

DOI:10.3724/SP.J.1008.2015.01161

· 论 著 ·

国内首次机器人辅助椎弓根螺钉置入脊柱侧凸矫形手术(附14例报告)

翟 骁[△], 陈自强[△], 杨明园[△], 赵颖川, 倪海键, 朱晓东, 赵 检, 王 飞, 赵云飞, 李 明*

第二军医大学长海医院骨科, 上海 200433

[摘要] **目的** 总结国内首次机器人辅助椎弓根螺钉置入脊柱侧凸矫形手术的经验体会并验证其置钉的准确性。

方法 选择14例脊柱侧凸患者行后路机器人辅助椎弓根螺钉内固定矫形手术。男性6例, 女性8例; 特发性脊柱侧凸12例, 先天性脊柱侧凸2例。术中记录机器人置钉时间、透视次数和注册时间等, 术后采用CT检查螺钉位置。**结果** 共使用机器人置入螺钉148枚, 平均配准次数(移动平台)为(1.7±0.9)次, 平均透视次数为(11.2±7.7)次, 平均配准时间(平台安装+透视配准)为(19.3±6.2)min。从配准完成后, 平均每枚螺钉置钉时间为(2.4±0.9)min。冠状面Cobb角由术前50.1°(40°~63°)矫正至12.8°(2°~28°), 平均矫正率74.9%。术后CT平扫显示, 机器人辅助置钉的准确率为95.3%(141/148)。

结论 Mazor机器人辅助脊柱手术定位精度高、手术安全性好, 将成为未来脊柱外科发展的趋势。

[关键词] 脊柱侧凸; 机器人; 导航; 矫形外科手术

[中图分类号] R 681.53 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2015)11-1161-06

Robot-assisted pedicle screw insertion for scoliosis: first 14 cases in China

ZHAI Xiao[△], CHEN Zi-qiang[△], YANG Ming-yuan[△], ZHAO Ying-chuan, NI Hai-jian, ZHU Xiao-dong, ZHAO Jian, WANG Fei, ZHAO Yun-fei, LI Ming*

Department of Orthopedics, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

[Abstract] **Objective** To report our experience on robot-assisted pedicle screw insertion for scoliosis surgery and to verify the insertion accuracy. **Methods** A total of 14 patients with scoliosis were treated with robot-assisted pedicle screw insertion surgery (6 males and 8 females), including 12 suffering from idiopathic scoliosis and 2 suffering from congenital scoliosis. The time used by the robotic operation, times of X-ray used, and time for the robotic registration were recorded. CT images were used for evaluating the position of screws after the surgery. **Results** A total of 148 screws were inserted by the robot-guided machine. Averagely it took (1.7±0.9) times to set the platform for registration, (11.2±7.7) times for using X-ray per operation, and (19.3±6.2) min for each registration (time needed for setting the platform plus X-ray). After finishing the registration, it took an average of (2.4±0.9) min to insert a screw. The coronal Cobb angle was corrected from 50.1° (40°-63°) before operation to 12.8° (2°-28°) after operation, with a correction rate of 74.9% on average. CT images showed that the accuracy of robot-assisted pedicle screw insertion was 95.3% (141/148). **Conclusion** Mazor robot-guided pedicle screw placement is accurate and safe for scoliosis, and it may be a promising trend in spine surgery.

[Key words] scoliosis; robot; navigation; orthopedic procedures

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2015, 36(11):1161-1166]

脊柱侧凸(scoliosis)是指脊柱的一个或数个节段在冠状面上偏离中线向侧方弯曲, 形成10°以上弧度的脊

柱畸形^[1]。其中, 特发性脊柱侧凸是最为常见的类型, 发病率为1%~3%^[2-3], 好发于儿童和青少年, 可导致

[收稿日期] 2015-08-15 **[接受日期]** 2015-09-23

[基金项目] 国家自然科学基金(81101396), 上海市卫生和计划生育委员会科研课题(12411950800), 上海市科委课题(15ZR1412700), 第二军医大学校级课题(2014QN15)。Supported by National Natural Science Foundation of China (81101396) and Foundation of Shanghai Health and Family Planning Committee (12411950800), Project of Shanghai Science and Technology Committee (15ZR1412700) and Project of Second Military Medical University (2014QN15)。

[作者简介] 翟 骁, 博士生。E-mail: jsjyzx8@qq.com; 陈自强, 主治医师。E-mail: ziqiang_chen81@126.com; 杨明园, 博士生。E-mail: yangmingyuan0330@163.com

[△]共同第一作者 (Co-first authors)。

* 通信作者 (Corresponding author)。Tel: 021-81873387, E-mail: limingchspine@126.com

外观畸形、心理障碍等。由于脊柱侧凸的手术中椎弓根螺钉置入难度大、风险高,螺钉置入的安全性问题成为亟待解决的难题,安全准确的螺钉置入方法成为当前研究的热点。近期,我们在国内首次采用采用机器人(Renaissance Mazor)辅助椎弓根螺钉置入手术治疗了14例脊柱侧凸患者,效果满意,现报告如下。

1 资料和方法

1.1 临床资料 选择2015年7月第二军医大学长海医院骨科收治的14例脊柱侧凸患者,男性6例,女性8例,平均年龄(15.9±2.4)岁。其中,特发性脊柱侧凸12例,先天性脊柱侧凸2例。所有病例均行后路机器人辅助椎弓根螺钉内固定矫形手术,由本科同一组医师经过培训后完成。

1.2 术前准备 术前拍摄站立位脊柱全长正侧位X线片、Bending位X线片、牵引位X线片以及薄层CT(层厚1mm)。根据影像学资料确定融合节段,将薄层CT数据输入Renaissance系统进行术前设计:设置CT图像方向,对每一椎体进行逐一辨识、标记,调整椎弓根扫描层面,设定合适的螺钉长度、直径,并设定理想的进钉点及进钉角度。最后,逐层确认预设螺钉位置,避免椎弓根内壁及下壁骨皮质穿透。

1.3 术中操作 将图像适配器安装在C型臂X线机(西门子 Arcadis Orbic 3D)上,并将C型臂与机

器人主机连接,将体位标识放置在C型臂上,空踩C型臂取得含有标记的图像,旋转调整屏幕,使系统可分辨其左右,移除标记,取得初始校准图像,发送给Renaissance系统。

患者全麻后取俯卧位,卧于Jackson手术床上,双上肢前伸放置于手架上,合理摆放床周围物体尽量避免对C形臂移动机旋转的阻挡,透视区避免金属物体遮挡。取后正中切口,依次切开皮肤、皮下及胸背部筋膜,沿棘突双侧剥离椎旁肌,骨膜下剥离至双侧小关节突及横突,电凝止血。将手术方案导入Renaissance系统。该组所有患者均使用“胸腰椎夹子平台”,首先固定夹子于棘突,安装多功能桥,在多功能桥的远或近端固定1枚克氏针于棘突上,使平台牢固稳定。分别在正位和斜位进行3D Marker透视,将正位和斜位图像传送给Renaissance主机,计算机通过计算,对应术前CT影像学资料,完成对每一个椎体的注册。评估误差率,并对个别钉道进行微调,满意后在计算机提示下开始置钉。Renaissance主机调整机器人姿态,手术医生根据提示连接机器臂及套筒,使用限深电钻建立钉道,探子确认钉道四壁后,丝攻,探子再次确认钉道,拧入螺钉。根据侧弯形态和需固定的节段长度,完成一组置钉后,改变夹子平台位置,再次进行注册,重复以上置钉步骤(手术过程见图1)。

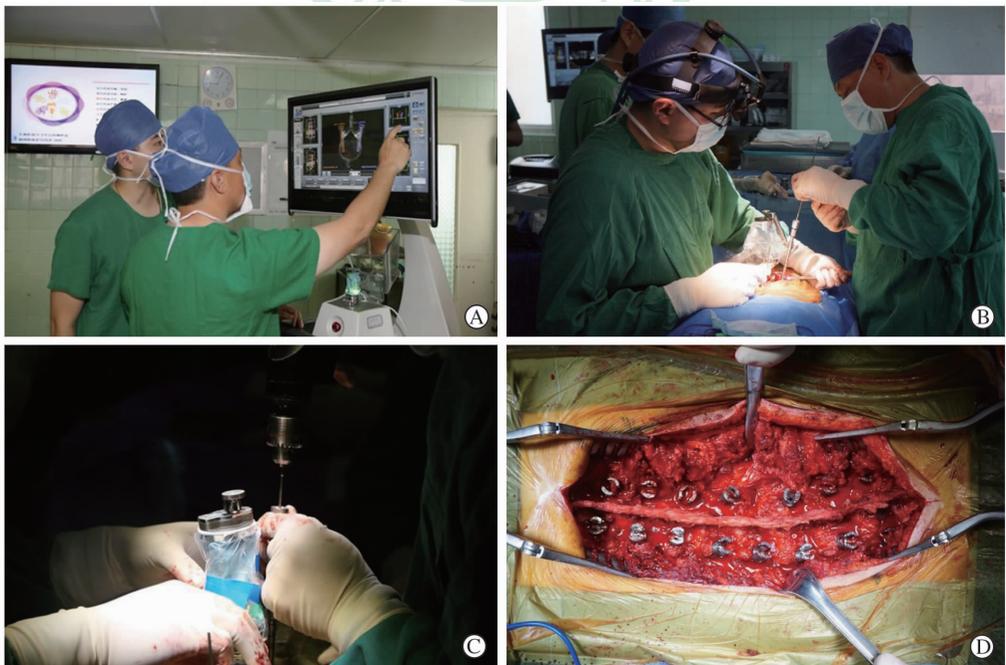


图1 机器人术中操作步骤

Fig 1 Procedure of the robotic surgery

A: Perioperative planning; B, C: Manipulation during operation; D: Placement of screws and rods

置钉完毕后, 咬除棘突, 必要节段行 Ponte 截骨, 双侧置棒矫形。融合节段去皮质, 植入自体骨和同种异体骨, 留置引流管, 逐层关闭切口。

1.4 疗效评估 记录机器人使用时间、置钉时间、透视次数和注册时间、术中出血量、围手术期并发症, 术后 2 周内拍摄站立位脊柱全长正侧位 X 线片, 通过 CT 检查螺钉位置。

根据 CT 评价螺钉位置时, 采用 Abul-Kasim 等^[4-5]提出的新分级系统, 包括内侧皮质穿孔、外侧皮质穿孔、前皮质穿孔、终板穿孔和椎间孔穿孔 5 类。其中, 内、外侧皮质穿孔 1 级考虑为螺钉部分穿孔, 2 级为螺钉全部穿孔。

2 结果

本组病例共置入椎弓根螺钉 230 枚, 其中使用机器人置入螺钉 148 枚, 其余徒手置入; 平均每例患者使用机器人置入螺钉数(10.6±5.3)枚。平均每例机器人使用时间(平台安装+透视配准+螺钉置入)为(58.9±21.8)min, 平均每枚螺钉置钉时间(5.6±2.1)min, 若从配准完成后计算, 平均每枚螺钉置钉时间为(2.4±0.9)min。平均配准次数(移动平台)为(1.7±0.9)次, 平均透射次数为(11.2±7.7)次, 平均每次配准时间(平台安装+透视配准)时间为(19.3±6.2)min。详见表 1。

表 1 14 例机器人辅助椎弓根螺钉置入脊柱侧凸矫形手术资料

Tab 1 Surgical information of 14 patients with scoliosis undergoing robot-assisted pedicle screw insertion

| Case | Age (year) | Diagnosis | Risser sign | Coronal Cobb angle BS(AS) α/(°) | Sagittal Cobb angle BS(AS) α/(°) | | | AVT BS(AS) |
|------|------------|-----------|-------------|---|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------|
| | | | | | T ₅ -T ₁₂ | T ₁₀ -L ₂ | L ₁ -L ₅ | |
| 1 | 18 | CS | 5 | T ₁ -T ₇ :8(6) T ₇ -T ₁₁ :32(14) T ₁₂ -L ₁ :52(24) | 18(21) | 5(5) | 28(33) | 5(2.5) |
| 2 | 17 | AIS | 4 | T ₅ -T ₁₁ :47(7) T ₁₁ -L ₃ :40(3) | 20(26) | 5(7) | 40(45) | 4(1.9) |
| 3 | 17 | AIS | 5 | T ₁ -T ₅ :16(6) T ₅ -T ₁₁ :51(10) T ₁₁ -L ₁ :43(8) | 15(25) | 5(1) | 40(42) | 4(1.6) |
| 4 | 20 | AIS | 5 | T ₁ -T ₄ :25(4) T ₅ -L ₄ :46(12) | 5(20) | 2(4) | 25(45) | 4(2) |
| 5 | 15 | AIS | 3 | T ₁ -T ₆ :17(9) T ₆ -T ₁₀ :35(6) T ₁₀ -L ₁ :49(13) | 24(26) | 4(3) | 42(47) | 4.2(2) |
| 6 | 15 | AIS | 4 | T ₆ -T ₁₁ :20(12) T ₁₁ -L ₃ :50(8) | 20(32) | 2(6) | 50(50) | 5(2) |
| 7 | 20 | AIS | 5 | T ₁ -T ₆ :45(31) T ₆ -T ₁₂ :63(28) T ₁₂ -L ₄ :20(1) | 12(19) | 5(15) | 40(42) | 8(4.5) |
| 8 | 17 | AIS | 4 | T ₄ -T ₁₁ :20(9) T ₁₁ -L ₃ :50(8) | 22(28) | 2(2) | 30(40) | 3.5(2) |
| 9 | 15 | AIS | 1 | T ₅ -T ₁₂ :50(15) T ₁₂ -L ₄ :22(5) | 20(23) | 3(10) | 22(44) | 4(1) |
| 10 | 16 | AIS | 4 | T ₁ -T ₃ :20(12) T ₄ -L ₃ :50(6) L ₁ -L ₄ :30(3) | 2(15) | 2(3) | 40(45) | 4(2) |
| 11 | 15 | CS | 4 | T ₈ -T ₁₁ :15(7) T ₁₁ -L ₃ :40(11) | 22(29) | 15(5) | 40(50) | 5(1) |
| 12 | 12 | AIS | 3 | T ₂ -T ₆ :17(17) T ₆ -T ₁₂ :43(11) T ₁₂ -L ₄ :58(9) | 13(24) | 2(5) | 42(38) | 3(1) |
| 13 | 13 | AIS | 4 | T ₁ -T ₆ :25(15) T ₆ -T ₁₂ :50(18) T ₁₂ -L ₄ :30(7) | 15(19) | 8(8) | 62(60) | 5(2) |
| 14 | 13 | AIS | 2 | T ₁ -T ₅ :45(2) T ₅ -T ₁₀ :39(4) T ₁₀ -L ₁ :24(6) | 11(15) | 5(3) | 32(41) | 3.4(1.2) |

CS: Congenital scoliosis; AIS: Adolescent idiopathic scoliosis; BS: Before surgery; AS: After surgery; AVT: Apical vertebral translation

术中平均出血量(900.0±366.1)mL, 冠状面 Cobb 角由术前 50.1°(40.0°~63.0°)矫正至 12.8°(2.0°~28.0°), 平均矫正率 74.9%; 顶椎偏移由术前(4.4±1.2)cm 矫正至(1.9±0.9)cm, 平均矫正率为 57.8%, 围手术期未发现明显并发症(典型病例如图 2)。术中 1 枚螺钉在置入过程中, 由于套管

位于关节突斜坡处, 电钻使用过程中出现套筒向上移位, 探子探察钉道上壁穿破, 遂改为徒手置入。术后 CT 平扫显示, 机器人辅助置钉的准确率为 95.3%(141/148), 位置不良的螺钉置为 4.7%(7/148), 其中, 1 级内侧皮质穿孔为 1.4%(2/148), 1 级外侧皮质穿孔为 3.4%(5/148)。

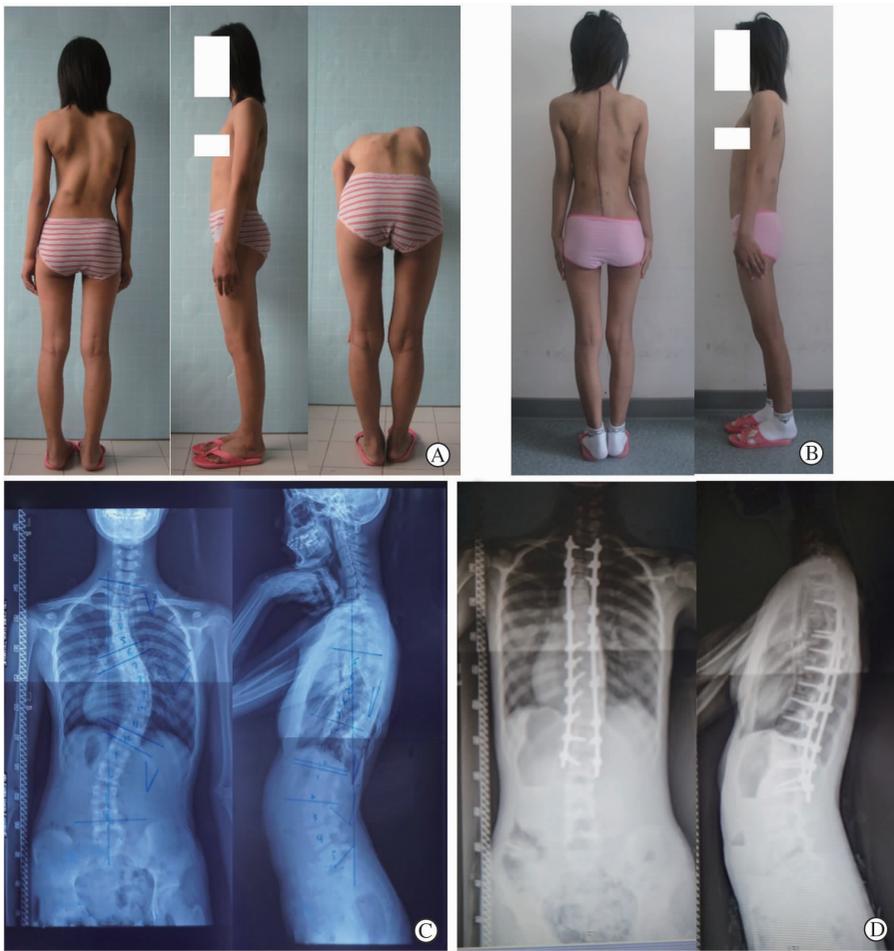


图 2 机器人辅助脊柱侧凸矫形手术典型病例

Fig 2 A typical case of robot-assisted scoliosis surgery

A 13 years old female was diagnosed as adolescent idiopathic scoliosis. A: Preoperative pictures; B: Postoperative pictures; C: The anteroposterior and lateral fluoroscopic images showed that coronal angles were $T_1-T_6: 25^\circ$, $T_6-T_{12}: 50^\circ$, $T_{12}-L_4: 30^\circ$, sagittal angles were $T_5-T_{12}: 15^\circ$, $T_{10}-L_2: 8^\circ$, $L_1-L_5: 62^\circ$, and her Risser sign was 4°; D: After the surgery, her coronal angles were $T_1-T_6: 15^\circ$, $T_6-T_{12}: 18^\circ$, $T_{12}-L_4: 7^\circ$ and sagittal angles $T_5-T_{12}: 19^\circ$, $T_{10}-L_2: 8^\circ$, $L_1-L_5: 60^\circ$

3 讨论

脊柱侧凸是一种复杂的三维畸形,威胁着青少年的身心健康,给社会和家庭造成了沉重的医疗和经济负担^[6]。后路全椎弓根螺钉内固定矫形术是脊柱侧凸矫形手术的最常用术式,然而脊柱侧凸的椎弓根螺钉置入具有极高的难度和风险。文献报道胸椎椎弓根螺钉的误置率高达 6%~54.7%^[7-8]。传统手术建立钉道的过程中,由手术医师根据经验判断椎弓根大致走行方向,凭借手感使用开路锥试探性钻入,此过程中开路锥极易穿出椎弓根皮质,造成周围组织损伤或建立错误钉道,导致螺钉误置。脊柱比邻脊髓、神经根、心、肺以及胸、腹腔大血管,螺钉误置可能导致瘫痪或出血性休克,甚至死亡。因此,螺钉置入的安全性问题成为脊柱外科手术的

瓶颈。

随着信息科学技术的不断发展,各种机器人不断涌现。1992 年,Sautot 等^[9]最先将机器人辅助系统运用于脊柱外科手术。目前,国际上较为领先的是 SpineAssist/Renaissance 机器人引导系统,该系统是由以色列 Mazor 公司在 Technion 开发的 MARS(miniAture robot for surgical procedures)系统基础上发展起来的,也是目前唯一被欧洲 CE (Communate Europene) 和美国 FDA (Food and Drug Administration) 认证并运用于临床的脊柱机器人引导系统。其底座直径 5 cm,高 8 cm,质量约 250 g,具有 6 个自由度,可通过棘突夹固定到棘突上,并通过 Hover-T 框架与脊柱固定^[10]。在此基础上,Mazor 公司研发了第 2 代 Renaissance 引导系统,优化了软件系统,并且可通过普通的 C 臂透视获

得 3D 图像,可用于脊柱侧弯等操作。

通过对该组患者手术的实施,我们认为机器人系统有以下优点:(1)准确性好,精确度高,与传统徒手置入椎弓根螺钉有较明显的优势。Kantelhardt 等^[11]报道了 55 例患者进行机器人引导椎弓根螺钉内固定术,共置入 250 枚螺钉,准确率为 94.5%,而作为对比,传统方法准确率为 91.5%;同时机器人辅助手术有效减少了术中 X 线透视的时间。Hu 等^[12]使用机器人为 95 例患者进行脊柱畸形手术,共置入 960 枚螺钉,其中有 949 枚(98.9%)成功置入。美国 FDA 批准机器人手术系统误差需要小于 4 mm,Renaissance 系统精确度,可以达到 1 mm 左右。(2)手术过程稳定,操作轻松。由于脊柱外科手术风险高,传统徒手方法花费时间较长,术者精神紧张,容易疲劳,而机器人手术使用机械臂操作,省力稳定,术者不易疲劳。(3)容易掌握,可缩短低年资医师学习曲线。徒手置钉需要长期的经验积累,学习曲线较长,脊柱机器人手术由于螺钉位置不良、椎弓根爆裂骨折、血管损伤、硬膜损伤和神经损伤等并发症较少,低年资医师容易学习。Hu 等^[13]报道,使用机器人手术例数超过 30 例时,置钉准确率就可达 90%以上,失误率为 0~0.8%。而传统手术置钉失误率和并发症发生率较高,这也是限制年轻医师主刀脊柱手术的重要原因。

在本组患者的手术过程中,我们也有一些经验体会。(1)在机器人操作和透视的视野中需减少不必要物体的遮挡,任何不透光或半透光的物体都会造成椎体注册困难,导致注册误差加大,计算过程延长,或注册失败。(2)对脊柱侧凸患者进行手术,应采用“胸腰椎夹子平台”进行操作,因为其他平台采用的是较长且直的导轨,无法适应脊柱的弯曲,会造成偏离脊柱较远,机器人无法置钉的情况。使用“胸腰椎夹子平台”应先观察侧凸形态,分段注册,应尽量将夹子固定在一段相对平直的脊柱上。(3)术前设计时应尽量避免外倾角度过大,否则会因软组织遮挡造成软组织张力过高,从而导致通道位置移位,通道角度过大,可能使机器臂无法达到相应角度。进钉点的选择应尽量选择较为平坦的位置,避免选择关节突的斜坡,否则容易造成钉道的移位。本组术中 1 例患者就是因为这种情况造成钉道建立失败。遇到上述情况,可预先使用咬骨钳或磨钻对

关节突斜面进行处理,或在切口暴露完成后对所有关节突先进行处理,将关节突磨平,以缩短手术时间。(4)9 孔 C 型臂 X 线机为目前骨科手术中常用的透视仪器,由于每次透视节段一般包括 4~5 个节段,长节段脊柱侧弯手术需要多次注册,较为费时。我们的经验是培训操作熟练的技师,术中使用 C 型臂无菌保护套,便于目测调整 C 型臂透视角度与 3D Marker 板平行,另外在进行正位与斜位切换时,只沿 C 型臂方向轴向转动 C 型臂,而不进行其他空间旋转和移动,或根据透视结果微调即可,这样可减少透视次数缩短透视时间。(5)由于术中机器人手术耗时较长,考虑患者手术麻醉安全和出血风险,我们选择较难置钉的位置使用机器人辅助置钉,有把握的位置选择徒手置钉。

机器人系统仍存在不足和缺点:(1)价格昂贵。目前该引导系统每台约 100 万美元,并且每例患者术中使用的耗材在人民币 8 000 元左右,价格昂贵难以普及^[14]。(2)机器人目前只能完成钉道引导,无法自动置钉。由于骨科手术对机械臂材料硬度和扭曲度要求较高,自动置钉技术有待进一步研发。(3)需要定期维修与保养。该系统主要操作平台精度高,每次手术前需要预热和校正,并且不耐磨损,需要定期保养和维修。

总之,Mazor Renaissance 机器人辅助脊柱手术是目前国际先进的技术。通过术前设计优化置钉方案、术中配准、机械臂辅助建立钉道的过程,具有定位精度高、手术安全性好的优点,可降低术中神经、血管及内脏损伤等并发症的发生,将成为未来脊柱外科发展的趋势。

[参考文献]

- [1] Baroni M P, Sanchis G J, de Assis S J, dos Santos R G, Pereira S A, Sousa K G, et al. Factors associated with scoliosis in schoolchildren: a cross-sectional population-based study[J]. J Epidemiol, 2015, 25: 212-220.
- [2] Bai Y S, Zhang Y, Chen Z Q, Wang C F, Zhao Y C, Shi Z C, et al. Learning curve of computer-assisted navigation system in spine surgery[J]. Chin Med J, 2010, 123: 2989-2994.
- [3] Chen Z Q, Wang C F, Bai Y S, Zhu X D, Yang C W, Xie Y, et al. Using precisely controlled bidirectional

orthopedic forces to assess flexibility in adolescent idiopathic scoliosis: comparisons between push-traction film, supine side bending, suspension, and fulcrum bending film[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2011, 36: 1679-1684.

[4] Abul-Kasim K, Strömbeck A, Ohlin A, Maly P, Sundgren P C. Reliability of low-radiation dose CT in the assessment of screw placement after posterior scoliosis surgery, evaluated with a new grading system [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34:941-948.

[5] Abul-Kasim K, Ohlin A, Strömbeck A, Maly P, Sundgren P C. Radiological and clinical outcome of screw placement in adolescent idiopathic scoliosis: evaluation with low-dose computed tomography [J]. Eur Spine J, 2010, 19:96-104.

[6] Bao H, Zhu F, Wang F, Liu Z, Bao M H, He S, et al. Scoliosis related information on the internet in China: can patients benefit from this information? [J]. PLoS One, 2015, 10: e0118289.

[7] Belmont P J Jr, Klemme W R, Dhawan A, Polly D W Jr. *In vivo* accuracy of thoracic pedicle screws [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26:2340-2346.

[8] Liljenqvist U R, Halm H F, Link T M. Pedicle screw instrumentation of the thoracic spine in idiopathic scoliosis [J]. Spine, 1997, 22:2239-2245.

[9] Sautot P, Cinquin P, Lavalée S, Troccaz J. Computer

assisted spine surgery: a first step toward clinical application in orthopaedics: Proceedings of the 14th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Paris, October 29-November 1, 1992[C]. New York: IEEE, 1992.

[10] 田伟, 范明星, 刘亚军. 脊柱导航辅助机器人技术的现状及远期展望[J]. 北京生物医学工程, 2014, 33:527-531, 544.

[11] Kantelhardt S R, Martinez R, Baerwinkel S, Burger R, Giese A, Rohde V. 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.

[12] Hu X, Ohnmeiss D D, Lieberman I H. Robotic-assisted pedicle screw placement: lessons learned from the first 102 patients [J]. Eur Spine J, 2013, 22:661-666.

[13] Hu X, Lieberman I H. What is the learning curve for robotic-assisted pedicle screw placement in spine surgery? [J]. Clin Orthop Relat Res, 2014, 472:1839-1844.

[14] 褚晓东, 张华. 机器人系统在脊柱外科的应用[J]. 医学综述, 2014, 20:1448-1450.

[本文编辑] 孙岩

· 消 息 ·

第二军医大学 *Science* 科研论文获评中国百篇最具影响国际学术论文

我校曹雪涛院士研究团队发表在国际顶级综合类学术期刊 *Science* 上的论文被评为 2014 年度中国百篇最具影响国际学术论文。该论文以第二军医大学基础部免疫学教研室为第一作者单位和第一通信单位,第一作者为我校基础部免疫学教研室王品副教授,通信作者为曹雪涛院士。

中国百篇最具影响国际学术论文是由中国科学技术信息研究所对中国本土发表的科研论文的国际影响力的客观综合评价,相比期刊影响因子更能准确反映科研论文的国际学术地位。本次我校入选的这篇 *Science* 论文也是 2014 年度全军唯一一篇入选的中国百篇最具影响国际学术论文。

Wang P, Xue Y, Han Y, Lin L, Wu C, Xu S, et al. The STAT3-binding long noncoding RNA lnc-DC controls human dendritic cell differentiation[J]. Science, 2014, 344:310-313.