

# 天玑机器人辅助下螺钉固定治疗骨盆髌臼骨折 56 例

吴征杰<sup>1</sup> 何影浩<sup>1△</sup> 曾焰辉<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:探讨天玑机器人辅助下螺钉固定治疗骨盆髌臼骨折的疗效及手术方法。方法:回顾性分析天玑机器人辅助下的螺钉固定的 56 例骨盆髌臼骨折患者,观察置钉位置,记录手术时间、出血量、术中曝光次数、切口长度、骨折愈合时间、术后功能等结果。结果:手术时间为 $(48.69 \pm 16.78)$  min/枚,术中出血量为 $(17.72 \pm 7.79)$  mL/枚,曝光次数为 $(15.84 \pm 5.44)$  次/枚,手术切口为 $(1.15 \pm 0.75)$  cm。置钉满意率为 89.8%,未出现医源性神经、血管及脏器损伤,伤口均一期愈合。随访 13~31 个月,所有患者无骨折移位,无感染,并于术后 3~6 个月内骨折愈合。末次随访 Majeed 功能评分为 $(85.64 \pm 6.36)$  分。结论:天玑机器人辅助下螺钉固定微创治疗骨盆髌臼骨折,手术时间短,创伤小,透视少,手术精确、安全,临床效果满意。

**[关键词]** 骨盆;髌臼;骨折;骨折固定术;机器人

**[中图分类号]** R683.3 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2021)11-0061-04

## 56 Cases Clinical Study for TiRobot-Assisted Percutaneous Screw Minimally Invasive Fixation in Pelvic and Acetabular Fractures

WU Zhengjie<sup>1</sup> HE Yinghao<sup>1△</sup> ZENG Yanhui<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Foshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Foshan 528000, Guangdong China.

**Abstract Objective:** To explore the operation method and clinical efficacy of TiRobot-assisted percutaneous screw minimally invasive fixation in pelvic and acetabular fractures. **Methods:** The clinical data of 56 patients with pelvic and acetabular fractures treated with TiRobot-assisted percutaneous screw minimally invasive fixation were retrospectively reviewed. The screw placement, operation time, blood loss, X-ray number, incision length, healing time and postoperative functions were observed and recorded. **Results:** The operation time was  $(48.69 \pm 16.78)$  min/piece. Blood loss was  $(17.72 \pm 7.79)$  mL/piece. X-ray number was  $(15.84 \pm 5.44)$  times/piece, and length of incision was  $(1.15 \pm 0.75)$  cm/piece. The degree of satisfaction of the screw placement was 89.8%. No iatrogenic injury on nerves, blood vessels and organs occurred. All wounds were primary healing. During the followed-up of 13 to 31 months, no delayed union or malunion was observed; no infection, and the fractures healed after operation 3 to 6 months. The Majeed score in the last follow-up visit was  $(85.64 \pm 6.36)$  scores. **Conclusion:** TiRobot-assisted percutaneous screw minimally invasive fixation in pelvic and acetabular fractures has short operation time, small trauma, with advantages of precise and safe operation, small radioactive damage, and satisfactory clinical efficacy.

**Keywords:** pelvis; acetabulum; fracture; fixation; robot

骨盆与髌臼骨折的手术方式是一直被探讨的话题。传统的切开手术神经血管损伤风险大、创伤大<sup>[1-4]</sup>,因此,部分研究者将微创手术运用到一些特定类型的骨折治疗中<sup>[5-6]</sup>。然而传统的微创手术精准度相对不高、X线拍摄次数多、放射量大、耗时长<sup>[7]</sup>。一

种微创、精准、放射量少的方法成为众多医生的追求,骨科机器人的出现为这种追求提供了可能性<sup>[8]</sup>。

2016 年,中国第 3 代骨科手术机器人——天玑机器人正式在临床上应用。本院从 2017 年 10 月至 2020 年 3 月利用天玑机器人,对 56 例骨盆髌臼骨折患者进行治疗,现报告如下。

### 1 临床资料

#### 1.1 一般资料

2017 年 10 月至 2020 年 3 月间于本院实施的机

基金项目:佛山市登峰计划项目

<sup>1</sup> 广东佛山市中医院(广东 佛山,528000)

<sup>△</sup>通信作者 E-mail:461713073@qq.com

器人辅助治疗骨盆髋臼病例 56 例。其中女 20 例,男 36 例;年龄 18~80 岁,中位数为 44 岁。髋臼骨折 15 例,根据 Judet-Letournal 分型:前柱骨折 4 例,横行骨折 1 例,横形+后壁骨折 5 例,T 型骨折 5 例。盆骨骨折 45 例,根据 Tile 分型:A2 型 1 例,B1 型 1 例,B2 型 24 例,B3 型 4 例,C1 型 6 例,C3 型 9 例。骶骨骨折 22 例,根据 Danis 分型,I 型 9 例,II 型 9 例,III 型 4 例。合并其他损伤 42 例(包括上下肢骨折、下肢神经损伤、盆腔脏器、腹部、胸部、颅脑)。

1.2 手术设备与器械

北京天智航医疗科技股份有限公司的天玑骨科手术机器人,德国西门子公司 C 臂机,瑞士 AO 的  $\Phi 7.3\text{ mm}$  空心钉、 $\Phi 6.5\text{ mm}$  空心钉、 $\Phi 3.5\text{ mm}$  皮质骨螺钉。

2 方法

2.1 术前准备

常规拍摄骨盆髋系列 X 线片、CT。保持大便通畅,使用抗生素进行感染预防。

2.2 手术方法

采用全麻,此组患者全部采用仰卧位。消毒铺巾,在健侧髂前上棘后方约 1 cm 处安装患者示踪器,组装机器人示踪器、标尺,根据骨盆髋臼各种通道的要求摆放 C 臂机,将标尺置于患处与 C 臂机之间,并拍摄各种通道所需的图像。将图像传输至电脑并进行螺钉的规划。控制机械臂,让其按照规划路径运动,使套筒运动至规划位置,沿套筒钻入导针,拧入空心钉。拍摄验证图片。缝合伤口。如果无法完成置钉,视情况改为开放复位内固定或支架外固定;或部分需开放手术的,则联合微创与开放手术一起实施。

2.3 术后处理及随访

术后使用抗生素进行感染预防。如果联合开放手

术,术后根据具体情况决定抗生素使用时间<sup>[9]</sup>。如果单纯微创手术,术后常规 24 h 内停用抗生素。复查术后 X 线片及 CT。对患者进行功能锻炼的指导。

2.4 统计学方法

采用 SPSS22.0 统计软件进行统计分析。

2.5 特殊说明

在计算术中单个螺钉的拍摄次数和时间时,若一个系列的拍摄同时操作了  $n$  枚螺钉,则最终每个螺钉的拍摄次数计为总拍摄次数/ $n$ 。每个螺钉的置钉时间计为总手术时间/ $n$ 。计算手术时间从安装患者示踪器开始,至皮肤缝合结束。

3 结果

3.1 一般资料

机器人辅助治疗骨盆髋臼病例原本 56 例,因其中 1 例前柱通道螺钉置钉失败,最终改为外固定支架,故最终有 55 例实施了机器人辅助治疗。单纯微创置钉的 25 例,微创置钉联合切开复位钢板固定的 30 例,总共置入螺钉 103 枚。螺钉置入时间平均为  $(48.69 \pm 16.78)\text{ min/枚}$ 。术中出血量为  $(17.72 \pm 7.79)\text{ mL/枚}$ 。曝光次数平均为  $(15.84 \pm 5.44)\text{ 次/枚}$ (见表 1)。手术切口为 1~6 cm,平均  $(1.30 \pm 0.77)\text{ cm}$ 。各种通道螺钉见表 2。术后根据 CT 扫描结果,置钉满意的有 92 枚,满意率为 89.8%。有 4 枚切出,所幸无神经血管损伤;骶髂螺钉 in-out-in 的有 4 枚,所幸无神经损伤;前柱螺钉 in-out-in 的有 1 枚;螺钉未能完全拧入的有 2 枚,无法起到加压作用(见表 3)。无患者发生医源性神经、血管及脏器损伤,术后伤口均一期愈合,无螺钉松动、断裂,无骶髂关节炎。术后随访 13~31 个月,平均  $(20.21 \pm 3.83)\text{ 个月}$ ,所有患者无骨折移位,无感染,并于术后 3~6 个月内骨折愈合。末次随访 Majeed 功能评分为  $(85.64 \pm 6.36)\text{ 分}$ 。

表 1 置钉的一般情况( $n=103$ )

数值	置钉时间/min	出血量/mL	曝光次数/次	切口长度/cm
最小值	26	10	8	1
最大值	115	50	44	6
平均值( $\bar{x} \pm s$ )	$48.69 \pm 16.78$	$17.72 \pm 7.79$	$15.84 \pm 5.44$	$1.15 \pm 0.75$

表 2 通道螺钉类型

类型	次数/次	百分比/%
顺行前柱	54	52.4
SI1	19	18.4
SI2	17	16.5
LC II	3	2.9
pecten	2	1.9
髂脊	1	1
髂骨外侧后柱螺钉	2	1.9
较低位 LC II 螺钉	2	1.9
逆行前柱	3	2.9
合计	103	100

表 3 术后 CT 检验螺钉位置情况

螺钉位置	例数/例	百分比/%
优良	92	89.3
穿出	4	3.9
骶髂螺钉 in-out-in	4	3.9
前柱螺钉 in-out-in	1	1.0
螺钉未完全拧入(不能加压)	2	2.0
合计	103	100

3.2 典型病例

典型病例影像资料见图 1-图 4。

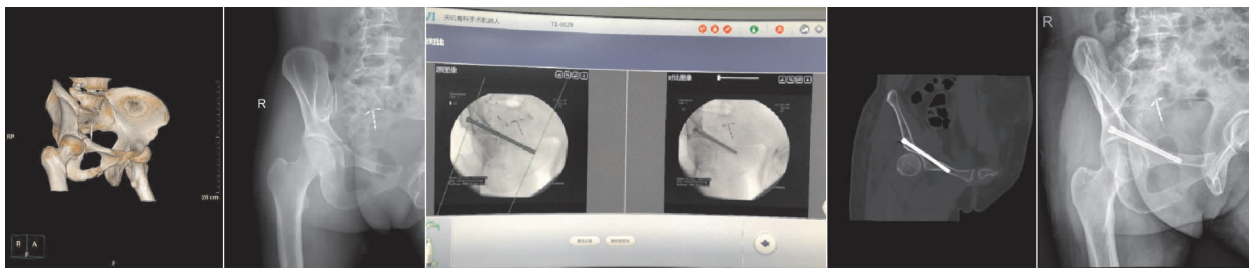


图 1 患者 1,女,47 岁,车祸,前柱骨折,行前柱螺钉固定。螺钉拉力作用明显,术后骨折端分离减少

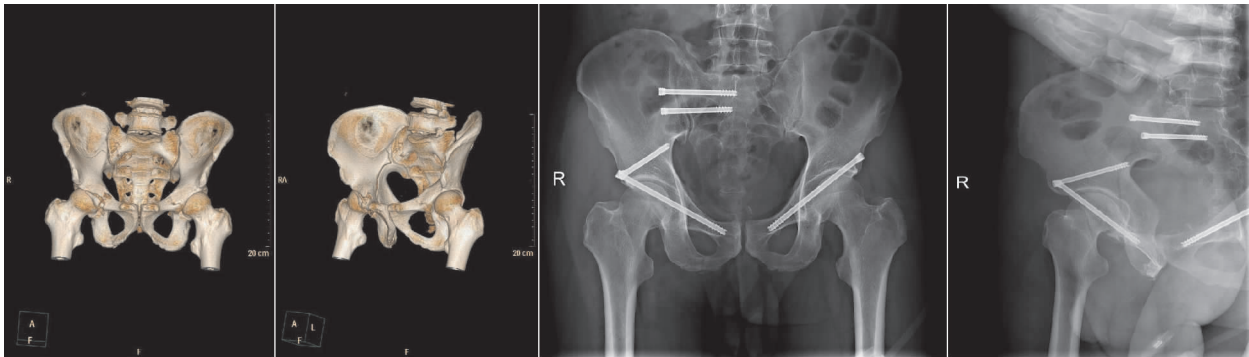


图 2 患者 2,男,50 岁,高坠伤。Tile C3 型(累及右髌臼、右骶骨 Danis I 型骨折、左耻骨上支),行右前柱螺钉、右侧较低位 LC II 螺钉、右侧骶髂螺钉、左前柱螺钉固定

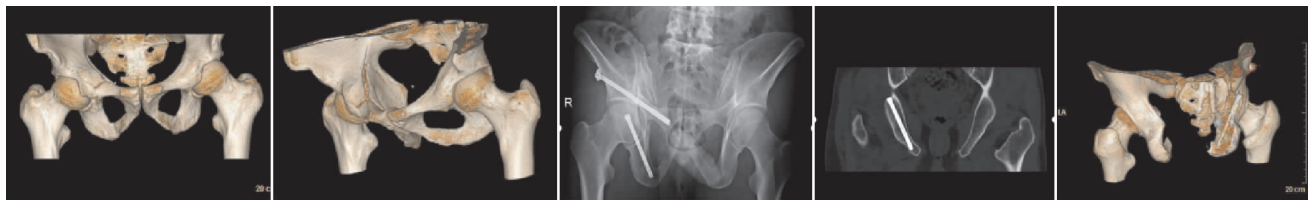


图 3 患者 3,男,49 岁,高坠伤,右髌臼骨折,行右前柱螺钉、髌骨外侧后柱螺钉固定

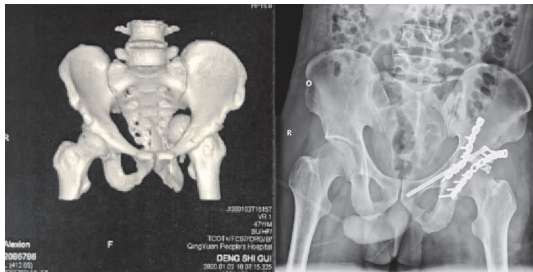


图 4 患者 4,男,48 岁,车祸伤,诊断为 T 型加后壁骨折,首先于仰卧位作前柱螺钉的固定,再改为俯卧位行后柱后壁的切开复位固定

## 4 讨论

**4.1 空心钉微创治疗骨盆骨折的指征:**1)不稳定性骨盆骨折(如 Tile B 型、Tile C 型),无移位、或移位轻微、或虽有移位但可复位者。2)稳定性骨盆骨折(如 Tile A2 型),但不能耐受卧床患者(比如易发生褥疮、肺炎、泌尿系感染等并发症的患者),或对早期活动有要求者<sup>[10]</sup>。高龄<sup>[11-12]</sup>、肥胖<sup>[13]</sup>。

空心钉微创治疗髌臼骨折的指征:1)骨折无移位,骨折移位但可复位,或通过螺钉的拉力作用可复位者。某些双柱骨折虽然移位,但关节面二次匹配良好,微创固定可使患者即刻恢复活动。2)肥胖,髌臼骨折即使

切开复位也无法达到解剖复位,或是切开手术风险大于解剖复位获利的情况<sup>[14]</sup>。

**4.2 骨盆髌臼骨折在天玑机器人引导下进行微创治疗,能够做到微创、精准、放射量少**

1)微创。本组病例,每枚螺钉的皮肤切口平均为 $(1.15 \pm 0.75)$ cm,出血量为 $(17.72 \pm 7.79)$ mL。2)精准。术后 CT 扫描,置钉满意的为 92 枚,满意率为 89.8%。而关于此组病例部分螺钉切出、未完全拧入的情况,原因并非在机器人上。3)放射量少。每枚螺钉曝光次数仅为 $(15.76 \pm 5.35)$ 次,有报告<sup>[15]</sup>称需要 62 次的透视,才能完成 1 枚前柱螺钉经皮置入。

**4.3 如何减少术中曝光次数**

术中曝光次数的增加,主要出现在采集图像的时候,不能顺利获取一张合格的图像。这里归纳几点减少曝光的方法:1)术前根据骨盆侧位或 CT 的矢状位,量取髌骨的倾斜角度,这样有利于术中拍摄出入口位影像,因为每个人的骨盆都是不一样的。2)了解术前片摄片时 X 光机摆放的角度,可为术中摄片提供参考。3)术中应记录摄片时 C 臂机摆放的角度、高度,这样可确保接下来拍摄同一张影像的准确性。4)为减少肠道的内容物及肠气对摄片质量的影响,笔者常规

进行术前灌肠<sup>[16]</sup>,一般灌肠 2 次,分别在术前晚上及术前 2~4 h。

#### 4.4 置钉失败的原因及对策

天玑机器人自身存在一定的误差<sup>[17]</sup>,这个问题需要通过升级机器人本身来解决。

置导针时因骨盆本身的解剖特点,导针无法垂直于骨面,因此易打滑,解决方法如下:1)规划螺钉时,有意将螺钉路径规划于易打滑方向的反方向。2)开始转动导针时,在骨面保持原位转动,待骨面进针点稳定后,再让导针向前钻动;若用有螺纹的导针,则在原位高速转动时可以改成反钻,以保持导针原位钻动。

部分螺钉术后证实位置不良,但术中却是按照规划路径置入,说明术者在规划螺钉路径时已经错误。这种情况与医生水平相关,需要通过医生的培训学习来解决。

#### 4.5 对部分特殊通道螺钉的解释

本组病例有以下两个非常规通道。

**4.5.1 髂骨外侧进钉的后柱螺钉(见图 3)。**此通道螺钉的适应证为下位的后柱骨折或坐骨支骨折。优点为不用经髂脊内侧,没有腹腔脏器损伤的风险。缺点为适应范围较窄。通道接近平行于髂骨外侧面,因此进钉角度允许的范围很小,置钉的难度较大。

**4.5.2 稍低位的 LC II 通道螺钉(见图 2)。**此通道螺钉入钉点同 LC II 通道一样,但出钉点不在髂后上棘,而在坐骨大切迹上方。适应证:骨折线位于髌臼上方的纵行或斜行骨折,特别是骨折线延伸至坐骨大切迹上方,但 LC II 螺钉又不能打中上方骨折块的时候。优点:螺钉行走的距离较短,适合目前国内大多数厂家配备的空心钉长度。坐骨大切迹上方的骨质坚硬,笔者不强求过皮质,依然能起到较好的把持效果,而且避免附近重要组织的损伤。缺点:当骨折线在四边体上方延伸至坐骨大切迹上方时,此螺钉并不能垂直骨折线,不能靠其拉力作用来复位。所以当用它来固定此类骨折时,应当能在骨折已经复位的前提下,用全螺纹螺钉,而不是拉力螺钉。

#### 4.6 对机器人操作的一些具体问题的探讨

一般来说患者示踪器置于操作的另一侧,这样有利于摄片与操作。但如果双侧均需置钉,患者示踪器往往也是可以在一侧完成的。如果患者示踪器对摄片或者操作的影响,则应将患者示踪器重新置于另一侧,因为重新安装患者示踪器往往更加简单。

术中根据两个平面确定螺钉的入钉点及轨道,但是由于无法保证得到完全标准的 X 线片、不同平面的骨影像的重叠、肠道内容物的干扰,因此在规划时,有时无法得到理想的入钉点及轨道。如果能得到立体的影像,那么规划将变得更加容易。

操作中经常出现感应不灵敏,如果机器人感应能更加灵敏,机器人的摆放位置将更加灵活,手术时间将进一步缩短。

部分螺钉(如后柱顺行螺钉、pecten 螺钉、前柱逆行螺钉等)其通道附近均有重要的组织,若能利用 CT 技术,重建骨骼的同时重建软组织,则将使手术操作更加安全。

#### 参考文献

- [1] ROMMEMNS P M. Is there a role for percutaneous pelvic and acetabular reconstruction? [J]. Injury, 2007, 38(4): 463-477.
- [2] GIANNOUDIS P V, TZIOUPIS C C, PAPE H C, et al. Percutaneous fixation of the pelvic ring: an update [J]. J Bone Joint Surg Br, 2007, 89(2): 145-154.
- [3] ROUTT M L JR, NORK S E, MILLS W J. Percutaneous fixation of pelvic ring disruptions [J]. Clin Orthop Relat Res, 2000, 375: 15-29.
- [4] BAREI D P, BELLABARBA C, MILLS W J, et al. Percutaneous management of unstable pelvic ring disruptions [J]. Injury, 2001, 32(Suppl1): SA33-SA44.
- [5] MOSHEIFF R, LIEBERGALL M. Maneuvering the retrograde medullary screw in pubic ramus fractures [J]. J Orthop Trauma, 2002, 16(8): 594-596.
- [6] STARR A J, WALTER J C, HARRIS R W, et al. Percutaneous screw fixation of fractures of the iliac wing and fracture-dislocations of the sacro-iliac joint (OTA Types 61-B2. 2 and 61-B2. 3, or Young-Burgess "lateral compression type II" pelvic fractures) [J]. J Orthop Trauma, 2002, 16(2): 116-123.
- [7] 赵春鹏, 王军强, 苏永刚. 机器人辅助经皮螺钉内固定治疗骨盆和髌臼骨折 [J]. 北京大学学报(医学版), 2017, 49(2): 274-280.
- [8] 刘华水, 段升军, 贾逢爽, 等. TiRobot 机器人辅助经皮空心螺钉内固定治疗不稳定型骨盆骨折 [J]. 山东大学学报(医学版), 2017, 55(7): 103-109.
- [9] SATERBAK A M, MARSH J L, NEPOLA J V, et al. Clinical failure after posterior wall acetabular fractures: the influence of initial fracture patterns [J]. J Orthop Trauma, 2000, 14(4): 230-237.
- [10] 刘华水, 段升军, 赵国辉. 骨科手术机器人辅助微创治疗骨盆环损伤 108 例临床分析 [J]. 山东大学学报(医学版), 2019, 57(11): 52-64.
- [11] GARY J L, LEFAIVER K A, GEROLD F, et al. Survivorship of the native hip joint after percutaneous repair of acetabular fractures in the elderly [J]. Injury, 2011, 42(10): 1144-1151.
- [12] GARY J L, VANHAL M, GIBBONS S D, et al. Functional outcomes in elderly patients with acetabular fractures