

# 髓内钉和微创钢板在肱骨干骨折内固定治疗中的应用\*\*\*

姜朝来, 安智全

## Intramedullary nailing and minimally invasive plating osteosynthesis technique for humeral shaft fractures

Jiang Chao-lai, An Zhi-quan

### Abstract

**BACKGROUND:** With the development of minimally invasive surgery, intramedullary nailing and minimally invasive plates for humeral shaft fractures get a good clinical result, but also have some complications. How to improve design of the internal fixation and operation, to reduce or avoid the complications becomes a research hotspot.

**OBJECTIVE:** To review the research and progress in treatment of humeral shaft fractures in recent years.

**METHODS:** PubMed/MEDLINE, Web of knowledge, OVID, Elsevier databases, Chinese National Knowledge Infrastructure (CNKI), Wanfang database were retrieved by computer with key words of "internal fixation; minimally invasive plating osteosynthesis; humeral shaft fractures" in Chinese and English to search papers published between January 2005 and January 2010. According to inclusion criteria, 32 literatures were selected in this review.

**RESULTS AND CONCLUSION:** Only accurately grasping characteristics of internal fixation and each fracture, using individual treatment, we could be get the best clinical results and reduce the complications mostly. The people have deepen recognition of rotator cuff injury in some extent, find some way to prevent damages preliminarily and improved the design of intramedullary nailing and plates which is easy for the operation and reduce the time and avoid the risk of neurovascular injury in a certain degree.

Jiang CL, An ZQ. Intramedullary nailing and minimally invasive plating osteosynthesis technique for humeral shaft fractures. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2011;15(22):4119-4122. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

### 摘要

**背景:** 随着微创技术的开展, 髓内钉和微创钢板内固定广泛应用于肱骨干骨折并取得良好效果, 但也并存一些并发症, 如何改进内固定的设计及操作以减少或避免并发症成为研究热点。

**目的:** 总结近年来肱骨干骨折微创内固定的治疗进展。

**方法:** 由第一作者检索 PubMed/MEDLINE(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed>)、Web of knowledge (<http://apps.isiknowledge.com>)、OVID(<http://ovidsp.tx.ovid.com>)、Elsevier(<http://www.sciencedirect.com>)、中国期刊网(<http://epub.edu.cnki.net>)及万方数据库(<http://wanfang.lib.sjtu.edu.cn>)2005/2010 有关髓内钉和微创钢板内固定治疗肱骨干骨折的文献, 英文检索词为 "humeral shaft fractures, internal fixation, minimally Invasvie", 中文检索词为 "肱骨干骨折, 微创, 内固定"。排除重复性研究及肱骨干病理性骨折相关文献, 纳入 32 篇文献进行综述。

**结果与结论:** 只有准确把握肱骨干骨折及不同内固定种类的特点, 做到个体化治疗, 才能达到最好的治疗效果并最大程度减少并发症。目前深化了对肩袖损伤的认识, 初步寻找到减少肩袖损伤的方法, 改进了髓内钉及钢板的设计, 在方便操作、减少手术时间的同时一定程度上避免了神经血管损伤。

**关键词:** 肱骨干骨折; 微创; 内固定; 髓内钉; 钢板

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2011.22.031

姜朝来, 安智全. 髓内钉和微创钢板在肱骨干骨折内固定治疗中的应用[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(22):4119-4122. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

Department of Orthopedics, Sixth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200233, China

Jiang Chao-lai★, Studying for master's degree, Attending physician, Department of Orthopedics, Sixth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200233, China  
jiangchaolai@126.com

Correspondence to: An Zhi-quan, Professor, Chief physician, Master's supervisor, Department of Orthopedics, Sixth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200233, China  
anzhiquan@126.com

Supported by: Shanghai Jiaotong University Med-x Fund, No. YG2009MS26\*; Science Program of Shanghai Science and Technology Committee, No. 09411966800\*

Received: 2011-01-19  
Accepted: 2011-03-17

## 0 引言

肱骨干骨折为临床常见损伤, 既往采用切开复位内固定治疗, 虽然取得良好的临床效果, 但存在创伤大, 骨不连发生率高及易合并桡神经损伤等缺点。近来由于微创内固定特有的生物学优势, 在肱骨干骨折上的应用逐渐增多并取得良好效果, 具有良好应用前景, 但同时如何减少相关的并发症, 进一步改善临床效果受到关注。本文通过检索相关文献进行综述, 以期达到掌握治疗进展, 进一步指导临床实践及明确科研研究的目的。

期达到掌握治疗进展, 进一步指导临床实践及明确科研研究的目的。

## 1 资料和方法

**1.1 资料来源** 由第一作者检索 PubMed/MEDLINE(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed>)、Web of knowledge (<http://apps.isiknowledge.com>)、OVID(<http://ovidsp.tx.ovid.com>)、Elsevier(<http://www.sciencedirect.com>)、中国期刊网(<http://epub.edu.cnki.net>) 及万方数

上海交通大学附属第六人民医院骨科, 上海市 200233

姜朝来★, 男, 1978年生, 黑龙江省绥化市人, 上海交通大学在读硕士, 主治医师, 主要从事创伤骨科方面的研究。  
jiangchaolai@126.com

通讯作者: 安智全, 教授, 主任医师, 硕士生导师, 上海交通大学附属第六人民医院骨科, 上海市 200233  
anzhiquan@126.com

中图分类号: R318  
文献标识码: A  
文章编号: 1673-8225 (2011)22-04119-04

收稿日期: 2011-01-19  
修回日期: 2011-03-17  
(20110119016/G·W)

数据库 (<http://wanfang.lib.sjtu.edu.cn>)2005/2010 的相关文献, 英文检索词为“humeral shaft fractures, internal fixation, minimally Invasvie”, 中文检索词为“肱骨干骨折, 微创, 内固定”。

1.2 纳入标准 ①肱骨干骨折应用髓内钉、微创钢板内固定治疗的临床和基础研究。②近期及权威杂志发表文献。

1.3 排除标准 ①重复性研究。②肱骨干病理性骨折相关文献。

1.4 数据的提取 计算机初检得到 516 篇英文文献, 根据标题及摘要进行筛选, 排除内容重复、与本文相关性不强的儿童及病理性骨折及非权威杂志文献, 保留其中 32 篇进行分析, 其中 Meta 分析 2 篇。

1.5 质量评估 符合纳入标准的文献 32 篇中, 文献[1-7]探讨了顺行髓内钉治疗肱骨骨折的适应证、临床结果及肩关节功能障碍的可能原因, 文献[8-9]探讨了逆行髓内钉的适应证及可能存在的风险, 文献[10-11]探讨了顺行和逆行髓内钉治疗对比情况, 文献[12-16]探讨了膨胀钉治疗肱骨干骨折的适应证及优缺点, 文献[17-20]探讨了弹性内固定在成人骨折中的应用, 文献[21-26]探讨了微创钢板内固定的应用, 文献[27-32]探讨了微创钢板和髓内钉的应用对比。

## 2 结果

微创内固定包括髓内钉系统和微创钢板系统。

2.1 髓内钉系统 包括交锁髓内钉、膨胀钉、弹性钉 3 大类。

2.1.1 交锁髓内钉 包括顺行、逆行应用方式两类。

顺行钉: 适用于年轻人、近中段骨折、髓腔较细的、不能耐受长时间手术的患者<sup>[1]</sup>, 尽管顺行髓内钉技术的应用取得良好的临床效果, 但也存在较为明显的并发症, 最主要的是进针点处肩袖等组织的损伤及肩峰下撞击所致的疼痛和功能障碍, 置入后疼痛发生率达 20%~40%, 并且成为骨折愈合后取出内固定的指征之一, 因此改变进针点及置入的方法、钉尾的正确埋入等减少肩袖损伤的方法近年来得到广泛重视。Park 等<sup>[2]</sup>发现如从肩胛下肌和冈上肌切开显露进针点, 位置较传统进针点偏内, 髓内钉的尾部仍可埋于软骨下, 置入后缝合肩袖, ASES 评分平均 84.5(37~100)分, Neer 评分平

均 91(44~100)分, 骨折愈合满意, 认为这种方式减少了肩袖术中的损伤, 避免了肩峰下撞击、避免刺激性的缝合结或肩峰下空间植入物突出, 可显著减轻置入后疼痛, 强调对肱骨独特的解剖结构和生物力学特点深刻理解。Panayiotis 等<sup>[3]</sup>采用的进针点位于大结节下 1 cm, 位于关节面和肩袖以外, 治疗 32 例肱骨干骨折患者, 骨折愈合平均时间为 14 周, 肩关节功能恢复良好, 结论提示这一改良入路安全可行, 有利于肩关节内固定后功能恢复, 且取出时能够避免损伤肩袖。Pogliacomini 等<sup>[4]</sup>应用 Seidel 顺行髓内钉通过三角肌前束切口置入治疗了 40 例患者, 肩关节功能良好。Kim 等<sup>[5]</sup>则提出取出髓内钉时应用关节镜, 同时修复存在的损伤。髓内钉的另一个技术上的不足是远端锁钉困难, 且可能导致神经血管损伤。Noger 等<sup>[6]</sup>通过尸体研究发现远端 3 个锁钉操作时有损伤内侧血管神经的可能, 10 例中有 3 例远端中间的锁钉与尺神经关系密切, 1 例紧贴肱动脉, 建议采用远端 2 孔的前后位锁钉, 如果要采用由外向内锁钉以增加稳定性时, 建议直视下操作。Schoots 等<sup>[7]</sup>采用顺行钉治疗 21 例不严重的肱骨开放性骨折, 证明也是安全可行的。为避免上述并发症, 出现了远端锁定方式的改进 自锁型髓内钉, 简化了手术操作同时避免内侧神经血管结构损伤。

逆行钉: 逆行髓内钉彻底避免了肩袖的损伤, 它更适合于肱骨远段、髓腔较粗大的患者及术前肩关节功能有障碍的病例, Cuny 等<sup>[8]</sup>治疗 104 例骨折取得良好效果, 强调正确的置入操作。其固有缺陷主要是进钉口较大, 致髌上强度降低, 易发生术中及术后髌上骨折、肘部操作带来的肘关节功能障碍以及神经损伤风险, Lögters 等<sup>[9]</sup>报道了 1 例 69 岁男性患者 Ao 分型 12-A3 应用逆行髓内钉固定, 内固定后随访 2 年发现三角肌萎缩, 肌电图显示单纯的腋神经损伤, 三角肌丢失的功能被肩袖肌肉代偿故肩关节功能保持良好。

顺、逆髓内钉对比: 治疗上应用顺行钉还是逆行钉仍存在争议, 生物力学上顺行钉在近端骨折有优势、逆行钉在远端骨折有优势, Liu 等<sup>[10]</sup>进行对比显示, 顺性钉易致肩关节功能障碍, 但是易于操作, 逆行钉易致医源性骨折。Rommens 等<sup>[11]</sup>应用非扩髓髓内钉治疗 99 例患者, 平均年龄 63 岁, 8 例为多发伤, 9 例为开放伤, 5 例伴原发性 RNP, 54 例患者应用顺行非扩髓, 45 例使用了逆行非扩髓, 取得满意

效果。结论提示不扩髓顺、逆行钉都是良好的选择,但是各有不同的并发症,严格遵守操作规范可能会减少并发症的发生。

**2.1.2 膨胀钉** 是一种较新的有效髓内固定方式,需要一定的训练, Dağlar 等<sup>[12]</sup>研究表明膨胀钉用于急性骨折是安全可行的,并不增加骨折不愈合风险和并发症。Maher 等<sup>[13]</sup>生物力学研究表明膨胀钉可有效固定骨折,但抗旋转性能较交锁钉差,膨胀钉可不扩髓或有限扩髓,可自锁也可锁近端锁钉,操作较为方便。Mallick 等<sup>[14]</sup>治疗 19 例肱骨干骨折,随访 2 年,认为膨胀钉并没有优势,而且并发症高于先前文献报道,内固定后稳定性与骨折类型关系密切。其优点是无远端锁钉,方便置入,手术时间短,不需要太多透视操作。Ozturk 等<sup>[15]</sup>也认为膨胀钉抗旋转性能及强度低于传统的交锁髓内钉,还可因过度肥胖及运动过多导致术后折弯及破裂现象,故该方法不建议用于骨质疏松患者。因此术中及术后固定不稳定的上述情况,髓内钉不作为首选。何小健等<sup>[16]</sup>应用膨胀钉治疗 44 例肱骨干骨折提示可膨胀髓内钉具有操作方便,手术时间短,出血量少的优点,但逆行插钉易致肩关节疼痛,抗旋转性能欠佳,对于肱骨下段旋转不稳定的骨折宜慎重。

**2.1.3 弹性髓内固定** 普遍认为弹性髓内钉治疗儿童骨折效果较好,而成人骨折因其固定不稳定效果较差,临床应用较少。Gadegone 等<sup>[17]</sup>报道在 2000/2006 应用 Rushing 钉治疗 200 例多种类型的肱骨干骨折,闭合复位 186 例。平均年龄 37 岁(30~38 岁),女 26 例,男 174 例,内固定后 88% 获得近解剖复位,平均愈合时间 4 个月,结论提示 Rushing 钉创伤小,是治疗肱骨干骨折的有效方法。Chaarani 等<sup>[18]</sup>应用逆行 Rush 钉治疗 40 例肱骨远端骨折,平均年龄 29.3 岁(14~53 岁),取得满意疗效。Diémé 等<sup>[19]</sup>应用 Rush 钉治疗 63 例骨折也获得良好结果,认为 Rush 是可靠的固定方式,可治疗所有类型移位的肱骨干骨折,Chao 等<sup>[20]</sup>认为对于多发伤和有着高度手术风险的骨折患者 Ender 钉也是一种有效快速的固定方法。只要严格操作、正确选择适应证,弹性钉也能取得满意疗效,并减轻患者经济负担。

## 2.2 钢板微创内固定

**2.2.1 微创前侧入路** 经解剖研究证实采用 MIPO 前路钢板固定骨折是安全的<sup>[21]</sup>,最初选用动力加压钢板,近来锁定加压钢板的出现使钢板固定骨折又具有新的优势。不依靠直接与骨接触产生的摩擦力来达到固定目的,允许钢板与骨之间存在间隙对血运的影响小,软组织剥离少,对骨折愈合干扰较小,采用 MIPO 技术置入更符合 BO 原则。An 等<sup>[22]</sup>应用钢板采用该技术和传统技术分别治疗肱骨骨折患者 17 例和 16 例,认为 MIPO 技术有减少医源性桡神经损伤的优势和内固定后良好

的肩肘关节功能优势。其他学者采用该技术均获得满意的肩肘关节功能。随着应用的增多,尽管临床入路的安全性已经被解剖研究证实,但术中神经损伤等并发症还是受到人们的关注, Livani 等<sup>[23]</sup>对内固定后桡神经和钢板之间距离进行了测量,中段骨折及中远段骨折的神经与钢板距离分别是 1.6~19.6 mm(平均 9.3 mm)和 1.0~8.1 mm(平均 4.0 mm),结果显示钢板和神经之间的距离很近,尤其是股骨干 3/4 部向最远端移行部分。Apivatthakakul 等<sup>[24]</sup>根据尸体解剖结果发现神经血管和桡神经部位虽然可以根据肱骨长度大致推算出来,但因为解剖位置变化较大,仍然容易出现损伤,强调手术操作要由有经验的医师来进行,但目前桡神经损伤仅有 1 例报道。

**2.2.2 微创外侧入路** 是 MIPO 技术的另外一种入路,临床报道较少, Ji 等<sup>[25]</sup>经解剖研究和临床应用证明 MIPO 技术侧方入路可行,治疗的 22 例患者取得良好疗效, Spagnolo 等<sup>[26]</sup>研究侧方入路也是安全可行的,治疗 16 例患者疗效满意。

**2.2.3 髓内钉固定和钢板固定的比较** 钢板和髓内钉固定各有优势及不同的适应证,有学者对 1998/2001 收治 47 例肱骨干骨折患者随机应用前外侧或后侧钢板和扩髓顺行髓内钉固定,结果显示髓内钉治疗肱骨干骨折优于动力加压钢板,具有更短的骨折愈合时间,更低的感染发生率。但在功能和不愈合率方面并没有明显区别。1 项前瞻对照研究发现没有一种方法适合所有骨折,强调个体化治疗,总体上钢板固定优于髓内钉,钢板组骨折愈合出现更早。Khan 等<sup>[27]</sup>的对比研究显示两种固定方式髓内钉与动力加压钢板差异无显著性意义,但髓内钉不适合老年患者,会引起明显的肩关节功能障碍。Putti 等<sup>[28]</sup>对比研究髓内钉组 16 例与动力加压钢板组 18 例,显示髓内钉并发症高,功能比较两组无差别。Heineman 等<sup>[29-30]</sup>的 Meta 分析结果显示,髓内钉和钢板在并发症、骨折愈合率、感染率、神经损伤、再手术率等方面差异无显著性意义,但是结果存在分析数据样本量小及方法学上的限制;另一篇 Meta 分析包括 3 篇随机对照研究共 199 例患者,显示了钢板可以减少再次手术的次数,降低手术相关风险,减少肩关节功能障碍。Chao 等<sup>[20]</sup>对比了交锁髓内钉、Ender 钉和动力加压钢板治疗肱骨干骨折的结果,对于多发伤和有着高度手术风险的骨折患者 Ender 钉是一种更加有效快速的固定方法。Virkus 等<sup>[31]</sup>的研究显示髓内钉相比于加压钢板能在肱骨中段骨折可产生更高的压力,但压力与愈合的关系尚不确定。安智全等<sup>[32]</sup>比较采用 MIPO 内固定和可膨胀髓内钉治疗肱骨干中段骨折的疗效,分别为 14 例和 19 例,结果显示,采用可膨胀髓内钉和 MIPO 技术钢板内固定治疗均可获得良好效果,但从内固定后肩关节和肘关节功能恢复来看 MIPO 技术组更佳。

### 3 讨论

髓内钉应用于肱骨干骨折已取得良好效果,但是随着进钉点并发症、锁钉困难等问题,引发人们的进一步探索,设计出了不用远端锁钉的自锁髓内钉及可膨胀钉等。微创治疗的进展,使钢板在肱骨干骨折治疗上获得较大发展,并避免了既往传统钢板内固定的并发症,符合BO原则,取得良好的临床效果。各种固定方式各有所长,只有综合分析利弊,准确把握每一种内固定的特点及每例骨折的特征,正确选择应用多有良好的效果。

### 4 参考文献

[1] Cheng HR, Lin J. Prospective randomized comparative study of antegrade and retrograde locked nailing for middle humeral shaft fracture. *J Trauma*. 2008;65(1):94-102.

[2] Park JY, Pandher DS, Chun JY, et al. Antegrade humeral nailing through the rotator cuff interval: a new entry portal. *J Orthop Trauma*. 2008;22(6):419-425.

[3] Dimakopoulos P, Papadopoulos AX, Papas M, et al. Modified extra rotator-cuff entry point in antegrade humeral nailing. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2005;125(1):27-32.

[4] Pogliacomi F, Devecchi A, Costantino C, et al. Functional long-term outcome of the shoulder after antegrade intramedullary nailing in humeral diaphyseal fractures. *Chir Organi Mov*. 2008;92(1):11-16.

[5] Kim KC, Rhee KJ, Shin HD, et al. Arthroscopic removal of an intramedullary nail in the humerus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2007;15(7):922-926.

[6] Noger M, Berli MC, Fasel JH, et al. The risk of injury to neurovascular structures from distal locking screws of the Unreamed Humeral Nail (UHN): a cadaveric study. *Injury*. 2007;38(8):954-957.

[7] Schoots IG, Simons MP, Nork SE, et al. Antegrade locked nailing of open humeral shaft fractures. *Orthopedics*. 2007;30(1):49-54.

[8] Cuny C, Irrazi M, Lonescu N, et al. The long Telegraph (R) nail for humeral fractures. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2007;93(6):564-570.

[9] Lötters TT, Wild M, Windolf J. Axillary nerve palsy after retrograde humeral nailing: clinical confirmation of an anatomical fear. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2008;128(12):1431-1435.

[10] Liu XH, Sun L, Jiang XY, et al. Comparison of the results of the treatment of humeral shaft fractures with antegrade locked intramedullary nailing and retrograde locked intramedullary nailing. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2007;87(13):902-905.

[11] Rommens PM, Kuechle R, Bord T, et al. Humeral nailing revisited. *Injury*. 2008;39(12):1319-1328.

[12] Dağlar B, Delialioğlu OM, Taşbaş BA, et al. Comparison of plate-screw fixation and intramedullary fixation with inflatable nails in the treatment of acute humeral shaft fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2007;41(1):7-14.

[13] Maher SA, Meyers K, Borens O, et al. Biomechanical evaluation of an expandable nail for the fixation of midshaft fractures. *J Trauma*. 2007;63(1):103-107.

[14] Mallick E, Hazarika S, Assad S, et al. The Fixion (R) nailing system for stabilising diaphyseal fractures of the humerus: A two-year clinical experience. *Acta Orthop Belg*. 2008;74(3):308-316.

[15] Ozturk H, Unsaldi T, Oztemur Z, et al. Extreme complications of Fixion nail in treatment of long bone fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2008;128(3):301-306.

[16] 何小健, 安智全, 谢孝兴, 等. 用可膨胀髓内钉固定治疗肱骨干骨折的疗效分析[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, 13(17): 3347-3351.

[17] Gadegone WM, Salphale YS. Antegrade rush nailing for fractures of humeral shaft an analysis of 200 cases with an average follow-up of 1 year. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2008;18(2):93-99.

[18] Chaarani MW. Antegrade Rush nailing for fractures of the distal humerus. A case series. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89(7):940-942.

[19] Diémé CB, Abalo A, Sané AD, et al. Retrograde intramedullary nailing for humeral shaft fractures in adults. Evaluation of anatomical and functional results in 63 cases. *Chir Main*. 2005;24(2):92-98.

[20] Chao TC, Chou WY, Chung JC, et al. Humeral shaft fractures treated by dynamic compression plates, Ender nails and interlocking nails. *Int Orthop*. 2005;29(2):88-91.

[21] Apivatthakakul T, Arpornchayanon O, Bavornratanavech S. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of the humeral shaft fracture. Is it possible? A cadaveric study and preliminary report. *Injury*. 2005;36(4):530-538.

[22] An Z, Zeng B, He X, et al. Plating osteosynthesis of mid-distal humeral shaft fractures: minimally invasive versus conventional open reduction technique. *Int Orthop*. 2010;34(1):131-135.

[23] Livani B, Belangero W, Andrade K, et al. Is MIPO in humeral shaft fractures really safe? Postoperative ultrasonographic evaluation. *Int Orthop*. 2009;33(6):1719-1723.

[24] Apivatthakakul T, Patiyasikan S, Luevitoonvechkit S. Danger zone for locking screw placement in minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of humeral shaft fractures: A cadaveric study. *Injury*. 2010;41(2):169-172.

[25] Ji F, Tong D, Tang H, et al. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) technique applied in the treatment of humeral shaft distal fractures through a lateral approach. *Int Orthop*. 2009;33(2):543-547.

[26] Spagnolo R, Pace F, Bonalumi M. Minimally invasive plating osteosynthesis technique applied to humeral shaft fractures: the lateral approach. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2010;20(3):205-210.

[27] Khan AS, Afzal W, Anwar A. Comparison of shoulder function, radial nerve palsy and infection after nailing versus plating in humeral shaft fractures. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2010;20(4):253-257.

[28] Putti AB, Uppin RB, Putti BB. Locked intramedullary nailing versus dynamic compression plating for humeral shaft fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2009;17(2):139-141.

[29] Heineman DJ, Poolman RW, Nork SE, et al. Plate fixation or intramedullary fixation of humeral shaft fractures. *Acta Orthop*. 2010;81(2):216-23.

[30] Heineman DJ, Bhandari M, Nork SE, et al. Treatment of humeral shaft fractures--meta-analysis reupdated. *Acta Orthop*. 2010;81(4):517.

[31] Virkus WV, Goldberg SH, Lorenz EPA. comparison of compressive force generation by plating and intramedullary nailing techniques in a transverse diaphyseal humerus fracture model. *J Trauma*. 2008;65(1):103-108.

[32] 安智全, 何小健, 姜朝来, 等. 微创钢板内固定术与可膨胀髓内钉治疗肱骨干中段骨折的疗效比较[J]. 中国修复重建外科杂志, 2010, 24(12):1413-1415.

**关于作者:** 姜朝来构思设计综述, 分析并解析数据, 经安智全教授审核, 所有作者共同起草, 姜朝来对文章负责。

**基金资助:** 上海交通大学医-理工交叉基金 (YG2009MS26); 上海市科学技术委员会科技项目 (09411966800)。

**利益冲突:** 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

**伦理批准:** 无涉及伦理冲突的内容。

**此问题的已知信息:** 微创内固定技术在肱骨干骨折上的临床应用日益广泛, 取得了良好临床效果, 但相关并发症的出现影响了内固定效果。

**本综述增加的新信息:** 各种固定方式各有优势, 要根据具体情况, 综合分析利弊, 准确把握每一种内固定的特点, 正确选择应用多有良好的效果。顺性髓内钉采用进钉点方式的变化减少肩部疼痛及功能障碍, 锁定方式的改变也可避免相关的神经血管等损伤, 近来兴起的微创前置钢板技术的也是一种较为安全有效的骨折固定方式, 显示出一定的应用前景。

**临床应用的意义:** 微创内固定治疗骨折由于其对于血运的干扰小, 临床已经取得良好的结果, 但也存在一定并发症。因此文章对微创内固定技术治疗肱骨干骨折的进展做一综述, 力求反映最新进展, 把握当今研究热点明确科研方向并对进一步研究提供理论支持, 使肱骨干骨折治疗取得更好的结果。