

· 基础研究 ·

股骨颈截面导向器的设计及应用

袁剑锋¹, 朱求亮²

(1. 安吉县人民医院放射科, 浙江 湖州 313300; 2. 安吉县人民医院骨科, 浙江 湖州 313300)

【摘要】目的:探讨根据股骨颈截面解剖特点设计的一种辅助股骨颈多枚螺钉内固定新型导向器的应用效果。**方法:**自 2016 年 10 月至 12 月选取 10 具成年人 20 根干燥股骨标本, 男 7 例, 女 3 例; 年龄 37~58(47.5±7.5) 岁。应用新型导向器及技术, 以传统导向器技术为对照, 置入 3 枚空心螺钉模拟治疗股骨颈骨折。记录比较两种方法的螺钉定位精度参数和螺钉穿刺次数、螺钉平行度、手术时间及透视次数。**结果:**20 例标本成功置入 60 枚螺钉。螺钉平行度、手术时间和术中透视次数两种方法差异无统计学意义($P>0.05$)。螺钉距皮质距离、螺钉距股骨颈截面中心距离、螺钉与股骨颈截面面积比、螺钉间距离、螺钉穿刺次数两种方法间差异有统计学意义($P<0.05$), 说明应用新型导向器在定位螺钉精度及减少穿刺次数方面比传统方法更有优势。**结论:**二维透视下使用新型导向器及经皮穿刺技术与传统技术比较, 股骨颈骨折内固定螺钉定位更佳。

【关键词】 股骨颈骨折; 骨折固定术, 内; 导向器

中图分类号: R608

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.09.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Design and application of guide device for femoral neck section YUAN Jian-feng and ZHU Qiu-liang. Department of Radiology, People's Hospital of Anji, Anji 313000, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To explore the application effect of a new guide device designed according to the anatomical characteristics of the femoral neck cross section to assist the internal fixation of multiple screw of the femoral neck. **Methods:** From October to December 2016, 10 adult dry femur specimens, including 7 males and 3 females, aged 37 to 58 (47.5±7.5) years old, were selected. Three hollow screws were implanted to simulate the treatment of femoral neck fracture with the new guider technology and the traditional guider technology as the control. The screw location accuracy parameters, screw puncture times, screw parallelism, operation time and fluoroscopy times of the two methods were recorded and compared. **Results:** Sixty screws were successfully implanted in 20 specimens. There was no significant difference in screw parallelism, operation time and fluoroscopy times between the two methods ($P>0.05$). There were significant differences in the distance between screw and cortex, the distance between screw and femoral neck, the area ratio between screw and femoral neck, the distance between screws and the number of screw punctures between two methods ($P<0.05$). It showed that the new type of guide had more advantages than the traditional method in locating screw accuracy and reducing the number of punctures. **Conclusion:** Compared with the traditional technique, the new guider and percutaneous puncture technique under two-dimensional fluoroscopy have better localization of internal fixation screw for femoral neck fracture.

KEYWORDS Femoral neck fractures; Fracture fixation, internal; Guide device

3 枚空心螺钉内固定已成为治疗年轻人股骨颈骨折和老年人无移位型股骨颈骨折经典的常用术式。Bhandari 等^[1]调查了 442 名骨科医生发现 82.8% 医生针对非移位型股骨颈骨折首选空心螺钉固定, 17% 医生首选空心螺钉治疗移位骨折。Luttrell 等^[2]问卷了 272 名骨创伤协会会员(OTA), 在治疗不稳定的股骨颈骨折时仍有 43.1% 医生首选多枚螺钉固定(或辅助 1 枚垂直骨折线的螺钉)。大部分学者认为, 螺钉位置精确度的改善, 能获得更佳生物力

学稳定性。在二维 X 线透视辅助下研究改善螺钉位置精确度, 其优势主要体现在减少手术时间和透视次数^[3-4]。三维的计算机辅助导航系统有利于提高螺钉放置位置精确度, 相关研究表明导航系统在确保螺钉平行、螺钉间最大分散程度和获得股骨颈截面皮质支撑有较多优势, 但复杂的设备及手术过程、延长的手术时间限制了其广泛临床应用^[5-7]。因此, 设计辅助器械应用于提高股骨颈骨折多枚螺钉内固定螺钉精度, 仍有较大的提升空间。基于股骨颈截面与股骨转子外侧壁的特殊解剖关系设计了一种新的辅助股骨颈内固定的导向装置, 命名为“股骨颈截面导向器(guide of femoral neck section, GFNS)”。2016 年

通讯作者: 袁剑锋 E-mail: cwszyuan7753552@aliyun.com

Corresponding author: YUAN Jian-feng E-mail: cwszyuan7753552@aliyun.com

10 月至 12 月在二维透视(C 形臂)下,以传统技术为对照,应用于 10 具成年人(20 根)干燥股骨标本,显示 GFNS 及其内固定技术能提高股骨颈骨折螺钉位置精度,报告如下。

1 资料与方法

1.1 手术器械

股骨颈截面(femoral neck section, FNS)的形状: FNS 大致呈椭圆形。椭圆的长轴向前旋转与股骨近端冠状面形成一个夹角称为股骨颈扭转角(femoral neck torsion angle, FNTA),文献报道其参考值大小约为 20° ^[8-9]。显示出股骨颈截面投影在股骨转子外侧面呈向前旋转的椭圆,与股骨近端长轴并不在一条轴线上(图 1)。因此,当多枚螺钉内固定治疗股骨颈骨折时,位于股骨颈截面外上象限放置螺钉易发生医源性的螺钉穿孔^[10-11]。股骨颈截面导向器(GFNS)见图 2:GFNS 由钛合金制成,使其质量更轻(约 220 g),便于术中操作。GFNS 由立方体及其上方的角度标识载体构成:立方体长 6 cm,外侧面设置 8 排 11 列平行导向钉孔,孔径 2.6 mm,孔间下排为下位螺钉中心孔与调节孔,孔间距 2.1 mm;立方体外侧面上方的角度标识载体上设置角度标识,以下排中心孔为圆心向左、右各 $0^{\circ}\sim 40^{\circ}$,与股骨颈扭转角匹配,标识下方设非平行固定孔直径 2 mm。立方体下表面与内侧面构成 130° 的仰角,与大腿外侧软组织弧度相匹配,内侧面下排单一孔与外侧面中心孔及调节孔相通。

1.2 试验材料与分组

10 具 20 根成年人完整干燥正常股骨标本,男 7 例,女 3 例;年龄 $37\sim 58(47.5\pm 7.5)$ 岁,选自浙江大学医学院解剖学教研室。入选标准:标本远近端无肉眼可见形态、长短畸形及缺损。将同一成人的左、右侧股骨分组到 GFNS 组及传统技术组。所有的股骨都固定在手术台上,外科手术敷料覆盖手术部位模拟大腿软组织。测量两组股骨颈截面的长短轴及股骨颈扭转角(表 1),显示两组数据差异无统计学意义。

表 1 两组成人股骨标本一般测量数据($\bar{x}\pm s$)

Tab.1 General measurements of adult femoral specimens between two groups($\bar{x}\pm s$)

组别	标本数	股骨颈截面(mm)		股骨颈扭转角($^{\circ}$)
		长轴	短轴	
GFNS 组	10	36.67 ± 3.62	25.57 ± 2.44	19.30 ± 3.01
传统技术组	10	37.08 ± 2.74	24.98 ± 2.95	20.12 ± 2.36
t 值		0.40	0.92	0.95
P 值		>0.5	>0.5	>0.5

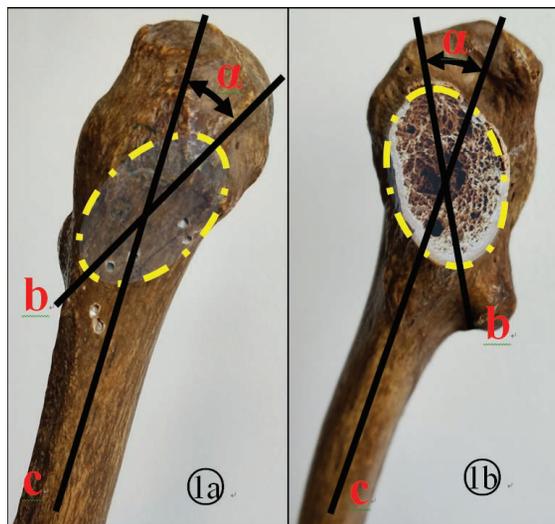


图 1 股骨颈截面与股骨转子外侧面关系示意图 1a. 外侧面观: $\angle\alpha$ 股骨颈扭转角; b 股骨颈截面长轴; c 股骨颈截面冠状轴 1b. 内侧面观: $\angle\alpha$ 股骨颈扭转角; b 股骨颈截面长轴; c 股骨颈截面冠状轴

Fig.1 Diagram of the relationship between the femoral neck section and the lateral aspect of the femoral trochanter 1a. Lateral view: $\angle\alpha$, femoral neck torsion angle; b, long axis of femoral neck section; c, coronal axis of femoral neck section 1b. Medial view: $\angle\alpha$ femoral neck torsion angle; b, long axis of femoral neck section; c, coronal axis of femoral neck section

1.3 试验方法

1.3.1 传统 AO 技术 将导针在前后位和侧位透视监测下从股骨转子外侧面徒手插入至股骨头,确保导针位于股骨颈中心轴线上。然后将传统导向器(江苏创生,图 2a)中心孔套入导针,选用倒三角形 3 个合适导向孔,插入导针。通过正侧位 C 形臂 X 线透视验证导针位置正确,延 3 枚导针插入 7.3 mm 空心螺钉。

1.3.2 GFNS 技术(图 3) C 形臂 X 线透视指导下,徒手放置第 1 枚(下位)2.5 mm 导针,导针进钉点位于股骨外侧面中间或稍偏后,小转子以近,平行于股骨颈轴,并在正位投影上靠近股骨距,侧位位于股骨颈中轴线偏后方。GFNS 下排中央孔套入导针(如果需要可以使用底部调节孔调整下位导针前倾角),将 2 mm 克氏针经固定孔插入大转子稳定 GFNS。根据术前测得的股骨颈长、短轴及扭转角数据,在 GFNS 上的投影勾画出股骨颈截面投影(红线)。根据投影内螺钉贴边、分散的最佳位置要求,描记出靠近皮质的优质导向孔(红点),靠近股骨颈截面中央的良好导向孔(蓝点)和预计会穿出股骨颈皮质的劣质导向孔(白点)。在前上方及后部中间选择 2 枚优质导向孔,使其与第 1 枚导针构成的三角形螺钉构型,导向孔彼此间距离最大。正侧位透视验证导针位于股骨

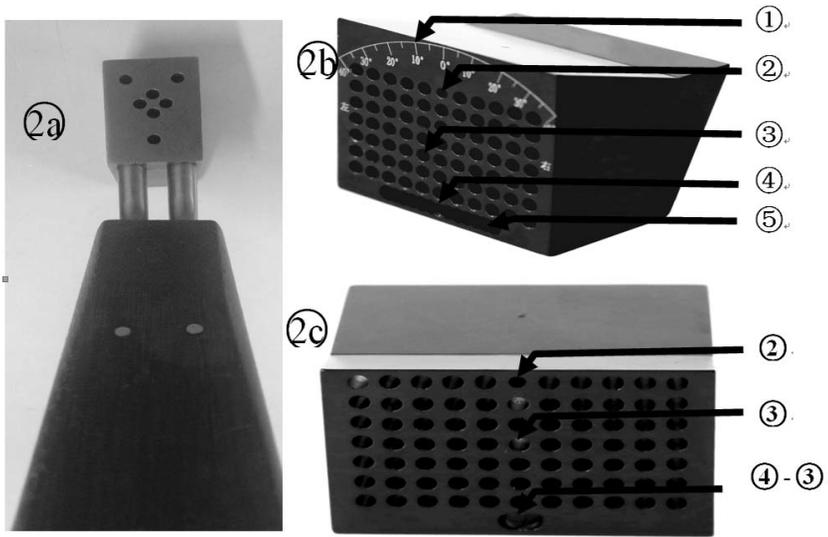


图 2 股骨颈导向器 2a. 传统导向器 2b. 股骨颈截面导向器整体观:①角度标志;②安装孔;③平行导孔;④中心孔;⑤调整孔 2c. 股骨颈截面导向器内侧观:①角度标志;②安装孔;③平行导孔;④中心孔

Fig.2 Femoral Neck Guide 2a. Traditional Guide 2b. Overall view of the guide device of femoral neck section: ①angle sign, ②mounting hole, ③parallel guide hole, ④central hole, ⑤adjusting hole 2c. The medial side of the guide device of femoral neck cross-section: ①angle mark, ②installation hole, ③parallel guide hole and ④central hole

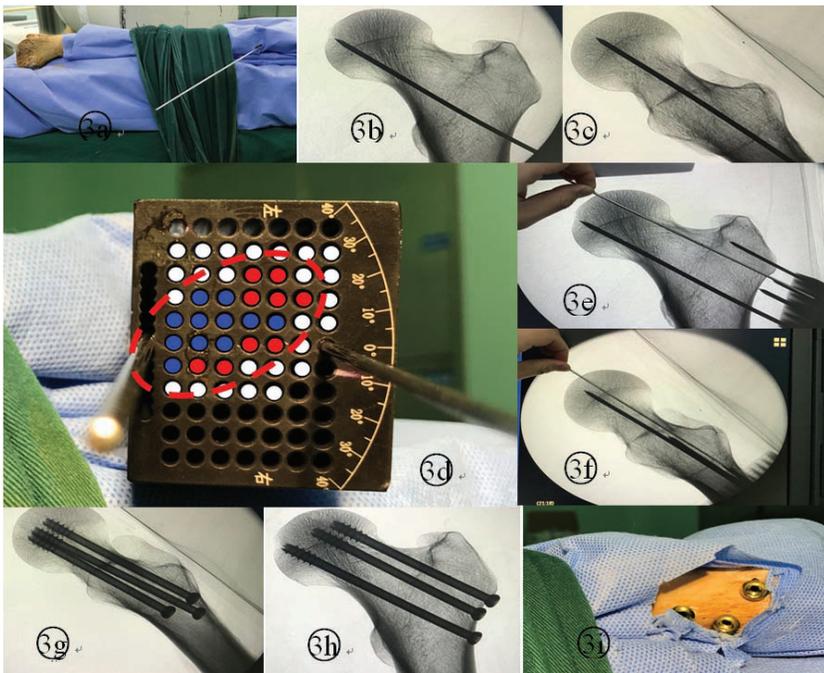


图 3 股骨颈截面导引器手术示意图 3a, 3b, 3c. 正侧位透视引导下徒手放入第 1 枚导针 3d, 3e, 3f. 根据股骨颈截面 GFNS 上的投影确定最佳导向孔 3g, 3h, 3i. 正侧位透视下选择合适长度螺钉植入

Fig.3 Operative sketch of femoral neck cross-section guider 3a, 3b, 3c. Placing the first guide needle with bare hands under the guidance of forward and lateral fluoroscopy 3d, 3e, 3f. Determining the best guide hole according to the projection on GFNS of femoral neck section 3g, 3h, 3i. Selection of appropriate length screw implantation under positive and lateral fluoroscopy

颈内理想位置, 选择合适长度螺钉旋入固定。

1.4 观测项目与方法

螺钉方向和定位精度: 螺钉平行度, 螺钉之间的距离(3 个螺钉中心之间的连线总长度), 螺钉面积比(三角形螺钉面积和 FNS 区域面积比), 螺钉距 FNS 中心的距离, 螺钉到股骨颈皮质的距离。以上指标测量均由 1 名未参加手术操作的放射医师完成。手术时间计时从首枚导针开始放置到完成 3 个螺钉旋入股骨颈截止。透视次数指术中透视发生次数。穿刺次数指导针穿入股骨转子外侧壁的次数, 包括包括导针重复穿刺次数。

1.5 统计学处理

使用 SPSS 16.0 软件进行统计学处理, 定量资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 两组间测量参数比较用成组设计定量资料 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

20 个股骨颈成功置入 60 枚螺钉。螺钉位置精度指标测量见表 2, 螺钉间平行度两组间差异无统计学意义。螺钉面积比、螺钉间距离、螺钉与 FNS 中心距离方面 GFNS 组大于传统组, 螺钉与股骨颈皮质距离 GFNS 组小于传统组 ($P < 0.05$)。手术期间参数测量见表 3, 两组手术时间和透视次数差异无统计学意义, 导针穿刺次数 DFNS 组少于传统手术组 ($P < 0.05$)。

3 讨论

尽管动力髌螺钉固定不稳定性股骨颈骨折有优越的生物力学性能, 但 3 枚空心螺钉固定股骨颈骨折因其良好的抗旋功能、微创及对股骨头的血供破坏少等优势, 使其成为目前广泛应用的股骨颈内固定技术^[1-2, 12-13]。获得良好的螺钉位置精度指标, 如最大的螺钉间分散程度、螺钉靠近皮

表 2 两组成人股骨标本螺钉位置精度比较($\bar{x}\pm s$)Tab.2 Comparisons of screw position accuracy between two groups of adult femoral specimens($\bar{x}\pm s$)

组别	标本数	螺钉平行性(°)		螺钉面积比	螺钉间距 (mm)	螺钉距 FNS 中心距离 (mm)	螺钉至颈皮质距离 (mm)
		正位	侧位				
传统技术组	10	1.73±0.62	1.52±0.60	0.16±0.02	10.38±3.91	8.02±1.51	4.21±1.31
股骨颈导向器组	10	1.68±0.83	1.61±0.57	0.29±0.02	16.87±4.12	11.05±1.94	2.40±1.24
<i>t</i> 值		0.48	0.56	3.23	2.69	2.55	2.97
<i>P</i> 值		>0.5	>0.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

表 3 两组成人股骨标本手术期间参数比较($\bar{x}\pm s$)Tab.3 Comparison of operative parameters between two groups of adult femoral specimens($\bar{x}\pm s$)

组别	标本数	手术时间 (min)	透视次数 (次)	导针穿刺次数 (次)
传统技术组	10	24.80±9.12	8.89±2.17	7.97±3.60
股骨颈导向器组	10	27.33±7.61	9.51±1.72	4.81±1.27
<i>t</i> 值		0.51	0.47	3.46
<i>P</i> 值		>0.5	>0.5	<0.05

质获得皮质支撑和螺钉平行放置,被认为能获得更大的固定稳定性和减少骨折后骨不连的风险^[14-16]。为获得更好的螺钉位置精度,一系列手术辅助装置如导向器等被研发并应用于临床,但没有一种导向器被认为是能同时获得最佳螺钉精度及微创效果的辅助装置。Yuenyongviwat 等^[3]和夏胜利等^[4]研制的新型导向器用于二维透视辅助下内固定股骨颈骨折,在合成骨上的内固定试验显示能缩短手术时间和减少术中射线暴露,却不能提高螺钉位置精度。Tai 等^[17]报道了用空心螺钉作为导向器具有取材方便,应用简单,有提高螺钉植入精度的效果,但只是对控制螺钉入钉点与方向有辅助作用,对螺钉精确位置分布没有帮助。近年来,三维计算机辅助导航系统应用于股骨颈内固定的研究越来越多^[5-6]。文献显示^[18],导航系统的使用改善了螺钉位置分布的精确性(包括穿刺点、方向和最佳螺钉分布等),但辐射暴露和手术时间却有增加,另外,昂贵的设备,复杂的手术操作流程(预扫描、注册、术前规划等)限制了其临床应用。

在本研究中显示在提高螺钉在股骨颈内位置精度有优势。这是因为术中可以根据术前测量数据(股骨颈截面的长短轴及股骨颈扭转角)或历史基础数据,将股骨颈截面的投影清晰地画在 GFNS 上,正侧位术中透视确定真实的股骨颈截面在股骨转子外侧壁的投影。从而比较容易地确认优质的导向孔而获得最佳螺钉位置精度。在本研究中,GFNS 组与传统技术组相比:螺钉面积比,螺钉之间的距离和距股骨

颈中心的距离更大,螺钉距股骨颈皮质距离更小,结果优于以往文献报道的使用二维透视下的辅助内固定技术,与三维计算机辅助技术效果相似^[6]。螺钉方向及入钉点的精度在本研究中未被考虑,与传统技术相比,螺钉的平行度 2 组间无显著性差异。

本研究 GFNS 技术有利于减少导针穿刺次数。多次在股骨转子外侧壁穿刺会损伤骨骼,而且多次穿刺形成的假道会增加随后的导针穿刺失败率,因为导针容易沿着最初的钻孔轨迹进入股骨颈导致调整失败。GFNS 技术在导针插入股骨转子外侧壁之前,可以在透视下确定虚拟优质导向孔穿刺点及螺钉轨迹减少导针穿刺次数。其结果与文献报道的计算机辅助导航技术类似^[6-7]。钻孔次数减少也缩短了手术时间和术中透视时间,但在 GFNS 技术中,透视下验证优质导针穿刺点及螺钉轨迹会延长手术时间,因此,GFNS 组和传统手术组的手术时间和透视次数相似。

本研究的局限性和不足体现在于手术敷料覆盖模拟大腿软组织。在临床实践中,较厚的大腿软组织覆盖可能会影响螺钉定位的准确性。使用外科敷料模拟大腿软组织简化了术中软组织的干扰,建议肥胖患者不宜使用本技术。在试验过程中,用完整的股骨近端模拟解剖复位的股骨颈骨折,这可能会降低了手术的难度,但对试验结果影响不大。

二维透视辅助经皮 GFNS 技术可以提高股骨颈内固定螺钉位置精度,可减少导针穿刺次数。与传统技术相比,在螺钉平行度,手术时间和透视次数无差异。在目前三维计算机辅助导航系统尚未被广泛应用时,经皮穿刺的微创 GFNS 技术值得探讨及应用。

参考文献

- [1] Bhandari M, Tornetta P 3rd, Hanson B, et al. Optimal internal fixation for femoral neck fractures: multiple screws or sliding hip screws[J]. J Orthop Trauma, 2009, 23(6): 403-407.
- [2] Luttrell K, Beltran M, Collinge CA. Preoperative decision making in the treatment of high-angle "vertical" femoral neck fractures in young adult patients. An expert opinion survey of the Orthopaedic Trauma Association's (OTA) membership [J]. J Orthop Trauma, 2014, 28(9): e221-225.

- [3] Yuenyongviwat V, Tuntarattanapong P, Tangtrakulwanich B. A new adjustable parallel drill guide for internal fixation of femoral neck fracture: a developmental and experimental study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2016, 17: 8.
- [4] 夏胜利, 王秀会, 付备刚, 等. 闭合复位 3 枚空心钉内固定治疗股骨颈骨折的疗效分析[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2014, 29(4): 325-327.
XIA SL, WANG XH, FU BG, et al. Clinical analysis of effect of three hollow compression screw fixation for treatment of femoral neck fracture[J]. *Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi*, 2014, 29(4): 325-327. Chinese.
- [5] Kendoff D, Hütener T, Citak M, et al. Implementation of a new navigated parallel drill guide for femoral neck fractures[J]. *Comput Aided Surg*, 2006, 11(6): 317-321.
- [6] 王军强, 樊瑜波. 计算机辅助骨科手术技术将改善股骨颈骨折治疗[J]. *中国骨伤*, 2018, 31(2): 99-102.
WANG JQ, FAN YB. Results of treatment for femoral neck fracture will be improved by computer assisted orthopaedic surgery[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2018, 31(2): 99-102. Chinese with abstract in English.
- [7] Hamelinck HK, Haagmans M, Snoeren MM, et al. Safety of computer-assisted surgery for cannulated hip screws[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2007, 455: 241-245.
- [8] Hartel MJ, Petersik A, Schmidt A, et al. Determination of femoral neck angle and torsion angle utilizing a novel three-dimensional modeling and analytical technology based on CT datasets[J]. *PLoS One*, 2016, 11(3): e0149480.
- [9] 朱求亮, 袁剑锋, 赵立来, 等. CT 三维重建区分股骨颈扭转角与前倾角[J]. *中国骨伤*, 2012, 25(10): 831-833.
ZHU QL, YUAN JF, ZHAO LL, et al. Discerning the femoral neck anteversion (FNA) from the torsion angle on 3D CT[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2012, 25(10): 831-833. Chinese with abstract in English.
- [10] Zhang YQ, Chang SM, Huang YG, et al. The femoral neck safe zone: a radiographic simulation study to prevent cortical perforation with multiple screw insertion[J]. *J Orthop Trauma*, 2015, 29(5): e178-182.
- [11] Zhu QL, Shi BG, Xu B, et al. Obtuse triangle screw configuration for optimal internal fixation of femoral neck fracture: an anatomical analysis[J]. *Hip Int*, 2019, 29(1): 72-76.
- [12] Gupta M, Arya RK, Kumar S, et al. Comparative study of multiple cancellous screws versus sliding hip screws in femoral neck fractures of young adults[J]. *Chin J Traumatol*, 2016, 19(4): 209-212.
- [13] 章年年, 叶招明, 朱仰义, 等. 双螺钉系统与 3 枚空心加压螺钉治疗股骨颈骨折的比较研究[J]. *中国骨伤*, 2013, 26(7): 565-571.
ZHANG NN, YE ZM, ZHU YY, et al. Case control study on double screws system and compressed three cannulated screws in treating femoral neck fractures[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2013, 26(7): 565-571. Chinese with abstract in English.
- [14] Ye Y, Hao J, Mauffrey C, et al. Optimizing stability in femoral neck fracture fixation[J]. *Orthopedics*, 2015, 38(10): 625-630.
- [15] Tan V, Wong KL, Born CT, et al. Two-screw femoral neck fracture fixation: a biomechanical analysis of 2 different configurations[J]. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 2007, 36(9): 481-485.
- [16] 何晓君, 徐红伟, 季康, 等. 股骨颈骨折 2 枚空心螺钉内固定的力学稳定性研究[J]. *中国骨伤*, 2016, 29(11): 994-999.
HE XJ, XU HW, JI K, et al. Study on biomechanical stability in simulated femoral neck fracture fixation by two cannulated screw [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2016, 29(11): 994-999. Chinese with abstract in English.
- [17] Tai TW, Lien FC, Lee PY, et al. Using a cannulated screw as a drill guide and sleeve: a simple technique for multiple-screw fixation for intracapsular femoral neck fracture[J]. *Orthopedics*, 2010, 33(8).
- [18] 张英泽. 股骨颈骨折治疗方案选择策略与进展[J]. *中国骨伤*, 2015, 28(9): 781-783.
ZHANG YZ. Selection strategy and progress on the treatment of femoral neck fractures[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2015, 28(9): 781-783. Chinese with abstract in English.

(收稿日期: 2018-11-20 本文编辑: 王玉蔓)