doi:10.11659/jjssx.11E016022

·技术与方法·

# 新型经皮椎弓根置钉导丝的安全性和有效性

谢雁春,轩安武,项良碧,刘 军,于海龙 (沈阳军区总医院骨科脊柱病区,辽宁 沈阳 110016)

[摘 要] **目的** 通过尸体标本实验比较新型经皮置钉导丝和传统导丝的生物力学特征,并通过临床试验分析新型导丝的安全性和有效性。**方法** 通过尸体标本比较新型导丝和传统导丝从腰1椎体至腰5椎体的平均推力和需要穿透椎体前壁的力量,并通过临床试验分析新型导丝的相关并发症。**结果** 对新型导丝的推力导致导丝尖端螺旋部分在椎体内弯曲或散开,从而阻止导丝向椎体前方移动,新型导丝和传统导丝平均推力分别为(15.5±1.9)N、(5.7±0.8)N,差异具有统计学意义($P<0.01$),新型导丝和传统导丝穿破椎体前壁的平均推力分别为(69.1±4.2)N、(37.1±4.8)N,两者比较差异有统计学意义($P<0.01$);临床已应用的222根新型导丝中无导丝穿破椎体前壁的情况出现。**结论** 新型导丝在椎体内的平均推力和需要穿透椎体前壁的力量为传统导丝的2~3倍,可有效阻止导丝在椎体内向前方移动并防止导丝穿透椎体前壁,提高了合并骨质疏松的患者接受经皮置钉手术的安全性。

[关键词] 经皮;导丝;椎弓根螺钉;生物力学;并发症
[中图分类号] R683.2;R687.3+3 [文献标识码] A [收稿日期] 2016-11-09

## Efficacy and safety of a new percutaneous guide wire for percutaneous pedicle screw insertion

XIE Yan-chun, XUAN An-wu, XIANG Liang-bi, LIU Jun, YU Hai-long (Department of Orthopedics, General Hospital of Shenyang Military Region, Liaoning Shenyang 110016, China)

**Abstract: Objective** The purpose was to compare the biomechanical characteristics of new percutaneous guide wire and conventional wire in cadaveric spines, and to evaluate the new percutaneous guide wire's efficacy and safety in a clinical trial. **Methods** Compared the push-out and penetration forces of the new percutaneous guide wire and conventional wire in fresh cadaveric lumbar spines from $L_1$ to $L_5$. And analyzed the related complications of new percutaneous guide wire by clinical experiment. **Results** Push-out forces caused the spiral part of the new percutaneous guide wire to bend or spread, so as to resist the anterior migration of the guide wire. The mean push-out forces of the new percutaneous guide wire and conventional wire were (15.5±1.9)N and (5.7±0.8)N respectively ($P<0.01$), and the mean penetration forces were (69.1±4.2)N and (37.1±4.8)N respectively ($P<0.01$). There was no wire breakage or anterior-wall penetration in the clinical trial of 222 new percutaneous guide wire. **Conclusion** The mean push-out and penetration forces of the new percutaneous guide wire were approximately 2 to 3 times greater than those of conventional wire. The new percutaneous guide wire effectively prevented guide-wire anterior migration and penetration of the anterior vertebral-body wall. The new percutaneous guide wire device could effectively improve the safety of percutaneous pedicle screw insertion procedures for patient with osteoporosis.

**Keywords**: percutaneous; guide wire; pedicle screw; biomechanics; complication

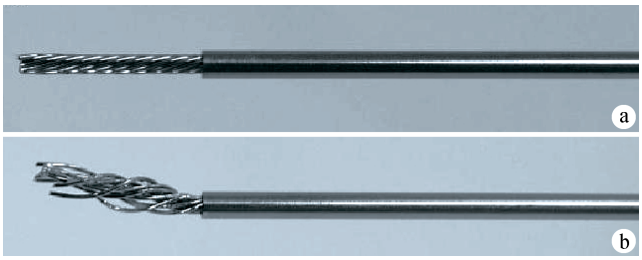
自腰椎后侧椎间融合术在1952年被Cloward等[1-2]报道后,各种关于腰椎融合的微创术式逐渐被报道。1982年,Harms等[3]报道经椎间孔椎间融合(transforaminal lumbar interbody fusion,TLIF)治疗腰椎退行性疾病可减少术中对神经根的牵拉。脊柱微创技术连同微创内固定技术在过去数十年取得迅速发展,大量文献报道采用经皮椎弓根螺钉技术(percutaneosu pedide screw,PPS)联合经椎间孔椎间融合术治疗腰椎退行性疾病[4-5],即目前临床广泛使用的经微创椎间孔椎间融合术(minimally invasive surgery transforaminal lumbar interbody fusion,MIS-TLIF)技术。Chopko等[6]报道内镜技术联合经皮椎弓根螺钉技术治疗腰椎退行性疾病。上述微创技术可以减少术中对肌肉的损伤、缩短术后恢复时间、缩短住院时间及术后卧床时间,因此脊柱微创技术逐渐成为脊柱外科的常用微创内固定技术[4,8-11]。然而,经皮椎弓根螺钉技术为各种微创技术的核心和基础技术,是治疗脊柱退行性疾病、脊柱创伤、脊柱肿瘤安全且有效的微创技术[6,11-14]。在经皮椎弓根螺钉技术中,导丝起着至关重要的作用,许多报道指出经皮置钉术中并发症与导丝有关[15-17],其中最重要的并发症为导丝穿透椎体前壁造成重要血管及胸腹腔脏器损伤。本研究主要通过尸体标本实验和临床试验报道一种新型经皮置钉导丝的安全性和有效性。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

新型经皮椎弓根螺钉导丝由内芯和空心套管两部分组合而成,导丝内芯由直径为0.2 mm的9个细导丝呈螺旋状编织而成,空心套管为内径为1.45 mm的不锈钢材料组成,导丝内芯嵌入空心套管内,但导丝内

芯尖端有9 mm突出于套管尖端外(图1a)。新型导丝的主要特点即是突出于套管外的导丝内芯在遇到阻力的情况下会发生形态改变,因导丝内芯有9个细导丝呈螺旋状排列组成,遇到阻力后9个细导丝会向反螺旋方向散开,从而增加导丝与椎体的接触面,防止导丝穿透椎体前壁(图1b)。



a:使用前,导丝内芯呈笔直的螺旋状排列;b:使用后,导丝内芯在受到一定阻力后均匀散开

**图1 新型经皮椎弓根螺钉导丝**

### 1.2 临床资料

在临床试验中,纳入2013年7月至2015年10月沈阳军区总医院骨科胸腰椎骨折患者37例,其中男24例,女13例,年龄65~81岁,平均(69.45±1.23)岁。纳入标准:①术前均接受双能X射线检查,且T<-2.5;②术前CT扫描提示置钉节段椎体前壁均无破损。排除置钉节段合并肿瘤患者。本组37例共使用222枚经皮椎弓根螺钉。

### 1.3 方法

对3具尸体标本$L_1$~$L_5$节段进行椎弓根穿刺及导丝置入,对比新型导丝和传统导丝在$L_1$~$L_5$节段置入椎体内的所需平均推力和穿破椎体前壁力量。首先使用开口器于双侧椎弓根进钉点进行开口,然后使用新型导丝和传统导丝分别穿入$L_1$~$L_5$节段左侧和右侧椎弓根,测量2种导丝在椎体内行进1 cm所需要的推力和穿破椎体前壁所需的力量(图2)。推进所需力量监测设备(DS2 series digital force gauge:Imada Co,Ltd,Toyohashi,Japan)均连接于导丝的末端。

在临床试验中,新型导丝与传统导丝一样,均通过穿刺针内的通道穿入导丝(图3a),在新型导丝刚刚置入椎体内并没有遇到阻力时,新型导丝的形态并未发生改变(图3b),当新型导丝受到一定的后方推力和前方阻力后导丝尖端即可散开,此时可沿新型导丝进行钉道攻丝,丝攻的尖端到达椎体后缘即可结束攻丝步骤(图3d)。完成攻丝后在新型导丝引导下进行椎弓根螺钉的拧入(图3c、e、f)。需要注意的是,在攻丝和螺钉拧入过程中需要保证导丝未散开的部分不发生折弯现象,而且为防止攻丝或拧入螺钉时导丝散开部分发生折断,螺钉钉尖到达椎体后壁时即可取出导丝。

### 1.4 统计学方法

采用SPSS 17.0统计学软件分析,计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,采用统计学方法配对$t$检验分析新型导丝和传统导丝的推力和穿透椎体前壁力量,$P<0.01$为差异有统计学意义。

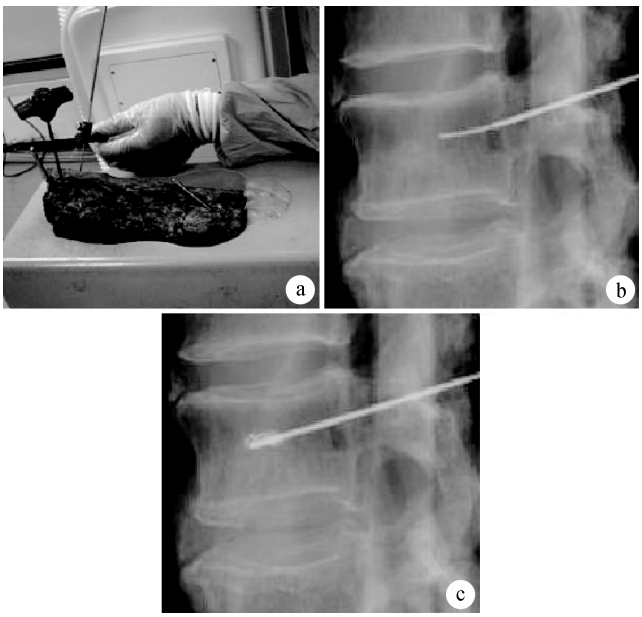
## 2 结果

### 2.1 2种导丝进入椎体的平均推力和穿透力比较

在尸体标本实验中,我们发现当遇到一定的阻力后,新型导丝的内芯尖端即会均匀地散开,增加导丝与椎体前壁的接触面积,从而增加导丝突破椎体前方的阻力(图2)。在尸体标本1中,新型导丝和传统导丝平均推力分别为(15.5±1.9)N和(5.7±0.8)N,差异具有统计学意义($P<0.01$),新型导丝和传统导丝穿破椎体前壁的平均推力分别为(69.1±4.2)N和(37.1±4.8)N,差异具有统计学意义($P<0.01$),且通过3具尸体实验发现,新型导丝在椎体内所需平均推力和穿透椎体前壁的力量均高于传统导丝,差异均有统计学意义($P<0.01$),见表1。

### 2.2 新型导丝和传统导丝的临床应用

对临床已使用的222根新型导丝的影像学记录分析发现,无导丝穿破椎体前壁的情况出现,未出现导丝相关并发症及导丝折断或残留椎体内的病例。

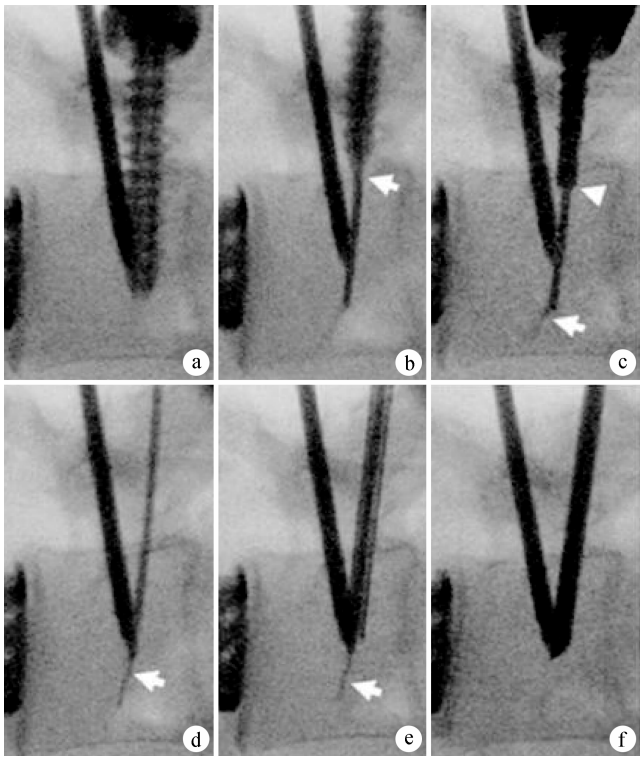


a:新型导丝和传统导丝在尸体标本的生物力学测试;b:新型导丝在椎体内未受到阻力前的侧位X射线片,导丝形态未发生变化;c:新型导丝在椎体内受到阻力后的侧位X射线片,导丝内芯均匀散开

**图2 新型导丝与传统导丝在尸体标本的生物力学实验**

**表 1 新型导丝和传统导丝进入椎体的平均推力和穿透椎体前壁的力量比较($\bar{x} \pm s$,N)**

| 项目 | 平均推力 | | | 穿透力 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 传统导丝 | 新型导丝 | *P* | 传统导丝 | 新型导丝 | *P* |
| 尸体 1 | 37.1 ± 4.8 | 69.1 ± 4.2 | 0.004 5 | 5.7 ± 0.4 | 15.5 ± 0.8 | 0.003 1 |
| 尸体 2 | 17.9 ± 3.4 | 38.7 ± 4.2 | 0.005 1 | 30.9 ± 3.3 | 76.3 ± 4.4 | 0.004 2 |
| 尸体 3 | 48.1 ± 2.8 | 96.5 ± 3.2 | 0.000 1 | 6.0 ± 0.3 | 18.3 ± 0.5 | 0.002 9 |




a:穿刺针超过椎体后缘 20 ~ 25 mm;b:通过穿刺针置入新型导丝至椎体内,新型导丝在未受到阻力前导丝尖端的形态并未发生变化;c:进一步推入导丝并施加一定的推力;d:施加一定的推力后新型导丝在椎体前端遇到阻力后散开;e:沿新型导丝拧入椎弓根螺钉,当螺钉尖端到达椎体后壁时,即可取出导丝;f:完整取出新型导丝并拧入椎弓根螺钉

**图 3 新型导丝临床试验中的应用过程**

## 3 讨论

老年骨质疏松患者接受微创经皮置钉手术过程中,导丝穿透椎体前壁的风险较高。Mobbs 等[15]在回顾性研究 552 例经皮椎弓根置钉的病例中发现 7 例出现导丝穿破椎体前壁,其中有 2 例在置钉时无意将导丝旋入椎体前方,2 例因患者合并严重的骨质疏松导致术者在放置导丝时并未感觉到明显阻力,1 例推入导丝时力量过大导致椎体前壁被穿破。Raley 等[16]回顾分析了 424 例经皮置钉病例,有 4 例患者导丝穿破椎体前壁,有 1 例出现腹膜后血肿和麻痹性肠梗阻,但经过保守治疗后症状得到缓解,且所有导丝穿破椎体前壁的患者术后均使用广谱抗生素预防感染。

目前临床中使用的传统导丝主要由不锈钢或镍钛合金制作而成,在术中攻丝或拧入螺钉过程中会发生导丝弯曲进而将导丝推入椎体前方。尽管弹性镍钛合金可预防上述并发症,但在重度骨质疏松患者中仍然会出现导丝穿透椎体前壁的风险,此前尚无有效的注意事项或新型导丝来预防经皮置钉术中导丝穿透椎体前壁的并发症。

本研究主要报道一种新型的可防止穿透椎体前壁的导丝,通过新型导丝和传统导丝在尸体生物力学上的对比研究发现,新型导丝进入椎体的平均推力和需要穿透椎体前方的推力为传统导丝的 2 ~ 3 倍。在临床使用的 222 根新型导丝中,没有导丝折断或导丝穿透椎体前壁的情况出现,因此,我们认为对于合并骨质疏松的患者,新型导丝可有效降低导丝穿透椎体前壁而损伤胸膜、腹膜及胸腹腔重要器官的风险。而且,新型导丝同样可以在经皮球囊扩张椎体成形手术中使用,可以探查椎体前壁是否完整。

在新型导丝的临床病例试验中,并未发现导丝穿破椎体前壁或散开的导丝折断在椎体内的情况,但散开的导丝折断在椎体内确实是一个潜在风险。新型导丝的内芯导丝具有可逆性,当导丝被拔出椎体时,导丝内芯可基本恢复原来的形态,这种特性降低了导丝折断的风险。尽管新型导丝具有很多优点,但外科医生在进行多节段置钉反复使用导丝时仍需警惕导丝折断的风险。

综上所述,尽管经皮置钉较传统切开手术具有明显优点,但经皮置钉术后导丝穿破椎体前壁为一项非常严重的潜在风险。

## [参考文献]

[1] Cloward RB. The treatment of ruptured lumbar intervertebral discs by vertebral body fusion. I. Indications, operative technique, after care[J]. J Neurosurg,1953,10(2):154 - 168. doi:10.3171/jns.1953.10.2.0154.

[2] Cloward RB. The treatment of ruptured lumbar intervertebral discs;criteria for spinal fusion[J]. Am J Surg,1953,86(2):145 - 151.

[3] Harms J,Rolinger H. A one-stager procedure in operative treatment of spondylolistheses:dorsal traction-reposition and anterior fusion[J]. Z Orthop Ihre Grenzgeb,1982,120(3):343 - 347. doi:10.1055/s - 2008 - 1051624.

[4] Liu C,Zhou Y. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for recurrent lumbar disc herniation[J]. World Neurosurg,2016. doi:10.1016/j.wneu.2016.10.056.

doi:10.11659/jjssx.07E016072

# 改良大鼠颈静脉采血法

杨 萍[1],赵 月[1],杨 帆[1],邵 震[1],王梦洁[1],李宇轩[1],庞小刚[2] (1.山东中医药大学中医学院,山东 济南 250355;2.山东中医药大学实验室管理处,山东 济南 250355)

[摘 要] **目的** 改进大鼠颈静脉采血法,以实现实验大鼠高质量、可循环采血,满足特殊实验要求。**方法** 实验大鼠腹腔麻醉后,采取特殊固定方法,充分暴露颈静脉,使用一次性真空采血管进行采血。**结果** 此法创伤性极低,本实验对60只大鼠进行间隔14 d的采血,一次采血1.8~2.5 mL,成功率在95%以上,对大鼠正常活动无明显影响。真空采血法保障了血清质量,血液检测与分析结果的准确性明显提高。**结论** 在动物福利原则基础上,改进后的大鼠颈静脉采血法具有操作简捷、创伤小、采血量大、血液标本质量高、可循环采血等优点,保障了特殊实验的有效进行。

[关键词] 实验大鼠;颈静脉采血;真空采血法;动物福利
[中图分类号] R331 [文献标识码] A [收稿日期] 2016-07-24

## An improved method of blood collection from jugular vein in rats

YANG Ping[1],ZHAO Yue[1],YANG Fan[1],SHAO Zhen[1],WANG Meng-jie[1],LI Yu-xuan[1],PANG Xiao-gang[2] (Shandong University of Traditional Chinese Medicine,Jinan Shandong 250355,China;2. Laboratory Management,Shandong University of Traditional Chinese Medicine,Jinan Shandong 250355,China.)

**Abstract: Objective** To improve the method of blood collection from external jugular vein in rats,so as to repeatedly obtain blood samples of high quality and to meet the special requirements of the experiment. **Methods** The experimental rats were anesthetized by intraperitoneal anesthesia,and the jugular vein was fully exposed with special fixed method. Whereafter, the blood samples were collected by disposable vacuum blood vessels. **Results** This method had little traumatic effect. The blood samples were collected from 60 rats at an interval of 14

[基金项目] 国家自然科学基金项目(81503539);山东中医药大学SRT项目(2015487)
[通信作者] 庞小刚,E-mail:pxgang@126.com

[5] Funao H,Kebaish KM,Isogai N,et al. Utilization of a technique of percutaneous S2-alar-iliac fixation in immunocompromised patients with spondylodiscitis:two case reports[J]. World Neurosurg,2016. doi:10.1016/j.wneu.2016.10.018.
[6] Chopko BW. Percutaneous thoracolumbar decompression combined with percutaneous pedicle screw fixation and fusion:a method for treating spinal degenerative pain in a biplane angiography suite with the avoidance of general anesthesia[J]. J Spine Surg,2016,2(2):122-127. doi:10.21037/jss.2016.06.03.
[7] Cui S,Busel GA,Puryear AS. Temporary percutaneous pedicle screw stabilization without fusion of adolescent thoracolumbar spine fractures[J]. J Pediatr Orthop, 2016, 36(7): 701-708. doi: 10.1097/BPO.0000000000000520.
[8] Wang MY,Grossman J. Endoscopic minimally invasive transforaminal interbody fusion without general anesthesia:initial clinical experience with 1-year follow-up[J]. Neurosurg Focus,2016,40(2):E13. doi:10.3171/2015.11.foucus15435.
[9] Tian Y,Liu X. Clinical outcomes of two minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion(TLIF) for lumbar degenerative diseases[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2016, 26(7):745-751. doi: 10.1007/s00590-016-1755-1.
[10] Lo WL,Lin CM,Yeh YS. Comparing miniopen and minimally invasive transforaminal interbody fusion in single-level lumbar degeneration[J]. Biomed Res Int,2015,2015:168384. doi:10.1155/2015/168384.
[11] Wang J,Zhou Y. Perioperative complications related to minimally invasive transforaminal lumbar fusion:evaluation of 204 operations on lumbar instability at single center[J]. Spine J,2014,14(9):2078-2084. doi:10.1016/j.spinee.2013.12.016.
[12] 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. doi:10.1016/j.jocn.2013.04.029.
[13] Mobbs RJ,Phan K. History of retractor technologies for percutaneous pedicle screw fixation systems[J]. Orthop Surg,2016,8(1):3-10. doi:10.1111/os.12216.
[14] Bhatt AD,Schuler JC,Boakye M,et al. Current and emerging concepts in non-invasive and minimally invasive management of spine metastasis[J]. Cancer Treat Rev,2013,39(2):142-152. doi:10.1016/j.ctrv.2012.08.002.
[15] Mobbs RJ,Raley DA. Complications with K-wire insertion for percutaneous pedicle screws[J]. J Spinal Disord Tech,2014,27(7):390-394. doi:10.1097/BSD.0b013e3182999380.
[16] Raley DA,Mobbs RJ. Retrospective computed tomography scan analysis of percutaneously inserted pedicle screws for posterior transpedicular stabilization of the thoracic and lumbar spine:accuracy and complication rates[J]. Spine(Phila Pa 1976),2012,37(12):1092-1100. doi:10.1097/BRS.0b013e31823c80d8.
[17] 谢雁春,轩安武,项良碧,等. X线片对C1侧块螺钉位置的评估[J]. 局解手术学杂志,2016,25(11):819-823. doi:10.11659/jjssx.04E016077.

(编辑:刘 艺)