

微创与切开复位钢板置入内固定修复肱骨近端骨折：肩关节活动度比较

李 冬, 张光武, 刘家帮(北京大学首钢医院骨科, 北京市 100041)

文章亮点:

1 在传统切开复位内固定治疗中, 一些不可避免的软组织广泛暴露与剥离以及置入内固定物等会破坏肱骨头血运, 导致术后并发症比较多。

2 相对于切开复位内固定治疗, 微创经皮钢板置入内固定修复肱骨近端骨折避免了广泛剥离骨折周围软组织对骨折周围血运的破坏, 对机体的影响小, 能促进骨折复位及愈合, 并发症少, 从而有利于肩关节功能的恢复。

关键词:

骨科植入物; 骨植入物; 肱骨近端骨折; 微创经皮钢板内固定; 切开复位内固定; 肩关节; 活动度; 湖北省自然科学基金

主题词:

肱骨骨折; 内固定器; 随访研究; 手术后并发症

基金资助:

湖北省自然科学基金项目(2012FFB02002)

摘要

背景: 肱骨骨折保守治疗难以达到很好的复位, 微创经皮钢板内固定当前得到了广泛应用, 具有很好的修复效果, 但是其具体的作用机制不太明确。

目的: 对比不同内固定方法对肱骨近端骨折的修复效果。

方法: 选择 2011 年 8 月至 2014 年 10 月北京大学首钢医院收治的肱骨近端骨折患者 96 例, 根据随机抽签原则分为两组, 每组 48 例。对照组给予传统切开复位钢板置入内固定治疗, 治疗组给予微创经皮钢板置入内固定治疗。将两组患者的手术时间、术中出血量、切口长度及术后住院时间进行记录; 治疗后第 8 周拍摄 X 射线片判定患者复位情况并进行肩关节活动范围评分; 治疗后 8 周内, 观察并记录两组患者的并发症发生情况。

结果与结论: 治疗组术中出血量、切口长度与术后住院时间都明显比对照组减少($P < 0.05$), 两组患者的手术时间差异无显著性意义($P > 0.05$)。治疗后第 8 周, 治疗组的骨折复位优良率显著高于对照组(98%, 81%, $P < 0.05$), 治疗组患者的肩关节屈曲、外展、外旋与内旋评分均明显高于对照组($P < 0.05$)。治疗组治疗后 8 周内的骨筋膜间室综合征、血管损伤、感染、出血等并发症发生率均明显低于对照组($P < 0.05$)。提示相对于切开复位内固定治疗, 微创经皮钢板置入内固定修复肱骨近端骨折对机体的影响小, 能促进骨折复位, 并发症少, 从而有利于肩关节功能恢复。

李冬, 张光武, 刘家帮. 微创与切开复位钢板置入内固定修复肱骨近端骨折: 肩关节活动度比较[J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(39):6355-6359.

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2015.39.022

Minimally invasive and open reduction plate fixation for proximal humerus fractures: range of motion of the shoulder joint

Li Dong, Zhang Guang-wu, Liu Jia-bang (Department of Orthopedics, Shougang Hospital of Peking University, Beijing 100041, China)

Abstract

BACKGROUND: The conservative treatment of humeral fracture is difficult to achieve a good reduction. Minimally invasive percutaneous plate fixation has been widely used, and has good repair results, but the specific mechanism of action is not clear.

OBJECTIVE: To compare the repair effect of different fixation methods on proximal humerus fractures.

METHODS: From August 2011 to October 2014, we selected 96 patients with proximal humerus fractures from the Shougang Hospital of Peking University. These patients were equally divided into two groups according to the principle of random draw. Patients in the control group were treated with open reduction and conventional surgery fixation. Patients in the treatment group received minimally invasive percutaneous plate fixation. Operation time, intraoperative blood loss, incision length and postoperative hospital stay were recorded in both groups. At 8 weeks after treatment, patients received radiography to identify the reduction. Range of motion of the shoulder joint was scored. Within 8 weeks after treatment, the occurrence of complications was observed and compared in

李冬, 男, 1974 年生, 北京市人, 2010 年北京大学医学部毕业, 硕士, 主治医师, 主要从事肩关节疾病、创伤方面的研究。

通讯作者: 张光武, 主任医师, 北京大学首钢医院骨科, 北京市 100041

中图分类号: R318

文献标识码: A

文章编号: 2095-4344

(2015)39-06355-05

稿件接受: 2015-08-08

http://www.crter.org

Li Dong, Master, Attending physician, Department of Orthopedics, Shougang Hospital of Peking University, Beijing 100041, China

Corresponding author: Zhang Guang-wu, Chief physician, Department of Orthopedics, Shougang Hospital of Peking University, Beijing 100041, China

Accepted: 2015-08-08

both groups.

RESULTS AND CONCLUSION: Intraoperative blood loss, incision length and postoperative hospital stay were significantly less in the treatment group than in the control group ($P < 0.05$). No significant difference in operation time was found between the two groups ($P > 0.05$). At 8 weeks after treatment, the excellent and good rate of shoulder reduction was significantly higher in the treatment group than in the control group (98%, 81%, $P < 0.05$). Flexion, abduction, external rotation and internal rotation scores were significantly higher in the treatment group than in the control group ($P < 0.05$). Bone compartment syndrome, vascular injury, infection and bleeding were significantly lower in the treatment group than in the control group ($P < 0.05$). These findings confirm that compared with open reduction and internal fixation, minimally invasive percutaneous plate fixation of proximal humerus fractures has less impact on the body, can promote reduction of the fracture, has few complications, and contributes to the recovery of shoulder function.

Subject headings: Humeral Fractures; Internal Fixators; Follow-Up Studies; Postoperative Complications

Funding: the Natural Science Foundation of Hubei Province, No. 2012FFB02002

Li D, Zhang GW, Liu JB. Minimally invasive and open reduction plate fixation for proximal humerus fractures: range of motion of the shoulder joint. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2015;19(39):6355-6359.

0 引言 Introduction

肱骨又称上臂骨, 当前由于各种因素的影响, 意外伤害越来越多, 肱骨骨折越来越多。在外科颈在内及其以上部位的骨折及其他方面来说, 最常见的骨折之一当属肱骨近端骨折^[1]。肱骨近端骨折的发生率与骨质疏松有明显关系, 随着人均寿命的延长, 其骨折发生率也有增高的趋势^[2]。肱骨近端骨折比较靠近肩关节, 为此如何在有效内固定下行早期功能锻炼、防止并发症与改善肩关节功能是肱骨近端骨折治疗中应该特别注意解决的问题^[3]。研究认为治疗后功能的恢复要建立在肱骨骨折部位重建解剖结构的基础上, 并且骨折块通过手术修复能达到很好的复位效果, 保守治疗难以达到很好的复位, 但是对于修复方法的要求比较高^[4]。

微创经皮钢板内固定是一种微创与生物学固定原则结合的手术, 其在下肢骨折应用中避免了广泛剥离骨折周围软组织对骨折周围血运的破坏, 术中出血量少, 术后并发症少, 但是在上肢应用比较少, 具体的作用机制也不太明确^[5-7]。

文章为此具体探讨了不同内固定方法修复肱骨近端骨折的效果及其相关的作用机制。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 随机对照试验。

1.2 时间及地点 于2011年8月至2014年10月在北京大学首钢医院骨科完成。

1.3 材料 文中所使用的微创经皮钢板由史赛克(北京)医疗器械有限公司提供, 注册号: YZB/SWI 3301-2010。该系统均采用符合ISO5832-1的不锈钢材料制造, 由骨钉、骨板、锁定环和缆塞组成, 包装为灭菌和非灭菌包装, 其中尾号带“S”的采用伽马射线灭菌, 不带“S”的型号采用非灭菌包装。该产品主要用于骨折断端或骨碎片的临时稳定, 直到骨骼愈合为止。

1.4 对象 纳入2011年8月至2014年10月北京大学首钢医院收治的96例肱骨近端骨折患者。

纳入标准: 临床诊断为新鲜的肱骨近端骨折; 年龄30-75岁; 伤前双侧肩关节功能良好; 知情同意且得到医院伦理委员会批准; 肱骨近端骨折类型按AO分型属于A2、A3、B1型。

排除标准: 合并神经血管合并损伤及肩关节脱位; 有较大创口的开放性骨折; 病理性骨折如骨髓炎、骨肿瘤、骨结核患者; 无法配合者相关研究的患者。

剔除标准: 不符合纳入标准, 或符合排除标准者。

退出标准: 受试者不愿意继续进行临床试验, 向主管医生提出退出者。

将研究对象分为治疗组和对照组, 依照随机抽签原则, 在相同概率下, 每组抽取48例。将两组患者的年龄、性别、AO分型、骨折原因等基本资料对比, 差异无显著性意义($P > 0.05$)。

1.5 方法

对照组修复方法: 以切开复位内固定的传统疗法进行治疗, 患者要以仰卧位接受手术, 在麻醉高位臂丛的前提下, 在三角肌和胸大肌之间作弧形切口, 具体方位在肩锁关节下方沿锁骨外1/3向内处。自切开皮肤、皮下组织和深筋膜, 牵开三角肌, 显露肱二头肌长头肌腱。牵引伤肢, 进行骨折端复位, 观察骨折端对位的稳定性情况, 选择钢板固定。放置负压引流, 逐层缝合伤口。

治疗组修复方法: 给予微创经皮钢板置入内固定治疗, 患者行臂丛麻醉后取仰卧位, 取肩下皮肤切口, 切开皮肤、皮下组织和深筋膜, 钝性分离三角肌, 牵引伤肢, 进行骨折端复位。将肱骨近端锁定接骨板(LPHP)从切口沿肱骨外侧骨筋膜下插入, 确保钢板与肱骨精密接触, 使用克氏针进行固定, 选择锁定螺钉锁定肱骨头。通过负压引流的方式, 将伤口逐层缝合。

为了防止术后出现感染, 要对所有患者进行提前预防, 将伤肢用外展架进行固定, 然后逐渐过渡到功能锻炼。

指标测定:

围手术期指标: 将两组患者的手术时间、术中出血量、切口长度及术后住院时间进行记录, 注意观察。

表1 两组患者的基本资料的对比 (n=48)

Table 1 Comparison of baseline data of patients in both groups

指标	治疗组	对照组	χ^2 或 t P
性别(男/女, n)	18/30	16/32	0.193 > 0.05
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	53.54 $\pm$ 3.83	53.98 $\pm$ 4.13	0.233 > 0.05
骨折原因(摔伤/砸伤/交通事故伤, n)	8/10/30	10/10/28	0.132 > 0.05
体质量指数($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	23.09 $\pm$ 6.34	23.17 $\pm$ 5.89	0.300 > 0.05
AO分型(A2型/A3型/B1型, n)	20/20/8	18/22/8	0.156 > 0.05

表2 两组患者的围手术指标对比 ($\bar{x} \pm s$, $n=48$)

Table 2 Comparison of perioperative index of patients in both groups

组别	手术时间(min)	切口长度(cm)	术中出血量(mL)	术后住院时间(d)
治疗组	134.09 $\pm$ 32.19	4.56 $\pm$ 1.30	100.98 $\pm$ 21.87	4.29 $\pm$ 1.33
对照组	138.09 $\pm$ 22.44	12.87 $\pm$ 3.10	156.99 $\pm$ 16.33	7.39 $\pm$ 2.10
t	0.290	21.873	8.444	12.345
P	> 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

表3 两组患者治疗后第8周的骨折复位情况对比 ($n=48$, n)

Table 3 Comparison of fracture reduction at 8 weeks after treatment in patients of both groups

组别	优	良	可	差	优良率
治疗组	40	7	1	0	98%
对照组	28	11	5	4	81%
χ^2					7.331
P					< 0.05

表4 两组患者治疗后第8周的肩关节活动度评分对比($\bar{x} \pm s$, $n=48$, 分)

Table 4 Comparison of range of motion of the shoulder joint at 8 weeks after treatment in both groups

组别	屈曲	外展	外旋	内旋
治疗组	300.98 $\pm$ 45.33	250.18 $\pm$ 34.12	226.42 $\pm$ 24.11	265.98 $\pm$ 30.13
对照组	268.09 $\pm$ 41.55	217.44 $\pm$ 33.20	198.87 $\pm$ 31.76	231.76 $\pm$ 24.56
t	8.983	6.434	5.298	5.009
P	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

表5 两组患者治疗后8周内的并发症发生情况对比 ($n=48$, $n/\%$)

Table 5 Comparison of the occurrence of complications within 8 weeks after treatment in both groups

组别	骨筋膜间室综合征	血管损伤	感染	出血
治疗组	0/0	0/0	1/2	1/2
对照组	2/4	3/6	3/6	3/6
U_c	5.123			
P	< 0.05			

骨折复位情况: 治疗后第8周拍摄X射线片判定患者复位情况。优: 远近骨折端解剖对位、对线良好, 肱骨头无旋转; 良: 远近骨折端接近解剖对位、对线效果不好, 肱骨头旋转; 可: 肱骨头旋转, 倾斜均在 $< 15^\circ$, 远近骨折端2/3以上对位, 成角 $< 15^\circ$; 差: 无达到上述标准甚或恶化。

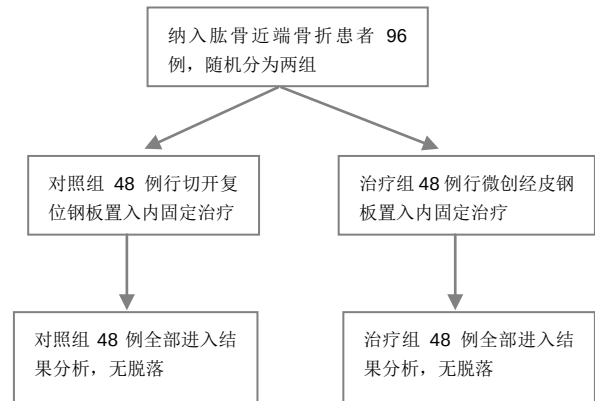


图1 两组患者分组流程图

Figure 1 Packet flow chart of patients in both groups

肩关节评定: 所有患者在治疗后第8周进行肩关节活动范围评分, 包括屈曲、外展、外旋与内旋等4个维度, 分数越高, 肩关节活动能力越强。

并发症情况: 在治疗后8周内, 观察并记录两组患者的并发症发生情况, 包括骨筋膜间室综合征、血管损伤、出血、感染等。

1.6 主要观察指标 治疗后第8周拍摄X射线片判定患者复位情况并进行肩关节活动范围评分; 治疗后8周内, 观察并记录两组患者的并发症发生情况。

1.7 统计学分析 对上述数据的处理采用统计学软件SPSS 14.0, 通过采取 $\bar{x} \pm s$ 表示及 t 检验进行数据计量, 而数据的计数采用%表示及卡方分析, 等级资料采用秩和检验, 如果 $P < 0.05$ 则认为差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 按意向性处理, 纳入96例肱骨近端骨折患者, 随机分为两组, 全部进入结果分析, 无脱落。两组分组流程图见图1。

2.2 基线资料比较 将两组患者的年龄、性别、AO分型、骨折原因等基本资料对比, 差异无显著性意义($P > 0.05$)。见表1。

2.3 围手术指标对比 所有患者都顺利完成手术, 治疗组术中出血量、切口长度与术后住院时间比对照组明显减少($P < 0.05$), 两组手术时间对比差异无显著性意义($P > 0.05$), 见表2。

2.4 骨折复位情况对比 经过观察, 治疗组的骨折复位优良率为98%, 对照组为81%, 骨折复位的优良率治疗组明显高于对照组($P < 0.05$), 见表3。

2.5 肩关节评定对比 在治疗后第8周进行评定, 治疗组的屈曲、外展、外旋与内旋评分明显高于对照组($P < 0.05$), 见表4。

2.6 不良事件及并发症对比 经过观察, 治疗后8周内的骨筋膜间室综合征、血管损伤、感染、出血等并发症的发生情况治疗组比对照组明显减少($P < 0.05$), 见表5。

3 讨论 Discussion

在包括肱骨外科颈在内和其以上部位的骨折来说,最常见的骨折之一无疑是肱骨近端骨折,全身骨折的4%都为此种骨折。年龄在40岁以上的患者占76%,女性患者发病率为男性的2倍^[8]。从机制上分析,正常的肱骨上端由较致密的网状松质骨骨小梁结构构成,在青壮年时期的肩部外伤病例中多为肩关节脱位。而在40岁以上人群中,由于自身机体的原因,容易发生肱骨近端骨折。在危险性因素研究中,肱骨骨量下降、外伤、平衡能力下降等被认为是肱骨近端骨折的独立易感因素^[9]。肱骨近端骨折经过恰当的复位、固定后多数能愈合,但处理不当会留有各种后遗症,对患者康复有明显影响^[10]。

有多种多样的方法对肱骨近端骨折进行有效的治疗,但同时有多方面的因素影响着治疗方法的选择。日后功能恢复的基础是建立在解剖结构的重建上的,骨折块的良好复位效果只有通过手术才能够达到。同时允许早期活动的坚强固定也应该包含在治疗原则之内,并且要减少软组织的损伤使后期的血管重建更为完善^[11]。不过在传统切开复位内固定治疗中,一些不可避免的软组织广泛暴露与剥离还有置入内固定物等会破坏肱骨头血运,导致术后并发症比较多。在微创经皮钢板内固定中,其创伤小,患者术后疼痛较轻,患者可以早期行功能锻炼,从而促进患者康复^[12]。

本研究所有患者都顺利完成手术,治疗组术中出血量、切口长度与术后住院时间与对照组相比都明显减少($P < 0.05$),在统计学中两组手术时间的对比差异无显著性意义($P > 0.05$)。相关研究也表明微创经皮钢板内固定能够有效配合人体功能学,减少手术失血,且不致压迫骨膜,骨折部血液供应无碍,避免组织伤害,促进康复^[13]。

优良的复位是肱骨近端骨折手术治疗的目的是,进行肩关节早期活动有利于最大程度的恢复肩关节功能。同时很多患者常伴有高血压、糖尿病等多种基础疾病,使肱骨近端骨折的诊断和治疗在临床上需要更多的关注^[14]。而微创经皮钢板内固定能多角度,多方向地固定骨折断端,螺钉把持力强,可减轻对骨的应力遮挡,予以适当的应力刺激^[15]。

本研究术后骨折复位优良率治疗组为98%,对照组为81%,治疗组的骨折复位优良率对比对照组有明显提高($P < 0.05$)。在治疗后第8周进行评定,治疗组的屈曲、外展、外旋与内旋评分明显高于对照组($P < 0.05$)。这说明治疗组的手术方法使断端血供能最大限度的保留,能够有一个良好的生物力学环境利于肩关节的恢复。

肱骨近端骨折是一种复杂的损伤,对于存在明显移位及粉碎的骨折常需要手术治疗。微创经皮钢板内固技术的主要优势能够减少感染、出血等并发症,在手术操作中减少骨膜的剥离,将骨头的血运尽可能多的保留,使骨折愈合的效果更为良好,有利于骨块复位^[16-30]。

本研究治疗组患者治疗后8周内的骨筋膜间室综合征、血管损伤、感染、出血等并发症发生情况明显少于对照组($P < 0.05$)。在具体应用中,术中放置钢板可以肱骨大结节为标记,钢板高度不超过大结节,以避免各种并发症的发生。

总之,相对于切开复位内固定治疗,微创经皮钢板置入内固定修复肱骨近端骨折对机体的影响小,能促进骨折复位,并发症少,从而有利于肩关节功能恢复。

作者贡献: 所有作者均参与文章的设计、实施和评估。

利益冲突: 所有作者共同认可文章无相关利益冲突。

伦理问题: 参与试验的患病个体及其家属自愿参加,对试验过程完全知情同意,在充分了解治疗方案的前提下签署“知情同意书”;干预及治疗方案获医院伦理委员会批准。

学术术语: 关节活动度的定义? 关节活动度(Range of motion, ROM)是指关节活动时可达到的运动最大弧度,包括主动活动和被动活动范围。被动的关节活动范围是指由外力使关节运动时所通过的运动弧,主动的关节活动范围是指作用于关节的肌肉随意收缩使关节运动时所通过的运动弧。

作者声明: 文章第一作者对研究和撰写的论文中出现的不端行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁,可接受核查。

4 参考文献 References

- [1] de Matos MB, Puga AM, Alvarez-Lorenzo C, et al. Osteogenic poly/poloxamine homogeneous blends prepared by supercritical foaming. *Int J Pharm.* 2014;479(1):11-22.
- [2] 胡柯嘉,孙振中,芮永军,等.三角肌劈开入路微创治疗肱骨近端骨折的临床研究[J].中华外科杂志,2014,30(6):434-438.
- [3] Huri G, Biçer ÖS, Öztürk H, et al. Functional outcomes of minimal invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) in humerus shaft fractures: a clinical study. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2014;48(4):406-412.
- [4] 陆坚,李云峰,王晖,等.微创钢板内固定结合肱骨近端锁定钢板在肱骨骨折治疗中的应用[J].中华关节外科杂志(电子版),2014,6(12):765-768.
- [5] Zhe Yu, Li CY, Wang YC. et al. Functional and Radiological Evaluations of Unstable Displaced Proximal Humeral Fractures Treated with Closed Reduction and Percutaneous Pinning Fixation. *Eur Surg Res.* 2010;5(11):138-145.
- [6] 叶家宽,叶福生,钟亮,等.胸大肌三角肌入路和肩关节前外侧劈开三角肌入路治疗肱骨近端骨折的疗效比较[J].中华创伤骨科杂志, 2014,16(10):862-866.
- [7] 刘印文,卫晓恩,高宁阳,等.手法闭合复位经皮微创固定治疗肱骨远端骨折的病例对照研究[J].中国骨伤,2014,27(4):311-315.
- [8] Moineau G, McClelland WB Jr, Trojani C, et al. Prognostic factors and limitations of anatomic shoulder arthroplasty for the treatment of posttraumatic cephalic collapse or necrosis (type-1 proximal humeral fracture sequelae). *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(23):2186-2194.

- [9] 杨立辉,王瑞,柳伟,等.微创经皮钢板接骨术结合长型肱骨远端锁定板治疗骨质疏松性肱骨中上段骨折[J].中华老年医学杂志, 2013,32(6):646-649.
- [10] Penner K, Manji K, Wedel M, et al. Ankle syndesmotism fixation using two screws: risk of injury to the perforating branch of the peroneal artery. *J Foot Ankle Surg.* 2014;53(5):534-538.
- [11] 余斌峰,王伟良,林锡鹏.三角肌分离入路治疗肱骨近端骨折[J].中医正骨,2014,26(8):38-39.
- [12] 刘鸣江,陈尉.经皮微创新型锁定钢板内固定治疗老年肱骨近端骨折[J].中国实用医刊,2014,41(10):92-93.
- [13] Ramlee MH, Kadir MR, Murali MR, et al. Finite element analysis of three commonly used external fixation devices for treating Type III pilon fractures. *Med Eng Phys.* 2014;36(10):1322-1330.
- [14] 刘贵政,李青元,郑坤,等.闭合复位经皮克氏针内固定治疗儿童不稳定肱骨髁上骨折37例[J].陕西医学杂志,2013,44(9):1141-1143.
- [15] 许军.肱骨远端锁定钢板治疗肱骨远端骨折效果观察[J].国际医药卫生导报,2010,16(20):2502-2504.
- [16] Rangan A, Handoll H, Brealey S, et al. Surgical vs Nonsurgical Treatment of Adults With Displaced Fractures of the Proximal Humerus: The PROFHER Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2015;313(10):1037-1047.
- [17] 陈之青,谢金兔,李坚.微创切口与经典大切口结合锁定钢板内固定治疗老年人肱骨近端骨折疗效比较[J].中国医师杂志,2014,16(3):386-388.
- [18] Carbone S, Papalia M. The amount of impaction and loss of reduction in osteoporotic proximal humeral fractures after surgical fixation. *Osteoporos Int.* 2015. [Epub ahead of print]
- [19] Koljonen PA, Fang C, Lau TW, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis for proximal humeral fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2015;23(2):160-163.
- [20] Mao F, Zhang DH, Peng XC, et al. Comparison of Surgical versus Non-Surgical Treatment of Displaced 3-and 4-Part Fractures of the Proximal Humerus: A Meta-Analysis. *J Invest Surg.* 2015;28(4):215-224.
- [21] Gao YB, Tong SL, Yu JH, et al. [Case control study on open reduction internal fixation (ORIF) and minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) for the treatment of proximal humerus fractures in aged]. *Zhongguo Gu Shang.* 2015;28(4):335-339.
- [22] Liu K, Liu PC, Liu R, et al. Advantage of minimally invasive lateral approach relative to conventional deltopectoral approach for treatment of proximal humerus fractures. *Med Sci Monit.* 2015;21:496-504.
- [23] Hong CC, Hey DH, Murphy D. Evolving trends in surgically managed patients with proximal humerus fracture: are we different after ten years? *Singapore Med J.* 2014;55(11):574-578.
- [24] Oh HK, Cho DY, Choo SK, et al. Lessons learned from treating patients with unstable multifragmentary fractures of the proximal humerus by minimal invasive plate osteosynthesis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015;135(2):235-242.
- [25] Uzer G, Yildiz F, Elmadağ M, et al. Treatment of unusual proximal humeral fractures using unilateral external fixator: a case series. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2015;25(4):683-687.
- [26] Chen Y, Zhang K, Qiang M, et al. Computer-assisted preoperative planning for proximal humeral fractures by minimally invasive plate osteosynthesis. *Chin Med J (Engl).* 2014;127(18):3278-3285.
- [27] Kim JW, Oh CW, Byun YS, et al. A prospective randomized study of operative treatment for noncomminuted humeral shaft fractures: conventional open plating versus minimal invasive plate osteosynthesis. *J Orthop Trauma.* 2015; 29(4):189-194.
- [28] Ortmaier R, Mattiassich G, Pumberger M, et al. Comparison between reverse shoulder arthroplasty and Humerusblock in three- and four-part proximal humerus fractures in elderly patients. *Int Orthop.* 2015;39(2):335-342.
- [29] Liu YW, Wei XE, Gao NY, et al. [Case-control study on close manipulative reduction combined with minimally invasive percutaneous plate fixation for the treatment of proximal humeral fractures]. *Zhongguo Gu Shang.* 2014;27(4):311-315.
- [30] Lin T, Xiao B, Ma X, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis with a locking compression plate is superior to open reduction and internal fixation in the management of the proximal humerus fractures. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:206.