

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.10.014
文章编号: 1005-8982 (2024) 10-0084-06

临床研究·论著

C型臂与G型臂激光定位透视对无神经症状腰椎骨折经皮椎弓根螺钉置入的有效性和安全性比较*

樊格林¹, 武冰², 聂志红¹, 张健¹, 贾胜贤³

(邢台市人民医院 1. 脊柱骨一科, 2. 肝病科, 3. CTMR科, 河北 邢台 054001)

摘要: **目的** 探讨C型臂与G型臂激光定位透视对无神经症状的腰椎骨折经皮椎弓根螺钉置入的有效性和安全性。**方法** 选取2020年9月—2022年10月邢台市人民医院收治的96例无神经症状的腰椎骨折患者, 以随机数字表法分为研究组和对照组, 每组48例。研究组给予G型臂激光定位透视下经皮椎弓根螺钉置入, 对照组给予C型臂激光定位透视下经皮椎弓根螺钉置入。术后随访6个月, 对比两组手术及透视情况、疼痛、腰椎功能、腰椎解剖学参数情况, 统计两组并发症发生情况。**结果** 研究组术中出血量少于对照组, 手术时间、辐射曝光时间、透视操作时间短于对照组, 辐射曝光次数少于对照组($P < 0.05$)。研究组透视精准率高于对照组($P < 0.05$)。研究组螺钉植入准确度等级高于对照组($P < 0.05$)。两组术前、术后1 d、术后3 d、术后1个月VAS评分比较, 经重复测量设计的方差分析, 结果: ①不同时间点VAS评分比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$); ②两组VAS评分比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$); ③两组VAS评分变化趋势比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组术前、术后6个月的JOA评分、ODI差值比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。两组术前、术后6个月的伤椎前后缘高度比差值、后凸Cobb角差值、外旋活动度差值比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。两组并发症总发生率比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 无神经症状的腰椎骨折患者C型臂与G型臂激光定位透视下行经皮椎弓根螺钉置入均可获得满意疗效, 但G型臂激光定位透视可减少透视次数, 缩短手术时间, 且透视精准率、螺钉植入准确度更高。

关键词: 腰椎骨折; 经皮椎弓根螺钉置入; G型臂透视; C型臂透视; 效果
中图分类号: R683.2 **文献标识码:** A

Comparison of the efficacy and safety of laser-guided C-arm versus G-arm fluoroscopy for percutaneous pedicle screw placement in patients with lumbar fracture without neurological symptoms*

Fan Ge-lin¹, Wu Bing², Nie Zhi-hong¹, Zhang Jian¹, Jia Sheng-xian³

(1. Department of Spine Surgery, 2. Department of Hepatology, 3. Department of CTMR, Xingtai People's Hospital, Xingtai, Hebei 054001, China)

Abstract: Objective To explore the efficacy and safety of laser-guided C-arm and G-arm fluoroscopy for percutaneous pedicle screw placement in patients with lumbar fracture without neurological symptoms. **Methods** Ninety-six patients with lumbar fracture without neurological symptoms admitted to our hospital from September 2020 to October 2022 were selected and divided into the study group and the control group by random number table method, with 48 cases in each group. The study group was treated with percutaneous pedicle screw placement under laser-guided G-arm fluoroscopy, and the control group under laser-guided C-arm fluoroscopy. Postoperative follow-

收稿日期: 2023-06-23

* 基金项目: 河北省科技计划项目(No:20377712D)

[通信作者] 聂志红, E-mail: 18803198966@163.com; Tel: 18803198966

up was conducted for a duration of 6 months. The indicators related to surgery and fluoroscopy, pain, lumbar function and lumbar anatomical parameters were compared between the two groups, and the incidence of complications was recorded. **Results** Compared with the control group, the operative duration was shorter, intraoperative blood loss and the frequency of radiation exposure were lower, and the duration of radiation exposure and the fluoroscopy duration were shorter in the study group ($P < 0.05$). The accuracy of fluoroscopy in the study group was higher than that in the control group ($P < 0.05$). The accuracy of screw implantation in the study group was higher than that in the control group ($P < 0.05$). Comparison of Visual Analogue Scale (VAS) scores between the two groups before surgery, 1 day after surgery, 3 days after surgery and 1 month after surgery via repeated measures analysis of variance showed that there were differences in VAS scores among time points ($P < 0.05$), no difference in VAS scores between the two groups ($P > 0.05$), and no difference in the change trends of VAS scores between the two groups ($P > 0.05$). The differences of the Japanese Orthopaedic Association (JOA) score and Oswestry Disability Index (ODI) before and 6 months after surgery were not significantly different between the two groups ($P > 0.05$). The differences of the anterior/posterior vertebral height ratio, Cobb Angle and range of motion for external rotation before and 6 months after surgery were also not significantly different between the two groups ($P > 0.05$). There was no significant difference in the overall incidence of complications between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** Satisfactory therapeutic effects could be achieved in patients with lumbar fracture without neurological symptoms by percutaneous pedicle screw placement under laser-guided C-arm or G-arm fluoroscopy, but laser-guided G-arm fluoroscopy may reduce the frequency of fluoroscopy and shorten the operative duration with higher accuracy of fluoroscopy and screw implantation.

Keywords: lumbar fracture; percutaneous pedicle screw placement; G-arm fluoroscopy; C-arm fluoroscopy; efficacy

腰椎骨折是脊柱骨折常见类型,可造成疼痛、脊柱畸形、神经功能缺损,甚至残疾等不良事件^[1]。无神经症状的腰椎骨折可通过手术恢复脊柱功能,降低创伤后畸形和继发畸形风险^[2]。经皮椎弓根螺钉置入是临床治疗无神经症状的腰椎骨折的有效方案之一,该手术创伤小、患者术后恢复快、安全性高^[3-4]。经皮椎弓根螺钉置入过程需在传统 C 型臂 X 射线透视下进行,临床中为获取准确透视位置及视野,通常需反复调整 C 型臂激光定位 X 射线透视机位置及角度,多次曝光,使医师与患者过多暴露在 X 射线辐射中。国内外学者为减少不必要的 X 射线辐射暴露,探索出多种导航技术减少术中透视次数,但因设备价格高昂、技术要求高等原因临床推广受限^[5-6]。G 型臂 X 射线透视机可双影像显示,可同时显示正、侧位像,在其辅助透视引导下可降低椎弓根螺钉置入难度^[7]。笔者通过对比 C 型臂与 G 型臂定位透视下无神经症状的腰椎骨折经皮椎弓根螺钉置入效果及安全性,为临床选择合适医疗器械提供数据支持。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2020 年 9 月—2022 年 10 月邢台市人民医

院收治的 96 例无神经症状的腰椎骨折患者,以随机数字表法分为研究组和对照组,每组 48 例。纳入标准:①影像学明确诊断腰椎骨折;②受伤前腰椎功能正常;③单节段腰椎骨折;④无脊髓及神经症状;⑤年龄 > 18 岁;⑥伤后 2 周内的新鲜骨折;⑦对本研究知情同意。排除标准:①不耐受手术;②伴凝血功能、重要脏器功能障碍;③医患沟通障碍;④骨折节段发育畸形、椎体后壁骨折块移位侵占椎管 > 50%,脊髓受压明显;⑤合并严重骨质疏松、代谢性骨病、严重软组织损伤;⑥伴脊柱外伤史、手术史;⑦哺乳、妊娠及自然失访。两组性别构成、年龄、体质指数、受伤至手术时间、骨折节段构成、受伤原因、AO 分型构成比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)(见表 1)。本研究经医院伦理委员会审批。

1.2 方法

研究组给予 G 型臂 X 射线机(D-Vision 90201 型,西安西姆医疗器械有限公司)激光定位透视。患者取俯卧位,常规全身麻醉,X 射线机移至床旁,透视患者胸腰段正侧位像,调整 X 射线机得到标准正侧位透视图像,并标注地面位置,记录水平位、矢状位旋转角、机臂高度。

对照组使用 C 型臂 X 射线机(ARCADIS Orbic 型,德国西门子公司)激光定位透视,与研究组 G 型

表1 两组临床资料比较 (n=48)

组别	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	体质量指数/($\text{kg}/\text{m}^2, \bar{x} \pm s$)	受伤至手术时间/(d, $\bar{x} \pm s$)	骨折节段/例		受伤原因/例				AO分型/例		
					L1	L2	交通事故	高空坠落	摔伤	重物砸伤	A1	A2	A3
对照组	29/19	40.25 ± 6.83	23.15 ± 1.93	4.23 ± 0.68	23	25	31	3	9	5	2	10	36
研究组	26/22	41.39 ± 6.37	23.49 ± 1.86	4.46 ± 0.57	27	21	34	4	7	3	3	12	33
χ^2/t 值	0.383	0.846	0.879	1.796	0.668		1.031				0.512		
P值	0.536	0.400	0.382	0.076	0.414		0.794				0.774		

臂激光定位透视方法相同。

两组给予经皮椎弓根螺钉置入。患者取俯卧位,常规全身麻醉,X射线机(研究组使用G型臂X射线机,对照组使用C型臂X射线机)透视下标记伤椎(L1、L2)位置拟植钉的椎弓根体表投影位置,常规消毒铺巾后穿刺定位,于拟置螺钉节段定位穿刺前调整X射线机头尾侧投射方向,使G型臂/C型臂X射线机与置螺钉节段椎弓根矢状位垂直,在椎弓根投影向外1 cm处置入穿刺针,透视下调整合适穿刺位置,在穿刺针尖显影在椎弓根2点钟、10点钟位置时穿刺,正侧位X射线机透视下调整穿刺针方向,穿刺针尖至椎弓根体表投影位置内缘时进行侧位透视,穿刺针尖至椎体前1/3位置时停止进针,沿着穿刺针套置入导丝,退出穿刺针套,用扩张套筒扩张,并借助椎弓根内导丝拧入椎弓根螺钉,透视满意后安装固定棒,拧入固定螺帽。

1.3 观察指标

1.3.1 手术及透视情况 统计两组辐射曝光次数、辐射曝光时间、透视操作时间、手术时间、术中出血量。

1.3.2 透视精准率 统计两组透视精准率,透视精准率=X射线机准确定位时有效曝光次数/曝光总次数 $\times 100\%$ 。

1.3.3 螺钉植入准确度 术后观察椎弓根螺钉位置评价其植入准确度,0级(精确植钉):螺钉完全位于椎弓根内,1级(可接受植钉):螺钉侵犯皮质 $< 2 \text{ mm}$;2级(不良植钉):螺钉侵犯皮质 $2 \sim 4 \text{ mm}$,3级(不良植钉):螺钉侵犯皮质 $> 4 \text{ mm}$ ^[8]。对照组共植入169枚椎弓根螺钉,观察组植入163枚椎弓根螺钉。

1.3.4 疼痛评价 患者静息时用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)^[9]评估其术前、术后1 d、术后3 d、术后1个月疼痛感受,满分10分,评分越高表示疼痛越剧烈。

1.3.5 腰椎功能 患者术前、术后6个月用日本骨科协会(Japanese orthopaedic association, JOA)^[10]、Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)^[11]评估其腰椎功能,JOA满分0~29分,JOA分数越低表示腰椎功能障碍越明显,ODI越接近100%表示腰椎功能障碍越严重。

1.3.6 腰椎解剖学参数 患者术前、术后6个月行X射线检查,测定伤椎前后缘高度比、后凸Cobb角(侧位X射线伤椎上下终板垂线交角),伤椎前缘(或后缘)高度比=伤椎前缘(或后缘)高度/[(伤椎上位+下位)椎体高度/2] $\times 100\%$ 。

1.3.7 安全性 统计患者自治疗起随访6个月期间出现的感染、螺钉松动或断裂、神经血管损伤、腰椎关节疼痛、腰椎活动受限等情况。

1.4 统计学方法

数据分析采用SPSS 18.0统计软件。计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用 t 检验或重复测量设计的方差分析;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验。等级资料以等级表示,比较用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组手术及透视情况

两组手术时间、术中出血量、辐射曝光次数、辐射曝光时间、透视操作时间比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),研究组术中出血量少于对照组,手术时间、辐射曝光时间、透视操作时间短于对照组,辐射曝光次数少于对照组。见表2。

2.2 两组透视精准率比较

对照组曝光总次数为661次,有效曝光348次,透视精准率为52.65%;研究组曝光总次数为514次,有效曝光356次,透视精准率为69.26%。两组透视精准率比较,差异有统计学意义($\chi^2 = 33.229, P =$

表 2 两组手术及透视情况 ($n=48, \bar{x} \pm s$)

组别	手术时间/min	术中出血量/mL	辐射曝光次数	辐射曝光时间/s	透视操作时间/min
对照组	80.69 ± 15.87	42.05 ± 5.36	14.12 ± 2.82	5.71 ± 1.13	31.04 ± 5.27
研究组	70.04 ± 12.15	38.26 ± 4.07	11.53 ± 2.01	4.49 ± 0.85	20.36 ± 3.12
<i>t</i> 值	3.692	3.902	5.182	5.973	12.082
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

0.000), 研究组高于对照组。

2.3 两组螺钉植入准确度比较

两组螺钉植入准确度比较, 差异有统计学意义 ($Z=4.301, P=0.000$)。研究组螺钉植入准确度等级高于对照组。见表 3。

表 3 两组螺钉植入准确度比较 枚 (%)

组别	n	0级	1级	2级	3级
对照组	169	127(75.15)	39(23.08)	2(1.18)	1(0.59)
研究组	163	151(92.64)	11(6.75)	1(0.61)	0(0.00)

2.4 两组不同时间点 VAS 评分比较

两组术前、术后 1 d、术后 3 d、术后 1 个月 VAS 评分比较, 经重复测量设计的方差分析, 结果: ①不同时间点 VAS 评分比较, 差异有统计学意义 ($F=11.847, P=0.000$); ②两组 VAS 评分比较, 差异无统计学意义 ($F=0.150, P=0.861$); ③两组 VAS 评分变化趋势比较, 差异无统计学意义 ($F=2.686, P=0.072$)。见表 4。

表 4 两组不同时间点 VAS 评分比较 ($n=48, \bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后 1 d	术后 3 d	术后 1 个月
对照组	5.47 ± 0.82	3.52 ± 0.45	3.01 ± 0.36	1.42 ± 0.21
研究组	5.32 ± 0.85	3.61 ± 0.47	2.92 ± 0.41	1.39 ± 0.18

2.5 两组手术前后 JOA 评分、ODI 的变化

两组术前、术后 6 个月的 JOA 评分、ODI 差值比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 5。

2.6 两组治疗前后腰椎解剖学参数的变化

两组术前、术后 6 个月的伤椎前后缘高度比差值、后凸 Cobb 角差值、外旋活动度差值比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 6。

2.7 并发症情况

研究组有 1 例 (2.08%) 感染; 对照组有 2 例

表 5 两组手术前后 JOA 评分、ODI 的差值比较

($n=48, \bar{x} \pm s$)

组别	JOA 评分差值	ODI 差值
对照组	10.89 ± 1.62	22.98 ± 3.54
研究组	11.46 ± 1.53	24.07 ± 3.39
<i>t</i> 值	1.772	1.541
<i>P</i> 值	0.080	0.127

表 6 两组治疗前后腰椎解剖学参数的差值比较

($n=48, \bar{x} \pm s$)

组别	伤椎前缘高度比差值/%	伤椎后缘高度比差值/%	后凸 Cobb 角差值/(°)
对照组	33.05 ± 5.12	17.46 ± 2.31	13.83 ± 1.65
研究组	34.69 ± 4.74	18.01 ± 2.29	14.18 ± 1.42
<i>t</i> 值	1.628	1.171	1.114
<i>P</i> 值	0.107	0.244	0.268

(4.17%) 感染、1 例 (2.08%) 腰椎活动轻度受限。两组并发症总发生率比较, 差异无统计学意义 ($\chi^2=0.261, P=0.610$)。

2.8 典型病例

研究组女性患者, 65 岁, 摔伤致腰部疼痛, 活动受限 5 h 入院, MRI 显示 L2 椎体压缩性骨折, 查体无神经症状 (见图 1A); 患者术前 CT 平扫, 骨折椎体未侵犯椎管 (见图 1B); 术中 G 型臂激光定位透视下经皮内固定螺钉 (见图 1C、D); 术后复查显示内置物位置良好, 骨折复位满意 (见图 1E)。

对照组男性患者, 62 岁, 摔伤致腰部疼痛, 活动受限 4 h 入院, X 射线检查显示 L1 椎体压缩性骨折, 查体无神经症状 (见图 2A); 患者术前 MRI 检查显示骨折椎体未侵犯椎管 (见图 2B); 术中 C 型臂定位透视下置入导丝、螺钉 (见图 2C、D); 术后复查显示内置物位置良好, 骨折复位满意 (见图 2E)。

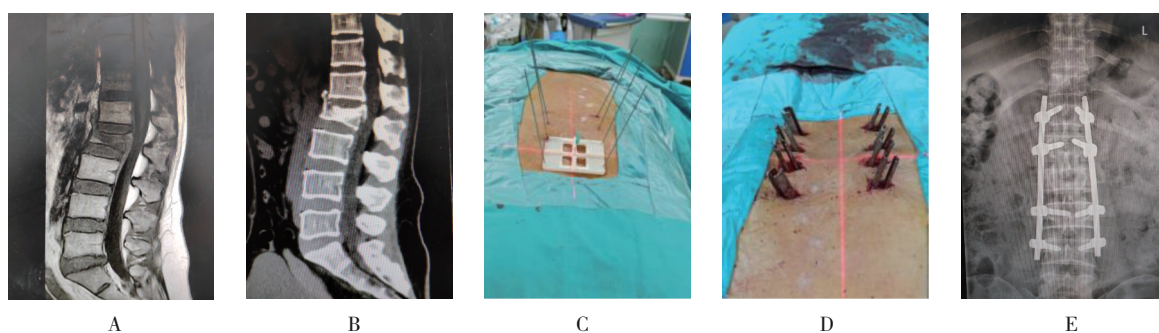


图1 研究组患者骨折复位影像学图片

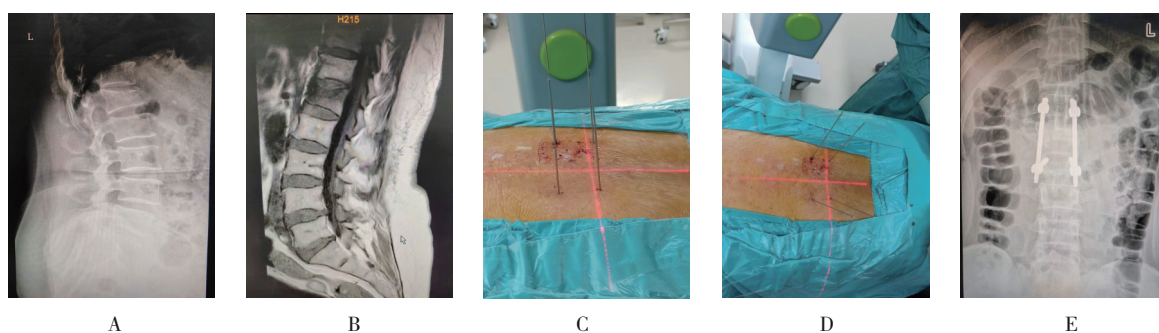


图2 对照组患者骨折复位影像学图片

3 讨论

无神经症状的腰椎骨折通常无需减压,治疗目标是恢复患者骨折椎体高度及脊柱稳定性,降低并发症发生风险,因此对于无需减压的无神经症状的腰椎骨折,创伤小、便捷、有效的手术方案较为适宜,透视下经皮椎弓根螺钉置入则是一种合适的选择^[12-13]。为确保经皮椎弓根螺钉置入顺利完成,术中常需反复开展透视监测,不仅延长手术时间,也增加了术中透视次数及暴露时间。常规C型臂激光定位透视仅可显示单一层次方位图像,需多次调整机位,进而增加曝光次数,受到过多辐射^[14]。在保障治疗效果的前提下,如何精确定位无神经症状腰椎骨折患者经皮椎弓根螺钉置入部位,尽可能减少透视次数成为临床急需解决的问题。

本研究结果显示,研究组术中出血量少于对照组,手术时间、辐射曝光时间、透视操作时间短于对照组,辐射曝光次数少于对照组。说明与C型臂激光定位透视相比,G型臂激光定位透视下行经皮椎弓根螺钉置入治疗无神经症状腰椎骨折可减少透视次数,缩短手术时间,减少术中出血量。手术开始前调动G型臂X射线机,记录其形态、方位,术中可依据记录摆放X射线机,达到一次性透视成功,减

少透视次数、辐射曝光次数,缩短手术时间。林伟鹏等^[7]研究显示,激光定位G臂透视用于胸腰椎椎弓根置钉术中的透视精准率高于C型臂。闫美荣等^[15]研究显示,应用G臂辅助股骨粗隆间骨折手术,透视时间、透视次数、术中出血量、手术所需时间均少于C臂辅助。

本研究结果发现,研究组透视精准率、螺钉植入准确度等级均高于对照组,提示与C型臂激光定位透视相比,G型臂激光定位透视下行经皮椎弓根螺钉置入治疗无神经症状腰椎骨折可提高透视精准率及螺钉植入准确度。G型臂X射线机有两套影像系统,可同时显示正、侧位影像,便于观察术点正侧位,术中无需调整X射线机即可显示图像信息,避免重复辐射暴露;G型臂X射线机中的双相激光定位系统邻近球管装置,可发出红色激光标记线,便于医师判断透视目标视野中心,增加透视精准性,引导医师精准操作,且无需依靠经验选择椎弓根螺钉置入角度,从而提高了螺钉植入准确度。李炳文等^[16]研究显示,G型臂X射线机透视引导下定位腰椎退行性疾病的责任节段安全性、可靠性较高。两组VAS评分无差异,两组术前、术后6个月的JOA评分、ODI差值、伤椎前后缘高度比、后凸Cobb角差值、外旋活动度差值比较无差异,提示C型臂、G型

臂激光定位透视下无神经症状腰椎骨折患者经皮椎弓根螺钉置入效果相近, 均可获得满意治疗效果。研究组有 1 例感染, 对照组有 2 例感染、1 例腰椎活动轻度受限, 两组治疗方案安全性良好, 均无严重并发症发生。HIYAMA 等^[17]研究也指出经皮椎弓根螺钉内固定术安全性较高。张贺星等^[18]回顾性分析了 56 例行经皮椎弓根螺钉内固定术治疗的胸腰椎骨折患者的临床资料, 指出经皮椎弓根螺钉内固定术安全性较高。

综上所述, 无神经症状的腰椎骨折患者 C 型臂与 G 型臂激光定位透视下行经皮椎弓根螺钉置入均可获得满意治疗效果, 但 G 型臂激光定位透视可减少透视次数, 缩短手术时间, 且透视精准率、螺钉植入准确度更高。后期可开展大样本量研究佐证本研究结论。

参 考 文 献 :

- [1] KWEH B T S, TAN T, LEE H Q, et al. Implant removal versus implant retention following posterior surgical stabilization of thoracolumbar burst fractures: a systematic review and Meta-Analysis[J]. *Global Spine J*, 2022, 12(4): 700-718.
- [2] ALWAY P, PEIRCE N, JOHNSON W, et al. Activity specific areal bone mineral density is reduced in athletes with stress fracture and requires profound recovery time: a study of lumbar stress fracture in elite cricket fast bowlers[J]. *J Sci Med Sport*, 2022, 25(10): 828-833.
- [3] PIETRO S, CHATTERJEA A, INGE J, et al. Percutaneous thoraco-lumbar-sacral pedicle screw placement accuracy results from a multi-center, prospective clinical study using a skin marker-based optical navigation system[J]. *Eur Spine J*, 2022, 31(11): 3098-3108.
- [4] 张弘来, 陈霄雷, 高飞. 微创经皮椎弓根钉联合切口通道减压术治疗胸腰椎爆裂性骨折的疗效与安全性研究[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(5): 91-96.
- [5] 格日勒, 杨鹏, 刘鑫, 等. 无神经症状的胸腰椎骨折中 O 型臂导航下与传统经皮椎弓根置钉效果比较[J]. *中华医学杂志*, 2020, 100(39): 3099-3103.
- [6] YAO Y W, JIANG X, WEI T J, et al. A real-time 3D electromagnetic navigation system for percutaneous pedicle screw fixation in traumatic thoraco-lumbar fractures: implications for efficiency, fluoroscopic time, and accuracy compared with those of conventional fluoroscopic guidance[J]. *Eur Spine J*, 2022, 31(1): 46-55.
- [7] 林伟鹏, 叶劲, 邹仲兵, 等. 激光定位 G 臂透视减少胸腰椎椎弓根置钉术中辐射暴露[J]. *中华生物医学工程杂志*, 2021, 27(4):

426-429.

- [8] NEO M, SAKAMOTO T, FUJIBAYASHI S, et al. The clinical risk of vertebral artery injury from cervical pedicle screws inserted in degenerative vertebrae[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30(24): 2800-2805.
- [9] MACHADO L, THOMPSON L M, BRETT C H R. Visual analogue mood scale scores in healthy young versus older adults[J]. *Int Psychogeriatr*, 2019, 31(3): 417-424.
- [10] ANDO W, SAKAI T, FUKUSHIMA W, et al. Japanese Orthopaedic Association 2019 guidelines for osteonecrosis of the femoral head[J]. *J Orthop Sci*, 2021, 26(1): 46-68.
- [11] TANG X D, SCHALET B D, HUNG M, et al. Linking Oswestry disability index to the PROMIS pain interference CAT with equipercentile methods[J]. *Spine J*, 2021, 21(7): 1185-1192.
- [12] BODON G, DEGREIF J. Fluoroscopy-based percutaneous posterior screw placement in the lateral position using the tunnel view technique: technical note[J]. *Eur Spine J*, 2022, 31(9): 2204-2211.
- [13] TANI Y, SAITO T, TANIGUCHI S, et al. A new technique useful for lumbosacral percutaneous pedicle screw placement without fluoroscopy or computer-aided navigation systems[J]. *J Orthop Sci*, 2022, 27(6): 1190-1196.
- [14] LUO Y M, MA Y L, O' BRIEN H, et al. Edge-enhancement denoising for X-ray fluoroscopy image denoising in cardiac electrophysiology procedures[J]. *Med Phys*, 2022, 49(2): 1262-1275.
- [15] 闫美荣, 郭迎秋, 向黎. G/C 型臂 X 射线机在股骨粗隆间骨折手术中的疗效对比[J]. *现代科学仪器*, 2022, 39(2): 129-133.
- [16] 李炳文, 肖莉莉, 陈志达, 等. G 型臂 X 线机引导下选择性神经阻滞术在腰椎退行性疾病中的定位、诊断价值[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2021, 36(11): 1175-1177.
- [17] HIYAMA A, KATOH H, SAKAI D, et al. Accuracy of percutaneous pedicle screw placement after single-position versus dual-position insertion for lateral interbody fusion and pedicle screw fixation using fluoroscopy[J]. *Asian Spine J*, 2022, 16(1): 20-27.
- [18] 张贺星, 张奕, 丁凡. 微创经皮椎弓根螺钉内固定联合伤椎植骨与单纯经皮内固定治疗胸腰椎骨折的疗效比较研究[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23(10): 906-910.

(李科 编辑)

本文引用格式: 樊格林, 武冰, 聂志红, 等. C 型臂与 G 型臂激光定位透视对无神经症状腰椎骨折经皮椎弓根螺钉置入的有效性和安全性比较[J]. *中国现代医学杂志*, 2024, 34(10): 84-89.

Cite this article as: FAN G L, WU B, NIE Z H, et al. Comparison of the efficacy and safety of laser-guided C-arm versus G-arm fluoroscopy for percutaneous pedicle screw placement in patients with lumbar fracture without neurological symptoms[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2024, 34(10): 84-89.