钉走行于耻骨上支骨质外,但通道外螺钉长度未超过 1/2 耻骨上支为良好(图 3B);通道外螺钉长度超过 1/2 耻骨上支为尚可(图 3C);螺钉进入髋臼为差(图 3D)。

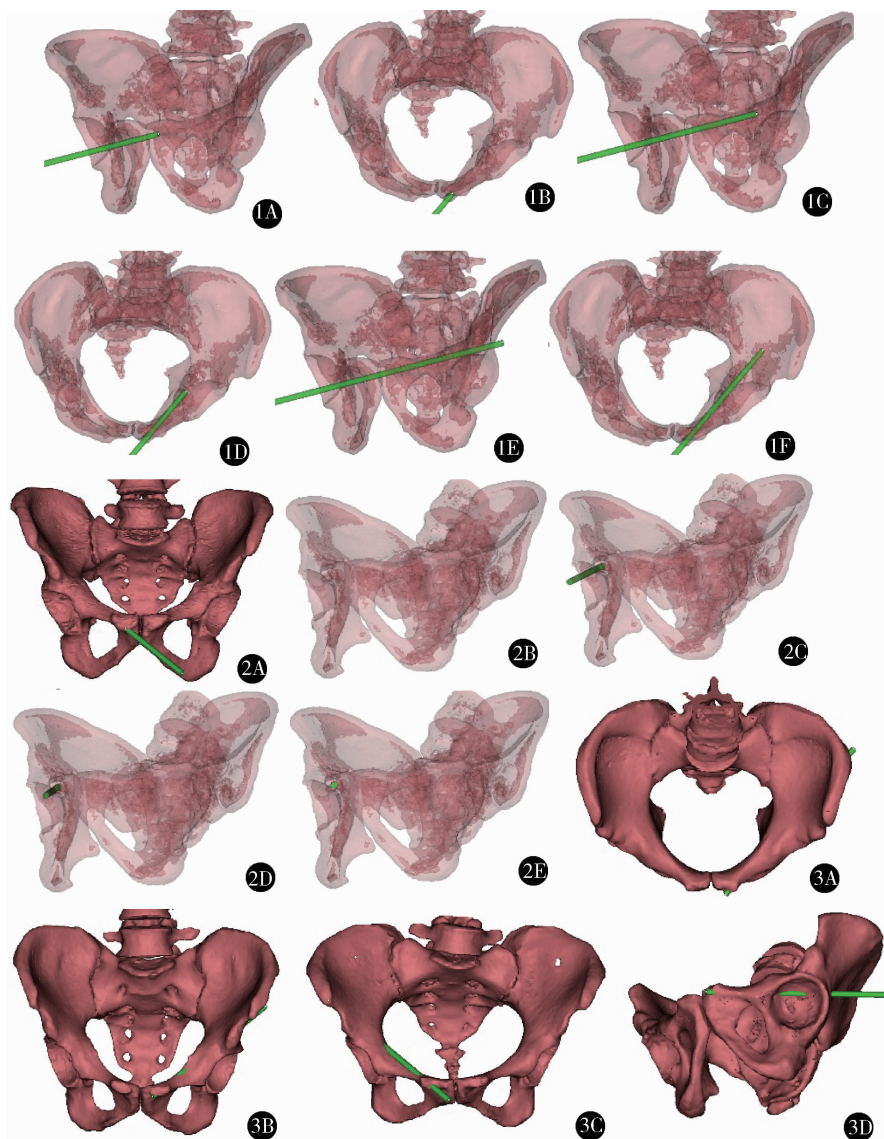


图 1 闭孔 - 出口位和髂骨 - 入口位调整螺钉直至完成置入 A. 将模拟螺钉顶端置于进钉点, 在闭孔 - 出口位调整钉尾角度使螺钉延长线紧邻髌臼上缘而不切入髌臼; B. 在髂骨 - 入口位调整钉尾角度使螺钉延长线走行于耻骨支前后骨皮质之间; C、D 延长螺钉长度, 在闭孔 - 出口位和髂骨 - 入口位观察螺钉是否按预期延长线走行; E、F. 置钉完成后, 闭孔 - 出口位和髂骨 - 入口位螺钉与髌臼的位置关系 图 2 髌臼前柱轴位置钉过程 A. 将模拟螺钉顶端置于进钉点处; B. 隐藏螺钉调整骨盆角度, 找到髌臼前柱轴位; C. 使螺钉显影, 此时螺钉顶端应位于髌臼前柱轴位椭圆形区域内; D、E. 调整螺钉尾端角度, 使其逐渐呈现圆柱体轴位, 此时圆柱体轴位像完全位于髌臼前柱轴位区域内, 延长圆柱体长度完成置钉 图 3 置钉评级 A. 优秀; B. 良好; C. 尚可; D. 差

1.4 统计学分析

应用 SPSS21.0 软件进行统计学处理。采用 Wilcoxon 符号秩和检验进行统计分析。

2 结果

55 例全骨盆三维模型, 共 110 侧髌臼前柱, 其中 4 侧经过调整未能找到髌臼前柱轴位影像予以剔除, 剩余 106 侧纳入研究。男 78 侧, 女 28 侧。年龄

(47.2 ± 14.3) 岁。

2 组模型分别置钉后, 均无螺钉进入髌臼的情况出现。2 组螺钉置入质量优秀率均为 59.4% (63/106), 其余模型螺钉存在走行于耻骨上支外的情况, 2 组置钉质量比较差异无显著性 (表 1)。女性骨盆模型中, B 组螺钉置入质量明显高于 A 组 (表 2), 但 2 组男性骨盆螺钉置入质量差异无显著性 (表 3)。

表 1 2 组置钉质量的比较 (n = 106)

组别	优秀	良好	尚可	差
A 组	63 (59.4%)	18 (17.0%)	25 (23.6%)	0
B 组	63 (59.4%)	24 (22.6%)	19 (17.9%)	0
Z 值	-0.829			
P 值	0.407			

表 2 2 组女性置钉质量的比较 (n = 28)

组别	优秀	良好	尚可	差
A 组	2 (7.1%)	6 (21.4%)	20 (71.4%)	0
B 组	8 (28.6%)	6 (21.4%)	14 (50.0%)	0
Z 值	-3.000			
P 值	0.003			

表 3 2 组男性置钉质量的比较 (n = 78)

组别	优秀	良好	尚可	差
A 组	61 (78.2%)	12 (15.4%)	5 (6.4%)	0
B 组	55 (70.5%)	18 (23.1%)	5 (6.4%)	0
Z 值	-0.969			
P 值	0.333			

3 讨论

移位的髌臼骨折为恢复和保护关节的功能常需要手术治疗,传统切开复位内固定术创伤大、术后切口并发症高。随着微创技术的进步,经皮微创固定逐步应用到骨盆髌臼骨折的治疗^[2~5]。Routt 等^[4]最早报道应用经皮螺钉内固定技术治疗耻骨上支骨折,此后利用 X 线引导经皮髌臼前柱螺钉置入成为一种有效的髌臼前柱微创固定手段。对于髌臼前柱螺钉的置入学者们提出了很多方法^[6~9],常用的 X 线引导经皮髌臼前柱螺钉置入方法有 2 种:一种是利用 X 线投照闭孔出口位和髂骨入口位下引导置钉,可以顺行进钉也可逆行进钉,由于逆行进钉时进钉点位置表浅易于操作,因此,逆行进钉更为常用;另一种是利用髌臼前柱轴位引导置钉,2 种方法均可实现术中引导置钉,但由于髌臼解剖结构复杂,且部分存在解剖结构变异,置钉仍有一定困难,最严重的问题是螺钉进入髌臼损伤关节软骨,影响关节活动,其次是螺钉没有完全走行于前柱骨通道内,从耻骨支皮质穿出,虽然仍具备一定的固定作用,但存在固定效果降低和损伤周围组织的可能。

髌臼骨折微创手术以骨盆各个位置的 X 线片为依据,髌臼骨折的研究大多是以全骨盆模型完成的,因此,本研究应用全骨盆模型进行 2 种置钉方法的操作和观察,此 2 种置钉方法都已用于临床操作,轴位置钉是近年来应用的一项操作技术,也已用于临床实际操作。本研究显示 2 种方法置钉均未出现螺钉进

入髌臼的情况,对防止螺钉进入髌臼 2 种方法均较满意,但螺钉出离髌臼前柱骨性通道的情况较多发生,2 种方法均有约 40% 的螺钉走行于耻骨上支骨质外,包括耻骨上支上方和盆腔侧,无走行于耻骨支前方,可以有效避免导针和螺钉损伤耻骨支前方的血管和神经。螺钉出离耻骨支的模型中,大多数属于耻骨支窄小、弯曲的类型,2 种方法均不能在保证螺钉不进入髌臼的情况下,有效预防螺钉从耻骨支切出。女性骨盆耻骨支细小且弯曲,髌臼前柱骨性通道相对较小,置钉更容易出离耻骨支,利用轴位引导置钉优良率[50.0% (14/28)]远高于传统双位置法[28.6% (8/28)],说明女性骨盆应用髌臼前柱轴位引导置钉更为可靠。不管是传统的双位置法引导置钉,还是髌臼前柱轴位引导置钉,男性置钉质量更高,与男性骨盆更为粗大有关。因此,对于男性患者,2 种方式均可实现较好的置钉,女性可以选择轴位引导进钉。

双位置引导法置钉打入导针时,需要反复调整图形旋转角度,分别在闭孔 - 出口位和髂骨 - 入口位确认螺钉位置和角度,在实际临床操作时,需要反复调整 C 型臂透视角度以获得 2 个位置的影像,同时保证导针在 2 个位置上均处于良好的进针状态,因此,对操作者要求较高,操作者须具备有一定的髌臼手术操作经验方可顺利打入导针,学习曲线较长,否则反复打入导针存在损伤盆腔脏器组织和耻骨支前方血管神经的可能。髌臼前柱轴位引导置钉,只要在 X 线透视下找到正确的前柱轴位即可,利用导针与轴位像同心圆的原理引导置钉,操作难度相对较低,但是利用 X 线透视确定髌臼前柱轴位存在一定的困难,需要多次尝试,且需要对髌臼前柱轴位 X 线特点有准确的判定,否则容易失败。另外,还存在难于找到髌臼前柱轴位的可能,本研究 4 侧髌臼前柱无法找到该位置而被剔除,因此,利用髌臼前柱轴位引导置钉应进行评估,以免影响术中置钉。

2 组引导置钉优秀率均为 59.4% (63/106),其余模型存在螺钉穿出耻骨支的情况,部分模型可以通过调整逆向螺钉置入的进针点进行改善,进针点偏向耻骨结节下方或者偏向耻骨联合处,往往能得到更好的置钉效果,但进钉时可能遇到一定的困难,尤其是耻骨结节下方置钉^[10]。我们的研究显示标准置钉方法对于中国女性患者可能不太适合,主要是由于女性耻骨支弧度大,周径纤细等解剖结构特点,另外,这些耻骨支变异较大的女性患者可能顺行进钉是更合理的选择。

我们认为术中可以利用 X 线透视找到髌臼前

柱轴位的透视角度,利用同心圆法打入导针,然后结合双位置法再次确认导针的合理与否,这样可以减少术中 C 形臂的反复调整投照位置,2 种方法结合使用更有利于髋臼前柱螺钉的安全置入和判定。但上述 2 种方法仍然存在螺钉走行于耻骨支外的可能,且发生几率并不低,更好的经皮置钉技术还有待研究。本研究以 CT 资料合成的三维图像为模型,利用计算机模拟置钉,置钉过程中以相应的 X 线投照位置为依据,高度模拟临床操作,可以很好地再现临床操作过程,与临床实际操作相比,计算机模拟置钉更容易精确定位和调整,比临床实际操作更为精确,此模拟方法也适用于术前规划或者机器人导航手术^[11],利用此模拟方法进行术前规划,更有利于提前了解置钉效果,提高置钉成功率。

参考文献

- 1 Tonetti J. Management of recent unstable fractures of the pelvic ring. An update conference supported by the Club Bassin Cotyle. Orthop Traumatol Surg Res, 2013, 99(1 Suppl): S77 – S86.
- 2 Zhang L, Zhang W, Mullis B, et al. Percutaneous anterior column fixation for acetabulum fractures, does it have to be difficult? The new axial pedicle view of the anterior column for percutaneous fixation. J Orthop Trauma, 2016, 30(1): e30 – e35.
- 3 Zheng Z, Wu W, Yu X, et al. Axial view of acetabular anterior column: a new X-ray projection of percutaneous screw placement. Arch Orthop Trauma Surg, 2015, 135(2): 187 – 192.
- 4 Routt ML Jr, Simonian PT, Grujic L. The retrograde medullary superior pubic ramus screw for the treatment of anterior pelvic ring disruptions: a new technique. J Orthop Trauma, 1995, 9(1): 35 – 44.
- 5 Becker CA, Kammerlander C, Cavalcanti Kußmaul A, et al. Minimally invasive screw fixation is as stable as anterior plating in acetabular T-type fractures – a biomechanical study. Orthop Traumatol Surg Res, 2018, 104(7): 1055 – 1061.
- 6 Spagnolo R, Bonalumi M, Pace F, et al. Minimal-invasive posterior approach in the treatment of the posterior wall fractures of the acetabulum. Chir Organi Mov, 2009, 93(1): 9 – 13.
- 7 Cunningham BA, Ficco RP, Swafford RE, et al. Modified iliac oblique-outlet view: a novel radiographic technique for antegrade anterior column screw placement. J Orthop Trauma, 2016, 30(9): e325 – e330.
- 8 Chui KH, Chan CCD, Ip KC, et al. Three-dimensional navigation-guided percutaneous screw fixation for nondisplaced and displaced pelvi-acetabular fractures in a major trauma centre. Int Orthop, 2018, 42(6): 1387 – 1395.
- 9 Jung GH, Lee Y, Kim JW, et al. Computational analysis of the safe zone for the antegrade lag screw in posterior column fixation with the anterior approach in acetabular fracture: A cadaveric study. Injury, 2017, 48(3): 608 – 614.
- 10 蔡鸿敏, 成传德, 李红军, 等. 改良经皮逆行耻骨上支或髋臼前柱髓内螺钉置入技术治疗骨盆髋臼损伤. 中华创伤骨科杂志, 2018, 20(9): 750 – 756.
- 11 聂玉琪, 汪国栋, 孟鹏飞, 等. 三维数字规划结合导航与单纯导航下经皮髋臼前柱螺钉内固定术的对比研究. 中华创伤杂志, 2017, 20(1): 51 – 56.

(收稿日期: 2020-01-07)

(修回日期: 2020-02-21)

(责任编辑: 李贺琼)