

# 股骨髓内钉芯钻瞄准系统与体外瞄准架系统的远端锁定效果比较

陈志达 蔡弢艺 丁真奇 何永志 黄砖枝 宋超

**【摘要】目的** 比较股骨髓内钉芯钻瞄准系统与体外瞄准架系统在治疗股骨干骨折远端锁定过程中的应用效果。**方法** 选取我院 2015 年 8 月至 2017 年 8 月连续收治的 98 例拟行髓内钉固定术治疗闭合股骨干骨折的病人,按随机数字表法分为研究组和对照组,每组 49 例。研究组病人采用芯钻瞄准系统进行股骨髓内钉远端锁钉操作,对照组病人应用体外瞄准架系统进行远端锁钉操作。比较分析两组病人的术中远端锁钉首次锁定成功率、远端锁定透视次数、远端锁定完成时间和术中出血量。**结果** 研究组与对照组远端锁钉首次锁定成功率分别为 93.9% 和 49.0%,研究组成功率明显高于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。研究组远端锁定透视次数、远端锁定完成时间、术中出血量[(3.2±0.5)次、(7.3±1.1) min、(220.7±10.5) ml]均少于对照组[(12.2±2.4)次、(15.2±3.6) min、(350.3±33.7) ml],差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论** 采用芯钻瞄准系统进行远端锁钉的置入可以有效提高远端锁钉的锁定成功率、减少手术创伤及降低医患术中放射线暴露量。

**【关键词】** 股骨髓内钉;芯钻;远端锁钉;股骨干骨折

**Comparison of core drilling intramedullary nail vs. *in vitro* targeting system for distal locking of femoral shaft fractures.** CHEN Zhi-da, CAI Tao-yi, DING Zhen-qi, HE Yong-zhi, HUANG Zhuan-zhi, SONG Chao. Orthopaedic Center of People's Liberation Army, the 909th Hospital of PLA, Zhangzhou 363000, China

Corresponding author: CAI Tao-yi, E-mail: czd5320@163.com

**【Abstract】 Objective** To compare the effect of core drilling intramedullary nail vs. *in vitro* targeting system for distal locking of femoral shaft fractures. **Methods** From August 2015 to August 2017, consecutive clinical data of 98 patients with closed femoral shaft fracture treated with intramedullary nail were divided into study group and control group according to the random number table method. Study group (49 cases) was treated with core drilling intramedullary nail system, and control group (49 cases) was given the *in vitro* targeting system. The first success rate of the distal locking, the frequency of perspective, the time of distal locking, and the blood loss were recorded and compared. **Results** The first success rate of the distal nail rate was 93.9% in study group, significantly higher than in the control group (49%) ( $P < 0.05$ ). The frequency of perspective, time of distal locking and blood loss in study group [3.2±0.5, (7.3±1.1) min, (220.7±10.5) ml] were significantly reduced as compared with the control group [12.2±2.4, (15.2±3.6) min, (350.3±33.7) ml] ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Femoral shaft fracture treated with core drilling intramedullary nail for distal locking can improve the first success rate of the distal locking, reduce surgical trauma, and significantly decrease the frequency of perspective.

**【Key words】** Intramedullary nail; Core drilling; Distal locking nail; Femoral fracture

股骨干骨折是临床常见的四肢骨折,全球范围每年因车祸导致股骨干骨折的病人有 100 万~290 万<sup>[1]</sup>。

髓内钉固定属于中轴性固定,被认为是治疗长骨干骨折的“金标准”<sup>[2,3]</sup>。然而髓内钉存在远端锁钉置入准确率偏低的问题,有文献报道髓内钉首次远端锁定的失败率达 29%~50%<sup>[4]</sup>。传统的体外瞄准架系统或徒手置钉的方法与操作者熟练程度密切相关,具有不确定性,术中常需反复透视,增加了手术时间和医患双方的放射线暴露量<sup>[5]</sup>。电磁导航、激光定位和计算机辅助系统的出现明显提高了远端锁

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2020.01.005

基金项目:全军医学科技青年培育项目(13QN048);全军后勤科研项目(CNJ16C013);漳州市自然科学基金(ZZ2018J12)

作者单位:中国人民解放军联勤保障部队第 909 医院全军骨科中心,福建漳州 363000

通信作者:蔡弢艺, E-mail: czd5320@163.com

定准确率,但这些系统价格昂贵且操作相对复杂,基层医院开展较少<sup>[6-8]</sup>。芯钻瞄准系统采用 Inside-out 技术,芯钻由远端锁钉孔钻出实现定位,使远端锁钉的锁定更加便捷、准确。本研究以 2015 年 8 月至 2017 年 8 月在我院拟采用股骨髓内钉治疗的 98 例闭合股骨干骨折病人为研究对象,前瞻性分析对比应用芯钻瞄准系统和体外瞄准架进行远端锁钉操作的疗效。

## 资料与方法

### 一、纳入与排除标准

纳入标准:①AO 分型为 A 型或 B 型闭合股骨干骨折,拟行髓内钉固定;②术中闭合复位骨折断端;③年龄为 18~60 岁;④自愿参与本研究,知情同意并签署同意书。

排除标准:①病理性或陈旧性骨折;②年龄 < 18 岁或 > 60 岁;③合并严重内科基础疾病影响手术及术后深静脉血栓形成者;④全身多发伤、软组织严重缺损和合并多脏器损伤;⑤无自主行为能力者。

### 二、一般资料

本研究获我院伦理委员会批准,共纳入 98 例病人,按随机数字表法分为两组,每组 49 例。研究组采用芯钻瞄准系统进行股骨髓内钉远端锁钉操作,对照组采用体外瞄准架进行远端锁钉操作。研究组男 37 例,女 12 例,年龄为(32.5±4.6)岁(19~54 岁);致伤原因:高处坠落伤 22 例,车祸伤 18 例,压砸伤 9 例;骨折 AO 分型:32.A 型 27 例,32.B 型 22 例;左侧 21 例,右侧 28 例。对照组男 40 例,女 9 例,年龄为(38.5±5.2)岁(18~57 岁);致伤原因:高处坠落伤 24 例,车祸伤 15 例,压砸伤 10 例;骨折 AO 分型:32.A 型 24 例,32.B 型 25 例;左侧 23 例,右侧 26 例。两组病人的性别、年龄、致伤原因、骨折分型和患肢分布等术前一般资料比较,差异均无统计学意义( $P$ 均 > 0.05,表 1)。

### 三、治疗方法

所有病人在入院后 4~6 d 行髓内钉固定,并由

同一组高年资的主刀医生完成手术。

### (一)研究组手术方法

病人位于牵引床上采用全身麻醉或持续硬膜外麻醉,取仰卧位,先在牵引下进行复位,“C”型臂 X 线机透视了解骨折远近端的复位情况。①皮肤切口位于患侧髂前上棘及股骨长轴延长线交点,在大转子顶点进行骨质开口,插入导针后复位骨折端,逐步扩大髓腔,根据术前 X 线片选择长度、直径合适的主钉置入髓腔,并使远端髓内钉位于髓腔中央,透视确定骨折端复位满意及髓内钉长度、直径合适;②安装近端延长杆,将芯钻控制器插入髓内钉,限位器滑至相应髓内钉长度的刻度并锁定于卡槽内;③采用高速电钻(1 400 r/min)均匀推进芯钻内芯,直至钻透皮质及皮肤;④空心钻套入内芯,内芯退出,同时空心钻钻透对侧皮质;⑤芯钻控制器退出后再次向前,如顶住空心钻无法前进则表示钻头已通过髓内钉,空心钻钻透对侧皮质;⑥同样方法置入次远端孔螺钉;⑦逐层进行伤口缝合,术毕(图 1)。

### (二)对照组手术方法

除远端锁钉定位采用体外瞄准架系统辅助置钉之外,其余手术操作与研究组病人相同。具体方法:股骨干前方置入定位螺杆确定体外瞄准架位置,通过股骨外侧瞄准孔确定 2 枚远端锁钉位置,电钻钻透一侧皮质后采用橄榄头探测,确定钻头通过髓内钉后置入远端螺钉。

如上述两种方法无法完成远端锁钉置钉,则采用徒手置钉法。具体方法:3.5 mm 斯氏针放入外侧皮质孔内,通过“C”型臂 X 线机透视明确斯氏针与髓内钉锁孔关系,调整斯氏针方向直至穿过髓内钉,橄榄头明确斯氏针位于锁孔内后,钻透双侧骨皮质。先不拔除斯氏针,将体外瞄准架完整安装后将另一枚斯氏针置入次远端锁孔,橄榄头再次明确斯氏针位于锁孔内,选择合适的螺钉固定。

### 四、术后处理及观察指标

常规使用头孢呋辛注射剂预防感染 24 h,术后第 1~2 天开始行双下肢踝泵锻炼、股四头肌等长、等

表 1 两组病人术前一般资料的比较

组别	例数	性别 (男/女,例)	年龄 ( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	致伤原因(例)			骨折分型(例)		患肢分布(例)	
				坠落伤	交通伤	压砸伤	32.A	32.B	左侧	右侧
研究组	49	37/12	32.5±4.6	22	18	9	27	22	21	28
对照组	49	40/9	38.5±5.2	24	15	10	24	25	23	26
$\chi^2(t)$ 值	-	0.546	2.117		0.412		0.368		0.165	
$P$ 值	-	0.460	0.079		0.814		0.544		0.685	

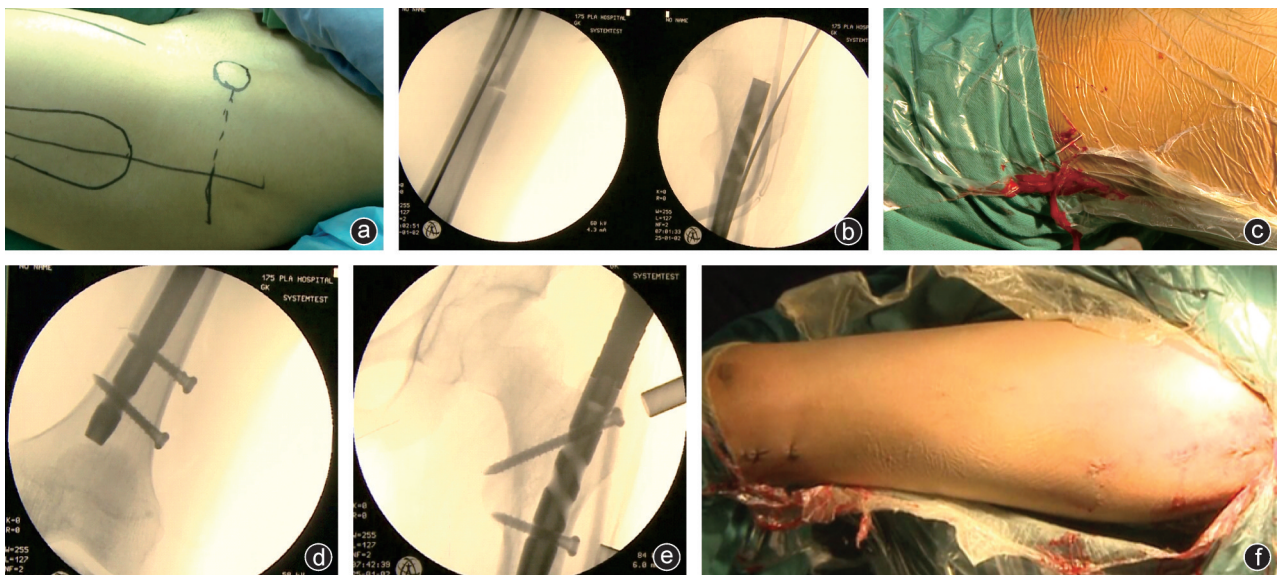


图1 股骨髓内钉芯钻瞄准系统治疗股骨干骨折术中操作 a:切口设计,患侧髌前上棘及股骨长轴延长线交点;b:复位骨折端,置入芯钻,术中X线透视显示断端已解剖复位,芯钻控制器插入髓内钉;c:高速电钻均匀推进芯钻内芯,钻透皮质及皮肤;d:术中X线透视显示远端锁钉固定在位;e:术中X线透视显示近端锁钉固定在位;f:术后切口外观

张收缩;术后3~7 d开始行被动患侧膝关节及髌关节功能锻炼,术后7 d可在床上主动和被动行患侧膝关节及髌关节伸屈和旋转运动。术后2周切口愈合后可使用拐杖早期下地,当X线片显示断端骨痂生长后可逐步下地行走。记录术中远端锁钉首次锁定成功率、远端锁定透视次数、远端锁定完成时间和术中出血量等。

### 五、统计学分析

统计学分析采用SPSS 20.0软件(IBM公司,美国),计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组间计量资料的比较采用独立样本t检验;两组间计数资料如远端锁钉首次锁定成功率、性别比、受伤原因和骨折分型等的比较采用 $\chi^2$ 检验。 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

### 结 果

研究组远端锁钉首次锁定成功率为93.9%(46/49),失败3例(6.1%),1例出现芯钻在筋膜下打折,2例年轻病人在次远端锁孔出现芯钻断裂。对照组

首次锁定成功率为49.0%(24/49),失败25例(51.0%),其中20例为远端孔锁定失败,5例为次远端孔锁定失败。两组间远端锁钉首次锁定成功率的差异有统计学意义( $P < 0.001$ )。两组病人远端锁钉置钉均未使用徒手置钉。研究组完成远端锁定透视次数为(3.2±0.5)次(1~5次),完成时间为(7.3±1.1)min(5~11 min),术中出血量为(220.7±10.5)ml;对照组完成远端锁定透视次数为(12.2±2.4)次(3~13次),完成时间为(15.2±3.6)min(10~19 min),术中出血量为(350.3±33.7)ml,两组病人的远端锁定透视次数、完成时间及术中出血量比较,差异均有统计学意义( $P$ 均 $< 0.05$ ),表2。典型病例详见图2、3。

### 讨 论

髓内钉是股骨干骨折理想的内固定方式,轴心性固定方式使病人术后能早期离床活动,符合现代快速康复理念<sup>[2,9]</sup>。髓内钉操作过程中的关键技术是骨折端闭合复位及远端锁定技术,其中远端锁钉失败常导致手术时间延长,多次钻孔破坏远端骨皮

表2 两组病人远端锁钉首次锁定成功率、远端锁定透视次数、远端锁定完成时间和术中出血量比较

组别	例数	首次锁定成功率 (%)	透视次数 ( $\bar{x} \pm s$ , 次)	远端锁定时间 ( $\bar{x} \pm s$ , min)	术中出血量 ( $\bar{x} \pm s$ , ml)
研究组	49	93.9	3.2±0.5	7.3±1.1	220.7±10.5
对照组	49	49.0	12.2±2.4	15.2±3.6	350.3±33.7
$\chi^2(t)$ 值	-	24.203	8.993	5.141	9.380
P值	-	<0.001	0.001	0.002	<0.001



图2 病人,男,20岁,诊断:左股骨干A型骨折,行芯钻瞄准系统进行远端锁定 a、b:术前正侧位X线片示左股骨干中段骨折;c、d:术后3 d正侧位X线片示左股骨干髓内钉固定后,骨折断钉对线对线良好;e、f:术后2个月正侧位X线片示骨折线较前模糊,骨折断端见少量骨痂生长;g、h:术后11个月正侧位X线片示骨折线已消失,骨折断端见大量骨痂生长;i、j:术后2年正侧位X线片示骨折线消失,骨折愈合及塑形良好;k、l:术后2年取出内固定后,正侧位X线片示骨折塑形良好



图3 病人,男,18岁,诊断:左股骨干A型骨折,行体外瞄准架系统进行远端锁定 a,b:术前正侧位X线片示左股骨干中段骨折;c,d:术后3 d正侧位X线片示左股骨干髓内钉固定后,骨折断钉对位对线良好;e,f:术后2个月正侧位X线片示骨折线仍较清晰,骨折断端未见骨痂生长;g、h:术后8个月正侧位X线片示骨折断端骨痂量少,予拆除髓内钉远端螺钉;i,j:术后2年正侧位X线片示骨折线消失,骨折愈合及塑形良好;k、l:术后2年取出内固定后,正侧位X线片示骨折塑形良好

质导致锁钉强度下降,甚至变成开放锁钉。传统的体外瞄准架系统或徒手置钉进行远端锁定首次成功率较低,并可能对伸膝装置造成损害,术中往往需要反复透视,文献报道远端锁定操作的放射线暴露时间占整个手术时间的一半<sup>[10]</sup>。放射性辐射积累损伤对医生的伤害更大,使其罹患癌症的概率增加<sup>[11]</sup>。目前多种远端锁定系统的出现很好地解决了远端锁定的准确率问题,其中电磁导航系统报道较多,其准确率达到了 95%~100%,同时减少了术中透视时间<sup>[12]</sup>。但其主要不足是术中需附加多个电磁瞄准装置,增加了手术步骤,并且昂贵的器械费用使其难以在基层医院进行推广。

### 一、芯钻瞄准系统的工作原理及优势

芯钻瞄准系统采用由内向外的技术,通过高速运转的芯钻从髓内钉远端锁孔内穿出,以确定远端锁孔的位置,在退出芯钻的同时,使用导针来定位远端锁孔。相对电磁导航,芯钻 Inside-out 技术更加直观化,理论上完全解决了准确率问题,远端皮肤切开能容纳锁钉通过的小口即可完成锁定,同时省略了传统体外瞄准架系统需在前方辅助切口安装定位杆的步骤,更符合微创理念。此外,芯钻操作过程无需其他辅助装置,除芯钻套装外,配套常规手术器械即可完成手术。

目前关于芯钻应用情况的文献报道较少,荆玉峰等<sup>[13]</sup>报道了 15 例病人采用芯钻瞄准系统治疗股骨干骨折,优良率达到 100%,但文中未描述远端锁钉首次锁定成功率。本研究中芯钻系统远端锁钉首次锁定成功率为 93.9%,明显高于体外瞄准架系统的 49.0%,与电磁导航系统的成功率相当。由于术中无需附加其他辅助装置,在术者熟练掌握操作技巧后,完成远端锁定操作时间均少于 10 min,缩短了手术时间,减少了术中出血量。此外,降低术中辐射是所有远端锁定系统改进的重点,芯钻系统在操作过程中理论上无需透视,芯钻控制器位于空心髓内钉内,一旦空心钻或远端锁钉经过锁孔,控制器无法回到原来位置,即可明确远端锁钉是否成功置入。但由于远端切口较小,测深过程中由于软组织卡嵌常无法准确测量远端锁钉长度,故在完成远端锁钉后,前后位 X 线片明确锁钉长度是必要的。另外,芯钻系统学习曲线较短,其价格也更容易被各级医院的骨科医生所接受和推广。

### 二、操作要点和注意事项

在芯钻系统手术过程中,作者有以下几点体会:

①芯钻内芯直径仅为 1.32 mm,突破外侧骨皮质需

要很高的钻速,在操作过程中需使用配套高速电钻(钻速高于 1 400 r/min)。芯钻突破皮质在软组织穿行过程中尽量避免停顿和反转,一旦软组织特别是筋膜与芯钻发生缠绕则会出现芯钻打折。此时需切开皮肤,在皮质表面剪断芯钻,更换芯钻后重新进行操作;②芯钻内芯长度约为 1 米(955.4 mm),在操作过程中一旦近端出现轻微晃动,近端晃动传到芯钻最远端与皮质接触时,晃动的幅度达到最大,此时远端芯钻很容易断裂。因此,在操作过程中要预留一段观察距离,让芯钻在控制器中无阻力行走一段,如平稳推进,则继续操作。如出现晃动,必须检查所有接头是否安装正确,重点检查内芯与电钻接口是否处于中心位置,控制器与延长杆锁定卡槽之间是否存在缝隙等;③芯钻标准操作过程中,芯钻退出同时将克氏针跟入,再连接空心钻进行操作。但熟练后此步骤可省略,空心钻可直接套入内芯,在内芯退后同时钻透外侧皮质,节省手术步骤。

### 三、并发症预防及处理

对于芯钻瞄准系统治疗股骨干骨折的并发症发生率及处理,目前尚未见文献报道。本组病人中 1 例(2.0%)出现芯钻在筋膜下打折,2 例(4.1%)出现芯钻断裂。在早期使用芯钻髓内钉的过程中,我们在操作上也遇到很多困难,比如处理芯钻打折和断裂时,我们只能延长手术切口,并对骨皮质进行开槽直视下进行处理。随着病例数的积累和不断的经验总结,对于芯钻打折的情况,我们有以下几点体会:①芯钻在体内操作时,依次穿过骨皮质、肌肉、筋膜和皮肤,不同于体外操作时芯钻只是穿过骨皮质,由于筋膜具有韧性,芯钻在高速运转过程中遇到阻力变化无法顺利穿透筋膜,被迫改变行进方向而出现打折。②为了降低芯钻在体内打折的风险,早期我们使用体外连接杆来定位远端锁定位置,然后切开皮肤、筋膜,暴露骨面后直视下观察芯钻穿出,提高了远端锁定的成功率,但该方法违背了芯钻微创理念的设计。后期我们研制出了一种辅助芯钻髓内钉系统准确定位的纠偏器(专利号:ZL201721565537.8),将该纠偏器置于远端锁定出钉点,通过加压来减少阔筋膜韧性,使芯钻能顺利穿过筋膜,大大缩短了手术时间,减少手术创伤,同时提高了远端锁定的成功率。③芯钻全程使用时都需正向转动,当使用反转时,周围软组织会卷入芯钻钻头,严重时可能出现钻头断裂。一旦出现芯钻在体内打折、打卷情况,只能选择直接切开暴露芯钻,在骨皮质剪断芯钻后直接取出芯钻远端,然后正钻取

出芯钻近端,“C”型臂 X 线机透视见体内芯钻无残留后,再重新更换芯钻进行远端锁定。

综上所述,芯钻瞄准系统操作简单、手术时间短、术中失血量少、远端锁钉首次锁定成功率高,并减少了术中透视次数,是一种比较理想的髓内钉远端锁定技术,值得临床上进一步推广。本研究的局限性在于单中心研究,病例数较少,随访时间较短,病例资料难免会产生偏倚。今后需进行多中心的联合研究,增加病例数及延长随访时间,以便为临床提供更准确的指导。

### 参 考 文 献

- [1] Agarwal-Harding KJ, Meara JG, Greenberg SL, et al. Estimating the global incidence of femoral fracture from road traffic collisions: a literature review[J]. J Bone Joint Surg Am, 2015, 97(6): e31.
  - [2] Fan Y, Li YW, Zhang HB, et al. Management of humeral shaft fractures with intramedullary interlocking nail versus locking compression plate[J]. Orthopaedics, 2015, 38(9): e825-829.
  - [3] 洪加源,武宁,刘强,等.旋入式髓内钉治疗股骨干骨折疗效分析[J].中国骨与关节损伤杂志,2016,31(6):645-646.
  - [4] 孔祥标,王春.交锁髓内钉固定治疗股骨干骨折研究进展[J].中医正骨,2008,20(1):70-71.
  - [5] Muzaffar TS, Imran Y, Iskandar MA, et al. Radiation exposure to the surgeon during femoral interlocking nailing under fluoroscopic imaging[J]. Med J Malaysia, 2005, 60 (Suppl C): 26-29.
  - [6] Hawi N, Lioudakis E, Suero EM, et al. Radiological outcome and intraoperative evaluation of a computer-navigation system for femoral nailing: a retrospective cohort study[J]. Injury, 2014, 45(10): 1632-1636.
  - [7] 何启新,廖穗波,黄建军.磁力导航髓内钉与传统髓内钉治疗股骨干骨折的疗效比较[J].中国矫形外科杂志,2016,24(4):372-375.
  - [8] Hoffmann M, Schröder M, Lehmann W, et al. Next generation distal locking for intramedullary nails using an electromagnetic X-ray-radiation-free real-time navigation system[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2012, 73(1):243-248.
  - [9] 张晟,杨俊,胡岩君,等.髓内钉治疗复杂不稳定型股骨转子间骨折的经验总结[J].中华创伤骨科杂志,2015,17(11):958-961.
  - [10] Whatling GM, Nokes LD. Literature review of current techniques for the insertion of distal screws into intramedullary locking nails[J]. Injury, 2006, 37(2): 109-119.
  - [11] Chou LB, Cox CA, Tung JJ, et al. Prevalence of cancer in female orthopaedic surgeons in the United States[J]. J Bone Joint Surg Am, 2010, 92(1): 240-244.
  - [12] 王臣,肖万军. Sureshot 远端瞄准系统进行股骨髓内钉远端锁钉操作的临床应用价值分析[J].创伤外科杂志,2017,19(8):578-582.
  - [13] 荆玉峰,刘京敏,叶发刚,等.芯钻髓内钉治疗股骨干骨折的疗效分析[J].实用骨科杂志,2017,23(3):265-266.
  - (收稿日期:2019-07-28)
  - (本文编辑:龚哲妮)
- 
- (上接第 22 页)
- [7] 王满宜,危杰.股骨颈骨折临床研究的若干问题与新概念[J].中华创伤骨科杂志,2003,5(1):5-9.
  - [8] 胥少汀.实用骨科学[M].第4版.北京:人民军医出版社,2014:930-931,949.
  - [9] 李元城,方跃,池雷霆,等.583例髋部骨折的致伤因素分析[J].中国矫形外科杂志,2006,14(14):1047-1050.
  - [10] 谢学文,徐大星,曾文磊,等.佛山市三水区老年髋部骨折危险因素流行病学调查[J].中国老年学杂志,2018,38(6):1502-1504.
  - [11] 吴永光,胡玄,全伟琨,等.骨质疏松性髋部骨折一年内死亡的危险因素分析[J].骨科,2018,9(1):32-36.
  - [12] 张智海,刘忠厚,李娜,等.中国人骨质疏松症诊断标准专家共识(第三稿·2014版)[J].中国骨质疏松杂志,2014,20(9):1007-1010.
  - [13] 李子熙,徐昊,张克良.武汉及周边地区老年骨质疏松性骨折现状及影响因素[J].中国老年学杂志,2018,38(22):5504-5506.
  - [14] Si L, Winzenberg TM, Jiang Q, et al. Projection of osteoporosis-related fractures and costs in China: 2010-2050[J]. Osteoporos Int, 2015, 26(7): 1929-1937.
  - [15] 高笛.抗旋髓内钉与动力髋部螺钉治疗股骨粗隆间骨折疗效比较[J].骨科,2013,4(1):47-49.
  - [16] Pulkkinen P, Eckstein F, Lochmüller EM, et al. Association of geometric factors and failure load level with the distribution of cervical vs. trochanteric hip fractures[J]. J Bone Miner Res, 2006, 21(6): 895-901.
  - [17] 郭永智,徐宇航,王晓伟,等.老年髋部骨折类型、治疗方法与死亡率及其相关危险因素分析[J].北京医学,2017,39(2):134-137.
  - [18] 郑利钦,林梓凌,李鹏飞,等.动态载荷下松质骨对骨质疏松性股骨颈骨折断裂力学影响的有限元分析[J].中国组织工程研究,2019,23(12):1887-1892.
  - [19] 李毅中,庄华烽,林金矿,等.年龄对股骨颈骨密度和皮质厚度的影响[J].中国骨质疏松杂志,2012,18(2):143-145.
  - [20] 李毅中,蔡思清,颜丽笙,等.不同类型髋部骨折骨密度和髋部结构变化[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2015,8(3):243-245.
  - [21] Tanner DA, Kloseck M, Crilly RG, et al. Hip fracture types in men and women change differently with age[J]. BMC Geriatr, 2010, 10: 12.
  - [22] 张煜,孙荣彬,郁忠杰,等.股骨近端三维几何解剖形态对髋部骨折的发生影响分析[J].实用临床医药杂志,2016,20(23):167-168.
  - [23] 龚伟华,曾一鸣,唐坚,等.髋部骨折的发生与股骨近端三维几何解剖形态的相关性研究[J].医用生物力学,2013,28(1):109-114.
  - (收稿日期:2019-05-20)
  - (本文编辑:龚哲妮)