

股骨颈动力交叉钉系统治疗中青年股骨颈骨折的短期疗效分析

丛云海¹ 夏效泳¹ 朱治国¹ 王立超¹ 史宗新^{1△}

[摘要] 目的:分析股骨颈动力交叉钉系统治疗 Pauwels Ⅲ型中青年股骨颈骨折的短期临床疗效。方法:2020年1月至2021年11月采用股骨颈动力交叉钉系统(Femoral Neck System,FNS)治疗Pauwels Ⅲ型中青年股骨颈骨折40例。男23例,女17例;年龄为49~64岁,平均为56.5岁。致伤原因:交通伤22例,高处坠落伤12例,摔伤6例。术前均行髋关节X线片和CT检查,影像学检查提示均为Pauwels Ⅲ型股骨颈骨折,骨折Garden分型:Ⅱ型8例,Ⅲ型8例,Ⅳ型24例。记录术中骨折复位质量,统计手术时间、术中出血量和骨折愈合时间,分析术后并发症、末次随访时股骨颈短缩程度以及髋关节Harris评分。结果:40例患者术后均获得随访,随访时间为5~16个月,平均为13.2个月;手术时间为30~110 min,平均为44.5 min;术中出血量为45~200 mL,平均为80.6 mL。术中骨折复位质量Ⅰ级37例,Ⅱ级3例。38例患者术后13~24周骨折愈合,平均为17.4周,之后开始完全负重行走;1例患者术后6个月复查时出现股骨头坏死;1例患者术后5个月出现抗旋转钉的切出,骨折未愈合。所有患者术后无切口感染等短期并发症,其余38例患者术后无内固定物松动、股骨头塌陷等并发症。末次随访时股骨颈短缩程度Ⅰ级30例,Ⅱ级9例,Ⅲ级1例。末次随访时采用Harris评分评价髋关节功能:优31例,良7例,差2例,优良率为95.0%。结论:股骨颈动力交叉钉系统内固定治疗Pauwels Ⅲ型中青年股骨颈骨折能够提供足够的支撑强度,复位固定效果确切,能够满足术后康复的需要,临床效果满意。

[关键词] 中青年股骨颈骨折;内固定治疗;动力交叉钉系统

[中图分类号] R683.42 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2023)09-0058-05

DOI:10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230911

The Analysis of the Short-Term Efficacy on Femoral Neck System on the Treatment of Pauwels Femoral Neck Fractures in Young and Middle-Aged Patients

CONG Yunhai¹ XIA Xiaoyong¹ ZHU Zhiguo¹ WANG Lichao¹ SHI Zongxin^{1△}

¹Liangxiang Teaching Hospital of Capital Medical University, Beijing 102400, China.

Abstract Objective: To analyze the short-term clinical efficacy of femoral neck system in the treatment of Pauwels type Ⅲ femoral neck fractures in young and middle-aged patients. **Methods:** From January 2020 to November 2021, the femoral neck system (FNS) was used to treat 40 young and middle-aged patients with Pauwels type Ⅲ femoral neck fractures. There were 23 males and 17 females. The age ranked from 49 to 64 years old with 56.5 years old on average. The causes of injury were traffic accidents in 22 cases, falling from height in 12 cases, and falling in 6 cases. Preoperative hip X-ray and CT examination showed Pauwels type Ⅲ femoral neck fractures in all patients. According to Garden classification, 8 cases were rated as type Ⅱ, 8 cases as type Ⅲ, and 24 cases as type Ⅳ. The quality of intraoperative fracture reduction, the operation time, intraoperative blood loss, and fracture healing time were recorded. The postoperative complications, femoral neck shortening and hip Harris score at the last follow-up were analyzed. **Results:** All patients were followed up for 5–16 months, with 13.2 months on average. The operation time was 30–110 min, with 44.5 min on average. The intraoperative blood loss was 45–200 mL, with 80.6 mL on average. The quality of fracture reduction was grade I in 37 cases and grade II in 3 cases. The fractures of 38 patients healed at 13–24 weeks, with 17.4 weeks on average after operation, and they began to walk with full weight-bearing. One patient had osteonecrosis of the femoral head at 6 months after operation. The anti-rotation nail was cut out in 1 patient at 5

¹ 首都医科大学良乡教学医院(北京,102400)

[△]通信作者 E-mail:shizongxin_or@163.com

months after operation, and the fracture did not heal. All patients had no short-term complications such as incision infection after operation, and the other 38 patients had no complications such as internal fixation loosening and femoral head collapse after operation. At last follow-up, the degree of femoral neck shortening was grade 1 in 30 cases, grade 2 in 9 cases, and grade 3 in 1 case. At the last follow-up, according to Harris score, 31 cases were excellent, 7 cases were good, and 2 cases were poor, with an excellent and good rate of 95.0%. **Conclusion:** Femoral neck system internal fixation on the treatment of Pauwels type III femoral neck fractures in young and middle-aged patients can provide sufficient support strength, accurate reduction and fixation, and meet the needs of postoperative rehabilitation and can achieve a satisfactory clinical efficacy.

Keywords: femoral neck fracture in young and middle-aged patients; internal fixation treatment; femoral neck system

髋部骨折是常见的创伤性骨折,而股骨颈骨折约占髋部骨折的 50%左右^[1]。对于年龄小于 65 岁的中青年股骨颈骨折的治疗内固定术仍然是首选方式。Pauwels III 型的股骨颈骨折是不稳定的骨折类型,骨折端剪切力大,内固定容易失效以及术后股骨头缺血性坏死(ANFH),其对内固定的要求更高。股骨颈动力交叉钉系统(Femoral Neck System, FNS)具有良好的抗旋转以及抗剪切力,能够实现骨折断端加压,本研究用股骨颈动力交叉钉系统固定 Pauwels III 型中青年股骨颈骨折,取得了满意的疗效,现报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

本组股骨颈骨折 40 例,男 23 例,女 17 例;年龄为 49~64 岁,平均为 56.5 岁。其中交通伤 22 例,高处坠落伤 12 例,摔伤 6 例。术前均行 X 线片和 CT 检查,结果为股骨颈骨折,其中 Garden 分型:II 型 8 例,III 型 8 例,IV 型 24 例。Pauwels 分型均为 III 型骨折。患者入院后完善术前检查,控制血压、血糖等基础病,按照加速康复理念尽早手术。本研究已获得首都医科大学良乡教学医院伦理委员会批准(2016141),所有患者均知情同意并签署知情同意书。

1.2 纳入标准

1)3 周以内的新鲜闭合性股骨颈骨折;2)股骨颈骨折包括头下型、头颈型、经颈型;3)Pauwels 分型为 III 型。

1.3 排除标准

1)股骨颈病理性骨折;2)股骨粗隆间骨折及转子周围骨折;3)不能获得密切随访者。

2 方法

2.1 手术方法

患者麻醉后仰卧位,牵引床复位,通过牵引外展、内旋等复位方法,获得良好的复位,通过正、侧位 X 线片判断复位情况,采用 Garden 指数评估骨折复位质量。闭合复位质量不理想时采用改良 Smith-Peterson 入路行切开复位,逐层切开,切开发关节囊,显露骨折端,采用克氏针固定股骨头撬拨等器械辅助复位并维持。后皮肤表面放置两根切口定位针,分别置于小转子投

影水平和股骨干中轴线投影水平,小转子投影水平相当于术中导针的进针点,两针的交叉点为切口中心,远近端延长共约 4 cm,切开皮肤及皮下组织,分离股外侧肌。在 C 臂机或 G 臂机监视下在股骨颈前上方打入防旋针,在 130°导向器引导下置入导针,注意导向器紧贴股骨干,导针位置欠佳可以使用导向器微调导针位置。使导针在正位及侧位均位于股骨颈中心,使导针距离软骨下约 5 mm,测量长度,后沿导针使用阶梯钻扩孔,组装动力棒及手柄后徒手置入动力棒,远端距离软骨下骨 5 mm,使钢板平行于股骨干,置入远端锁钉,防旋钉钻孔后置入与动力棒等长的防旋钉。观察断端分离移位的情况,必要时可利用器械进行加压,但在加压过程中需要透视检查植入物的位置,后向下滑动取出连接手柄,间断缝合切口。

2.2 观察指标及疗效评定

术后 1,2,3,6,9,12 个月获得随访并记录数据,复查时拍髋关节正侧位 X 线片。统计手术时间、术中出血量、骨折愈合时间以及完全负重时间,分析术后并发症、末次随访时股骨颈短缩程度以及髋关节 Harris 评分。应用 Garden 指数评估骨折复位质量:I 级为正位 160°,侧位 180°;II 级为正位 155~160°,侧位 180°;III 级为正位 150~155°或侧位 >180°;IV 级为正位 <150°,侧位 >180°。股骨颈短缩程度分为 3 级:1 级为无或轻度短缩(<5 mm);2 级为中度短缩(5~10 mm);3 级为重度短缩(>10 mm)。髋关节 Harris 评分:优为 >90 分,良为 80~89 分,可为 70~79 分,差为 <70 分。

3 结果

40 例患者术后均获得随访,随访时间为 5~16 个月,平均为 13.2 个月。本组患者的手术时间为 30~110 min,平均为 44.5 min,术中出血量为 45~200 mL,平均为 80.6 mL。术中骨折复位质量 I 级 37 例,II 级 3 例;闭合复位 38 例,切开复位 2 例(占比为 5%)。术后即刻和末次随访时在 X 线片上测量的 Garden 对线指数进行对比,差异无统计学意义($P>0.05$)。其中 38 例患者术后骨折愈合时间为 13~24

周,平均为 17.4 周,骨折未完全愈合前扶拐部分负重,骨折愈合后开始完全负重行走。1 例患者术后 6 个月复查时出现股骨头坏死;1 例患者术后 5 个月出现抗旋转钉的切出,骨折未愈合。2 例均行内固定物取出髋关节置换术。所有患者术后切口均一期愈合,术后

无切口感染等短期并发症,38 例患者术后无内固定物松动、股骨头塌陷等并发症。末次随访时股骨颈短缩程度 1 级 30 例,2 级 9 例,3 级 1 例。末次随访时采用 Harris 评分评价髋关节功能:优 31 例,良 7 例,差 2 例,优良率为 95.0%。典型病例影像资料见图 1。



(a)(b) 术前正侧位X线片显示Garden IV型, Pauwels III型股骨颈骨折; (c)(d) 术前髋关节CT显示为头颈型骨折; (e)(f) 术后第1天X线片显示内固定位置位于股骨颈中心; (g)(h) 术后1个月正侧位X线片显示复位未丢失; (i)(j) 术后3个月正侧位X线片显示骨痂形成; (k)(l) 术后6个月髋关节CT检查显示骨折愈合, 无内固定物移位及切出

图 1 患者,女,53 岁,高处坠落伤致右侧股骨颈骨折

4 讨论

近年来股骨颈骨折的发生率在持续增加,特别是中青年股骨颈骨折的发生率有增加趋势,损伤机制多为高能量损伤(如高处坠落伤、交通伤等),骨折移位明显。同时股骨颈骨折属于关节囊内骨折,使得骨折端浸泡于滑膜液中,其内存在能溶解血凝块的酶,这样使骨折二期愈合的血肿炎症机化期无法顺利进行,所以必须通过骨折端的解剖复位和稳定的内固定来实现股骨颈骨折的一期愈合^[2]。股骨颈骨折保守治疗需要长时间卧床,带来多种并发症如褥疮、肺炎、下肢深静脉血栓形成等,保守治疗 1 年的死亡率高达 20%~30%^[3],所以股骨颈骨折多建议采用积极的手术治疗方案。对于年龄>65 岁的股骨颈骨折可选择全髋或者半髋关节置换术,而对于年龄<65 岁的中青年股骨

颈骨折和无移位的老年股骨颈骨折,内固定是首选的治疗方案^[4]。股骨颈骨折内固定方式主要包括多枚空心钉、动力髋螺钉系统(DHS)、支撑钢板、经皮加压钢板(PCCP)等,不同的内固定方式具有不同的生物力学性能,内固定物的适应证和稳定性也不同,合理选择内固定物才能达到稳定骨折和促进骨折愈合的目的。目前股骨颈骨折内固定应用最多的是三枚空心拉力螺钉,其手术操作简单、微创、效果可靠,得到广泛的应用,尤其适用于 Pauwels I 型和 II 型者。其主要包括正三角、倒三角构型,正三角构型两枚空心钉置于转子下水平,经矩固定,一枚空心钉在上方的转子部;而倒三角构型上方的两枚空心钉固定在骨质相对疏松的转子部,转子下水平仅有一枚螺钉,减少了对小转子附近外侧壁的破坏;两种构型各有优势,正三角更容易导致

转子下骨折。然而倒三角构型以“平行、贴边、品形”的特色,是目前主流的固定方式,其能够耐受更高的垂直负荷,有着更强的抗张应力和压应力效果,能够提供滑动机制对骨折端产生持续的动力加压,促进骨折愈合^[5]。但是大多数研究者认为无论何种构型,三枚空心钉都无法坚固固定 Pauwels III 型骨折^[6]。对于不稳定的股骨颈骨折,特别是 Pauwels III 型骨折,骨折断端不稳定,垂直剪切力较大,空心钉的固定强度不足,术后会出现股骨颈短缩、髓内翻等并发症^[7]。动力髋螺钉系统是 Pauwels III 型骨折常用的内固定方式,动力髋螺钉系统外侧的钢板可以分散骨折区域螺钉的应力,降低高剪切力的风险,同时联合应用一枚平行于滑动螺钉的松质骨螺钉,弥补动力髋螺钉系统无法抗旋转的问题,提高稳定性,动力髋螺钉系统加防旋螺钉是治疗 Pauwels III 型骨折常用选择^[8]。传统的空心钉内固定术由于手术操作简单、临床效果满意,降低了骨折不愈合率和股骨头坏死的发生率,是目前股骨颈骨折内固定术的主要方式,但是术后退钉、股骨颈短缩的发生率很高,严重者导致机体功能障碍甚至再次手术^[9]。位锋等^[10]报道空心螺钉治疗的患者术后骨折不愈合及延迟愈合率为 10%,内固定物失效率为 12%,股骨头坏死率为 4%。动力髋螺钉系统是目前最常用于 Pauwels III 型股骨颈骨折的内固定方式,然而动力髋螺钉系统存在手术创伤较大、出血多的缺点,术后感染风险增加。动力髋螺钉系统往往应用于 Pauwels 角度更大的骨折,存在高剪切力、垂直方向的不稳定,术后存在螺钉切出的风险更高。Stockton 等^[11]通过对比 215 例青壮年股骨颈骨折应用三枚空心螺钉和动力髋螺钉系统联合抗旋螺钉内固定,发现两组股骨颈短缩和内固定失败率无明显差异,但是空心钉组更易出现股骨头内翻塌陷,而动力髋螺钉系统组螺钉切出率更高。空心螺钉和动力髋螺钉系统内固定均存在不少的术后并发症,Slobogean 等^[12]对 41 项研究共 1 558 个病例的 Meta 分析得出结论:治疗青壮年股骨颈骨折内固定术后并发症发生率为 18.0%,其中股骨头缺血性坏死率为 14.3%,骨折不愈合率为 9.3%,再手术率约为 20%。

为了提高股骨颈骨折内固定后的生物力学性能,减少术后的相关并发症,瑞士 Depuy Synthes 公司髋关节研究小组近年研发了新型的股骨颈动力交叉钉系统,包括动力棒、抗旋转螺钉、接骨板和锁定螺钉四部分。Schopper 等^[13]通过新鲜冰冻股骨的 Pauwels II 型股骨颈骨折模型的生物力学测试认为股骨颈动力交叉钉系统具有良好的抗内翻以及防止术后股骨颈短缩性能。Stoffel 等^[14]在新鲜冰冻股骨的 Pauwels III 型股骨颈骨折的生物力学测试的结论是:股骨颈动力交叉钉系统生物力学性能优于三枚空心钉,其中旋转稳定性是三枚空心

钉的 2.5 倍,固定强度、抗内翻、防止下肢短缩的能力是三枚空心钉的 2 倍,而股骨颈动力交叉钉系统的旋转稳定性比动力髋螺钉系统提高 40%,股骨颈动力交叉钉系统具有很好的角稳定性,力学优势明显。范智荣等^[15]通过三维有限元方法分析比较股骨颈动力交叉钉系统与正三角空心钉、倒三角空心钉治疗 Pauwels III 型股骨颈骨折的生物力学特性,证实股骨颈动力交叉钉系统在治疗不稳定的股骨颈骨折中具有更低的股骨近端应力、更小的股骨与内固定装置的位移,股骨颈动力交叉钉系统具有更优的生物力学性能。笔者使用股骨颈动力交叉钉系统治疗 Pauwels III 型中青年股骨颈骨折,手术创伤小、时间短,内固定确切,取得了良好的临床效果。

内置物股骨颈动力交叉钉系统的动力棒呈圆柱形,作用是在植入物置入过程中保持骨折的复位,骨折复位、钻孔后轻轻敲入动力棒,切勿暴力锤击及旋转,可能会导致复位的丢失;抗旋转螺钉和螺栓锁定后成 7.5° 夹角,提供旋转稳定性,即使是狭窄的股骨颈也能插入。锁定后的螺栓和抗旋转螺钉具有滑动设计,最大可实现 20 mm 的滑动加压,达到骨折断端滑动加压的目的。骨折的良好复位是内固定手术的关键,研究指出股骨颈骨折复位质量不良组发生内固定失败的可能性是复位良好组的 2.3 倍^[16]。在无法达到解剖复位情况下,应力求达到 Gotfried 非解剖复位理论的阳性支撑,才能最大程度利于骨折的愈合。同时后倾角度增大是股骨颈骨折内固定失败的危险因素之一,复位时应注意纠正股骨头的后倾,减少术后并发症的发生。可通过外展、外旋位牵引后再缓慢内收、内旋的闭合复位方式,或联合经皮撬拨等辅助复位技术,需要纠正内翻、后倾移位等。不稳定骨折复位后注意先打入防旋导针,插入股骨颈前上方维持骨折复位。股骨颈骨折内固定术中反复钻孔会导致骨量丢失,使内固定物的把持力下降,增加髓内翻和股骨头坏死的风险,股骨颈动力交叉钉系统是通过导针定位后钻孔,导针在正侧位上均位于股骨颈中心位置,后使用阶梯钻沿导针扩孔,内固定物置入简单。先置入接骨板的锁钉,再置入抗旋转钉,避免钢板的旋转,导致钢板偏前或偏后。

熊巍等^[17]对比分析股骨颈动力交叉钉系统与倒三角空心钉治疗成人股骨颈骨折,认为股骨颈动力交叉钉系统能显著减少术中透视次数、减轻股骨颈短缩程度。许翔宇等^[18]通过对比股骨颈动力交叉钉系统与动力髋螺钉治疗股骨颈骨折,认为两种手术方式早期疗效均良好,但是股骨颈动力交叉钉系统手术简单、微创,能减少术中损伤。杨家赵等^[19]应用股骨颈动力交叉钉系统治疗 28 例 Pauwels III 型股骨颈骨折,随访期间未发生感染、内固定松动等并发症。常廷杰等^[20]通过股骨颈动力交叉钉系统治疗 29 例中青年股骨颈骨折,其中包括

17 例 Pauwels Ⅲ型骨折,发现股骨颈动力交叉钉系统能显著降低股骨颈短缩程度,维持股骨颈长度。Pauwels 认为 Pauwels 角越大,股骨颈骨折越不稳定,术后股骨头坏死的风险越高。本研究中 1 例患者在术后 5 个月复查时出现内固定物切出,股骨颈骨折未愈合,股骨头短缩明显,分析原因考虑患者术后 1 个月左右开始完全负重,植入物在骨折愈合前承受了过度的应力,股骨颈骨折部位非解剖复位,最终导致内固定切出、失败。1 例患者在术后 6 个月复查时开始出现股骨头坏死、股骨头扁平塌陷,分析原因此患者为 Pauwels Ⅲ型、Garden Ⅳ型骨折,骨折本身以及复位可能导致股骨头血运破坏严重,最终虽然股骨颈骨折愈合了,但是股骨头出现了坏死,同时术后复查发现其植入物位于股骨颈中上 1/3,可能影响了股骨头的受力。贺冬冬等^[21]通过对植入物不同置入位置的有限元分析,认为当植入物位于股骨颈中上时相比位于中心位置,主钉承受的最大载荷大 48%,最大应力值增加了 37%,而植入物位于股骨颈中心位置时,内固定系统的稳定性最高。已有研究证明复位质量与骨折术后不愈合及股骨头坏死密切相关,Pauwels Ⅲ型股骨颈骨折断端剪切力较大,术中需要较好的骨折复位,增加断端接触面积,恢复解剖结构,同时减少创伤,减少术后并发症。

综上所述,股骨颈动力交叉钉系统能在微创的切口内完成手术操作,具有创伤小、操作简单、术中出血少等优点,同时具有良好的固定强度和抗旋转稳定性,能够促进 Pauwels Ⅲ型股骨颈骨折愈合,术后髋关节功能良好。但本研究样本量较少、术后随访时间相对较短,尚需进一步的临床应用及疗效观察。

参考文献

- [1] FREITAS A, TORRES G M, SOUZA A C, et al. Analysis on the mechanical resistance of fixation of femoral neck fractures in synthetic bone, using the dynamic hip system and an anti-rotation screw[J]. *Rev Bras Ortop*, 2014, 49(6):586-592.
- [2] 柏秋实, 张保中, 常晓. Pauwels Ⅲ型股骨颈骨折内固定治疗的研究进展[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2021, 14(5):437-441.
- [3] GREGORY J J, KOSTAKOPOULOU K, COOL D J. One year outcome for elderly patients with displaced intracapsular fractures of the femoral neck managed non operatively[J]. *Injury*, 2010, 41(12):1273-1276.
- [4] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组, 中国医师协会骨科医师分会创伤专家工作委员会. 成人股骨颈骨折诊治指南[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2018, 20(11):921-928.
- [5] 王照东, 官建中, 吴敏, 等. 两种空心螺钉构型治疗青壮年股骨颈骨折的疗效比较[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2021, 35(3):1-5.
- [6] SAMSAMI S, SABERI S, SADIGHI S, et al. Comparison of three fixation methods for femoral neck fracture in young adults: experimental and numerical investigations[J]. *J Med Biol Eng*, 2015, 35(5):566-579.
- [7] 张晟, 胡岩君, 余斌. 不同内固定方式固定 Pauwels Ⅲ型股骨颈骨折模型的有限元分析[J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25(2):163-169.
- [8] 窦连大, 王辉, 张春明, 等. DHS 加防旋螺钉治疗 Pauwels Ⅲ型股骨颈骨折[J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28(18):1722-1724.
- [9] 汤长华, 王黎明, 姚庆强, 等. 双头空心钉组合单头空心钉内固定治疗头下型股骨颈骨折[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2017, 32(3):312-313.
- [10] 位锋, 周业金, 姚涛, 等. 空心钉联合支撑钢板治疗中青年 Pauwels Ⅲ型股骨颈骨折[J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25(18):2869-2874.
- [11] STOCKTON D J, DUA K, O'BRIEN P J, et al. Failure patterns of femoral neck fracture fixation in young patients[J]. *Orthopedics*, 2019, 42(4):e376-e380.
- [12] SLOBOGEAN G P, SPRAGUE S A, SCOTT T, et al. Complications following young femoral neck fractures[J]. *Injury*, 2015, 46(3):484-491.
- [13] SCHOPPER C, ZDERIC I, MENZE J, et al. Higher stability and more predictive fixation with the femoral neck system versus Hansson Pins in femoral neck fractures Pauwels Ⅱ[J]. *J Orthop Translat*, 2020, 24:88-95.
- [14] STOFFEL K, ZDERIC I, GRAS F, et al. Biomechanical evaluation of the femoral neck system in unstable Pauwels Ⅲ femoral neck fractures: a comparison with the dynamic hip screw and cannulated screws[J]. *J Orthop Trauma*, 2017, 31(3):131-137.
- [15] 范智荣, 苏海涛, 周霖, 等. 新型股骨颈内固定系统治疗不稳定性股骨颈骨折的有限元分析[J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25(15):2321-2328.
- [16] CHANG C H, TSAI S W, WU P K, et al. Suboptimal outcomes after internal fixation for displaced intracapsular femoral neck fractures in 50-to 60-year-old patients[J]. *Hip International*, 2019, 30(4):474-480.
- [17] 熊巍, 易敏, 龙成, 等. 股骨颈动力交叉钉系统与倒三角形空心螺钉固定治疗成人股骨颈骨折的疗效比较[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23(9):748-753.
- [18] 许翔宇, 周方, 田耘, 等. 股骨颈动力交叉钉系统与动力髋螺钉固定治疗股骨颈骨折的早期疗效比较[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23(9):754-760.
- [19] 杨家赵, 周雪锋, 朱万博, 等. 股骨颈动力交叉钉系统与空心螺钉固定治疗青壮年股骨颈骨折的近期疗效比较[J]. *中华创伤杂志*, 2022, 38(3):761-768.
- [20] 常廷杰, 葛宇峰, 高峰, 等. 股骨颈动力交叉钉系统与空心螺钉固定治疗中青年股骨颈骨折的近期疗效比较[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2022, 24(6):533-537.
- [21] 贺冬冬, 曾令员, 高远鹏, 等. 股骨颈动力交叉钉系统内固定植入物安放位置的力学差异分析与临床应用[J]. *中华实验外科杂志*, 2022, 39(1):162-165.