

临床论著

单纯前后位透视下经皮椎弓根穿刺术的临床应用

杨 阳, 刘 斌, 董健文, 陈瑞强, 谢沛根, 罗春晓, 张良明, 戎利民

(中山大学附属第三医院脊柱外科 510630 广东省广州市)

【摘要】目的:探讨单纯前后位透视下经皮椎弓根穿刺置钉的可行性与安全性。**方法:**2011 年 10 月~2013 年 6 月,共有 40 例腰椎退变性疾病患者接受单节段经皮椎弓根钉棒内固定、椎体间融合术(MIS-TLIF),其中采用单纯前后位透视下经皮椎弓根穿刺置钉的患者 20 例(观察组),采用正、侧位透视下经皮椎弓根穿刺置钉的患者 20 例(对照组)。术内在 CT 横断面影像上测量患者 L1~S1 椎体的双侧椎弓根长度,并取其算术平均值作为穿刺深度的参考。比较两组患者手术的椎弓根穿刺时间和穿刺过程中的射线暴露时间、面积剂量乘积、皮肤入射剂量及手术并发症,术后复查超薄螺旋 CT 明确椎弓根穿刺置钉的准确性。**结果:**L1~S1 椎体椎弓根的平均长度分别为 $19.7\pm 0.6\text{mm}$ 、 $19.6\pm 0.6\text{mm}$ 、 $19.0\pm 0.8\text{mm}$ 、 $18.8\pm 0.8\text{mm}$ 、 $18.4\pm 0.8\text{mm}$ 和 $16.3\pm 1.3\text{mm}$ 。40 例患者均安全接受手术,共置入 160 枚椎弓根螺钉,无与穿刺相关的神经、血管并发症,观察组患者椎弓根穿刺时间和穿刺过程中的射线暴露时间、面积剂量乘积及皮肤入射剂量均少于对照组,差异具有统计学意义($P<0.05$)。术后复查超薄螺旋 CT 可见观察组 1 例、对照组 2 例出现椎弓根皮质的 1 级穿透,两组椎弓根置钉准确率无统计学差异($P>0.05$)。**结论:**单纯前后位透视下经皮椎弓根穿刺术安全、操作简单、射线辐射量少,是一种较理想的微创经椎弓根穿刺置钉方法。

【关键词】前后位透视;经皮椎弓根螺钉;腰椎

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2014.10.10

中图分类号:R681.5,R616 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2014)-10-0918-05

Clinical evaluation of percutaneous pedicle cannulation simply under anterior-posterior fluoroscopic imaging guidance/YANG Yang, LIU Bin, DONG Jianwen, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2014, 24(10): 918-922

【Abstract】 Objectives: To evaluate effectiveness and safety of percutaneous pedicle cannulation simply under anterior-posterior fluoroscopic imaging guidance. **Methods:** From October 2011 to June 2013, 40 cases suffering from lumbar degenerative diseases were included in this study. 20 of them underwent percutaneous pedicle cannulation simply under anterior-posterior fluoroscopic imaging guidance(observational group). While the other 20 patients underwent percutaneous pedicle cannulation and screws insertion (one level) by routine anterior-posterior and lateral fluoroscopic imaging guidance(control group). For these 40 cases, bilateral pedicle lengths of five lumbar vertebrae(from L1 to L5) and sacrum 1(S1) were measured by using transverse computed tomography(CT) images before operation. Their arithmetic mean value was calculated as the reference of cannulation length. Time length, intraoperative radiation exposure time, dose area product, skin irradiation dose during pedicle cannulation and intraoperative complication of patients in both groups were recorded and analyzed. Ultrathin spiral CT was used to confirm the accuracy of pedicle screw insertion in both groups. **Results:** Pedicle length from L1 to S1 was $19.7\pm 0.6\text{mm}$, $19.6\pm 0.6\text{mm}$, $19.0\pm 0.8\text{mm}$, $18.8\pm 0.8\text{mm}$, $18.4\pm 0.8\text{mm}$, $16.3\pm 1.3\text{mm}$ respectively among 40 cases. 160 pedicle screws were safely inserted, and no intraoperative complication related with cannulation was noted. Time length, intraoperative radiation exposure time, dose area product and skin irradiation dose during pedicle cannulation in observational group were lower than those in control group ($P<0.05$). 1 case in observational group and 2 cases in control group experienced pedicle perforation, which was revealed by ultrathin spiral CT postoperatively. However, there was no statistical significance ($P>0.05$). **Conclusions:** Percutaneous pedicle cannulation simply under anterior-posterior fluoroscopic imaging

第一作者简介:男(1987-),住院医师,医学硕士,研究方向:微创脊柱外科

电话:(020)85252900 E-mail:yanghaiyang1987@sina.com

通讯作者:戎利民 E-mail:ronglimin@21cn.com

guidance is of high safety, simplified manipulation, decreased radiation exposure, which appears to be a favorable alternative option.

[Key words] Anterior-posterior fluoroscopic imaging; Percutaneous pedicle screw; Lumbar spine

[Author's address] Department of Spine Surgery, the Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou, 510630, China

经皮椎弓根穿刺是脊柱外科重要的微创手术技术,在椎体成形、椎体穿刺活检、经皮椎弓根钉棒内固定等微创手术操作中广泛应用^[1-3]。目前临床多采用 C 型臂 X 线机获得椎体正、侧位的二维图像以指导术中穿刺,但术中需反复调整 C 型臂以获得椎体的正、侧位影像,增大了术野污染的几率,且存在增加术中射线辐射量、延长手术时间等缺点。本研究拟在影像图像上测量腰骶椎椎弓根长度的前提下采用单纯前后位透视完成经皮椎弓根穿刺及置钉,探讨其可行性及安全性,旨在为临床提供更加简捷的经皮椎弓根穿刺技术。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2011 年 10 月~2013 年 6 月,40 例腰椎退行性疾病患者接受了单节段经皮椎弓根钉棒内固定、椎体间融合术(minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF),其中腰椎管狭窄症 16 例,椎体滑脱症 24 例;L3/4 节段 3 例,L4/5 节段 20 例,L5/S1 节段 17 例;男性 19 例,女性 21 例;年龄 49~70 岁,平均 61.0 ± 6.2 岁。40 例患者中,应用单纯前后位透视下经皮椎弓根穿刺技术置钉 20 例(观察组),应用传统正、侧位透视下经皮椎弓根穿刺技术置钉 20 例(对照组),所有手术均由同一组医师完成。两组患者一般资料见表 1。经统计学分析两组具有可比性。

1.2 椎弓根长度的测量

获得 L1~L5 椎弓根高度中点的 CT 横断面图像,C、D 两点分别为椎体前后缘的中点,在 D 点作与直线 CD 相垂直的另一条直线 e,分别取椎弓根中轴线与椎弓根后缘及直线 e 的交点 A 和 B,测量 AB 两点间的距离作为椎弓根长度(图 1);S1 选取上关节面下缘的椎体横断面图像进行测量。分别测量 40 例患者 L1~S1 双侧椎弓根长度,计算每个节段椎弓根长度的平均数及标准差,以 $\bar{x} \pm s$ 表示。依据测量结果确定腰骶椎椎弓根长度的最大平均值 d(单位:mm)作为单纯前后位透视引导下经皮椎弓根穿刺进针深度的参考。

1.3 单纯前后位透视下椎弓根穿刺手术步骤

(1) 获得标准的腰椎前后位影像(standard anterior-posterior view)。患者俯卧位,调整 C 型臂位置及其与躯干投射角,使得射线平行于椎体终板的方向透射,其标准是目标椎体的影像符合下列条件:①椎体上终板前后缘重叠;②椎弓根上缘贴近上终板;③棘突位于椎体影像的中央^[4](图 2)。针对不同节段的椎体,C 型臂的倾斜角有所不同,一旦获得目标椎体的标准前后位影像,在穿刺该椎体椎弓根过程中不再移动 C 型臂。

(2) 体表标记目标椎体的左右椎弓根中点连线,体表穿刺点位于该连线的椎弓根外缘外侧 1.0~1.5cm 处(根据患者体形略有不同),手术区域常规消毒铺巾后行椎弓根穿刺术。

(3) 当穿刺针触及骨面,透视确认穿刺针尖位于椎弓根影外侧缘(右侧 3 点钟方向、左侧 9 点钟

表 1 观察组与对照组患者术前一般资料的比较

Table 1 Comparison of general data between observational group and control group

	例数 Number	性别(例) Sex(number)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$) Age (Year, $\bar{x} \pm s$)	手术椎体 Operative vertebrae				术前 VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$) Preoperative VAS (grade, $\bar{x} \pm s$)	术前 ODI (%, $\bar{x} \pm s$) Preoperative ODI (%, $\bar{x} \pm s$)
		男 Male	女 Female		L3	L4	L5	S1		
观察组 Observational group	20	9	11	61.3 ± 6.3	2	12	18	8	5.6 ± 1.1	42.2 ± 7.2
对照组 Control group	20	10	10	60.7 ± 6.2	1	11	19	9	5.3 ± 1.1	39.4 ± 5.5
检验统计量 test statistic	—	0.100		0.278	0.463				0.872	1.385
P 值 P value	—	0.752		0.783	0.927				0.389	0.174

方向)(图 3a), 距离皮肤表面 20mm 处于穿刺针杆作标志(图 3b), 适当外倾穿刺针(约 15°), 缓慢置入穿刺针并透视, 确保在前后位影像上穿刺针杆的影像与上终板平行, 且穿刺针尖未突破椎弓根内缘(图 3c)。如穿刺针尖接近椎弓根影内缘, 且穿刺针进入深度达到或超过 20mm, 表明穿刺针尖已到达椎弓根基底底部(图 3d), 继续进针至椎体中部, 通过穿刺套管置入导丝。

(4)椎弓根穿刺完成后, 将 C 型臂 X 线机调整到侧位投照, 进一步确认导针的位置, 并在侧位

透视下进行丝锥攻丝及拧入椎弓根螺钉。所有椎体均为双侧穿刺置钉。

1.4 观察指标及统计学分析

利用仪器分别记录观察组及对照组患者的椎弓根穿刺时间和穿刺过程中的射线暴露时间、面积剂量乘积及皮肤入射剂量。术后对所有患者行腰椎超薄螺旋 CT, 并采用 Rajasekaran 标准对椎弓根置钉的准确性进行评价^[9]; 在术后超薄螺旋 CT 图像上, 若无椎弓根的皮质骨穿破为 0 级; 螺钉突破椎弓根范围、但 $<2\text{mm}$ 为 1 级; 螺钉突破椎

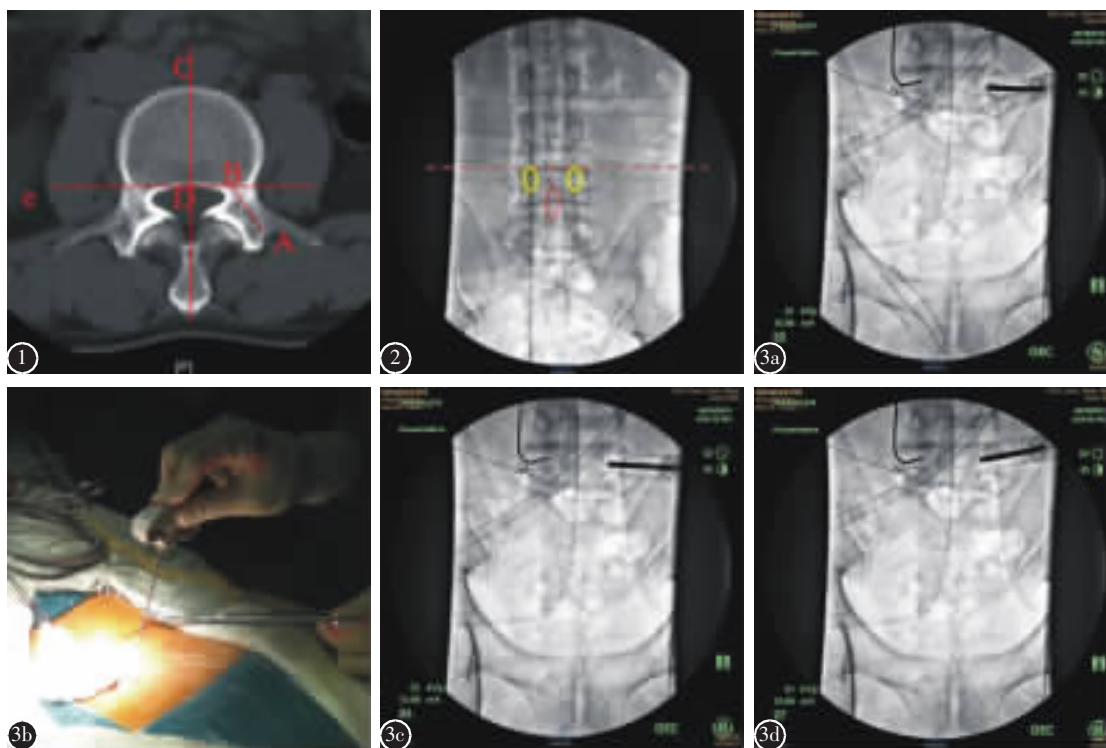


图 1 椎弓根长度及外倾角测量方法: 在椎弓根高度中点平面的 CT 横断面图像上, C、D 两点分别为椎体前后缘的中点, 在 D 点作与直线 CD 相垂直的另一条直线 e, 分别取椎弓根中轴线与椎弓根后缘及直线 e 的交点 A 和 B, AB 两点间距离即为椎弓根长度; 直线 AB 与直线 CD 的夹角即为椎弓根外倾角 **图 2** 标准的椎体前后位影像: 椎体上终板前后缘影重叠, 椎弓根影像贴近上终板, 棘突位于椎体影像的中央 **图 3** a 穿刺针尖置于椎弓根影外侧缘 b 穿刺针锚定于椎弓根起始部时, 距皮肤 20mm 处于穿刺杆上作标记 c 于前后位透视引导下逐步进针, 保持穿刺针杆与上终板平行 d 到达椎弓根基底底部

Figure 1 Measurement for length and camber angle of pedicle: In the transverse CT images locating at midpoint of pedicle height, C and D is midpoint of anterior and posterior of vertebral body cortex respectively. Line e is vertical line of CD via D point. Central axle line of pedicle intersects with line e at B point, and posterior part of pedicle at A point. The length of segment AB is length of pedicle. The angle between line AB and CD is camber angle of pedicle

Figure 2 Standard anterior-posterior view: Images of superior endplate overlap well. Image of pedicle is close to that of superior endplate. Image of spinous process is located at the centerline of the vertebrae **Figure 3** a Jamshidi needle is located at the lateral side of pedicle image which is entry point of pedicle b A segment with the length of 20 mm should be marked on Jamshidi needle representing pedicle depth while Jamshidi tip anchoring the entry point c Under anterior-posterior fluoroscopic imaging guidance, the needle is inserted gently and should be parallel with upper endplate consistently d Jamshidi needle reaches basilar part of pedicle

弓根范围之外 2~4mm 为 2 级;螺钉完全穿破至椎弓根外为 3 级。

观察组及对照组患者的椎弓根穿刺时间和穿刺过程中的射线暴露时间、面积剂量乘积及皮肤入射剂量的比较采用两独立样本 t 检验,两组椎弓根置钉准确率(即 0 级例数所占比例)的比较采用卡方检验, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

40 例患者 L1~S1 椎体椎弓根的长度见表 2。腰椎椎弓根长度的最大平均值 d 为 20mm。

40 例患者均安全接受手术,两组共置入螺钉 160 枚,未出现神经损伤、手术区域感染等围手术期并发症。观察组患者椎弓根穿刺时间和穿刺过程中的射线暴露时间、面积剂量乘积和皮肤入射剂量均小于对照组,差异具有统计学意义 ($P < 0.05$, 表 3)。

观察组中有 79 枚螺钉为 0 级,1 枚为 1 级;对照组中有 78 枚螺钉为 0 级,2 枚为 1 级。两组椎弓根螺钉置钉准确率的差异无统计学意义 ($P > 0.05$, 表 4)。

3 讨论

随着医学影像技术的进展,虽然术中 3D 导航系统等精准的导航手段可提供较为准确的椎弓根穿刺引导,但却存在技术操作复杂、设备昂贵等不足^[6,7],因此,目前临床上多数依然采用简便易行的 C 型臂 X 线机透视。本研究观察组 20 例患者均采用单纯前后位透视下穿刺置入导丝,并在侧位透视下完成置钉,其准确率与正、侧位透视下穿刺的椎弓根置钉准确率无统计学差异,且穿刺时间和穿刺过程中的射线暴露时间、面积剂量乘积及皮肤入射剂量都明显优于传统正、侧位透视下穿刺的相应指标,表明单纯前后位透视下经皮

椎弓根穿刺术的安全性及准确性与传统正、侧位透视下相一致,且能够有效地缩短椎弓根穿刺时间、减少术中 X 线辐射量。由于术中 C 型臂相对固定,避免了其位置的频繁变换,也因而减少了术区污染以及潜在术后感染的机会。

在单纯前后位透视下经皮椎弓根穿刺术中,获得真正的前后位图像是保证术中椎弓根穿刺成功的前提,为此,C 臂型 X 线机的初期摆放应注意以下几点:(1)L5 和 S1 椎体的倾斜较大,需要将 C 型臂向头侧作较大的倾斜才能获得满意的前后位影像;(2)对于滑脱的椎体,C 型臂也要进行较大的倾斜;(3)对于有旋转的椎体,为了获得额状面的正确投照,C 型臂也应在额状面作相应调整。真正的前后位图像应满足 3 个条件:(1)上终板前后缘影重叠,表明射线与上终板平行;(2)

表 3 观察组与对照组患者围手术期参数的比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of perioperative parameters between observational group and control group

	观察组 Observational group(n=20)	对照组 Control group(n=20)	t 值 t value	P 值 P value
椎弓根穿刺 时间(min) Puncture time	13.7 $\pm$ 1.5	23.9 $\pm$ 1.7	-20.387	0.000
射线暴露时 间(s) Exposure time	21.0 $\pm$ 4.1	32.7 $\pm$ 2.5	-10.955	0.000
面积剂量乘 积(mGycm ²) Dose area product	2227.3 $\pm$ 122.9	3927.9 $\pm$ 88.9	50.142	0.000
皮肤入射剂 量(mGy) Skin irradiation dose	9.4 $\pm$ 0.8	42.7 $\pm$ 1.3	-98.177	0.000

表 4 观察组与对照组椎弓根置钉准确性的比较

Table 4 Accuracy of pedicle screws placement between observational group and control group

	观察组 Observational group	对照组 Control group	χ^2	P 值 P value
置钉数 Number of screw	80	80	—	—
0 级 0 grade	79	78	0.340	0.560
1 级 1 grade	1	2		
2 级 2 grade	0	0		
3 级 3 grade	0	0		

表 2 40 例患者 L1~S1 椎弓根长度 (mm)

Table 2 Average length of pedicle from L1 to S1

	长度范围 Range	平均值 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$)
L1	18.5~21.0	19.7 $\pm$ 0.6
L2	18.5~20.5	19.6 $\pm$ 0.6
L3	18.0~20.0	19.0 $\pm$ 0.8
L4	17.5~20.0	18.8 $\pm$ 0.8
L5	17.5~20.0	18.4 $\pm$ 0.8
S1	14.0~19.0	16.3 $\pm$ 1.3

椎弓根影像贴近上终板,表明射线与椎弓根纵轴方向一致;(3)棘突位于椎体影像的中央,表明椎体无旋转^[4]。椎弓根穿刺操作过程需注意以下几点:首先,穿刺针触及骨面的初始点应在椎弓根影像的正外侧(在椎弓根外缘连线上),即在 C 型臂 X 线机的图像上,进针点应位于右侧椎弓根 3 点钟方向,左侧椎弓根 9 点钟方向;椎弓根穿刺针外倾角度宁可适当偏小,不可过于偏大,同时必须保证穿刺针与椎体上终板保持平行状态。另外,知晓椎弓根长度和外倾角也是确保穿刺成功的关键。本研究通过对两组患者椎弓根长度的测量表明,腰椎各节段及 S1 椎体的椎弓根长度算术平均值均未超过 20mm,因而在术中一般标记 20mm 作为腰骶椎椎弓根长度,并视为前后位透视下经皮椎弓根穿刺术的“安全深度”。但对于个别椎弓根长度较大的患者需依据术前影像学所测椎弓根长度调整标记长度,防止术中损伤椎弓根内侧壁。既往有关国人的椎体椎弓根外倾角的测量研究较多,明确椎弓根外倾角度对于术中穿刺也具有较好的指导意义,可以避免穿刺针尖突破周围皮质骨进而造成神经、血管等组织损伤^[8-10]。

如果严格遵循上述原则,单纯前后位透视引导穿刺同样可以安全应用于胸椎,对于不易获得侧位影像的上胸椎更加具有实用价值,但由于胸椎椎弓根相对较短,因此预计穿刺深度可根据胸椎椎弓根的具体长度而相对缩短。如果患者过于肥胖、存在明显的脊柱侧后凸畸形、合并严重骨质疏松症以及椎体楔形变、腹腔脏器显著阻挡射线以致于椎体结构辨认不清,仅凭前后位影像难以准确判断进针角度及深度,此为单纯前后位透视引导穿刺的禁忌,此时还需依靠正、侧位双透视甚至术中 3D 导航以进一步明确钉道位置,确保手术安全。熊传芝等^[11]的研究表明,椎弓根各径线和偏角具有较大的变异性,不同的体重和身高是影响变异性的的重要因素,特别是存在脊柱畸形的情况下,所以对于特殊类型的患者,依据术前获得的影像学参数适时调整椎弓根标记长度及穿刺针外倾角是必要的,这样可以指导术中准确穿刺,避免椎弓根皮质突破,引起神经损伤等并发症。

虽然本研究仅以少量病例进行对比观察,但从单纯前后位透视下椎弓根穿刺技术的原理以及所获得的安全、理想的穿刺效果,作者认为该穿刺

技术具有安全性高、手术时间短、操作简便、射线辐射量少、降低术区感染机会等优势,值得临床推广应用。

4 参考文献

1. Han S, Park HS, Pee YH, et al. The clinical characteristics of lower lumbar osteoporotic compression fractures treated by percutaneous vertebroplasty: a comparative analysis of 120 cases [J]. Korean J Spine, 2013, 10(4): 221-226.
2. Yaffe D, Greenberg G, Leitner J, et al. CT-guided percutaneous biopsy of thoracic and lumbar spine: a new coaxial technique[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2003, 24(10): 2111-2113.
3. Wang J, Zhou Y, Zhang ZF, et al. Disc herniation in the thoracolumbar junction treated by minimally invasive transforaminal interbody fusion surgery [J]. J Clin Neurosci, 2014, 21(3): 431-435.
4. Wang G, Yang H, Chen X, et al. Standard fluoroscopic views in cadavers for determining the entry point and depth of a guide needle for use in transpedicular procedures of the thoracolumbar spine[J]. J Clin Neurosci, 2010, 17(5): 588-591.
5. Rajasekaran S, Vidyadhara S, Ramesh P, et al. Randomized clinical study to compare the accuracy of navigated and non-navigated thoracic pedicle screws in deformity correction surgeries[J]. Spine, 2007, 32(2): E56-E64.
6. Luther N, Iorgulescu JB, Geannette C, et al. Comparison of navigated versus non-navigated pedicle screw placement in 260 patients and 1434 screws: screw accuracy, screw size, and the complexity of surgery[J]. J Spinal Disord Tech, 2013, Epub ahead of print.
7. Hsieh JC, Drazin D, Firempong AO, et al. Accuracy of intraoperative computed tomography image-guided surgery in placing pedicle and pelvic screws for primary versus revision spine surgery[J]. Neurosurg Focus, 2014, 36(3): E2.
8. 杜良杰, 李建军. 国人成年男性胸腰椎椎弓根径线和偏角与脊椎节段序数的相关性研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(7): 545-549.
9. 蔡佳敏, 程黎明, 贾永伟, 等. 胸腰段椎体成形术单侧经椎弓根穿刺的研究[J]. 中华医学杂志, 2011, 91(29): 2051-2054.
10. 牛国旗, 杨惠林, 刘振华, 等. 后凸成形术经皮穿刺与椎弓根螺钉植入内倾角的影像学研究[J]. 中华骨科杂志, 2008, 28(12): 1019-1023.
11. 熊传芝, 郝敬明, 唐天驷. 椎弓根钉道参数的变异性及其相关因素的研究[J]. 中华骨科杂志, 2002, 22(1): 31-33.

(收稿日期:2014-04-08 修回日期:2014-8-09)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)