

## 股骨颈轴向控制髓内钉的研制及临床应用

潘 滔, 汪 宇, 李佛保, 彭新生

(中山大学附属第一医院骨科, 广东 广州 510080)

**摘 要:** 【目的】研制股骨颈轴向控制髓内钉(axial controlled intramedullary nail of the femoral neck, ACINFN)治疗股骨转子间骨折及其临床应用。【方法】第一部分:制作 Evans 型股骨粗隆间骨折模型,设立对照组、ACINFN 钉与 A - P 型 Gamma 钉组,比较二者在抗压和抗扭转试验上的差别。第二部分:通过影像学,术后患肢功能和术后并发症,对 77 例 ACINFN 钉和 66 例 A - P 型 Gamma 钉治疗的病例,术后随访进行综合评定。【结果】在 300 N 的压力下,对照组、ACINFN 钉组和 A - P 型 Gamma 钉组的压缩刚度分别为(1 568 ±366)、(1 167 ±92)和(224 ±66)N/mm,三组之间差异有统计学意义( $F=85, P < 0.01$ )。扭角为 5°时,对照组、ACINFN 钉组和 A - P 型 Gamma 钉组的扭转刚度分别为(1.14 ±0.19)、(1.08 ±0.13)和(0.11 ±0.07)N·m/°(5°),三组之间差异有统计学意义( $F=30.9, P < 0.01$ )。ACINFN 钉术后达到解剖复位共 65 例(84.4%),髋关节功能优良者共 71 例(92.2%)。术后并发症:异位骨化 6 例(7.8%),异物残留 1 例(1.3%),无内固定断裂、颈螺钉穿出股骨头、髓内翻和继发性股骨骨折等严重并发症发生,ACINFN 组明显优于 A - P 型 Gamma 钉组。【结论】ACINFN 钉具有良好的生物力学性能、创伤小、解剖复位率高、髋关节功能恢复好和并发症少的优点,不失为治疗股骨转子周围骨折可供选择的方法之一。

**关键词:** 骨折;骨折内固定;股骨颈轴向控制髓内钉

中图分类号: R687.3+2

文献标识码: A

文章编号: 1672-3554(2006)04-0438-04

## Development and Clinical Application of Axial Controlled Intramedullary Nail of the Femoral Neck

PAN Tao, WANG Yu, LI Fo-bao, PENG Xin-sheng

(Department of Orthopedics, The First Affiliated Hospital, SUN Yat-sen University, Guangzhou 510080, China)

**Abstract:** 【Objective】To develop the axial controlled intramedullary nail of the femoral neck (ACINFN) in treatment of femoral peritrochanteric fractures and evaluate the effects of clinical application. 【Methods】The First Part: The Evans Type peritrochanteric fracture model was established and treated with ACINFN and Type A - P Gamma Nail, to compare the differences of anti-compressing and anti-torsional property between two nails. The control group was established also. The Second Part: Based on X-ray, function of lower extremities and postoperative complication, 77 cases treated by ACINFN and 66 cases treated by A-P Gamma Nail were evaluated by postoperative follow-up. 【Results】Under the pre-pressure of 300 N, the compressing stiffness of control group, ACINFN group, A - P Gamma Nail group were (1 568 ±366), (1 167 ±92), and (224 ±66) N/mm, respectively. There were significant differences between 3 groups ( $F=85, P < 0.01$ ); Under the pre-torsion angle 5°; the torsional stiffness of 3 groups were (1.14 ±0.19), (1.08 ±0.13), (0.11 ±0.07) N·m/° (5°), respectively. There were significant differences between 3 groups ( $F=30.9, P < 0.01$ ). 65 cases (84.4%) treated by ACINFN achieved anatomic reduction, and 71 cases (92.2%) achieved excellent and good hip function. The postoperative complications included heterotopic ossification in 6 (7.8%), foreign body left in 1 (1.3%). There were no breakage of implants, no penetration out of the femoral head with the lag screws, no coxa vara and no secondary femoral fracture in the ACINFN group, which was superior to A-P Gamma nail group. 【Conclusion】ACINFN was considered as an effective treatment of femoral peritrochanteric fractures with good biomechanics performance, little invasion, better anatomic reduction, excellent function of hip and

收稿日期: 2005-12-02

基金项目: 卫生部科学基金资助项目(98-1-094)

作者简介: 潘滔(1956-),男,江苏金湖人,博士,副主任医师. E-mail: pantao@126.com

rare complications.

Key words: fractures; fracture internal fixation; axial controlled intramedullary nail

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci), 2006, 27(4):438-441]

1990年 Grosse 等<sup>[1]</sup>首先报告了应用股骨转子周围部带锁髓内钉(即 Gamma 钉)治疗股骨转子间骨折。1992年香港 Leung 等<sup>[2]</sup>根据东南亚和南中国人身材矮小的特点,在原 Gamma 钉的基础上将尺寸和弯曲角度适当改小,称为 A-P 型 Gamma 钉,经临床应用,取得满意效果。但是,随着 Gamma 钉的广泛应用,其所产生的并发症也时有报道<sup>[3-5]</sup>。其中原因除了操作技术方面外,难免存在设计和结构方面的不足<sup>[25-8]</sup>。为此,1999年,我们在 Gamma 钉的基础上,研究设计了股骨颈轴向控制髓内钉(axial controlled intramedullary nail of the femoral neck, ACINFN 钉)。借助生物力学方法和临床应用及观察,与 A-P 型 Gamma 钉进行比较,对股骨颈轴向控制髓内钉的生物力学性能和临床特点进行综合评估。现报告如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 股骨颈轴向控制髓内钉的设计及结构

ACINFN(图1)钉由左向右包括:髓内钉,颈螺钉固定螺钉,颈螺钉,轴向控制板,轴向控制板固定螺钉,远端锁钉。

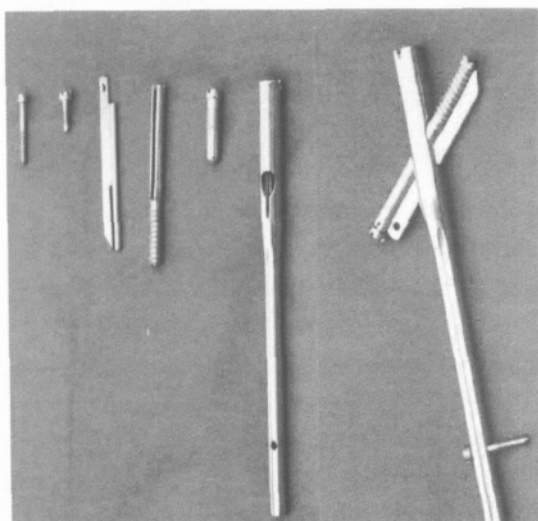


图1 股骨颈轴向控制髓内钉(ACINFN)构件与组合

Fig.1 Axial controlled intramedullary nail of the femoral neck(ACINFN)

Component and its fit together

### 1.2 生物力学实验与分析<sup>[7]</sup>

采用新鲜尸股骨标本8对,各取1根先作为对照组,不做处理直接用牙托粉包埋,用夹具置于生物材料实验系统(material test system, MTS),即 MTS 实验机上,进行抗压实验及抗扭转实验(为非破坏性实验)。完成后放入实验组(为非破坏性实验),再随机分两组,在股骨大小粗隆之间用线锯开,制成 Evans 型骨折模型,分别用 A-P 型 Gamma 钉和 ACINFN 钉进行安装固定,然后用夹具置于 MTS 实验机上,进行抗压实验及抗扭转实验。

1.2.1 抗压实验 在 MTS 实验机上,将对照组和两个实验组的标本外倾 15°;即呈正常生理状态(站立位),以 300 N 的压力对股骨头实施加载,测量对照组和两个实验组标本的压缩刚度。

1.2.2 抗扭转实验 将对照组和两个实验组的标本的断面调整到与水平面平行,把股骨头用夹具固定在 MTS 实验机加载头上,使颈螺钉与转轴重合,扭转 5°;测量对照组和两个实验组标本股骨头的扭转刚度。

1.2.3 统计学分析 数据通过 SPSS 11.0 软件进行统计学分析,压缩值与扭转值方差不齐,测量值编秩后用单因素方差分析进行比较(one-way ANOVA),各部位指标各组之间差别比较用单因素方差分析进行比较(one-way ANOVA)。各组之间两两比较用 Student-Newman-Keuls(SNK)方法进行两两比较分析。

### 1.3 临床研究

1.3.1 临床资料 ACINFN 钉组 77 例转子间骨折,男 23 例,女 54 例。年龄 26~88 岁,平均 58.7 岁。术后随访 6~51 个月,平均 26 个月。Gamma 钉组 66 例转子间骨折,男 21 例,女 45 例。年龄 23~87 岁,平均 54.8 岁。术后随访 16~48 个月,平均 23 个月。伤后 1 h 至 1 周入院。入院后 3~10 d 手术。

1.3.2 手术方法 硬膜外麻,平卧位,常规消毒铺巾后,显露大转子顶点。在转子顶点和梨状肌窝之间将合适的髓内钉插入骨髓腔,扩髓,在透视下拧入颈螺钉。拧入颈螺钉后借助专用开槽凿在颈螺钉槽口处凿出一骨皮质槽口,插入轴向控制板,拧紧轴向控制板固定螺钉。术中要注意髓内钉应推

进,切记不可用暴力打入,以免造成术中大粗隆骨折或股骨干骨折,颈螺钉的位置尽可能与股骨颈中轴线重叠,以便安装轴向控制板。A-P型 Gamma 钉手术方法无需安装轴向控制板外其余步骤完全相同<sup>[8]</sup>。

1.3.3 疗效评价 随访病人均以解剖复位,髋关节功能和术后并发症 3 方面进行比较。解剖复位以 X 线复位率为观察指标,髋关节功能主要按黄公怡等<sup>[9]</sup>提出的标准为观察指标,术后并发症参考 Christian 等<sup>[9]</sup>分析的常见并发症并结合我们的实际进行比较。

## 2 结 果

### 2.1 生物力学实验

在 300 N 的压力下,对照组与 ACINFN 钉组、A-P 型 Gamma 钉组压缩刚度比较,差异有统计学意义( $P < 0.01$ , 表 1); 扭角为 5 时,对照组与 ACINFN 钉组、A-P 型 Gamma 钉组的扭转刚度比较,差异有统计学意义( $P < 0.01$ , 表 1)。

表 1 300 N 压力下各组压缩刚度与各组扭转刚度的比较  
Table 1 Comparison of each group of compressing stiffnesses under 300 N and torsional stiffnesses ( $\bar{x} \pm s$ )

Group	n	Compressing stiffnesses (N/mm)	Torsional stiffnesses (N·m/5°)
Control	8	1 568 ± 366 <sup>2), 3)</sup>	1.14 ± 0.19 <sup>2), 3)</sup>
ACINFN	8	1 167 ± 92 <sup>1), 3)</sup>	1.08 ± 0.13 <sup>1), 3)</sup>
A-P Gamma	8	224 ± 67 <sup>1), 2)</sup>	0.11 ± 0.01 <sup>1), 2)</sup>
F	-	85.3	30.9
P	-	0.00	0.00

1) Compared with control group of the same test,  $P < 0.01$ ; 2) Compared with ACINFN group of the same test,  $P < 0.01$ ; 3) Compared with A-P gamma group of the same test,  $P < 0.01$ , one-ANOVA and SNK test was used

### 2.2 临床随访观察

A-P 型 Gamma 钉术后解剖复位 48 例 (72.7%)。髋关节功能优 36 例,良 20 例,优良率达 84.8%。术后并发症:异位骨化 7 例 (10.7%);异物残留 1 例 (1.5%);内固定断裂 1 例 (1.5%);颈螺钉穿出股骨头 4 例 (6.1%);髓内翻 6 例 (9.1%);继发性大转子骨折 5 例 (7.6%)。ACINFN 钉术后解剖复位 65 例 (84.4%)。髋关节功能优 47

例,良 24 例,优良率达 92.2%。术后并发症:异位骨化 6 例 (7.8%);异物残留 1 例 (1.3%);无内固定断裂、颈螺钉穿出股骨头、髓内翻和继发性骨折等严重并发症发生。图 2-4 为 3 个典型病例 ACINFN 钉处理的术前、术后,以及手术后 4 个月(例 2)、6 个月(例 1)、12 个月(例 3)X 线片资料。

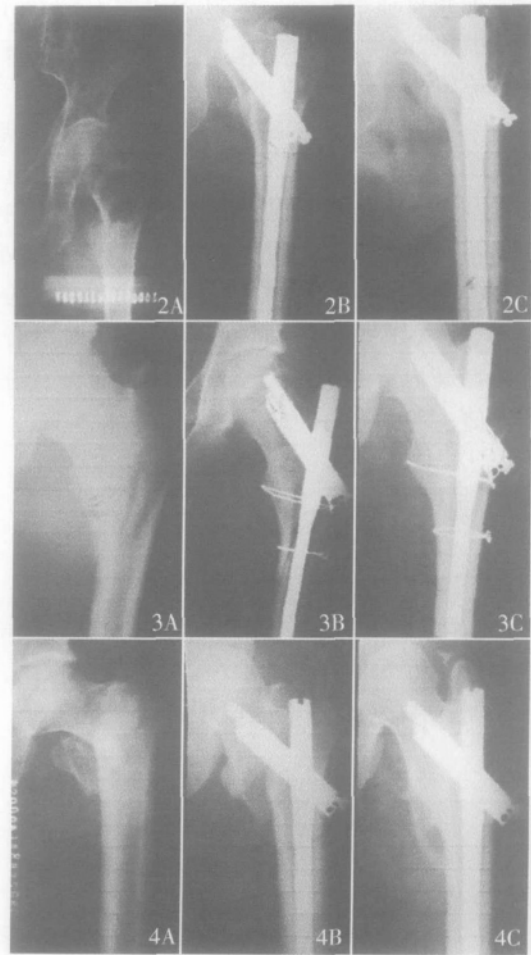


图 2 股骨转子间骨折(Evens 型)

图 3 股骨转子下骨折

图 4 股骨转子间骨折(Evens 型)

Fig.2 Intertrochanter fracture of femur (Evens )

2A: preoperation; 2B: anatomic reduction by ACINFNs post-operation; 2C: bony union postoperation 6 months

Fig.3 Subtrochanter fracture of femur

3A: preoperation; 3B: Anatomic reduction by ACINFNs post-operation; 3C: bony union postoperation 4 months

Fig.4 Intertrochanter fracture of femur (Evens )

4A:preoperation; 4B: malreduction by ACINFNs post-operation; 4C: bony union postoperation 12 months, porosis along line of forces, normally joint function of the wounded limb

### 3 讨论

#### 3.1 A-P型Gamma钉颈螺钉自身结构缺陷分析

A-P型Gamma钉生物力学测试表明,A-P型Gamma钉在抗压和抗扭转方面都存在不足。本项目经分析大胆提出,影响A-P型Gamma钉内固定稳定性的主要原因是其自身结构—颈螺钉设计缺陷。髋关节活动最重要的是屈伸运动,在骨折端就是典型的钟摆运动,如果这种钟摆运动不能控制,骨折端的松动就难以避免。二是由于颈螺钉与骨组织间存在弹性模量的巨大差异,在轴向旋转时两者之间的摩擦力使骨小梁应力结构更易受损,其抗扭转强度必然降低。三是颈螺钉安装时不对中是技术操作中无法克服的缺陷。由于颈螺钉不对中,在一定的载荷下发生股骨头旋转下移,使扭转刚度和压缩刚度均减低,导致骨折端松动。最后,颈螺钉前部的自攻螺纹在髋关节活动时向受力方向运动,只进不退,直至穿破股骨头<sup>[6]</sup>。

#### 3.2 ACINFN钉对颈螺钉改进的重点

尽管国内外陆续有进行Gamma钉改进并取得良好的效果的报道,如Gamma钉的髓内钉近端和远端直径大小、钉体的长度和外翻弯曲度等。但迄今为止,有关颈螺钉的研究甚少,本项目对Gamma钉的颈螺钉的改进不是简单的去增加一个颈螺钉或改变颈螺钉的直径和长度的大小,而是设计了一个与髓内钉和颈螺钉都相匹配的轴向控制板及其固定螺钉<sup>[7]</sup>。从而达到控制股骨颈的轴向旋转,提高骨折端的稳定性的目的。可以避免增加一个颈螺钉对骨折端周围有限的骨小梁结构的破坏,防止骨折端骨组织空洞化而致骨折端更加松动。故本组无内固定断裂、髓内翻和继发性骨折等严重并发症发生,1例对位不良已骨性愈合。这充分说明ACINFN钉固定确实,为股骨转子周围部骨折骨折端的生长提供了良好的稳定性<sup>[8,9]</sup>。

#### 3.3 ACINFN钉轴向控制板的作用

生物力学比较结果表明ACINFN钉的轴向控制板不仅有效地控制了股骨颈的轴向旋转,提高了抗扭转强度,而且也提高了抗压强度。其作用机制在于轴向控制板大大增加了颈螺钉的纵向外径,从而提高了抗压强度;其二由于轴向控制板的存在,使原钉体部与股骨颈松质骨的接触阻力变为横截面阻力,大大提高了抗扭转强度,而且使技

术操作中因颈螺钉不对中而产生的旋转下移得到有效的克服,使抗压强度进一步提高。其三由于轴向控制板的存在,使颈螺钉前部的自攻罗纹失去作用,其穿破股骨头的可能性大大减小,故本组无一例出现颈螺钉穿出股骨头。因此,股骨颈轴向控制对股骨转子周围部骨折端界面的稳定性是决定性因素<sup>[7,8]</sup>。

生物力学和临床应用综合评估结果表明:ACINFN钉达到了设计的要求,并论证了股骨颈轴向控制对股骨粗隆周围部骨折端界面的稳定性是决定性因素的意义<sup>[7-9]</sup>,具有力学性能好、创伤小、解剖复位率高、髋关节功能恢复好和并发症少的优点,是治疗股骨转子周围部骨折可供选择的方法之一。

#### 参考文献:

- [1] GROSSE A, TAGLANG G. A new device for the treatment of trochanteric fractures of the femur with a new nail[J]. J Bone Joint Surg(Am), 1990, 72(8):1185-1189.
- [2] LEUNG K S, SO W S, SHEN W Y, et al. Gamma nail and dynamic hip screws for peritrochanteric fractures[J]. J Bone Joint Surg(Br), 1992, 74(3):345-349.
- [3] KULKARNI S S, MORAN C G. Results of dynamic Condylar screw for subtrochanteric fractures[J]. Injury, 2003, 34(2):117-122.
- [4] SADOWSKI C, LUBBEKE A, SAUDAN M, et al. Treatment of reverse and trans-verse intertrochanteric fractures with use of an intramedullary nail or 95 degrees screw-plate: a prospective, randomized study [J]. J Bone Joint Surg Am, 2002, 84-A(3):372-381.
- [5] CHRISTIAN K, THOMAS H, CHRISTIAN G, et al. The standard Gamma nail:A Critical of 1,000 cases [J]. Trauma, 2001, 51(1):77-82.
- [6] 潘滔,李佛保,张炳球,等. A-P型GAMMA钉的生物力学分析[J]. 广东医学, 2001, 22(5): 365-367.
- [7] 潘滔,李佛保,张炳球,等. 股骨颈轴向控制髓内钉与A-P型GAMMA钉的生物力学研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2001, 19(3): 259-261.
- [8] 潘滔,李佛保,彭新生,等. 两种髓内钉治疗股骨转子间骨折的回顾性分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2002, 14(10): 1369-1372.
- [9] 潘滔,李佛保,彭新生. 股骨颈轴向控制髓内钉治疗股骨转子周围部骨折[J]. 中华创伤杂志, 2003, 2(19): 85-86.

(编辑 张敏瑞)