

# TiRobot 手术机器人辅助经皮固定微创通道螺钉治疗骨盆骨折的临床研究

刘红锋，胡周磊

(南阳南石医院骨科，河南南阳 473000)

**【摘要】目的** 探讨 TiRobot 手术机器人辅助经皮固定微创通道螺钉治疗骨盆骨折的临床效果。**方法** 本研究中共纳入 82 例骨盆骨折患者，均来源于南阳南石医院，选取时间为 2022 年 5 月至 2024 年 5 月，按照随机数字表法分为对照组（38 例，经皮固定微创通道螺钉治疗）和研究组（44 例，TiRobot 手术机器人辅助经皮固定微创通道螺钉治疗）。记录并分析两组患者各项临床指标水平，术后各时间点疼痛程度，术前、术后 24 h 应激指标水平，术前、术后 6 个月骨盆恢复情况指标水平，术前、术后 6 个月骨代谢指标水平，以及并发症发生情况。**结果** 研究组患者手术时间、首次下床时间及住院时间均比对照组短，术中出血量、螺钉调整次数均比对照组少 ( $t=10.024, 21.047, 15.050, 15.005, 12.575$ , 均  $P<0.05$ )；术后 6~72 h 研究组患者视觉模拟量表 (VAS) 评分均比对照组低 ( $t=3.525, 3.960, 6.228, 10.812, 6.022$ , 均  $P<0.05$ )；术后 24 h 两组患者应激指标水平均比术前升高，且研究组上升程度比对照组低 ( $t=10.176, 8.593$ , 均  $P<0.05$ )；术后 6 个月两组患者 Harris 评分、BBS 评分均比术前升高，且研究组更高 ( $t=12.958, 3.335$ , 均  $P<0.05$ )；术后 6 个月两组患者各项骨代谢指标水平均比术前升高，且研究组更高 ( $t=7.854, 3.159, 3.270$ , 均  $P<0.05$ )；研究组患者并发症总发生率 (4.55%) 比对照组 (28.90%) 低 ( $\chi^2=9.101$ ,  $P<0.05$ )。**结论** TiRobot 手术机器人辅助经皮固定微创通道螺钉治疗骨盆骨折患者可减轻疼痛程度，减轻应激反应，改善骨代谢指标，促进骨盆恢复，且安全性较高。

**【关键词】** 骨盆骨折；手术机器人；经皮固定微创通道螺钉；效果

**【中图分类号】** R683.3

**【文献标志码】** A

**文章编号：** 1674-1242 (2025) 06-0886-07

## Clinical Study on TiRobot-Assisted Percutaneous Fixation of Minimally Invasive Channel Screws for Pelvic Fractures

LIU Hongfeng, HU Zhoulei

(Department of Orthopedics, Nanyang Nanshi Hospital, Nanyang, Henan 473000, China)

**【Abstract】Objective** To explore the clinical effect of TiRobot surgical robot-assisted percutaneous fixation of minimally invasive channel screws in the treatment of pelvic fractures. **Methods** A total of 82 patients with pelvic fractures were included in this study, all of whom were from Nanyang Nanshi Hospital. The selection period was from May 2022 to May 2024. They were divided into the control group (38 cases, percutaneously fixed minimally invasive channel screws treatment) and the study group (44 cases, TiRobot surgical robot-assisted percutaneous fixation of minimally invasive channel screws treatment) by the random number table method. The clinical indicators of the two groups of patients,

收稿日期：2025-05-22。

作者简介：刘红锋 (1979.2—)，男，河南省南阳市人，本科学历，主治医师，研究方向为骨盆微创通道螺钉及创伤骨科及骨盆骨折。邮编：473000。

通信作者：胡周磊，男，主治医师，单位：南阳南石医院，科室：急诊外科，研究方向：关节置换方面研究。

the degree of pain at each time point after the operation, the stress index level before and after the operation, the pelvic recovery indicator lever before and after the operation, bone metabolism indicator lever before and after the operation, and the incidence of complications were recorded and analyzed. **Results** The surgical time, first time out of bed and hospitalization of patients in the study group were shorter than those of the control group, and the number of intraoperative bleeding and screw adjustments were reduced compared with the control group ( $t=10.024, 21.047, 15.050, 15.005, 12.575$ , all  $P<0.05$ ); the visual analog scale (VAS) scores of the study group were lower than those of the control group at 6-72 hours postoperatively ( $t=3.525, 3.960, 6.228, 10.812$ , and  $6.022$ , all  $P<0.05$ ); at 24 hours postoperatively, the level of stress index increased in both groups compared to preoperative levels, and the degree of rise in the study group was lower than that in the control group ( $t=10.176, 8.593$ , both  $P<0.05$ ); at 6 months postoperatively, Harris and BBS scores improved in both groups compared to preoperative scores, with significantly greater improvements in the study group ( $t=12.958, 3.335$ , both  $P<0.05$ ); at 6 months postoperatively, both groups demonstrated greater improvements in all bone metabolism indicators compared to their preoperative levels, with the study group showing significantly higher ( $t=7.854, 3.159, 3.270$ , both  $P<0.05$ ); the total incidence of complications in the study group (4.55%) was significantly lower than that in the control group (28.90%) ( $\chi^2=9.101, P<0.05$ ). **Conclusion** TiRobot surgical robot assisted percutaneous fixation of minimally invasive channel screws in the treatment of pelvic fractures can alleviate patients' pain, reduce stress response, improve bone metabolism indicators, promote pelvic recovery, and be safer.

**【Key words】** Pelvic Fracture; Surgical Robot; Percutaneous Fixation of Minimally Invasive Channel Screws; Effect

## 0 引言

作为临床治疗骨盆骨折的常用方法,经皮固定微创通道螺钉适用于多种类型的骨盆骨折,包括耻骨支骨折、耻骨联合分离等,但该手术对医生的技术要求较高,需要丰富的经验和熟练的操作技巧,而且精准控制钉位比较困难,这些因素增加了术后并发症的发生风险<sup>[1-2]</sup>。随着医学技术的进步,TiRobot 手术机器人被应用于临床,TiRobot 手术机器人辅助经皮固定微创通道螺钉治疗能够提供高精度的定位和导航,确保螺钉置入的准确性;机器人辅助手术可以进一步减轻手术创伤,减少术中出血量,降低术后并发症的发生率<sup>[3]</sup>。本研究重点探讨了 TiRobot 手术机器人辅助经皮固定微创通道螺钉治疗骨盆骨折的临床效果,现报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

采用两独立样本均数比较的样本量计算公式:

$$n = 2 \times \left[ \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})\sigma}{\delta} \right]^2$$

其中,  $n$  为每组所需样本量,  $Z_{1-\alpha/2}$  是标准正态分布

的双侧界值,  $Z_{1-\beta}$  是标准正态分布的单侧界值, 检验水准  $\alpha=0.05$ ,  $1-\beta=0.8$ ,  $\sigma$  为总体标准差,  $\delta$  为两组均数差值, 考虑到研究过程中可能存在的脱落情况,按10%~15%的脱落,最终确定纳入82例患者。在研究设计阶段,通过限制研究对象的入选条件(严格按照纳入和排除标准筛选,以及采用随机数字表法分组)来控制已知的混杂因素。

本研究中共纳入82例骨盆骨折患者,均来源于南阳南石医院,选取时间为2022年5月至2024年5月,按照随机数字表法分为对照组(38例,经皮固定微创通道螺钉治疗)和研究组(44例,TiRobot 手术机器人辅助经皮固定微创通道螺钉治疗)。对照组中男20例,女18例;平均年龄( $38.76 \pm 12.45$ )岁;平均体质量指数( $22.79 \pm 2.20$ )kg/m<sup>2</sup>;致伤原因为高处坠落伤13例,交通伤14例,挤压伤11例;骨折分型<sup>[4]</sup>为C1型18例,C2型19例,C3型1例。研究组中男23例,女21例;平均年龄( $39.05 \pm 11.78$ )岁;平均体质量指数( $23.10 \pm 2.14$ )kg/m<sup>2</sup>;致伤原因为高处坠落伤15例,交通伤16例,挤压伤13例;骨折分型为C1型21例,C2型22例,

C3型1例。对比两组基线资料，均未见差异（均 $P>0.05$ ），组间可比。

纳入标准：①符合《骨盆骨折的诊断与治疗》<sup>[5]</sup>中的相关标准，且经X线片、CT三维重建明确诊断为不稳定型骨盆骨折者；②年龄18~65岁；③符合经皮通道螺钉固定手术应用指征；④临床资料完整。

排除标准：①患有严重内科系统疾病者；②存在严重骨质疏松者；③无法耐受手术治疗者；④合并动静脉血栓者；⑤存在经皮拉力螺钉治疗禁忌证，如开放性骨盆髓臼骨折、进钉点皮肤条件差、进钉点周围骨折、严重骨质疏松、移位明显、固定前不能获得良好复位；⑥合并器官功能障碍；⑦存在精神障碍或沟通交流障碍等。

研究经南阳南石医院医学伦理委员会审核并通过（临审第2022-521号）。

## 1.2 手术方法

### 1.2.1 对照组手术方法

对照组行经皮固定微创通道螺钉治疗。患者全身麻醉，取仰卧位，对手术区域进行严格的消毒，并铺上无菌巾。使用C臂X光机或其他影像引导设备，精确定位骨折部位和螺钉的进针点，在定位点处作1~2cm的小切口，置入导针和螺钉，在影像引导下，将导针沿预定路径置入骨折部位。使用专用钻头沿导针钻孔，将通道螺钉沿导针置入骨折部位。使用C臂X光机确认螺钉位置和固定效果，确保骨折复位良好。用可吸收缝线或皮肤钉关闭切口，覆盖无菌敷料。术后给予患者常规抗感染治疗，并鼓励患者早期进行功能锻炼。

### 1.2.2 研究组手术方法

研究组患者接受TiRobot手术机器人辅助经皮固定微创通道螺钉治疗。麻醉方法同对照组，使用克氏针将示踪器固定于患侧髂后上棘或其他合适的位置，将示踪器采集到的图像传输至主控台，对骨盆通道螺钉进行路径规划。在主控台上，根据术前影像和实时图像，进行螺钉路径的规划，确定螺钉的直径、长度、入点和止点，确保螺钉路径避开重要的血管和神经结构。在遥控导航下，机器人将机械臂沿着规划路径移动到目标位置。

使用机械臂末端的导针引导螺钉置入，通过机械臂的引导，将导针准确置入预定位置，术中通过透视或实时影像验证导针的位置是否准确。沿着导针路径，置入微创通道螺钉，通过实时影像，验证螺钉置入的位置是否准确，如果位置准确，继续完成手术，如果需要调整，可以通过机器人重新定位。对切口进行缝合，术后操作同对照组。

## 1.3 观察指标

①将两组患者各项临床指标水平进行对比。②将两组患者术后各时间点疼痛程度进行对比，采用视觉模拟量表（VAS）评分<sup>[6]</sup>进行评定，该评分范围为0~10分，分值越低，则表明患者疼痛程度越轻。③将两组患者术前、术后24h应激指标水平进行对比，采用酶联免疫吸附试验法予以检测。④将两组患者术前、术后6个月骨盆恢复情况指标水平进行对比，分别采用Harris髋关节功能评分<sup>[7]</sup>、Berg平衡量表（BBS）评分<sup>[8]</sup>予以评估，其中Harris评分的范围为0~100分，BBS评分的范围为0~56分，分值越高，则表明患者功能恢复越好。⑤对比两组患者术前、术后6个月骨代谢指标水平，采用酶联免疫吸附试验法进行检测。⑥对比两组患者术后半年螺钉松动、关节僵硬等并发症发生情况。

## 1.4 统计学方法

应用SPSS 24.0软件对文中数据进行分析，计量资料以均数±标准差（ $\bar{x}\pm s$ ）表示，采用t检验；计数资料以[n（%）]表示，采用 $\chi^2$ 检验。以 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 临床指标水平比较

研究组患者手术时间、首次下床时间及住院时间均比对照组短，术中出血量、螺钉调整次数均比对照组少（ $t=10.024、21.047、15.050、15.005、12.575$ ，均 $P<0.05$ ）。两组临床指标水平比较见表1。

### 2.2 术后各时间点疼痛程度评分比较

术后6~72h研究组患者VAS评分均比对照组下降（ $t=3.525、3.960、6.228、10.812、6.022$ ，均 $P<0.05$ ）。两组术后各时间点疼痛程度评分比较见表2。

### 2.3 应激指标水平比较

术后24h两组患者应激指标水平均比术前升高，

表1 两组临床指标水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Tab.1 Comparison of clinical indicator levels of the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	手术时间 (min)	术中出血量 (mL)	螺钉调整次数 (次)	首次下床时间 (d)	住院时间 (d)
对照组 (38例)	115.69±15.20	81.27±7.33	4.95±1.13	13.00±2.24	19.88±3.00
研究组 (44例)	85.10±12.43	49.66±6.04	2.08±0.53	7.08±1.26	12.65±2.19
t值	10.024	21.047	15.050	15.005	12.575
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表2 两组术后各时间点疼痛程度评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)  
Tab.2 Comparison of pain scores at different postoperative time points of the two groups ( $\bar{x} \pm s$ , scores)

组别	术后 6h	术后 12h	术后 24h	术后 48h	术后 72h
对照组 (38例)	3.42±0.47	4.22±0.56	4.73±0.72	4.29±0.52	3.00±0.33
研究组 (44例)	3.10±0.35	3.81±0.37	3.91±0.46	3.19±0.40	2.41±0.52
t值	3.525	3.960	6.228	10.812	6.022
P值	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

且研究组上升程度比对照组低 ( $t=10.176$ 、 $8.593$ ，均  $P<0.05$ )。两组应激指标水平比较见表3。

#### 2.4 骨盆恢复情况指标水平比较

术后6个月两组患者Harris评分、BBS评分均比术前升高，且研究组更高 ( $t=12.958$ 、 $3.335$ ，均

$P<0.05$ )。两组骨盆恢复情况指标水平比较见表4。

#### 2.5 骨代谢指标水平比较

术后6个月两组患者各项骨代谢指标水平均比术前升高，且研究组更高 ( $t=7.854$ 、 $3.159$ 、 $3.270$ ，均  $P<0.05$ )。两组骨代谢指标水平比较见表5。

表3 两组应激指标水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ , ng/mL)  
Tab.3 Comparison of stress index levels between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ , ng/mL)

组别	皮质醇		肾上腺素	
	术前	术后 24 h	术前	术后 24 h
对照组 (38例)	110.75±11.42	179.56±13.27*	70.26±6.48	113.87±12.23*
研究组 (44例)	111.23±10.63	150.03±12.96*	71.14±7.09	93.28±9.44*
t值	0.197	10.176	0.583	8.593
P值	0.844	<0.001	0.561	<0.001

注：与术前比，\* $P<0.05$ 。

表4 两组骨盆恢复情况指标水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)  
Tab.4 Comparison of pelvic recovery indicator levels of the two groups ( $\bar{x} \pm s$ , scores)

组别	Harris 评分		BBS 评分	
	术前	术后 6 个月	术前	术后 6 个月
对照组 (38例)	48.26±3.11	75.25±4.90*	37.23±6.10	41.35±7.24*
研究组 (44例)	49.85±5.23	87.03±3.27*	38.82±5.76	47.03±8.06*
t值	1.640	12.958	1.213	3.335
P值	0.105	<0.001	0.229	0.001

注：与术前比，\* $P<0.05$ 。

#### 2.6 并发症发生情况比较

研究组患者并发症总发生率 (4.55%) 相较于对照组 (28.90%) 下降 ( $\chi^2=9.101$ ,  $P<0.05$ )。两

组并发症发生情况比较见表6。

#### 3 讨论

骨盆骨折是一种严重的损伤，通常由高能量外

表5 两组骨代谢指标水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Tab.5 Comparison of bone metabolism indicator levels of the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	骨钙素 (ng/mL)		甲状腺旁激素 (ng/L)		骨碱性磷酸酶 (U/L)	
	术前	术后6个月	术前	术后6个月	术前	术后6个月
对照组(38例)	18.75±5.02	21.96±5.30*	46.25±5.87	57.09±7.26*	12.66±3.44	14.92±4.03*
研究组(44例)	19.10±6.45	32.14±6.29*	47.11±6.55	62.45±7.99*	12.82±3.52	18.26±5.06*
t值	0.271	7.854	0.622	3.159	0.207	3.270
P值	0.787	<0.001	0.536	0.002	0.836	0.002

注：与术前比，\*P<0.05。

表6 两组并发症发生情况比较 [n (%)]  
Tab.6 Comparison of the incidence of complications of the two groups [n (%)]

组别	螺钉松动	钉道感染	关节僵硬	总发生
对照组(38例)	4(10.50)	4(10.50)	3(7.90)	11(28.90)
研究组(44例)	1(2.60)	0(0.00)	1(2.60)	2(4.55)
$\chi^2$ 值	—	—	—	9.101
P值	—	—	—	0.003

力引起，如交通事故、高处坠落或重物打击，患者通常会感到骨盆区域剧烈的疼痛，骨折部位及其邻近区域在触摸时可能会感到明显的不适，且伴有多发伤时患者的病死率较高<sup>[9]</sup>。TiRobot 手术机器人是一种先进的骨科手术机器人，其通过 CT 扫描等影像技术获取患者骨盆骨折部位的详细图像，利用人工智能和大数据技术，对患者健侧肢体进行镜像配准和重建，制定个性化的复位规划；通过光学跟踪装置和手术规划导航系统，实现术中高精度的实时动态三维可视化导航，使用“力位混合控制”技术，通过手术机械臂进行精准的闭合复位，确保骨折部位的准确复位；在实时动态三维可视化导航下，规划螺钉通道，确保螺钉的安全置入，通过机械臂的精确操作，将螺钉精准置入预定位置，完成骨折的微创固定<sup>[10-11]</sup>。本研究中，TiRobot 手术机器人辅助经皮固定微创通道螺钉治疗骨盆骨折患者可减轻疼痛程度，促进术后恢复，且安全性较高，这一研究结果与杨光等<sup>[12]</sup>的研究基本相符。

本研究结果显示，TiRobot 手术机器人辅助经皮固定微创通道螺钉治疗骨盆骨折，可减轻应激反应，分析原因：与传统的开放手术相比，微创手术切口更小，对周围组织的损伤更少，这减少了手术创伤；TiRobot 手术机器人能够实现高精度的手术

路径规划和螺钉置入，减少了手术过程中对周围组织和血管神经的损伤，这种精准性有助于减少术中出血和术后疼痛；由于机器人辅助手术的高效性和精准性，手术时间通常较短，这不仅减少了患者在手术中的暴露时间，还降低了麻醉时间和术中并发症的风险；TiRobot 手术机器人通过先进的影像导航技术，能够在术中实时监控和调整手术路径，减少了术中透视次数和辐射剂量，这有助于减少患者的辐射暴露；此外，得益于机器人辅助手术的微创特性和精准定位，患者术后恢复通常更快，疼痛更轻，住院时间更短，这有助于患者更快地恢复正常生活，减少术后应激反应<sup>[13]</sup>。

本研究结果还显示，TiRobot 手术机器人辅助经皮固定微创通道螺钉治疗骨盆骨折，可对骨代谢指标起到改善作用，并促进骨盆恢复，分析原因：由于机器人辅助手术的微创特性，手术切口更小，手术时间更短，术中出血量更少，这些因素都有助于减轻术后应激反应，减少骨代谢紊乱的发生；TiRobot 手术机器人可以显著减少术中 X 线透视次数和时间，从而降低患者和医务人员的辐射暴露，这有助于减少辐射对骨代谢的负面影响；由于手术创伤小、恢复快，患者可以更早地进行功能锻炼和负重活动，有助于促进骨形成和骨代谢的活跃，从而改善骨代

谢指标；精准的手术操作和微创技术可以显著减轻术后疼痛，有助于减少应激激素的分泌，从而有利于骨代谢的正常进行；TiRobot 手术机器人辅助下的精准固定有助于提高骨折愈合的质量和速度，良好的骨折愈合有助于恢复骨代谢的平衡<sup>[14-15]</sup>。

综上所述，TiRobot 手术机器人辅助经皮固定微创通道螺钉治疗骨盆骨折患者可减轻疼痛程度，减轻应激反应，改善骨代谢指标，促进骨盆恢复，且安全性较高，值得临床推广。

#### 参考文献

- [1] HEMITSCH E, ADACHI J D, BROWN J P, et al. Hip fracture predicts subsequent hip fracture: a retrospective observational study to support a call to early hip fracture prevention efforts in post-fracture patients[J]. *Osteoporosis International*, 2022, 33(1): 113-122.
- [2] 蒋科, 向超, 罗月, 等. Starr 架辅助复位结合通道螺钉技术治疗 Tile C1.3 型骨盆骨折的临床疗效观察 [J]. *创伤外科杂志*, 2024, 26 (5) : 364-369.  
JIANG Ke, XIANG Chao, LUO Yue, et al. Clinical effects of Starr frame-assisted reduction combined with channel screw technique in the treatment of Tile C1.3 pelvic fractures[J]. *J Trauma Surg*, 2024, 26(5): 364-369.
- [3] 李宇能, 刘昊楠, 赵春鹏, 等. 急诊骨科手术机器人辅助经皮固定骶髂关节螺钉治疗不稳定型骨盆后环骨折的临床研究 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2022, 24 (3) : 194-199.  
LI Yuneng, LIU Haonan, ZHAO Chunpeng, et al. Emergency iliosacral screw fixation assisted by TiRobot for unstable posterior pelvic ring fracture[J]. *Chin J Orthop Trauma*, 2022, 24(3): 194-199.
- [4] 郝定均, 张嘉男, 杨俊松, 等. 急性症状性骨质疏松性胸腰椎骨折分型及其效度检验和临床应用效果评价 [J]. *美中国际创伤杂志*, 2021, 20 (1) : 4-14.  
HAO Dingjun, ZHANG Jianan, YANG Junsong, et al. Evaluation of validity and clinical effect of acute symptomatic osteoporotic thoraco-lumbar fracture classification system[J]. *US Chin Int J Traumatol*, 2021, 20(1): 4-14.
- [5] 王瑞. 骨盆骨折的诊断与治疗 [J]. *基层医学论坛*, 2011, 15 (1) : 77-78.  
WANG Rui. Diagnosis and treatment of pelvic fractures[J]. *Med Forum*, 2011, 15(1): 77-78.
- [6] 黄泽平, 黄科昌. 中国临床科研工作者对疼痛视觉模拟量表应用的文献分析 [J]. *中华麻醉学杂志*, 2024, 44 (8) : 985-990.  
HUANG Yiping, HUANG Kechang. Literature analysis of application of pain visual analogue scale among Chinese clinical researchers[J]. *Chin J Anesthesiol*, 2024, 44(8): 985-990.
- [7] 汪建军, 祖波, 戴胡明. 三枚空心钉和四枚空心钉内固定治疗股骨颈骨折对髋关节功能 Harris 评分的影响对比 [J]. *武警后勤学院学报(医学版)*, 2020, 29 (11) : 39-41.  
WANG Jianjun, ZU Bo, DAI Huming. Comparison of the effect of three cannulated screws and four cannulated screws on hip function Harris score in the treatment of femoral neck fracture[J]. *J Logist Univ PAP (Med Sci)*, 2020, 29(11): 39-41.
- [8] 莫林宏, 刘爱贤. 经颅磁刺激联合康复功能训练对脑卒中后偏瘫病人步态、平衡能力及 FMA 评分的影响 [J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2020, 18 (23) : 4065-4068.  
MO Linhong, LIU Aixian. Effects of Transcranial Magnetic Stimulation Combined with Rehabilitation Training on Gait,Balance and FMA Score in Patients with Post-stroke Hemiplegia[J]. *Chin J Integr Med Cardio Cerebrovasc Dis*, 2020, 18(23): 4065-4068.
- [9] ZHANG J Z, ZHANG L C, LI C B, et al. Clinical guidelines for the diagnosis and treatment of fragility fractures of the pelvis[J]. *Orthop Surg*, 2023, 15(9): 2195-2212.
- [10] 王刚, 张月雷, 章乐成, 等. 骨科机器人联合骨盆解锁复位架辅助下经皮螺钉固定治疗骨盆骨折 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020, 22 (6) : 475-481.  
WANG Gang, ZHANG Yuelei, ZHANG Yuecheng, et al. Percutaneous channel screwing assisted by an orthopedics robot combined with pelvic unlocking reduction frame for pelvic fractures[J]. *Chin J Orthop Trauma*, 2020, 22(6): 475-481.
- [11] 罗怡平, 张雷, 周子斐, 等. 机器人辅助经皮通道螺钉固定 LC-II 型骨盆骨折的疗效研究 [J]. *中华骨科杂志*, 2023, 43 (19) : 1261-1268.  
LUO Yiping, ZHANG Lei, ZHOU Zifei, et al. Efficacy of robot-assisted percutaneous channel screw fixation for LC-II pelvic fractures[J]. *Chin J Orthop*, 2023, 43(19): 1261-1268.
- [12] 杨光, 郭宝昌, 赵天昊, 等. TiRobot 骨科手术机器人辅助下微创经皮通道螺钉固定治疗骨盆骨折的疗效分析 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2022, 24 (3) : 200-205.  
YANG Guang, QI Baochang, ZHAO Tianhao, et al. Efficacy of TiRobot-assisted minimally invasive percutaneous screw fixation for pelvic fractures[J]. *Chin J Orthop Trauma*, 2022, 24(3): 200-205.
- [13] 夏海军, 廖燚, 凯瑟尔, 等. 骨科机器人辅助经皮通道螺钉技术在骨盆髋臼骨折内固定术中的应用 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2022, 37 (12) : 1284-1287.  
XIA Haijun, LIAO Yi, Kaiser, et al. Application of orthopaedic robot-assisted percutaneous channel screw technique in internal fixa-

- tion of pelvic and acetabular fractures[J]. **Chin J Bone Jt Inj**, 2022, 37(12): 1284-1287.
- [14] 张计超, 冯东亮, 崔冰, 等. 天玑骨科机器人辅助微创经皮通道螺钉固定治疗骨盆骨折的疗效分析 [J]. 河南外科学杂志, 2023, 29 (6) : 65-67.  
ZHANG Jichao, FENG Dongliang, CUI Bing, et al. Efficacy analysis of Tianji orthopedic robot-assisted minimally invasive percutaneous channel screw fixation in the treatment of pelvic fractures[J]. Henan J Surg, 2023, 29(6): 65-67.
- [15] 戚浩天, 葛振新, 刘兆杰, 等. 机器人辅助螺钉固定治疗老年脆性骨盆骨折 [J]. 中华骨科杂志, 2023, 43 (12) : 813-820.  
QI Haotian, GE Zhenxin, LIU Zhaojie, et al. Robot-assisted screws fixation for the treatment of fragility fractures of the pelvis[J]. **Chin J Orthop**, 2023, 43(12): 813-820.