

## 经皮微创三切口逆行插入钢板内固定治疗肱骨近端骨折 36 例

徐华中<sup>1</sup> 杨玉生<sup>1△</sup> 施克勤<sup>1</sup>

【摘要】 目的:探讨经骨折远端经皮逆行插入锁定钢板治疗简单类型肱骨近端骨折的手术方法及疗效。

方法:2016 年 1 月至 2018 年 12 月应用经骨折远端经皮逆行插入锁定钢板治疗简单类型肱骨近端骨折 36 例,均采用经皮微创逆行插入锁定钢板内固定技术固定,其中 Neer II 型(两部分骨折)11 例,Neer III 型(三部分骨折)25 例;随访 9~18 个月,观察肩关节功能评分、骨折愈合及并发症发生情况。结果:所有患者均获得随访,随访时间 9~18 个月,平均 13.6 个月;所有骨折均达到骨性愈合,愈合时间 10~15 周,平均骨折愈合时间 10.5 周。所有骨折均满意复位,手术时间 50~120 min,平均 81 min;无一例腋神经损伤发生;术后肩关节 Neers 功能评分,优 28 例(90~100 分),良 5 例(80~90 分),可 3 例(70~79 分),优良率 91.7%。无神经、血管损伤及感染等并发症发生。结论:基于 C 臂机精准定位,通过肱骨近端骨折附近的间断三切口,可实现内植物钢板和螺钉在肱骨近端骨折部位的经皮精准放置;可有效缩短手术时间,减少软组织损伤,改善术后肩关节功能,促进骨折愈合与预防腋神经损伤及感染等并发症的发生。

【关键词】 肱骨近端骨折;内固定;经皮;微创

【中图分类号】 R683.41 【文献标志码】 B 【文章编号】 1005-0205(2019)12-0079-05

传统微创经皮锁定钢板内固定治疗肱骨近端骨折存在损伤腋神经的风险,对肱骨近端骨折内侧柱斜向支撑螺钉的置入存在技术上的挑战<sup>[1]</sup>。随着老龄化社会的到来,肱骨近端骨折在合并严重骨质疏松的老年女性患者中的发病比例也逐年升高<sup>[2-4]</sup>。经皮微创手术治疗肱骨近端骨折时,越来越多的研究者认为,对肱骨近端骨折内侧柱进行斜向螺钉固定,可重建三角支撑,强化内固定强度,有利于骨质疏松患者进行早期功能锻炼<sup>[5-8]</sup>。然而,传统的微创经肩外侧三角肌小切口入路行近端第三、四、五排斜向支撑孔螺钉置入时,存在腋神经及旋肱动脉损伤风险<sup>[1]</sup>;而该处螺钉孔的旷置会损害肱骨头近端内侧距的支撑强度,破坏骨折内固定的即刻稳定性,尤其对骨质疏松患者而言,早期功能锻炼会导致骨折二次错位,螺钉钢板断裂,损害肩关节功能恢复。为此,对容易复位的肱骨近端简单骨折类型(Neer II 型和部分 Neer III 型)设计经骨折远端小切口逆行置入锁定钢板,经三角肌胸大肌肌间隙小切口置入三、四、五排斜向支撑孔螺钉,实现经皮微创、坚固内固定和内植物精准置入的手术目的,疗效显著。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

本组病例 36 例,其中女 25 例,男 11 例;年龄 51~78 岁,平均年龄 64 岁。致伤原因:行走中不慎摔伤

15 例,车祸伤 12 例,骑车摔伤 4 例,高坠伤 5 例。合并骨质疏松 21 例,高血压病 16 例,糖尿病 8 例,冠状动脉粥样硬化性心脏病(冠心病)3 例,桡骨远端骨折 4 例,腰椎骨折 3 例,股骨粗隆间骨折 3 例。骨折按 Neer 分型<sup>[2]</sup>:二部分骨折 11 例,三部分骨折 25 例。受伤至手术时间 3~6 d,平均 4.5 d。所有患者均采用 AO 肱骨近端解剖锁定钢板(PHILOS 系统)固定。

### 1.2 纳入标准

本研究微创手术方法主要适用于简单类型肱骨近端骨折,对术中需要对肱骨大小结节缝合固定的 Neer IV 型骨折病例及复杂类型的骨折病例,通过近端小切口难以完成暴露及操作。因此病例纳入标准:1)Neer 分型 II 型和部分 III 型骨折,闭合复位或克氏针撬拨复位可取得良好复位效果;2)无肩袖合并损伤,以及肱骨大结节和小结节错位,不需要缝合固定即可获得复位固定;3)能够获得完整随访。

### 1.3 排除标准

1)影像学检查明确为病理性骨折,以及骨折为开放性;2)合并有神经、血管损伤,需要切口探查血管神经;3)合并肩袖损伤,需要手术处理;4)Neer IV 型骨折,以及部分 Neer III 型骨折,经手法和经皮克氏针撬拨等闭合复位方法不能取得骨折复位,需要切开复位;5)术前估计不能获完整随访。

## 2 方法

### 2.1 手术方法

患者全麻后,采用平卧位,C 臂机位于患者头颈部

<sup>1</sup> 南京医科大学附属无锡第二人民医院骨科(江苏 无锡,214002)

<sup>△</sup>通信作者 E-mail:wxeyyys@163.com

方向,与麻醉机并排放置;患者上半身向健侧移动,使患肩及上肢靠近手术床中央部位,避开手术床两侧金属支架,方便透视。常规消毒铺巾。患肢上臂贴附床面自然放置。透视下初步复位骨折端,必要时经皮克氏针临时固定。

**2.1.1 经皮钢板内植物的精准放置** 初步复位后,将患肢紧贴侧胸部,屈肘 $90^{\circ}$ ,外旋上臂约 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ,透视下确定肱骨近端标准正位影像。由此位置内旋上臂 $90^{\circ}$ ,此时前臂屈肘 $90^{\circ}$ 自然位于胸前位置(肘后可垫手术巾,确保可稳定维持该位置,利于手术操作)(见图1)。此时可透视获得肱骨近端标准侧位影像。选用合适锁定钢板放置于上臂近端皮肤表面,透视下调整钢板位置,使得钢板上端位于肱骨大结节下 $0.5\text{ cm}$ 左右处,钢板长轴与肱骨近端轴线平行且正好位于肱骨影像正中位置(见图2),钢板远端部分加压孔旁边锁定孔安装导向锁定套筒,引导电钻经皮钻孔。作 $0.5\text{ cm}$

小切口,直径 $2.5\text{ mm}$ 普通螺钉钻头平行导向锁定套筒经皮向肱骨近端骨皮质钻孔(见图3)。去除钢板,透视下克氏针定位,作一与肱骨近端轴线垂直的经过小切口的皮肤标记线。伸直肘关节,外旋上臂,获得肱骨近端标准正位影像。此时患侧前臂、上臂紧贴床面,手掌掌心向上。于上臂侧方做长 $1.5\text{ cm}$ 左右直切口,与皮肤标记线相交垂直,并以与标记线交点为切口中心(见图4)。钝性分离三角肌直达骨面,骨膜剥离器向上分离建立三角肌下隧道直达肱骨近端,以便容纳钢板。钢板经小切口逆行插入,一枚合适长度松质骨螺钉经钢板加压孔拧入前面预先准备的肱骨螺钉孔内,初步固定钢板,侧位透视下确定钢板轴线与肱骨近端轴线平行,正位透视下调节钢板上下位置,使钢板近端与肱骨大结节相对位置最佳(见图5)。拧紧螺钉使钢板与骨面紧贴,实现钢板内植物的精准放置,并对大结节骨折端进一步复位、加压。



图1 患者体位及C臂术中位置

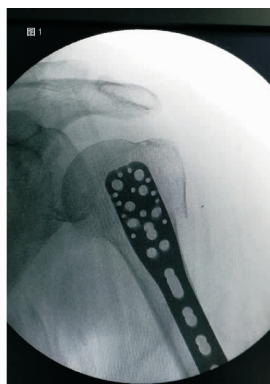


图2 正位透视下钢板放置于皮肤表面,确定钢板近端与肱骨大结节顶端位置



图3 前臂由标准正位透视位置下内旋 $90^{\circ}$ ,定位钢板位置确定钢板远端加压孔,经皮行肱骨骨折远端部位加压孔钻孔,预置加压螺钉孔



图4 前臂由标准侧位透视位置下外旋 $90^{\circ}$ ,在上臂外侧做 $2\text{ cm}$ 左右切口直达骨面,骨膜剥离器经该切口准备肌肉下隧道,逆行插入钢板

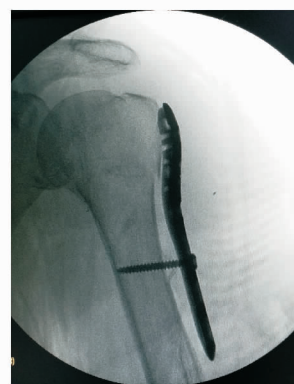


图5 钢板逆行经皮插入,固定钢板,透视下微调,获得最佳位置

**2.1.2 小切口撬拨复位及近排螺钉置入** 保持肱骨近端正位透视位置下,将同一长度钢板放置于上臂近端外侧,确定钢板近端两排螺钉孔位置并在该处作 $1.5\text{ cm}$ 切口,逐层切开,钝性分离三角肌纤维(通常分离三角肌长度不到 $1\text{ cm}$ ),显露钢板近端两排螺钉孔,经过该小切口进一步对骨折近端以钢板为支撑行肱骨近端残留移位撬拨复位,重建正常颈干角。复位满意后,进一步收紧远端加压螺钉维持复位,并直视下钻孔拧入螺钉固定骨折近端(见图6)。

**2.1.3 钢板近端远侧三、四、五排斜向支撑孔螺钉置入**

同样方法确定钢板近端远侧三、四、五排斜向支撑螺钉孔在皮肤上的对应位置,上臂内旋 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ,沿胸大肌三角肌间沟作 $1.5\text{ cm}$ 小切口,钝性分离暴露胸大肌三角肌间沟,保护头静脉,显露钢板近端远侧三排斜向支撑螺钉孔,直视下钻孔拧入三排支撑孔螺钉(见图7-8)。

该操作经三角肌胸大肌间沟进入,避免损失腋神经,同时注意保护头静脉。



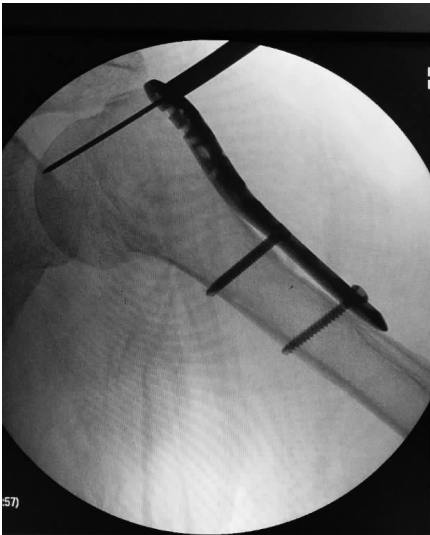


图6 正位透视位置下,同一型号钢板放置于肩关节外侧,精准确定钢板近端第一、二排螺钉孔位置,于该位置在肩关节近端做1.5 cm切口,显露钢板近端第一、二排螺钉孔



图7 安装近端第一、二排螺钉孔螺钉



图8 在标准正位透视位置下,前臂内旋40°~60°;确定钢板第三、四排斜向支撑螺钉孔在体表位置;经三角肌胸大肌间沟做1.5 cm切口,显露钢板近端第三、四、五排斜向支撑螺钉孔,安装导向装置,钻孔,拧入支撑螺钉

**2.1.4 钢板远端锁定孔螺钉置入** 经远端小切口分别钻孔置入远端锁定螺钉,最远侧螺钉可作0.5 cm切口钻孔置入螺钉(见图9-10)。

冲洗伤口,逐层缝合,均不放置负压引流管,测量小切口长度(见图11)。术后第2天即指导患者行肩关节被动功能锻炼。

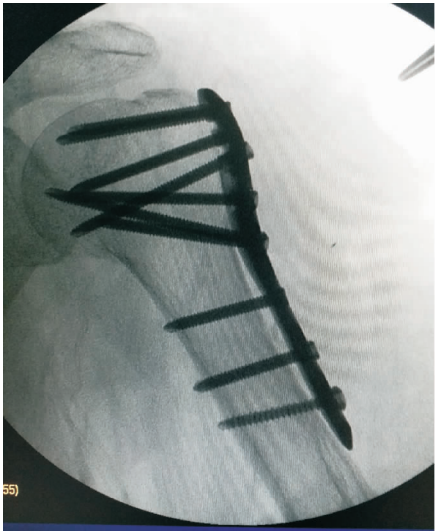


图9 经远端切口安装钢板远端部分锁定螺钉,所有螺钉安装完毕

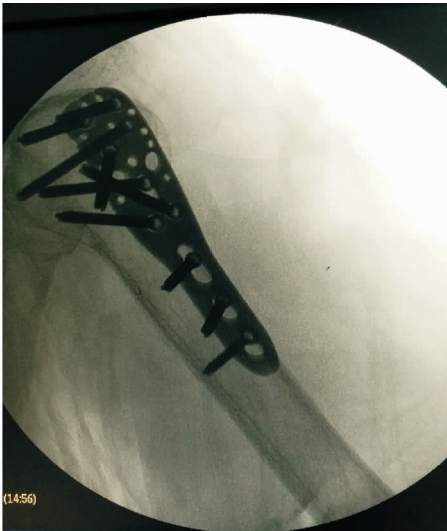


图10 侧位透视下螺钉安装完毕,未见螺钉侵入关节腔



图11 术后三切口照片

**2.2 术后处理**

术后常规应用一代或二代头孢类抗生素预防感染24 h。术后第2天即指导患者行肩关节被动功能锻炼,术后3周开始部分辅助下主动肩关节功能锻炼,术后6周逐渐过渡到正常活动,术后12周患肢开始持重。

**2.3 随访及疗效判定**

术后常规拍摄肱骨近端X线片,分别于术后1,2,3,6,9个月及此后每隔6个月对患者进行随访,摄肱骨近端前后位及侧位X线片。手术示范病例手术前后X线片见图12。随访时记录患者术后肩关节功能评分,评定采用Neer肩关节功能评分标准<sup>[2]</sup>,疼痛35分,功能30分,活动度20分,解剖位置15分。90~

100分为优,80~89分为良,70~79分为可,70分以下为差。记录影像学资料及并发症发生情况等,观察骨折愈合情况,观察有无腋神经损伤导致的三角肌萎缩,有无因旋肱动脉损伤可能导致的肱骨头坏死情况。

**3 结果**

本组病例手术时间50~120 min,平均81 min。36例患者均门诊或电话随访,随访时间9~18个月,平均13.6个月。切口均一期愈合,未见切口相关并发症,未见腋神经损伤及头静脉和旋肱动脉损伤并发症。所有骨折均愈合,愈合时间10~15周,平均10.5周,无螺钉切割肱骨头进入关节腔并发症,随访未见肱骨头坏死并发症。术后36例患者Neer肩关节功能评分,优28例,良5例,可3例,优良率91.7%。



图12 患者,女,63岁,摔伤导致肱骨近端骨折,Neer III型,经皮逆行三切口钢板内固定手术前及术后X线片(手术示例患者)

## 4 讨论

### 4.1 微创手术操作原理及肱骨近端的解剖、生理及影像学特点

研究表明肱骨近端骨折行锁定钢板内固定治疗可取得良好临床疗效<sup>[5-8]</sup>。正常成人的肱骨近端包括肱骨头、大小结节、结节间沟及肱骨外科颈等解剖结构。肱骨头有约  $17.9^{\circ} \pm 13.7^{\circ}$ , 平均  $30^{\circ}$  的后倾角(或称扭转角)<sup>[9]</sup>, 以及  $120^{\circ} \sim 140^{\circ}$  颈干角<sup>[10]</sup>, 平均  $137^{\circ}$ 。目前对于肱骨后倾角的精准评估, 因个体差异的原因, 尚难取得一致性的标准精确值。David 等<sup>[11]</sup> 和 Panayis 等<sup>[12]</sup> 建议肩关节置换术置入假体时, 维持  $30^{\circ}$  后倾置入, 术中可有效保存肩关节前方结构的稳定性。笔者认为当正常成人平卧位时, 上臂贴胸位及紧贴床面, 屈肘  $90^{\circ}$ , 上臂处于完全旋后位时, 此时相对于水平面而言, 肱骨头后倾角可以认为  $0^{\circ}$ , 在此位置正位透视下, 可获得肱骨近端(包括肱骨头)标准正位影像, 钢板位于结节间沟外侧, 其透视影像应该重叠为一线影; 从此屈肘  $90^{\circ}$  位置, 内旋前臂  $90^{\circ}$  (此时前臂屈肘位于胸前), 此时肱骨近端透视影像为肱骨近端标准侧位透视影像, 钢板也与 X 线透视方向垂直; 如果是向内旋转  $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ , 此时钢板位于胸大肌及三角肌间沟下方, 在开放性手术时, 通常在此位置安装钢板上端斜向支撑孔螺钉。在肱骨近端, 三角肌在肱骨止点以上, 被一层坚韧的肌膜包绕, 使三角肌与肱骨近端外侧面骨膜及关节囊间隔, 腋神经和旋肱动脉被该层三角肌肌膜包绕于三角肌内, 经皮逆行插入钢板, 操作在肌膜和骨面之间进行, 完全避免了神经血管损伤的风险。

临床应用的肱骨近端解剖型锁定钢板的设计是基于肱骨近端正常的解剖特点设计的, 钢板近端部分的两排螺钉锁定孔倾斜角度小, 螺钉提供对近端骨折块的固定。第三、四、五排螺钉孔倾斜角度较大, 螺钉通过斜向支撑对肱骨近端骨折块内侧提供支撑锚定, 形成稳定的三角支撑结构, 可增加内植物与骨折块间固

定强度; 传统微创插入钢板内固定手术, 近端小切口行斜向支撑螺钉固定, 较易损伤腋神经和旋肱血管, 通常对其旷置, 未能与近端两排螺钉形成三角支撑固定。

### 4.2 肱骨近端骨折的临床特点与传统微创经三角肌外侧入路手术方法间的关系

肱骨近端骨折约占全身骨折的  $4\% \sim 5\%$ <sup>[2]</sup>, 随着中国老龄化社会的到来, 中老年人群尤其是老年女性在肱骨近端骨折中所占比例越来越高<sup>[3,4]</sup>。其临床发病特点为轻微暴力就可导致肱骨近端骨折, 患者常常合并比较严重的骨质疏松和多种内科基础性疾病。对手术微创、术后坚固的内固定和早期功能锻炼的要求很高。传统的微创肩外侧小切口入路解剖锁定钢板经皮内固定治疗肱骨近端骨折得到了广大微创骨科医生的认可<sup>[5,6,13-15]</sup>, 然而传统微创手术肩外侧小切口存在损伤腋神经的可能<sup>[1]</sup>, 尤其锁定钢板近端第三、四、五排斜向支撑孔螺钉置入困难, 强行置入将大大增加腋神经损伤风险。该处螺钉孔的旷置则会损害肱骨头近端内侧的支撑强度, 损害钢板螺钉内固定的牢固性, 早期功能锻炼会导致螺钉拔出, 以及螺钉切割肱骨头进入关节腔, 骨折二次错位等, 不但影响骨折愈合, 而且对肩关节功能恢复影响较大。

重建肱骨近端骨折术后肱骨距内侧支撑对预防术后骨折再移位, 以及增加骨折内固定的稳定, 进行早期功能锻炼, 促进骨折愈合至关重要<sup>[16,17]</sup>。因此对于合并严重骨质疏松的高龄老年女性患者, 即使是简单的骨折类型, 术中重建内侧肱骨距的支撑对于术后获得即刻稳定, 进行早期功能锻炼, 获得良好临床疗效, 避免内固定失效, 显得尤其重要<sup>[18,19]</sup>。针对合并严重骨质疏松的肱骨近端骨折患者, 目前较常用于术中肱骨近端骨折内侧肱骨距重建的方法有以下几点。其一, 采用肱骨近端填充骨水泥的方法重建内侧肱骨距的支撑<sup>[18-20]</sup>; 其二, 术中钢板固定肱骨近端骨折的同时, 向肱骨近端髓内植入异体腓骨条来重建内侧肱骨

柱支撑;其三,通过解剖复位达到肱骨近端骨皮质阳性支撑,增加内固定稳定性<sup>[21]</sup>;其四,术中通过钢板第三、四、五排螺钉孔斜向螺钉的精准置入,形成的三角支撑重建内侧距的稳定<sup>[17,18]</sup>。前三者需要切开广泛暴露方可完成操作,最常用的方法为第四种方法,这也是可以用微创手术入路完成的方法。为了获得稳定固定,常需将锁定钢板近端部分的第三、四、五排斜向支撑孔锁定螺钉置入肱骨头软骨下骨关节面下 5~8 mm<sup>[19,22]</sup>,对螺钉精准植入要求较高。传统肩外侧小切口三角肌入路对于锁定钢板近端部分第三、四、五排斜向支撑孔螺钉植入,通常采用旷置的方法。因为术中解剖和术后影像学研究表明,这三排螺钉孔正好位于传统微创手术 5 cm 长切口的远端,螺钉植入过程对腋神经和旋肱动脉的损伤似乎较难避免,术后腋神经损伤导致三角肌失神经支配的现象常有发生。这三排斜向支撑螺钉孔的旷置,与钢板三角支撑设计原理相违背,损害了骨折内固定的稳定性,不利于骨折愈合和术后早期功能康复锻炼<sup>[23-25]</sup>。

#### 4.3 三切口逆行插入钢板内固定与传统微创肩外侧三角肌入路手术方法的异同点

传统微创经肩外侧三角肌入路是经骨折近端 5 cm 切口顺行插入钢板固定骨折端,切口远端部位的腋神经横走向限制了切口向远端的延伸,在手术原理、切口设计、钢板放置及操作原理等方面与本研究有所不同。

首先,三切口逆行插板微创内固定方法对钢板内植物的位置确定,是术前借助于标准侧位透视影像,实现钢板的精准放置,以及预先准备螺钉孔固定逆行插入的钢板,并可微调。钢板的置入是在标准正位透视位置下,经肩外侧骨折远端精准小切口逆行插入钢板并临时固定,正、侧位透视对钢板位置微调,实现内置物的精准放置。其次,近端小切口只有 1~2 cm 长,较传统微创肩外侧三角肌入路 5 cm 的切口而言,对三角肌损伤小,对腋神经和旋肱动脉损伤风险为零。第三,三切口的设计是基于钢板体外精准定位,切口虽小,基本都能实现螺钉精准植入的目的。中间胸大肌、三角肌肌间沟切口显露更加需要精准定位,否则不利于第三、四、五排斜向支撑孔螺钉的快速精准植入。可根据软组织在该位置的深度,适当将切口沿三角肌、胸大肌肌间沟下移 1 cm 左右,便于操作。由于创伤小,患者术后三角肌损伤小。钢板和螺钉的三角支撑保证了骨折固定的稳定性,术后关节功能康复锻炼及骨折愈合得到有效保证。本组病例患者术后肩关节功能评分优良率 91.7%,骨折全部如期愈合,与三角肌损伤小及内固定稳定性高有关。当然,良好临床疗效的取得也与所选病例都为简单的骨折类型有关。

本研究尚存在一些局限性:首先,样本量较少及病例随访时间较短;与传统微创肩外侧入路未设置对照组进行对照比较;两者长期的疗效对比还需要更长时间

的随访观察。其次,对于合并肩袖损伤的病例,小切口不能实现对损伤肩袖的探查及缝合修补,只适合于未合并肩袖损伤及易于获得复位的简单类型的肱骨近端骨折。

综上所述,三切口逆行插入锁定钢板内固定治疗简单类型肱骨近端骨折,可实现真正的微创,并通过内植物的精准放置,重建肱骨近端内侧柱支撑,对于减少三角肌的暴露,杜绝腋神经和旋肱动脉的损伤,增加骨折内固定的稳定性,促进肩关节功能康复,促进骨折愈合具有重要作用。总之,简单的骨折类型,就应该用最合理的、最简单的手术方法解决,这是保证临床疗效的最佳途径。

#### 参考文献

- [1] THEOPOLD J, WEIHS K, MARQUA B, et al. Detection of primary screw perforation in locking plate osteosynthesis of proximal humerus fracture by intra-operative 3D fluoroscopy[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2017, 137(11):1491-1498.
- [2] NEER CS 2ND. Displaced proximal humeral fractures: part 1: classification and evaluation[J]. J Bone Joint Surg Am, 1970, 52(6):1077-1089.
- [3] 尚天裕. 中国接骨学[M]. 天津:天津科学技术出版社, 1995:82.
- [4] DAI J, CHAI Y, WANG C, et al. Meta-analysis comparing locking plate fixation with hemiarthroplasty for complex proximal humeral fractures[J]. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology, 2014, 24(3):305-313.
- [5] 周健生, 吴征杰, 陈小康, 等. 锁定钢板治疗肱骨近端骨折 112 例[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2018, 26(4):64-66.
- [6] 陈苑妮, 黎清斌, 张兆华, 等. 手法复位小夹板外固定治疗老年 Neer III 型肱骨近端骨折 36 例[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2017, 25(6):23-26.
- [7] ZHAO W, ZHANG Y, JOHANSSON D, et al. Comparison of minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis and open reduction internal fixation on proximal humeral fracture in elder patients: a systematic review and meta-analysis[J]. BioMed Research International, 2017: 3431609.
- [8] SOHN H S, JEON Y S, Lee J, et al. Clinical comparison between open plating and minimally invasive plate osteosynthesis for displaced proximal humeral fractures: A prospective randomized controlled trial[J]. Injury, 2017, 48(6):1175-1182.
- [9] BOILEAU P, WALCH G. The three-dimensional geometry of the proximal humerus. Implications for surgical technique and prosthetic design[J]. Journal of Bone & Joint Surgery: British Volume, 1997, 79(5):857-865.
- [10] BULCHLER P, FARRON A. Benefits of anatomical reconstruction of the humeral head during shoulder arthroplasty: a finite element analysis[J]. Clin Biomech, 2004, 19(1):16-23.