

辅助经皮胸腰椎弓根螺钉置入激光定位仪在腰椎压缩性骨折手术中的应用

李永军 陈棉智 庞祖才 杨鸿川

【摘要】 目的 探讨辅助经皮胸腰椎弓根螺钉置入激光定位仪(简称激光定位仪)在经皮椎弓根内固定术治疗单节段腰椎压缩性骨折中的可行性和临床应用。方法 前瞻性地纳入32例拟行经皮椎弓根螺钉内固定的单椎体腰椎压缩性骨折病人,随机分为两组,每组16例。观察组采用激光定位仪引导置钉,对照组采用正侧位透视置钉。记录并比较两组的置钉时间、辐射量、手术前后疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分差值;术后通过腰椎CT扫描评价置钉准确度。结果 随访时间为3~10个月。观察组和对照组的置钉时间分别为(13.33±2.22) min、(17.81±5.01) min,辐射量分别为(295.28±48.61) μGy、(396.34±89.77) μGy,观察组均显著低于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$);但两组手术前后的VAS评分差值比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。置钉准确度方面,观察组42钉Ⅰ级、22钉Ⅱ级;对照组23钉Ⅰ级、39钉Ⅱ级、2钉Ⅲ级,观察组的置钉准确度更高,两组数据比较,差异有统计学意义($Z=3.442, P=0.001$)。结论 辅助经皮胸腰椎弓根螺钉置入激光定位仪引导下经皮椎弓根内固定术治疗腰椎压缩性骨折,方法可行,效果满意,可缩短置钉时间,减少术中辐射量,提高置钉准确度。

【关键词】 激光定位仪;腰椎;骨折,压缩性;经皮椎弓根螺钉

Clinical application of assisted percutaneous pedicle screw placement laser locator in the operation of lumbar compression fractures. LI Yong-jun, CHEN Mian-zhi, PANG Zu-cai, YANG Hong-chuan. Department of Orthopaedics, Shunde Hospital of Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Foshan 528300, China

Corresponding author: CHEN Mian-zhi, E-mail: 13802689098@139.com

【Abstract】 Objective To investigate the feasibility and clinical application of percutaneous pedicle screw placement laser locator in the treatment of single lumbar vertebral compression fractures. **Methods** Thirty-two patients with single vertebral compression fractures were prospectively enrolled and randomly divided into two groups, 16 cases in each group. Experimental group was guided with laser localizer nail placement, and control group was treated with anterolateral fluoroscopy nail placement. The average time of nail placement, average radiation dose and visual analogue scale (VAS) difference before and after operation were recorded. The accuracy of screw placement was evaluated by postoperative lumbar CT scan. **Results** The follow-up time was 3-10 months. The time of nail placement in the observation group and the control group was (13.33±2.22) min and (17.81±5.01) min respectively, and the radiation dose was (295.28±48.61) μGy and (396.34±89.77) μGy respectively (both $P < 0.05$). There was no significant difference in VAS score between the two groups before and after surgery ($P > 0.05$). In terms of accuracy of screw placement, there were 42 screws of grade I and 22 screws of grade II in the observation group; 23 screws of grade I, 39 screws of grade II and 2 screws of grade III in the control group. The accuracy of screw placement in the observation group was higher than that in the control group ($Z=3.442, P=0.001$). **Conclusion** Percutaneous pedicle screw laser guided percutaneous internal fixation for lumbar vertebral compression fractures is feasible and satisfactory. It can shorten the time of setting screws, reduce intraoperative radiation dose and improve the accuracy of nail placement.

【Key words】 Laser localizer; Lumbar; Fractures compression; Percutaneous pedicle screw

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.02.007

基金项目:2018年佛山市自筹经费类科技计划项目[佛科[2018]206号]

作者单位:广州中医药大学顺德医院骨伤五科,广东佛山 528300

通信作者:陈棉智, E-mail: 13802689098@139.com

胸腰段脊柱位于脊柱前凸和后凸的交界处,为应力最大部位,是椎体骨折的常见部位。微创经皮椎弓根螺钉置入技术出现前,大都采用开放性椎弓根螺钉复位固定治疗腰椎压缩性骨折,随着微创脊柱手术方式的发展以及螺钉与辅助工具的不断改良,经皮椎弓根内固定技术在腰椎骨折的治疗中得到快速发展和广泛应用。

椎弓根螺钉的置入是经皮椎弓根内固定术的关键,为了更加准确、方便、快捷地实现定位,我们研究设计了一种辅助经皮胸腰椎弓根螺钉置入激光定位仪(简称激光定位仪,专利号:201520114469.8)。前期我们已进行了相关动物实验,发现该定位仪可缩短经皮置入椎弓根螺钉的时间并提高置钉的准确率^[1]。笔者自 2019 年 1 月至 2020 年 2 月将该定位仪应用于腰椎压缩性骨折的经皮椎弓根内固定手术中,前瞻性地观察探讨该定位仪引导下经皮椎弓根内固定术治疗腰椎压缩性骨折的可行性和临床效果。

资料与方法

一、纳入标准与排除标准

纳入标准:①单节段新鲜腰椎压缩性骨折,骨折压缩大于 1/3;②无脊髓神经损伤。

排除标准:①病理性骨折;②合并严重出血倾向,合并心肝肾功能不全等内科疾病;③合并严重精神疾病无法配合手术治疗;④严重骨质疏松病人(骨密度 T 值 \leq -2.5 SD)。

二、一般资料

纳入 32 例,男 14 例,女 18 例,年龄为(51.5 \pm 7.7)岁(39~64 岁)。外伤原因:跌倒 16 例,坠落伤 9 例,抬重物 5 例,交通伤 2 例。受伤节段:L₁(14 例)、L₂(11 例)、L₃(4 例)、L₄(3 例)。根据随机数字表按奇数、偶数入组:奇数入对照组,偶数入观察组。每组 16 例,每例病人 4 个椎弓根,共 128 个椎弓根。观察组,男 7 例,女 9 例,年龄为(51.7 \pm 5.5)岁;对照组,男 9 例,女 7 例,年龄为(53.7 \pm 9.0)岁。两组病人的性别、年龄等一般资料比较,差异均无统计学意义(P 均 $>$ 0.05)。

本研究通过我院医学伦理委员会审查批准,所纳入的病例均签署知情同意书。

三、手术方法

两组病人术前均行腰椎正侧位 X 线、CT 及三维重建、MRI 等影像学检查。观察组术前根据腰椎 CT 重建图像测量目标椎体椎弓根外展角度。所有手术

均为同一组医生完成,采用山东威高经皮椎弓根螺钉内固定系统、矩形网格定位器。两组病人均采用插管全身麻醉,取俯卧位于可透视骨科床,常规碘酊、酒精消毒,铺巾。

(一)观察组手术方法

将激光定位仪(图 1)安装在“C”型臂影像增强器一侧,套上无菌保护套。安装时务必使其对准影像增强器的标记点,不能发生旋转,同时其发射的激光对准 X 线球管中心标记点,这样就会使得激光束和球管中心的 X 线平行。网格定位器置于椎体侧方,摄侧位 X 线片,并在皮肤标记目标椎体的位置,将“C”型臂移至该位置。网格定位器置于目标椎体的背侧,调整“C”型臂外展角至目标椎弓根外展角度,摄椎弓根轴位 X 线片,记录椎弓根中心和铅点在网格的位置。根据激光在背部的位置调整“C”型臂,使激光对准椎弓根中心在网格的位置,再次摄片,确认铅点是否位于椎弓根中心,如不在中心则微调“C”型臂位置。激光在皮肤的投射点即进针点,作皮肤切口,开路器由切口插入,保持激光对准开路器末端中心,逐渐插入椎体,拔除内芯,置入克氏针(1.0 mm \times 250 mm),拔除外套。

(二)对照组手术方法

2 枚交叉克氏针置于腰椎后侧,正位透视,标记椎弓根“眼”,侧位透视,确定入针方向,于定位点作长约 0.5 cm 切口,透视下使开路器针尖位于椎弓根 3 点或 9 点,保持直至铅点位于椎弓根中心,此时激光所指位置即为皮肤入针点。在该点作一小切口,开路器经合适外展角进针,反复透视正侧位、调整进针方向,逐渐穿刺入椎体内,拔除内芯,置入克氏针。

两组均应用套筒逐步扩张皮肤,去除内侧套筒,保留最外套筒,沿导针攻丝、测深,置入螺钉。同法置入其余 3 枚螺钉。使用撑开复位器对伤椎进行复



图 1 激光定位仪外观

位并安装连接棒固定。

四、术后随访和评价指标

病人于术后5~7 d出院,出院后定期随访,复查X线片,了解病人腰部恢复情况。记录每例的置钉时间、辐射量以及入院时和术后第60天的疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分。

术后行CT扫描,按螺钉是否穿破椎弓根皮质及穿破程度将螺钉位置分为3级:Ⅰ级,螺钉完全置入椎弓根内;Ⅱ级,螺钉穿破内侧壁或外侧壁,但未完全置于椎弓根外;Ⅲ级,螺钉完全置于椎弓根外^[2]。

五、统计学分析

应用SPSS 20.0统计软件(IBM公司,美国)分析数据,采用秩和检验比较两组螺钉置入的精准度;采用独立样本 t 检验比较两组的置钉时间、辐射量、手术前后VAS评分差值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

观察组的置钉时间为 (13.33 ± 2.22) min,少于对照组的 (17.81 ± 5.01) min,两组数据比较,差异有统计学意义($t=6.536, P < 0.001$)。观察组的辐射量为 (295.28 ± 48.61) μGy ,明显低于对照组的 (396.34 ± 89.77) μGy ,两组数据比较,差异有统计学意义($t=7.920, P < 0.001$)。

随访时间为3~10个月,平均6.34个月。观察组入院时和术后第60天的VAS评分分别为 (6.31 ± 1.32) 分、 (1.24 ± 0.89) 分,手术前后VAS差值为 (5.13 ± 1.59) 分;对照组入院时和术后第60天的VAS评分分别为 (5.82 ± 1.53) 分、 (1.35 ± 0.88) 分,手术前后VAS差值为 (4.56 ± 1.67) 分;两组之间VAS评分差值比较,差异无统计学意义($t=0.976, P=0.119$)。

置钉准确度方面,观察组42钉Ⅰ级、22钉Ⅱ级;对照组23钉Ⅰ级、39钉Ⅱ级、2钉Ⅲ级,观察组的置钉准确度更高,两组数据比较,差异有统计学意义($Z=3.442, P=0.001$)。观察组典型病例见图2。

讨 论

经皮椎弓根螺钉固定最早由Magerl^[3]在1982年报道,当时主要应用于椎体临时外固定。上世纪90年代,经皮椎弓根内固定开始应用于治疗腰椎骨折,相对于传统开放手术,其具有切口小、出血少、术后病人恢复快等优点^[4],临床应用越来越广泛。腰椎弓根内侧有神经,置钉时如穿出内侧壁可能会损伤脊髓、神经而导致下肢麻木、放射性疼痛、肌力下

降甚至大小便失禁等严重并发症,如穿出椎体外侧壁则会导致椎弓根螺钉的稳定性下降。由此可见,准确置钉是手术成功的关键。

理想的椎弓根置钉是把螺钉置入椎弓根中心轴,椎弓根中心轴在椎后投影点就是最佳进针点。精确置钉,必须解决螺钉的入钉点和外展角度两个问题^[5]。传统开放手术可通过人字棘、横突等解剖参考点确定入钉点,但开放手术需对脊旁肌群广泛剥离、牵拉,出血多、创伤大,术后可出现局部软组织粘连、肌肉失效、局部疼痛等合并症。经皮内固定时,无法直接观察到骨性结构,只能通过透视来确定皮肤进针点。早期开展经皮椎弓根定位使用的是腰椎正侧位X线片引导置钉,正位片上进针点在椎弓根3点或者9点。由于标准正侧位片无法准确判断螺钉是否穿出椎弓根的内侧壁,手术操作时需反复调整“C”型臂位置,正侧位透视,增加了手术时间和辐射量,同时由于无法判断椎弓根的边界而难以确定最佳的入针点。

为提高置钉的精度,人们将计算机辅助导航系统(computer assisted navigation system, CANS)应用于脊柱外科。CANS利用术前CT扫描数据经过电脑处理后,结合术中定位系统而实现手术的三维实时虚拟导航^[6],从而提高置钉的准确性和效率。但遗憾的是即使使用先进的计算机导航系统结合机器人进行经皮置钉,仍有1.16 mm误差,最大可达2.1 mm^[7]。导航存在不少优点,但也存在一定的缺陷:①操作复杂,步骤繁琐,有一定的学习曲线;②术中三维扫描时间长,辐射量高;③存在一定偏差^[8];④价格昂贵,基层医院难以开展。事实上,在广大的基层医院绝大多数使用的还是传统“C”型臂X线机定位。

为克服传统“C”型臂X线机透视定位存在的不足,陈迎春等^[9]采用腰椎弓根轴位片透视法,发现轴位片可准确判断椎弓根的边界和螺钉在椎弓根的位置,以及是否穿出椎弓根皮质,同时椎弓根的中心就是最佳的入针点。在穿刺和置钉时会存在一定的偏差,偏差来源于透视、术中操作时引起病人身体的移动以及术者手部的抖动,是难以避免的^[10]。实验证明平移小于1 mm或者旋转小于5°的误差均可认为符合椎弓根安全穿刺^[11]。姜里强等^[10]发现相对于正侧位透视,采用椎弓根轴位透视时有更大的容错率:采用5.5 mm螺钉置钉时, L_2 穿破内侧皮质角度的阈值为14.30°, L_3 为18.73°, L_4 为21.8°。更大的容错率意味着手术风险的降低,但临床操作时要准确置入



图2 病人,男,58岁,因“跌倒致腰痛、活动受限约1 d”入院,诊断:L₅椎体压缩性骨折 a,b:术前腰椎X线片和CT片示L₅椎体压缩性骨折,前缘压缩大于30%;c:术中利用激光仪结合网格定位器辅助定位,箭头所指为定位仪上的铅点;d:轴位片下插入穿刺针;e:拧入椎弓根螺钉,箭头所指为定位仪上的碳纤维支架;f,g:术后X线片示腰椎压缩骨折复位良好;h:术后CT片可见2枚螺钉均位于椎弓根内

1枚导针是比较困难的,需反复穿刺、调整方向、透视,因椎弓根中心范围很小,其方向和入针点难以确定。本研究自制的经皮椎弓根置钉激光定位仪是在应用轴位片基础上设计的,将入针点和穿刺方向可视化,从而简化手术操作:激光定位的激光、定位铅点和“C”型臂X线机中心射线三者重叠,在一条直线上。调整“C”型臂位置使得铅点位于椎弓根中心时,激光的方向就和椎弓根中心轴重叠,按照激光的引导置钉就会将螺钉置入椎弓根内,入针点就是激光在皮肤的投射点。手术时使用标识的网格辅助定位,避免反复透视和调整“C”型臂位置,大大缩短了手术时间,减少了辐射。我们在动物实验中发现该激光定位仪的精度完全可以满足临床要求^[1]。

激光定位仪的使用要求和技巧:因经皮椎弓根螺钉置入手术是一种风险较高的手术,术者必须熟练掌握腰椎常规开放内固定及经皮椎弓根内固定手

术。术前设计时以腰椎CT重建为基础,测量椎弓根外展角、计算螺钉长度。为减少透视次数,可结合腰背部、髂后上棘等体表解剖标记进行定位。定位时先照侧位片,确定伤椎位置。置钉是手术的关键,作切口时使用尖刀顺激光的方向由皮肤直至深筋膜下,开路时开路器方向保持和激光方向一致,必要时使用锤子轻轻敲入。

综上所述,激光定位仪是基于“C”型臂X线机设计的,结构简单,无复杂的电子和电动设备,可直接安装在普通“C”型臂X线机上,无需改变“C”型臂的结构和线路,具有体积小、操作简单、价格低廉等优点,易于在广大的基层医院推广和应用。但该激光定位仪也存在一定的缺点:①对于每台“C”型臂X线机第一次使用均需校正,使激光定位仪的激光发射点对准“C”型臂X线机的X线发射中心;②激光的方向不能改变,需通过调整骨科床的位置和高度才

能使得激光对准手术目标靶点。希望能通过进一步的改进,设计出更符合临床需求的激光定位仪。

参 考 文 献

- [1] 李永军, 陈棉智, 张志辉, 等. 自制激光定位仪辅助经皮置入椎弓根钉的实验研究[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2017, 32(11): 1193-1194.
- [2] Park JH, Jeon SR, Roh SW, et al. The safety and accuracy of free-hand pedicle screw placement in the subaxial cervical spine: a series of 45 consecutive patients[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39(4): 280-285.
- [3] Magerl F. External skeletal fixation of the lower thoracic and lumbar spine[M]//Uthoff HK, Stahl E. Current concepts of external fixation of fracture. Berlin, Heidelberg: Springer, 1982, 353-366.
- [4] 赵星毅. 微创经皮与开放椎弓根螺钉内固定技术治疗单节段胸腰椎骨折的临床疗效对比[D]. 苏州: 苏州大学, 2017.
- [5] 王根林. 国人下胸椎及腰椎经椎弓根内固定应用解剖新进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2005, 13(5): 383-385.
- [6] 郭卫春, 黄文俊, 汪光晔. 计算机辅助导航技术在骨科中的应用

进展[J]. 中国医药导报, 2016, 13(3): 55-59.

- [7] 范明星, 张琦, 赵经纬, 等. 机器人辅助经皮微创单节段胸腰椎骨折内固定术的学习曲线[J]. 中国微创外科杂志, 2019, 19(9): 808-810.
- [8] 李智, 朱庭标, 赵爱彬, 等. 计算机导航辅助经皮椎弓根螺钉治疗胸腰椎骨折的疗效分析[J]. 中国伤残医学, 2019, 27(7): 15-17.
- [9] 陈迎春, 郭昭庆, 徐万鹏. 腰椎椎弓根导针轴位透视监测的实验研究[J]. 中华医学杂志, 2006, 86(19): 1309-1312.
- [10] 姜里强. 新型激光定位导航系统辅助下椎弓根螺钉置入的应用研究[D]. 上海: 海军军医大学, 2018.
- [11] Rampersaud YR, Simon DA, Foley KT. Accuracy requirements for image-guided spinal pedicle screw placement[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(4): 352-359.

(收稿日期: 2020-06-27)

(本文编辑: 陈姗姗)

引用格式

李永军, 陈棉智, 庞祖才, 等. 辅助经皮胸腰椎弓根螺钉置入激光定位仪在腰椎压缩性骨折手术中的应用[J]. 骨科, 2021, 12(2): 132-136. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.02.007.

(上接第 131 页)

- [8] Huang ZF, Lin BQ, Torsha TT, et al. Effect of Mannitol plus Vitamins B in the management of patients with piriformis syndrome[J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2019, 32(2): 329-337.
- [9] Yagi M, Ninomiya K, Kihara M, et al. Long-term surgical outcome and risk factors in patients with cervical myelopathy and a change in signal intensity of intramedullary spinal cord on Magnetic Resonance imaging[J]. J Neurosurg Spine, 2010, 12(1): 59-65.
- [10] Demura S, Takahashi K, Murakami H, et al. The influence of steroid administration on systemic response in laminoplasty for cervical myelopathy[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2013, 133(8): 1041-1045.
- [11] 郭昌军, 程朝辉, 张富国. 促红细胞生成素联合甲强龙治疗脊髓缺血再灌注损伤效果分析[J]. 医学研究杂志, 2016, 45(7): 75-79.
- [12] 罗益滨, 王新伟, 陈德玉. 颈椎后纵韧带骨化症后路手术并发

C5 神经根麻痹的临床观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(9): 905-908.

- [13] 何少奇, 汤呈宣, 唐小君, 等. 颈后路单开门椎管扩大成形跳跃式与连续式微型钛板内固定术治疗多节段脊髓型颈椎病的对比研究[J]. 中医正骨, 2019, 31(4): 8-16.
- [14] 张贵春, 周振宇, 曹学成. 甲基强的松龙在脊髓型颈椎病围手术期的应用[J]. 实用骨科杂志, 2013, 19(12): 1088-1090.
- [15] 胡博, 孙浩林, 李淳德. 颈椎手术围手术期激素用量与疗效的分析[J]. 世界最新医学信息文摘, 2018, 18(96): 300-302.

(收稿日期: 2020-12-07)

(本文编辑: 陈姗姗)

引用格式

王迎光, 徐卫国, 李文凯. 甘露醇联合甲泼尼龙对颈椎单开门椎管扩大成形术后脊髓神经功能恢复的影响[J]. 骨科, 2021, 12(2): 128-131, 136. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.02.006.