

# AO 钛制弹性髓内钉内固定与切开复位钢板内固定治疗 小儿肱骨干中下段骨折的比较研究

黄杨<sup>1</sup>, 王昌兴<sup>2</sup>, 邹阳<sup>1</sup>

(1. 浙江中医药大学, 浙江 杭州 310053;

2. 浙江中医药大学附属第二医院, 浙江 杭州 310005)

**摘要 目的:**比较 AO 钛制弹性髓内钉内固定与切开复位钢板内固定治疗小儿肱骨干中下段骨折的临床疗效和安全性。**方法:**回顾性分析 47 例肱骨干中下段骨折患儿的病例资料, 其中采用切开复位钢板内固定 28 例, 采用 AO 弹性髓内钉内固定 19 例。男 27 例, 女 20 例; 年龄 6~11 岁, 中位数 8 岁; 肱骨干中段骨折 16 例, 下段骨折 31 例; 左侧 16 例, 右侧 31 例; 按照肱骨干骨折的 AO 分型, A 型 15 例、B 型 23 例、C 型 9 例。比较 2 组患者术中出血量、手术时间、住院时间、骨折愈合时间, 及术后 6 个月的肩关节活动度、肘关节活动度、美国加州大学(the University of California at Los Angeles, UCLA) 肩关节功能评分和 Mayo 肘关节功能评分, 并比较 2 组患者并发症发生情况。**结果:**AO 弹性髓内钉内固定组术中出血量少于切开复位钢板内固定组[(95.00 ± 33.39) mL, (192.00 ± 48.18) mL,  $t=7.560$ ,  $P=0.000$ ], 其手术时间、骨折愈合时间均短于切开复位钢板内固定组[(55.50 ± 12.79) min, (71.60 ± 16.45) min,  $t=3.585$ ,  $P=0.001$ ; (9.40 ± 3.04) min, (12.80 ± 4.50) min,  $t=2.860$ ,  $P=0.006$ ]; 2 组患者住院时间比较, 差异无统计学意义[(12.60 ± 1.64) min, (12.70 ± 1.92) min,  $t=0.184$ ,  $P=0.855$ ]。术后 6 个月 AO 弹性髓内钉内固定组肩关节活动度、肘关节活动度均大于切开复位钢板内固定组[153.95° ± 16.29°, 112.68° ± 20.21°,  $t=7.410$ ,  $P=0.000$ ; 132.00° ± 6.70°, 113.18° ± 6.78°,  $t=9.382$ ,  $P=0.000$ ], 其 UCLA 肩关节功能评分、Mayo 肘关节功能评分均高于切开复位钢板内固定组[(32.26 ± 2.45) 分, (26.50 ± 3.10) 分,  $t=6.790$ ,  $P=0.000$ ; (96.52 ± 2.95) 分, (87.46 ± 3.94) 分,  $t=8.520$ ,  $P=0.000$ ]。AO 弹性髓内钉内固定组并发症发生率小于切开复位钢板内固定组( $\chi^2=4.970$ ,  $P=0.026$ )。**结论:**与切开复位钢板内固定相比, 采用 AO 钛制弹性髓内钉内固定治疗小儿肱骨干中下段骨折, 创伤小、手术时间短、骨折愈合快, 肩、肘关节活动度及功能恢复好, 可作为临床治疗小儿肱骨干中下段骨折的一种较为理想的选择。但二者住院时间无明显差异。

**关键词** 肱骨骨折; 儿童; 骨折固定术, 内; 弹性髓内钉; 钢板; 治疗, 临床研究性

## A comparative study of AO titanium elastic stable intramedullary nail internal fixation versus open reduction plate osteosynthesis for the treatment of mid-distal humeral fractures in children

HUNAG Yang<sup>1</sup>, WANG Changxing<sup>2</sup>, ZOU Yang<sup>1</sup>

1. Zhejiang university of traditional Chinese medicine, Hangzhou 310053, Zhejiang, China

2. The second affiliated hospital of Zhejiang university of traditional Chinese medicine, Hangzhou 310005, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:** To compare the clinical effects and safety of internal fixation with AO titanium elastic stable intramedullary nail (ESIN) versus open reduction internal fixation (ORIF) with plate for treatment of mid-distal humeral fractures in children. **Methods:** The medical records of forty-seven children with mid-distal humeral fractures were analyzed retrospectively. Twenty-eight cases were treated with ORIF with plate while 19 cases were treated with ESIN internal fixation. The patients consisted of 27 males and 20 females, and ranged in age from 6 to 11 years (Median = 8 yrs). Sixteen cases suffered from mid humeral fractures and 31 cases suffered from distal humeral fractures. The fractures located in left humerus for 16 cases and right humerus for 31 cases. According to the AO classification of humeral shaft fractures, the fractures belonged to type A (15), type B (23) and type C (9). The intraoperative blood loss, operative time, hospital stay time, fracture healing time and complications were compared between the 2 groups. The range of motion (ROM) of shoulder joint and elbow joint, UCLA shoulder performance score and Mayo elbow performance score were recorded at 6 months after the surgery and compared between the 2 groups. **Results:** The intraoperative blood loss was less in ESIN group compared to ORIF group (95.00 ± 33.39 vs 192.00 ± 48.18 mL,  $t=7.560$ ,  $P=0.000$ ), and the operative time and fracture healing time were shorter in of ESIN group compared to ORIF group

(55.50 ± 12.79 vs 71.60 ± 16.45 min,  $t = 3.585$ ,  $P = 0.001$ ; 9.40 ± 3.04 vs 12.80 ± 4.50 min,  $t = 2.860$ ,  $P = 0.006$ ). There was no statistical difference in hospital stay between the two groups (12.60 ± 1.64 vs 12.70 ± 1.92 min,  $t = 0.184$ ,  $P = 0.855$ ). At 6 months after the surgery, the range of motion of shoulder joint and elbow joint were higher in ESIN group compared to ORIF group (153.95 ± 16.29 degrees vs 112.68 ± 20.21 degrees,  $t = 7.410$ ,  $P = 0.000$ ; 132.00 ± 6.70 vs 113.18 ± 6.78 degrees,  $t = 9.382$ ,  $P = 0.000$ ). Both UCLA shoulder performance score and Mayo elbow performance score were higher in ESIN group compared to ORIF group (32.26 ± 2.45 vs 26.50 ± 3.10 points,  $t = 6.790$ ,  $P = 0.000$ ; 96.52 ± 2.95 vs 87.46 ± 3.94 points,  $t = 8.520$ ,  $P = 0.000$ ). The incidence rate of complications were lower in ESIN group compared to ORIF group ( $\chi^2 = 4.970$ ,  $P = 0.026$ ). **Conclusion:** Compared with open reduction plate internal fixation, AO titanium elastic stable intramedullary nail internal fixation has such advantages as less injury, shorter operative time, shorter fracture healing time and larger range of motion and better performance of shoulder joint and elbow joint, so it can be used as a comparatively ideal method for treatment of mid-distal humeral shaft fractures in children. However, there is no obvious difference in hospital stay between the 2 methods.

**Key words** humeral fractures; child; fracture fixation, internal; elastic intramedullary nails; plates; therapies, investigational

肱骨干骨折是小儿上肢骨折中较为常见的一种骨折,多由高处坠落、交通事故等所致,常见于 16 岁以下儿童<sup>[1]</sup>。治疗此类骨折的方法较多,临床常用的方法主要有手法闭合复位石膏外固定、切开复位克氏针内固定、切开复位钢板内固定、锁定髓内钉内固定等<sup>[2-3]</sup>。目前国内外关于弹性髓内钉内固定治疗小儿肱骨干骨折的文献报道较少<sup>[4]</sup>。为了比较 AO 钛制弹性髓内钉与切开复位钢板内固定治疗小儿肱骨干中下段骨折的临床疗效和安全性,笔者回顾性分析了 2005 年 3 月至 2008 年 3 月分别采用这 2 种方法治疗的 47 例小儿肱骨干中下段骨折患者的病例资料,现

报告如下。

## 1 临床资料

**1.1 一般资料** 纳入研究的患儿共 47 例,男 27 例,女 20 例。年龄 6 ~ 11 岁,中位数 8 岁。均为在浙江中医药大学第二附属医院住院治疗的患儿,其中肱骨干中段骨折 16 例,下段骨折 31 例;左侧 16 例,右侧 31 例。按照肱骨干骨折的 AO 分型<sup>[5]</sup>: A 型 15 例, B 型 23 例, C 型 9 例。受伤至手术时间 1 ~ 8 d,中位数 3 d。2 组患者性别、年龄、骨折部位、病程、骨折分型等基线资料比较,组间差异无统计学意义,具有可比性(表 1)。

表 1 2 组肱骨干中下段骨折患儿基线资料比较

组别	性别(例)		年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	骨折部位(例)		病程 ( $\bar{x} \pm s$ , d)	骨折分型(例)		
	男	女		肱骨干中段	肱骨干下段		A 型	B 型	C 型
切开复位钢板内固定组	16	12	8.14 ± 1.53	10	18	3.93 ± 1.70	9	14	5
AO 弹性髓内钉内固定组	11	8	7.79 ± 1.47	6	13	3.21 ± 1.51	6	9	4
检验统计量	$\chi^2 = 0.003$		$t = 0.787$	$\chi^2 = 0.086$		$t = 1.485$	$\chi^2 = 0.031$		
P 值	0.959		0.435	0.769		0.144	0.859		

**1.2 纳入标准** ①肱骨干中段或下段 1/3 新鲜闭合性骨折;②无桡神经麻痹症状;③年龄 6 ~ 12 岁;④符合 AO 型肱骨干骨折;⑤病例资料完整。

**1.3 排除标准** ①病理性肱骨干中、下段骨折及肱骨干骨不连者;②合并有影响肩关节及肘关节功能判定的其他损伤者;③精神病患者。

## 2 方法

**2.1 分组方法** 按照固定方法不同将 47 例患者分为切开复位钢板内固定组 28 例和 AO 弹性髓内钉内固定组 19 例。

### 2.2 手术方法

**2.2.1 切开复位钢板内固定组** 采用臂丛神经阻滞

麻醉,患者取仰卧位。取上臂前外侧切口<sup>[6]</sup>,经肱二头肌和肱三头肌间隙进入,显露桡神经并加以保护,逐层剥离至骨折处。直视下行手法整复,使骨折尽量达到解剖复位或近解剖复位后,将 6 ~ 10 孔加压钢板置于肱骨前外侧固定。有碎裂的骨块或骨片者施加捆扎。经 C 形臂 X 线机透视证实骨折复位及内固定满意后,冲洗切口,逐层缝合。

**2.2.2 AO 弹性髓内钉内固定组** 采用全身麻醉,患者取仰卧位。分别于肱骨内、外髁上方 2 ~ 3 cm 处经皮各切一长约 0.5 cm 的小切口,在 C 形臂 X 线机透视下将骨锥与肱骨干长轴呈 40° ~ 60° 角慢慢旋转刺入骨皮质,并根据肱骨髓腔大小选用 2 枚髓内钉并将

其预弯成弧形。然后用弹性髓内钉 T 形把持器将 2 枚弹性髓内钉分别从肱骨内、外侧逆行插至骨折线水平;若闭合复位插入近骨折端无法成功,则于骨折处作一长约 3 cm 的切口,保证直视下复位成功。近端弹性髓内钉插至肱骨大小结节水平,将钉尾剪断,保留 1.0~1.5 cm,露于骨皮质外,不折弯。

**2.3 术后处理** 术后 2 组患者均常规应用抗生素 3 d;均采用颈腕带悬吊患肢制动;待有少量骨痂形成后拆除外固定,并开始行肘、肩关节主动功能锻炼 2 周。

**2.4 疗效及安全性评价方法** 比较 2 组患者术中出血量、手术时间、住院时间、骨折愈合时间,及术后 6 个月的肩关节活动度、肘关节活动度、美国加州大学(the University of California at Los Angeles, UCLA)肩关节功能评分<sup>[7]</sup>和 Mayo 肘关节功能评分<sup>[8]</sup>,并比较 2 组患者并发症发生情况。

**2.5 统计学方法** 采用 SPSS16.0 统计软件对所得数据进行统计学分析,2 组患者性别、骨折部位、骨折分型的组间比较采用  $\chi^2$  检验,年龄、病程、术中出血量、手术时间、住院时间、骨折愈合时间、肩关节活动度、肘关节活动度、UCLA 肩关节功能评分、肘关节功能 Mayo 评分的组间比较采用  $t$  检验,检验水准  $\alpha=0.05$ 。

### 3 结果

AO 弹性髓内钉内固定组术中出血量少于切开复位钢板内固定组,其手术时间、骨折愈合时间均短于切开复位钢板内固定组;2 组患者住院时间比较,差异无统计学意义(表 2)。术后 6 个月 AO 弹性髓内钉内固定组肩关节活动度、肘关节活动度均大于切开复位钢板内固定组,其 UCLA 肩关节功能评分、Mayo 肘关节功能评分均高于切开复位钢板内固定组(表 3)。AO 弹性髓内钉内固定组 1 例发生骨不连,3 例出现

钉尾周围激惹反应;切开复位钢板内固定组 8 例发生骨不连,7 例出现医源性桡神经麻痹症状;AO 弹性髓内钉内固定组并发症发生率小于切开复位钢板内固定组( $\chi^2=4.970, P=0.026$ )。典型病例 X 线片见图 1、图 2。

### 4 讨论

小儿肱骨干骨折的治疗不同于成人骨折的治疗,治疗此类骨折时必须考虑的前提条件为:保护骨骺不受损伤和骨骼血供不被破坏<sup>[9-10]</sup>。采用传统的切开复位克氏针、钢板、带锁髓内钉等内固定治疗小儿肱骨干骨折,创伤大,出血多,而且神经及骨骺损伤的几率较高<sup>[11]</sup>。AO 钛制弹性髓内钉内固定已经在国外被广泛地应用于治疗小儿四肢长管状骨折<sup>[12-14]</sup>。

采用 AO 钛制弹性髓内钉内固定治疗小儿肱骨干中下段骨折具有以下优点:①AO 钛制弹性髓内钉具有良好的弹性恢复力,利用其在髓腔内特有的弹性三点固定以及对称的弹性内卡作用,可以促使骨折复位,较好地维持骨折端的解剖对位;②其圆弧形的弯头设计为闭合复位时髓内钉的腔内折弯和顺利穿过骨折端提供了方便;③可以避开骨折端和桡神经,手术创伤小;④对骨折端的稳定不是绝对坚强的固定,肢体主动活动或部分负重时骨折端存在微动,有利于骨痂形成,增加了骨折愈合早期的牢固性;⑤逆向插钉技术可以避免肩、肘关节活动受限,有利于患肢功能的恢复;⑥操作简单,术后并发症少。

肱骨干中下 1/3 处的血供主要来自肱骨干中上段的滋养血管,该处骨折时滋养血管极易破坏。若采用切开复位钢板内固定势必会破坏骨折端骨膜及肌肉,导致骨折端血供不足<sup>[15]</sup>;而采用 AO 钛制弹性髓

表 2 2 组肱骨中下段骨折患儿术中出血量、手术时间、住院时间、骨折愈合时间比较  $\bar{x} \pm s$

组别	术中出血量(mL)	手术时间(min)	住院时间(d)	骨折愈合时间(周)
切开复位钢板内固定组	192.00 ± 48.18	71.60 ± 16.45	12.70 ± 1.92	12.80 ± 4.50
AO 弹性髓内钉内固定组	95.00 ± 33.39	55.50 ± 12.79	12.60 ± 1.64	9.40 ± 3.04
$t$ 值	7.560	3.585	0.184	2.860
$P$ 值	0.000	0.001	0.855	0.006

表 3 2 组肱骨中下段骨折患儿术后 6 个月的肩肘关节活动度及功能评分比较  $\bar{x} \pm s$

组别	肩关节活动度(°)	UCLA 肩关节功能评分(分)	肘关节活动度(°)	Mayo 肘关节功能评分(分)
切开复位钢板内固定组	112.68 ± 20.21	26.50 ± 3.10	113.18 ± 6.78	87.46 ± 3.94
AO 弹性髓内钉内固定组	153.95 ± 16.29	32.26 ± 2.45	132.00 ± 6.70	96.52 ± 2.95
$t$ 值	7.410	6.790	9.382	8.520
$P$ 值	0.000	0.000	0.000	0.000

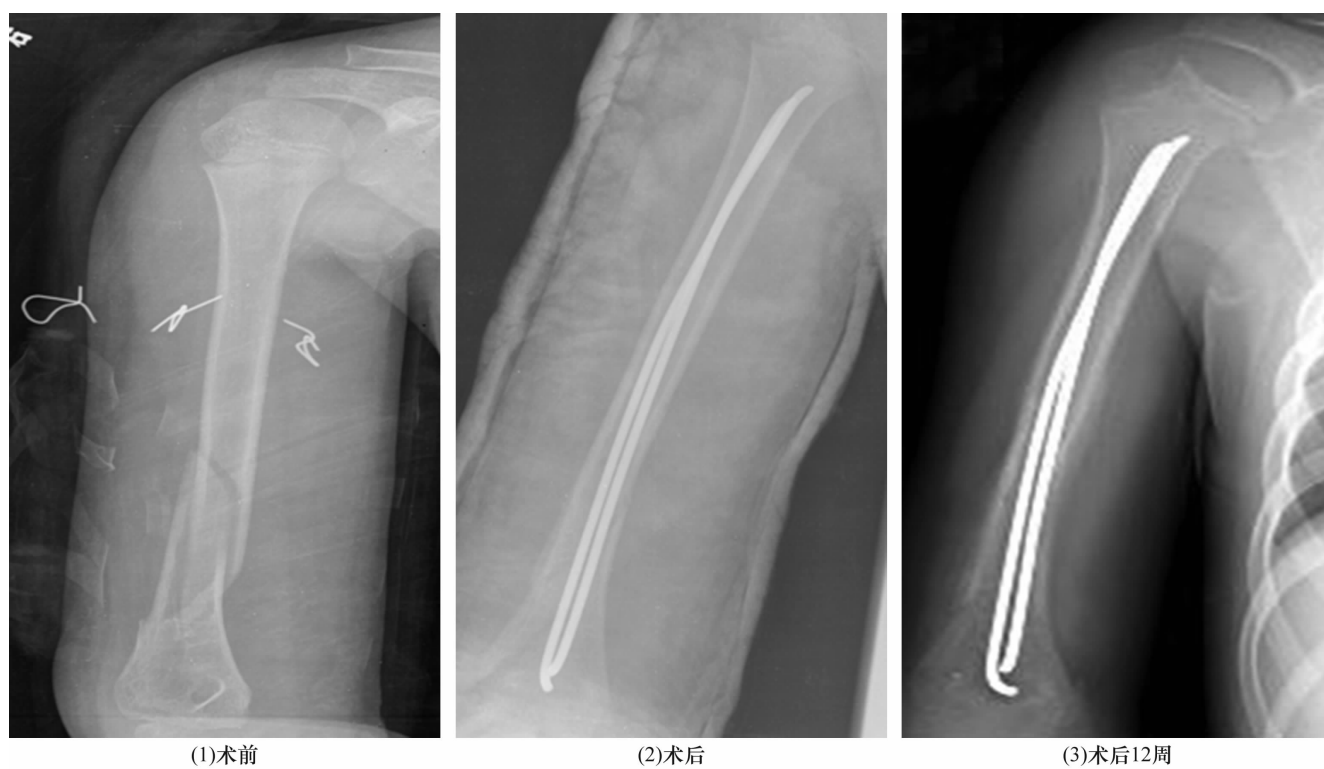


图 1 肱骨干下 1/3 骨折手术前后正位 X 线片

患儿,男,9 岁,肱骨干下 1/3 骨折,行 AO 弹性髓内钉内固定治疗



图 2 肱骨干中段骨折手术前后 X 线片

患儿,男,12 岁,肱骨干中段骨折,行切开复位钢板内固定治疗

内钉内固定时可以避免大范围的软组织和骨膜的剥离,对骨血供和软组织损伤影响较小,同时能更好地避免桡神经损伤,最大限度地保存骨折局部和被固定区域的血液循环,从而有利于骨折的愈合<sup>[16-17]</sup>。

采用 AO 钛制弹性髓内钉内固定治疗小儿肱骨干中下段骨折时应注意以下事项:①弹性髓内钉的直径应为肱骨干最狭窄部位的 50% ~ 60%, 6 ~ 10 岁儿童应使用直径 2.5 mm 的弹性髓内钉,而超过 10 岁儿

童应使用直径 3.0 ~ 3.5 mm 的弹性髓内钉;②髓内钉越粗所产生的弹力就越大,固定就越牢靠,但插入的难度也随之增大;③注意防止术后钉尾周围激惹反应的发生<sup>[18-20]</sup>。

本研究结果显示,与切开复位钢板内固定相比,采用 AO 钛制弹性髓内钉内固定治疗小儿肱骨干中下段骨折,创伤小、手术时间短、骨折愈合快,肩、肘关节活动度及功能恢复好,可作为临床治疗小儿肱骨干中下段骨折的一种较为理想的选择,但二者住院时间无明显差异。

## 5 参考文献

- [1] 董展,楼跃,唐凯,等. 弹性髓内钉微创治疗小儿肱骨干骨折 33 例[J]. 中华创伤杂志,2014,30(4):333-335.
- [2] 李晓明,左炳光,赵秀泉. 手法整复、夹板固定治疗儿童肱骨髁上骨折 162 例[J]. 中医正骨,2013,25(11):47-48.
- [3] 蒋健,杨晓. 尺侧小切口复位结合经皮交叉克氏针内固定治疗儿童肱骨髁上骨折[J]. 中医正骨,2015,27(2):60-61.
- [4] Lieber J, Schmittenbecher P. Developments in the treatment of pediatric long bone shaft fractures [J]. Eur J Pediatr Surg, 2013, 23(6):427-433.
- [5] Obruba P, Kopp L, Edelmann K. Treatment of humeral shaft fractures using Hackethal's technique of intramedullary bundle nailing [J]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech, 2012, 79(4):341-346.
- [6] Singh AK, Narsaria N, Seth RR, et al. Plate osteosynthesis of fractures of the shaft of the humerus: comparison of limited contact dynamic compression plates and locking compression plates [J]. J Orthop Traumatol, 2014, 15(2):117-122.
- [7] Ellman H, Hanker G, Bayer M. Repair of the rotator cuff. End - result study of factors influencing Reconstruction [J]. J Bone Joint Surg Am, 1986, 68(8):1136-1144.
- [8] Morrey BF, Bryan RS, Dobyns JH, et al. Total elbow arthroplasty. A five - year experience at the Mayo Clinic [J]. J Bone Joint Surg Am, 1981, 63(7):1050-1063.
- [9] Papasoulis E, Drosos GI, Ververidis AN, et al. Functional bracing of humeral shaft fractures. A review of clinical studies [J]. Injury, 2010, 41(7):21-27.
- [10] Sahu RL. Percutaneous kirschner wire (K - wire) fixation for humerus shaft fractures in children: a treatment concept [J]. Niger Med J, 2013, 54(5):356-360.
- [11] Kosuge D, Barry M. Changing trends in the management of children's fractures [J]. Bone Joint J, 2015, 97 - B(4):442-448.
- [12] Kraus R, Schiefer U, Schäfer C, et al. Elastic stable intramedullary nailing in pediatric femur and lower leg shaft fractures: intraoperative radiation load [J]. J Pediatr Orthop, 2007, 28(1):14-16.
- [13] Wu LG, Shi XL, Tong PJ, et al. Application of elastic stable intramedullary nailing in treating femoral shaft fractures in children [J]. Zhongguo Gu Shang, 2009, 22(4):261-262.
- [14] Drosos GI, Stavropoulos NI, Kazakos KI. Peroneal nerve damage by oblique proximal locking screw in tibial fracture nailing: a new emerging complication? [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2007, 127(6):449-451.
- [15] Pombo MW, Shilt JS. The definition and treatment of pediatric subtrochanteric femur fractures with Titanium elastic nails [J]. J Pediatr Orthop, 2006, 26(3):364-370.
- [16] 周勇,熊小天,徐祖健. 肱骨干骨折延迟愈合及不愈合的相关因素分析 [J]. 中医正骨, 2014, 26(11):17-19.
- [17] Wu QZ, Zhang J, Lan SH. Clinical outcomes of elastic intramedullary nail fixation and external fixation for the treatment of pediatric femoral shaft fractures [J]. Zhongguo Gu Shang, 2011, 24(2):146-148.
- [18] EI - Sayed M, Abulsaad M, EI - Hadidi M, et al. Reconstruction plate fixation of humeral fractures in children [J]. Acta Orthop Belg, 2007, 73(4):484-490.
- [19] Li Y, Stabile KJ, Shilt JS. Biomechanical analysis of Titanium elastic nail fixation in a pediatric femur fracture model [J]. J Pediatr Orthop, 2008, 28(8):874-878.
- [20] Gibon E, Béranger JS, Bachy M, et al. Influence of the bending of the tip of elastic stable intramedullary nails on removal and associated complications in pediatric both bone forearm fractures: a pilot study [J]. Int J Surg, 2015, 16(Pt A):19-22.

(2015-03-01 收稿 2015-04-02 修回)

(上接第 21 页)

- [35] Hashimoto S, Takahashi K, Amiel D, et al. Chondrocyte apoptosis and nitric oxide production during experimentally induced osteoarthritis [J]. Arthritis Rheum, 1998, 41(7):1266-1274.
- [36] Blanco FJ, Ochs RL, Schwarz H, et al. Chondrocyte apoptosis induced by nitric oxide [J]. Am J Pathol, 1995, 146(1):75-85.
- [37] Lee MS, Trindade MC, Ikenoue T, et al. Effects of shear stress on nitric oxide and matrix protein gene expression in human osteoarthritic chondrocytes in vitro [J]. J Orthop Res, 2002, 20(3):556-561.

(2015-04-15 收稿 2015-05-27 修回)