

## · 临床研究 ·

## 侧卧体位下机器人辅助内固定治疗强直性脊柱炎合并胸腰椎骨折

施雨锋<sup>1</sup>, 沈志坤<sup>1</sup>, 陈宝<sup>2</sup>, 周晓<sup>2</sup>, 戴加平<sup>2</sup>

(1. 浙江中医药大学第四临床医学院, 浙江 杭州 310053; 2. 嘉兴学院附属第二医院骨科, 浙江 嘉兴 314000)

**【摘要】** 目的: 探讨侧卧体位下机器人辅助内固定治疗强直性脊柱炎(ankylosing spondylitis, AS)合并胸腰椎骨折的效果。方法: 回顾性分析 2018 年 1 月至 2020 年 6 月收治的 26 例强直性脊柱炎合并胸腰椎骨折患者的临床资料, 按手术方式不同分为观察组和对照组, 其中观察组 8 例, 男 4 例, 女 4 例; 在侧卧位下行机器人辅助经皮椎弓根钉内固定术, 年龄 55~85(66.25±9.42)岁, 病程(4.00±0.76) d; T<sub>11</sub> 2 例, T<sub>12</sub> 2 例, L<sub>1</sub> 3 例, L<sub>2</sub> 1 例。对照组 18 例, 男 6 例, 女 12 例, 患者在俯卧位下行常规经皮椎弓根钉内固定术, 年龄 48~81(61.22±9.53)岁, 病程(4.11±0.83) d; T<sub>10</sub> 2 例, T<sub>11</sub> 3 例, T<sub>12</sub> 4 例, L<sub>1</sub> 7 例, L<sub>2</sub> 2 例。比较两组患者的术中出血量、术中操作时间、摆放体位时间、术后神经并发症情况, 观察术后 1 d 及术后 3 个月疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)和术前及术后 3 个月 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI)。依据 Gertzbein-Robbins 标准评估椎弓根螺钉位置的准确性。结果: 术后两组患者均没有因椎弓根螺钉置入导致神经损伤。观察组和对照组术中出血量为(34.13±4.61) ml、(78.17±22.02) ml, 术中操作时间为(92.13±9.82) min、(106.22±11.55) min, 摆放体位时间为(10.00±2.14) min、(15.17±2.66) min, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。观察组和对照组患者术后 1 d VAS 分别为(2.38±0.52)分、(4.56±0.98)分, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ), 而术后 3 个月两组患者 VAS 及 ODI 差异无统计学意义( $P>0.05$ )。螺钉准确率观察组为 96.88%(62/64); 对照组为 81.48%(88/108), 差异有统计学意义( $P<0.05$ )。结论: 侧卧体位下机器人辅助内固定治疗强直性脊柱炎合并胸腰椎骨折, 能够缩短手术体位的摆放时间和术中操作时间, 显著提高内固定置钉的准确率, 减轻术后早期疼痛, 减少术中失血量和术后并发症, 利于患者术后早期快速康复。

**【关键词】** 强直性脊柱炎; 脊柱骨折; 机器人手术

中图分类号: R683.2

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.02.004

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Treatment of ankylosing spondylitis with thoracolumbar fractures by robot-assisted internal fixation in lateral decubitus position** SHI Yu-feng, SHEN Zhi-kun, CHEN Bao\*, ZHOU Xiao, and DAI Jia-ping. \*Department of Orthopaedics, the Second Affiliated Hospital of Jiaxing College, Jiaxing 314000, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:** To explore the effect of robot-assisted internal fixation in lateral decubitus position for the treatment of ankylosing spondylitis (AS) complicated with thoracolumbar fractures. **Methods:** The clinical data of 26 patients with ankylosing spondylitis complicated with thoracolumbar fractures treated from January 2018 to June 2020 was retrospectively analyzed. According to different surgical methods, these patients were divided into observation group and control group. There were 8 patients in observation group, which were treated with robot-assisted percutaneous screw fixation in lateral decubitus position, including 4 males and 4 females, aged from 55 to 85 years old with an mean of (66.25±9.42) years, the course of disease was (4.00±0.76) days on average, 2 cases were T<sub>11</sub> fracture, 2 cases were T<sub>12</sub>, 3 cases were L<sub>1</sub> and 1 case was L<sub>2</sub>. And there were 18 patients in control group, which were treated with conventional percutaneous screw fixation in prone position, including 6 males and 12 females, aged from 48 to 81 years old with a mean of (61.22±9.53) years, the course of disease was (4.11±0.83) days on average, 2 cases were T<sub>10</sub> injury, 3 cases were T<sub>11</sub>, 4 cases were T<sub>12</sub>, 7 cases were L<sub>1</sub>, and 2 cases were L<sub>2</sub>. The intraoperative blood loss, operation time, position time and postoperative neurological complications were compared between two groups. Postoperative visual analogue scale (VAS) at 1d and 3 months, and Oswestry Disability Index (ODI) before and 3 months after operation were observed. According to Gertzbein-Robbins standard to evaluate the accuracy of pedicle screw placement. **Results:** There was no nerve injury due to pedicle screw placement in both groups. The intraoperative blood

基金项目: 嘉兴市科技计划项目(编号: 2018AD32050)

Found program: Jiaxing Science and Technology Planning Project (No. 2018AD32050)

通讯作者: 陈宝 E-mail: zjxjb1@163.com

Corresponding author: CHEN Bao E-mail: zjxjb1@163.com

loss in observation group and control group was (34.13±4.61) ml and (78.17±22.02) ml, operation time was (92.13±9.82) min and (106.22±11.55) min, position time was (10.00±2.14) min and (15.17±2.66) min, the differences was statistically significant ( $P<0.05$ ); VAS of the two groups were (2.38±0.52) points and (4.56±0.98) points one day after surgery, respectively, with statistically significant differences ( $P<0.05$ ), while VAS and ODI three months after surgery showed no statistically significant differences ( $P>0.05$ ). The screw accuracy was 96.88%(62/64) in observation group and 81.48%(88/108) in control group, the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** Robot-assisted internal fixation in lateral decubitus position for the treatment of ankylosing spondylitis complicated with thoracolumbar fractures can shorten the position time and operation time, significantly improve the accuracy of internal fixation screw placement, relieve the early postoperative pain, reduce intra-operative blood loss and postoperative complications, and facilitate the fast track rehabilitation of patients.

**KEYWORDS** Ankylosing spondylitis; Spinal fractures; Robotic surgical procedures

强直性脊柱炎中晚期时患者的椎间盘纤维环经常会发生骨化, 从而导致胸腰椎产生广泛的骨性强直<sup>[1]</sup>。此时强直性脊柱炎患者的脊柱大部分为驼背畸形, 合并胸腰段骨折时手术常规采用俯卧位, 此时凸起处应力集中, 且椎体自身骨质容易变脆, 又常合并骨质疏松, 在较轻外力或没有外力作用时都有较大可能造成骨折。同时骨折附近区域因强直失去柔韧性, 其他节段没有缓冲作用, 俯卧位时增加的巨大应力会使骨折处更加的不稳定。如果手术体位摆放不当则容易损伤脊髓及神经, 而侧卧手术体位可以避免或减少俯卧体位摆放不当所致骨折断端进一步成角及移位、脱位所致脊髓、神经损伤的风险, 并显著缩短体位摆放所需的时间。机器人辅助置钉技术避免了侧卧位时常规置钉操作的困难性, 显著增加了置钉的准确性。同时, 该技术的应用可以减少辐射时间及术后阿片类药物的使用, 缩短住院时间, 降低术后并发症<sup>[2]</sup>。本研究对 2018 年 1 月至 2020 年 6 月侧卧体位下机器人辅助内固定技术治疗的 26 例强直性脊柱炎合并胸腰椎骨折患者进行了回顾性分析, 现报告如下。

**1 资料与方法**

**1.1 病例选择**

纳入标准:(1)强直性脊柱炎胸腰段脊椎骨折患者。(2)无脊髓神经损伤症状。(3)受伤至手术时间 7 d 内。(4)符合椎弓根螺钉经后路入路实现内固定

的手术指征。排除标准:(1)椎管狭窄伴脊髓神经受压影像学表现且伴临床症状者。(2)因严重基础疾病而导致不能耐受手术的患者。

**1.2 一般资料**

本组 26 例, 按手术方式不同分为观察组和对照组, 其中观察组 8 例, 男 4 例, 女 4 例; 为侧卧体位下应用机器人技术手术的患者, 年龄 55~85 (66.25±9.42) 岁, 病程 (4.00±0.76) d, T<sub>11</sub> 2 例, T<sub>12</sub> 2 例, L<sub>1</sub> 3 例, L<sub>2</sub> 1 例。对照组 18 例, 男 6 例, 女 12 例; 为采用肌间隙入路置钉治疗并由同一主刀医师操作的患者, 年龄 48~81 (61.22±9.53) 岁, 病程 (4.11±0.83) d, T<sub>10</sub> 2 例, T<sub>11</sub> 3 例, T<sub>12</sub> 4 例, L<sub>1</sub> 7 例, L<sub>2</sub> 2 例。两组患者的年龄、性别、病程与骨折节段, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 见表 1。

**1.3 治疗方法**

**1.3.1 观察组** 待患者麻醉成功后, 采取侧卧位, 在腋下胸廓前后、耻骨前以及臀后垫上软垫并以布胶带横向固定躯干于手术床, 常规背部术区消毒, 铺无菌单。骨科机器人机械臂使用无菌保护套膜隔离, 在患者头端放置红外立体相机。在骨折节段邻近上位棘突处固定患者示踪器, 西门子 ARCADIS Orbic 3D C 形臂 X 线机对受伤椎体以及标识点进行透视, 确保正侧位透视视野内均有 5 枚以上的标记点。应用西门子 ARCADIS Orbic 3D 系统扫描得到对象的三维影像资料, 并传输至机器人主机上与机械臂同

表 1 两组强直性脊柱炎胸腰段脊椎骨折患者一般资料的比较

Tab.1 Comparison of the general data of patients with ankylosing spondylitis between two groups

组别	例数	年龄( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	性别(例)		病程( $\bar{x}\pm s$ , d)	骨折节段(例)				
			男	女		T <sub>10</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
观察组	8	66.25±9.42	4	4	4.00±0.76	0	2	2	3	1
对照组	18	61.22±9.53	6	12	4.11±0.83	2	3	4	7	2
检验值		$t=1.246$			$t=-0.323$					
P 值		0.225		0.664	0.750					1.000

注: 性别和骨折节段的 P 值采用 Fisher 精确概率法计算而得

Note: The P values of gender and fracture segments were calculated by Fisher's exact probability method

步。在机器人主机上实现对螺钉的计划,系统模拟操作可行后,机械臂开启,自行运动到达螺钉插入点后,沿着导管套筒的方向进行约 2 cm 的皮肤切口,套管于骨表面安置,将 8 枚椎弓根螺钉导针通过套管置入(图 1)。重复 C 形臂 X 线照射,核对导针在理想位置。沿导针进行扩孔和丝攻,将规划好的椎弓根螺钉沿导针拧入相应深度。置入预弯棒于椎弓根螺钉尾槽内,并撑开,拧紧螺钉尾帽。再次运用 C 形臂 X 线进行正位及侧位的透视,确定固定棒和螺钉的位置正确后,冲洗并缝合伤口。典型病例见图 2。

**1.3.2 对照组** 麻醉成功后,患者以俯卧位于预垫高贴合术前脊柱后凸角度的预制支架上。预制支架为杭州亚太医疗器械公司(杭州正大医疗器械有限公司)生产的脊柱手术托架(YTJ-C 型)。患者常规背部术区消毒,铺无菌单。以损伤椎体为中心,沿棘突表面做 16 cm 左右的纵行切口,顺次切开皮肤和皮下软组织,将腰背部筋膜沿棘突两侧切开,钝性分离多裂肌和最长肌的肌间隙,显露出损伤椎体和其上下椎体两侧的横突基底部。采用横突定位法,先使用开口器在穿刺处开 1 个较浅的小孔,再使用开路器沿小孔在椎弓根开路,之后用探针确保椎弓根骨完

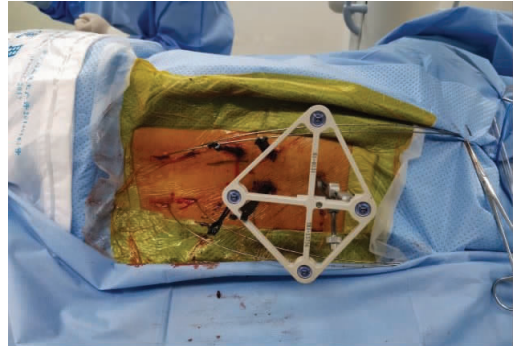


图 1 术中侧卧位下应用骨科机器人导航辅助置钉

Fig.1 Intraoperative screw placement assisted by orthopaedic robot navigation in lateral decubitus position

整并测量长度。然后把一种细棒状中间黏附骨蜡的定位针插入开路后的通道,黏附的骨蜡可移动用来堵住开口,防止渗血。接下来使用 C 形臂 X 线透视确定定位销的内倾角和头尾倾角符合之后螺钉入路的方向,透视满意之后拔出定位针,透视检查无误后,置入合适长短及粗细的椎弓根螺钉。安装固定棒和尾帽。C 形臂 X 线机透视,确定内固定位置正确,伤椎复位良好。冲洗切口,逐层缝合切口。

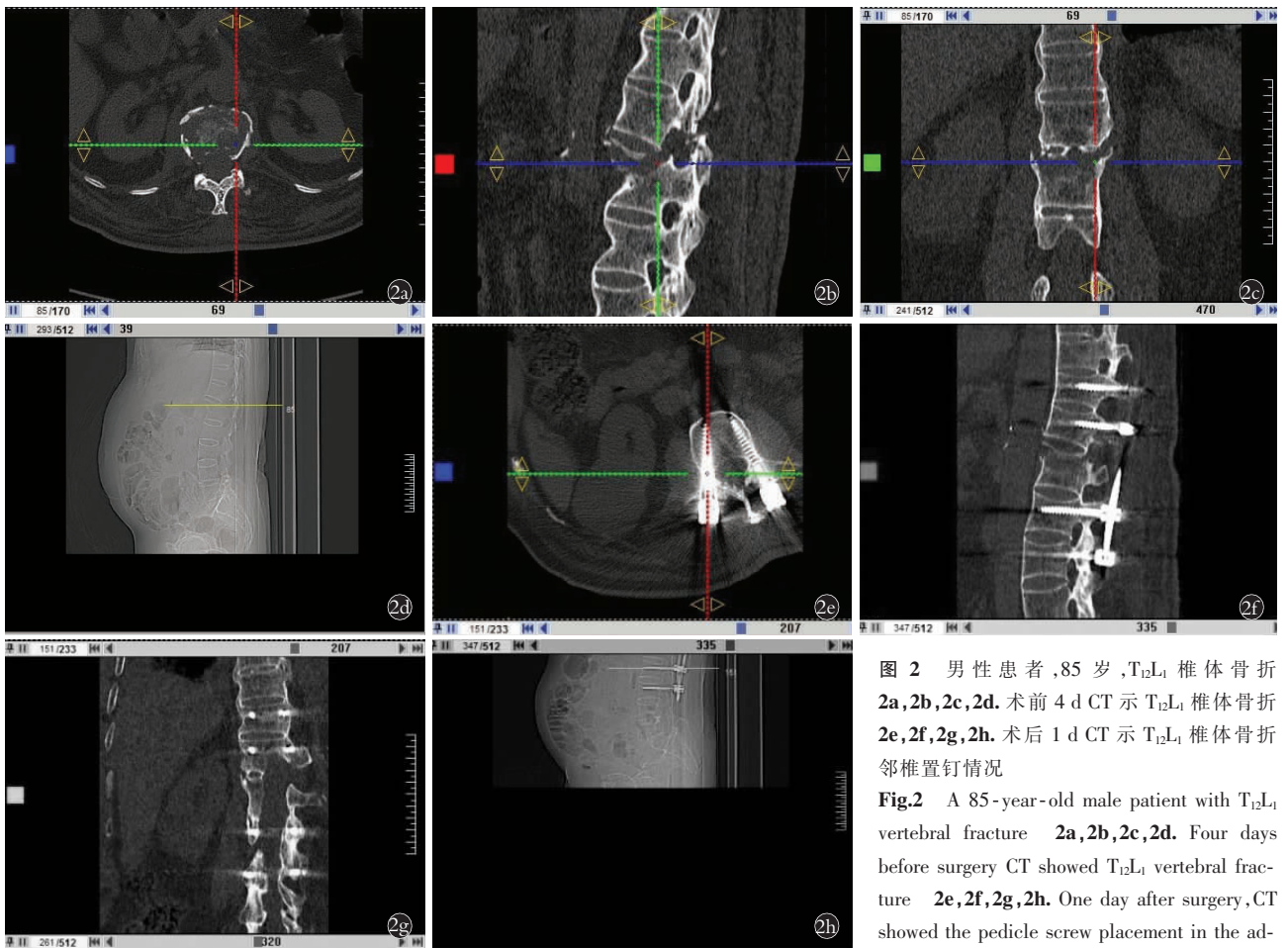


图 2 男性患者,85 岁, T<sub>12</sub>L<sub>1</sub> 椎体骨折 2a, 2b, 2c, 2d。术前 4 d CT 示 T<sub>12</sub>L<sub>1</sub> 椎体骨折 2e, 2f, 2g, 2h。术后 1 d CT 示 T<sub>12</sub>L<sub>1</sub> 椎体骨折邻近椎置钉情况

Fig.2 A 85-year-old male patient with T<sub>12</sub>L<sub>1</sub> vertebral fracture 2a, 2b, 2c, 2d. Four days before surgery CT showed T<sub>12</sub>L<sub>1</sub> vertebral fracture 2e, 2f, 2g, 2h. One day after surgery, CT showed the pedicle screw placement in the adjacent vertebrae of T<sub>12</sub>L<sub>1</sub> vertebral fracture

1.4 观察项目与方法

记下两组患者术中出血情况、体位摆放时间及术中操作时间。术后复查 CT, 根据 Gertzbein-Ribbins<sup>[3]</sup> 标准评估椎弓根螺钉置入位置的准确程度。将没有穿透椎弓皮质的螺钉定为 0 级; 将穿透椎弓根皮质但穿出距离 < 2 mm 的螺钉定为 1 级; 将穿出椎弓皮质 2~4 mm 的螺钉定为 2 级; 将穿透椎弓根皮质 > 4 mm 或完全穿透椎弓根的螺钉定为 3 级。在术后 1 d 和术后 3 个月记录疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS), 术后 3 个月观察患者的 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry Disability Index, ODI)。

1.5 统计学处理

利用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析。术中出血量、术中操作时间、体位摆放时间等定量资料采用均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 两组比较采用成组设计定量资料 *t* 检验; 性别、椎弓根螺钉置入准确率、骨折节段用相对数描述, 两组比较采用  $\chi^2$  检验; 术后 3 个月 ODI 指数用中位数和 4 分位数间距描述, 组间比较采用秩和检验。以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

术后两组患者均没有因椎弓根螺钉置入导致神经损伤。对照组出现胸椎骨折术后截瘫患者 1 例, 康复治疗未恢复; 尿路感染 1 例, 右下肢深静脉血栓 1 例。两组患者术中出血量、操作时间、体位摆放时间, 差异均有统计学意义 (*P* < 0.05), 见表 2。

表 2 两组强直性脊柱炎胸腰段脊椎骨折患者术中各项的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.2 Comparison of intraoperative items of patients with ankylosing spondylitis between two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	出血量 (ml)	操作时间 (min)	摆放体位时间 (min)
观察组	8	34.13 ± 4.61	92.13 ± 9.82	10.00 ± 2.14
对照组	18	78.17 ± 22.02	106.22 ± 11.55	15.17 ± 2.66
<i>t</i> 值		-5.542	-2.996	-4.824
<i>P</i> 值		0.000	0.006	0.000

表 4 两组强直性脊柱炎胸腰段脊椎患者手术前后 VAS 及 ODI 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.4 Comparison of pre- and post-operative VAS and ODI of patients with ankylosing spondylitis between two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	VAS (分)			ODI (%)	
		术前	术后 1 d	术后 3 个月	术前	术后 3 个月
观察组	8	6.25 ± 0.89	2.38 ± 0.52	2.00 ± 0.76	66.75 ± 4.23	19.00 (17.25, 21.00)*
对照组	18	6.17 ± 0.92	4.56 ± 0.98	2.17 ± 0.62	71.44 ± 6.63	21.00 (19.75, 23.25)*
检验值		<i>t</i> = 0.215	<i>t</i> = -5.874	<i>t</i> = -0.593	<i>t</i> = -1.833	<i>Z</i> = -1.766
<i>P</i> 值		0.832	0.000	0.559	0.079	0.077

注: \* 为中位数和 4 分位数间距

Note: \* Represents the median and interquartile spacing

两组患者置入椎弓根螺钉的总数为 172 枚。其中观察组置入 64 枚螺钉, 准确率为 96.88% (62/64); 对照组置入 108 枚螺钉, 准确率为 81.48% (88/108)。两组置入螺钉的准确率比较, 差异具有统计学意义 (*P* < 0.05), 见表 3。

表 3 两组强直性脊柱炎胸腰段脊椎骨折患者椎弓根螺钉置入准确率的比较

Tab.3 Comparison of the accuracy of pedicle screw placement of patients with ankylosing spondylitis between two groups

组别	例数	置钉数 (枚)	Gertzbein-Ribbins 分级 (枚)				准确率 (%)
			0 级	1 级	2 级	3 级	
观察组	8	64	62	2	0	0	96.88
对照组	18	108	88	14	5	1	81.48*

注: 与观察组比较,  $\chi^2 = 7.213, P = 0.007$

Note: Compared with observed group,  $\chi^2 = 7.213, P = 0.007$

两组患者术前 VAS、ODI 比较, 差异无统计学意义 (*P* > 0.05)。术后 1 d VAS, 两组比较差异有统计学意义 (*P* < 0.05)。术后 3 个月, 两组患者 VAS、ODI 比较, 差异无统计学意义 (*P* > 0.05)。见表 4。

3 讨论

强直性脊柱炎易增加骨折区域的应力, 且椎体自身骨质容易变脆, 又常合并骨质疏松, 这些特点均会增加患者脊柱骨折的风险, 是非强直性脊柱炎患者的 5 倍<sup>[4]</sup>。

3.1 强直性脊柱炎体位摆放时采用侧卧位的优势

强直性脊柱炎合并胸腰椎骨折多采用后路手术, 常规采取俯卧位, 手术时胸、髋部垫高的同时, 需要垫高腹部使脊柱维持原来的形状, 从而使骨折的区域不作任何的成角。但是俯卧位摆放时, 需要人工搬动患者躯体, 且需要多次调整垫高物的厚度, 既耗时又耗力。同时由于这些患者多为不稳定骨折, 俯卧位下摆放体位时骨折断端易因张力而出现进一步移

位,容易导致术前无脊髓损伤的患者在无保护的操作和转移后继发神经系统损伤。单铎等<sup>[5]</sup>发现,在脊柱骨折手术的并发症中,内固定失败占 35%,神经功能恶化占 14%。由于强直性脊柱炎本身疾病特点,脊柱严重变形,患者平时习惯采用左侧或右侧卧位的睡眠姿势,当手术采用侧卧位时,由于接近其日常的床上休息位,很容易维持脊柱原有后凸的形态,减少张力,同时减少加重椎管狭窄和并发症的风险。顾伟等<sup>[6]</sup>研究表明,侧卧位能提高强直性脊柱炎患者气管插管的速率和成功率。

### 3.2 机器人辅助技术降低了侧卧位下强直性脊柱炎患者置钉操作的难度

俯卧体位置入椎弓根钉对于脊柱骨折患者来说,暴露彻底,容易控制入钉角度和入钉点,操作相对方便和简单。但侧卧位椎体椎弓根螺钉置入不符合常规操作习惯,且侧卧位椎体可存在一定角度的旋转,因而,椎弓根螺钉准确置入具有一定难度和较高置入椎管内风险性。随着机器人辅助设备进入临床,越来越多的用于脊柱手术,机器人可以在主机上规划置钉角度并调整机械臂完成体外精确定位椎弓根,最大限度地提高螺钉置入的准确性。

### 3.3 机器人辅助技术治疗强直性脊柱炎的优势

#### 3.3.1 术中优势

常规手术时,需要从皮肤逐层剥离至显露出伤椎及其上下椎体两侧的横突基底部,之后要经历开口、开路、探查等一系列操作才能确定置钉角度及深度,操作复杂,同时加大了创伤。而应用机器人辅助技术时,尽管由于注册过程增加了手术时间,但通过椎弓根螺钉放置的便捷而抵消了这部分时间。在微创性上,机器人技术可以使操作者在手术过程中不过于要求解剖标志,即可在皮肤层面准确定位,有助于使皮肤切口最小化<sup>[7]</sup>,减少了常规手术入路过程中对患者的严重创伤。机器人辅助置钉技术只要伤椎的置钉路线无重要组织,在理论上能够置钉进去,均符合导航置钉指征。在输入相关信息后,通过规划路线,精确导航方向,术者只需沿着机器人规划导航的方向置钉即可,置钉更准确、更安全。

#### 3.3.2 术后优势

由于机器人辅助技术的微创性,减少了患者术后早期疼痛感受,又由于手术切口小,创伤小,使患者康复速度加快,同时术后换药减少了伤口感染发炎的可能性。俞阳等<sup>[8]</sup>报道术后机器人手术组的住院时间显著少于常规手术组。

应用机器人辅助手术具有微创、手术损伤小,手

术失血量少,手术时间短,术后神经功能损害少,术后康复快,手术并发症少的优点,在强直性脊柱炎骨折患者的置钉应用中具有明显的优势。

综上所述,采用侧卧体位下机器人辅助内固定术治疗强直性脊柱炎合并胸腰椎骨折中,侧卧体位能够减少骨折处张力和骨折进一步移位发生率,减少术中体位摆放时间。而应用机器人技术能够很大程度上增加置钉的准确率,减少术后并发症发生率,同时具有减少患者术中的失血量、缩短整体手术时间、减少术后患者早期疼痛程度的优势,促进患者术后早期康复。

#### 参考文献

- [1] 刘欣,白人骁,李德达,等. 强直性脊柱炎合并胸腰椎骨折的临床分析[J]. 中国骨伤, 2009, 22(7): 488-490.  
LIU X, BAI RX, LI DD, et al. Analysis of the thoracolumbar fracture with ankylosing spondylitis[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2009, 22(7): 488-490. Chinese with abstract in English.
- [2] Kantelhardt SR, Martinez R, Baerwinkel S. Perioperative course and accuracy of screw positioning in conventional, open robotic-guided and percutaneous robotic-guided, pedicle screw placement[J]. Eur Spine J, 2011, 20: 860-868.
- [3] Gertzbein SD, Robbins SE. Accuracy of pedicular screw placement in vivo[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1990, 15(1): 11-14.
- [4] Prieto-Alhambra D, Muñoz-Ortego J, De Vries F, et al. Ankylosing spondylitis confers substantially increased risk of clinical spine fractures; a nationwide case-control study[J]. Osteoporos Int, 2015, 26(1): 85-91.
- [5] 单铎, 廖文胜, 朱忠培, 等. 强直性脊柱炎脊柱骨折的医学特征及治疗方法[J]. 骨科临床与研究杂志, 2017, 2(2): 117-121.  
SHAN D, LIAO WS, ZHU ZP, et al. The medical characteristics and treatment of spinal fracture in ankylosing spondylitis[J]. Gu Ke Lin Chuang Yu Yan Jiu Za Zhi, 2017, 2(2): 117-121. Chinese.
- [6] 顾伟, 顾小萍, 马正良. 侧卧位对强直性脊柱炎患者全麻下纤维支气管镜引导经口气管插管术效果的影响[J]. 中华麻醉学杂志, 2015, 35(8): 990-992.  
GU W, GU XP, MA ZL. Effects of lateral position on fiberoptic bronchoscope-guided orotracheal intubation under general anesthesia in patients with ankylosing spondylitis[J]. Zhonghua Ma Zui Xue Za Zhi, 2015, 35(8): 990-992. Chinese.
- [7] Devito DP, Kaplan L, Dietl R, et al. Clinical acceptance and accuracy assessment of spinal implants guided with Spine Assist surgical robot: retrospective study[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35(24): 2109-2115.
- [8] 俞阳, 胡珏, 唐六一, 等. 机器人辅助手术治疗胸腰椎骨折[J]. 脊柱外科杂志, 2020, 18(4): 222-226.  
YU Y, HU J, TANG LY, et al. Robot assisted surgery for thoracolumbar fracture[J]. Ji Zhu Wai Ke Za Zhi, 2020, 18(4): 222-226. Chinese.

(收稿日期: 2021-05-18 本文编辑: 王宏)