

# 闭合复位空心螺钉治疗股骨颈骨折后股骨头坏死的影响因素分析

王沈栋 余昶 董启榕

**【摘要】目的** 回顾性分析闭合复位空心螺钉治疗股骨颈骨折后股骨头坏死的影响因素。**方法** 对2009年1月至2017年3月293例采用加压空心螺钉治疗股骨颈骨折的患者进行回顾性分析,其中获得随访的患者247例。应用SPSS20.0软件进行统计学分析,并对影响股骨头坏死的各项因素进行Logistic回归分析。**结果** 247例患者获得平均58个月(24~80个月)随访,32例出现股骨头坏死,发生率12.9%,随访时髋关节Harris评分平均 $81.4\pm3.9$ 分(54~98分)。影响股骨颈骨折术后股骨头坏死的因素和顺序依次为复位质量( $OR=9.854, P=0.012$ ),空心钉排列方式( $OR=7.965, P=0.017$ ),骨折分型( $OR=6.453, P=0.021$ ),空心钉取出与否( $OR=5.364, P=0.027$ ),术前是否牵引( $OR=2.561, P=0.042$ )。**结论** 复位质量是影响股骨颈骨折预后最为关键的因素。空心螺钉正三角形排列、空心螺钉取出以及未及时术前牵引均可能加重股骨头坏死。

**【关键词】** 股骨颈骨折; 股骨头坏死; 骨钉; 骨折固定术, 内; 影响因素

**Analysis of influencing factors related to femoral head necrosis after closed reduction and internal fixation with hollow screws** Wang Shendong, She Chang, Dong Qirong. Department of Orthopaedics, The Second Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215004, China

Corresponding author: She Chang, E-mail: shechang0@163.com

**【Abstract】 Objective** To retrospectively study the influencing factors of femoral head necrosis after treatment of femoral neck fractures with closed reduction and internal fixation with compressive hollow screws. **Methods** A total of 247 patients with complete clinical data out of 293 patients with femoral neck fractures treated by closed reduction and internal fixation with compressive hollow screws from January 2009 to March 2017 were included in the study. Multiple correlation factors were analyzed by SPSS 20.0 statistic system. Logistic multiple regression method was used to analyse the influencing factors of femoral head necrosis. **Results** All the 247 patients obtained a mean follow-up of 58 months (24 to 80 months). Femoral head necrosis occurred in 32cases (12.9%). The total average Harris score for this series was  $81.4\pm3.9$  points (54 to 98). Factors that might have an impact on necrosis of femoral head were ranked in the following likelihood sequence: quality of reduction ( $OR=9.854, P=0.012$ ), arrangement of hollow screws ( $OR=7.965, P=0.017$ ), fracture type ( $OR=6.453, P=0.021$ ), screw removal or not ( $OR=5.364, P=0.027$ ), preoperative traction ( $OR=2.561, P=0.042$ ). **Conclusion** Quality of reduction is the most important factor that influences the prognosis. Triangle configuration of hollow screws, screws removal and no timely traction can increase the incidence of necrosis.

**【Key words】** Femoral neck fracture; Femoral head necrosis; Bone screws; Fracture fixation, internal; Influencing factors

股骨颈骨折是临床常见骨折,约占全身骨折的4.5%,髋部骨折的61%,好发于中老年人。随着老

龄化社会的到来,股骨颈骨折发病人数也随之增加。由于股骨头颈解剖以及血供特点,股骨颈骨折易发生股骨头缺血坏死的不良后果,其发生率高达10%~30%<sup>[1]</sup>。

近年来对于股骨颈骨折的治疗,国内外许多学

者多主张进行手术<sup>[2]</sup>。闭合复位空心螺钉内固定治疗股骨颈骨折效果显著,其具有创伤小、操作简单、固定可靠、降低关节腔内压力、断端加压作用等优点,利于患者术后早期活动患肢,骨折愈合率明显提高<sup>[3]</sup>。但是老年股骨颈骨折患者由于存在骨质疏松,身体机能状态较差,全身并发症较多,难以获得满意的骨折复位和坚强固定,骨折愈合后股骨头坏死的发生率并未明显降低,严重影响患者的预后及生活质量<sup>[4]</sup>。如何正确选择治疗方案,必须综合权衡患者的年龄及身体状况、预计生存时间、骨折的类型、术后功能需要、家庭经济承受能力及经治医师所掌握的技术水平等,才能做出正确的选择。

本文对我院2009年1月至2017年3月采用3枚中空加压螺钉治疗的成人新鲜股骨颈骨折患者进行回顾性研究,统计股骨头坏死的发生率,分析空心螺钉治疗股骨颈骨折后并发股骨头坏死的影响因素,为临床股骨颈骨折的治疗决策提供参考,现总结如下。

## 资料与方法

### 一、一般资料

纳入标准:(1)患者年龄18~65岁;(2)临床及放射学明确诊断为股骨颈骨折;(3)采用倒品字形或正品字形排列方式的3枚空心钉内固定手术方式;(4)所有患者符合闭合复位内固定手术指征。

排除标准:(1)术后内固定失效;(2)陈旧性股骨颈骨折;(3)病理性骨折;(4)合并有类风湿性骨关节炎,先天性髋关节发育不良或髋关节股骨头坏死者;(5)伴有心肺功能不全,脑血管意外及全身严重多发

伤者;(6)术后感染并发股骨头坏死者;(7)长期酗酒、激素使用者。

本研究共纳入293例,由于市政拆迁、房屋搬迁及临床资料不全等原因失访而剔除46例,共完成随访247例,随访率为84.3%,其中男134例,女113例;平均年龄47.3±3.4岁(18~65岁)。骨折类型:无移位42例(Garden I、II),移位205例(Garden III、IV)。

### 二、手术方法

所有患者入院后即行患肢胫骨结节牵引、皮牵引或防旋鞋固定,完善相关术前检查,评估手术风险,排除手术禁忌。患者绝大多数采用蛛网膜下腔阻滞和硬膜外联合麻醉,仰卧于手术牵引床,伸直内旋患肢并牵引闭合复位(图1),C臂机床旁于正侧位下透视见复位良好(图2)。复位过程中尽量避免发生患肢过度牵引<sup>[5]</sup>。经皮置入3枚定位导针,循导针分别拧入3枚长度合适的中空加压螺钉,透视见内固定位置良好(图3)。内固定后骨折复位满意程度标准主要按照Garden<sup>[6]</sup>指数确定。复位满意满足骨折移位<5 mm,正位X线片示股骨头中心压力骨小梁与股骨内侧皮质夹角在160°~175°,侧位X线片示股骨头主要骨小梁与股骨颈骨小梁成角<10°。复位不满意包括骨折移位>5 mm,正位X线片示股骨头中心压力骨小梁与股骨内侧皮质夹角超过160°~175°,侧位X线片示股骨头主要骨小梁与股骨颈骨小梁成角>10°。

### 三、术后康复及随访

术后患肢无须外固定,患者取平卧位,患肢穿防旋鞋,麻醉复苏后可行股四头肌等长收缩训练,足跟不离床面不负重的屈膝、屈髋关节屈伸功能锻炼。



图1 伸直内旋患肢并牵引闭合复位

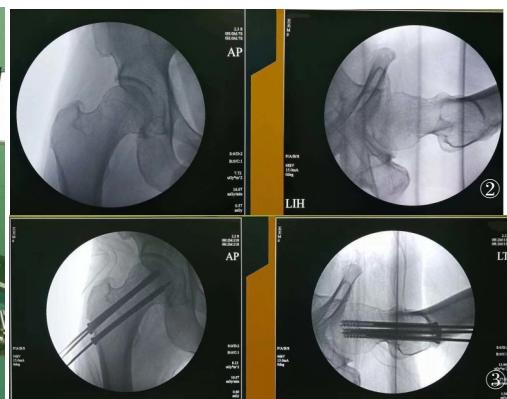


图2 C臂机床旁于正侧位下透视见复位良好

图3 经皮置入3枚定位导针,循导针分别拧入3枚长度合适的中空加压螺钉,透视见内固定位置良好

术后3月开始扶双拐下床部分负重活动，并根据DR摄片的骨折愈合征象，给予弃拐完全负重。出院病人常规随访计划：术后3月、6月、12月门诊复查DR摄片并行患者的髋关节功能评分，后每年门诊随访一次，未能来门诊复查的患者电话了解有无髋关节疼痛以及髋关节活动功能情况。

骨折愈合后，需取出空心钉者行术前常规检查，内固定物存留时间为18~32个月，平均22个月。所有内固定物一次性取出，术后切口均愈合良好。

采用病史复习、问卷调查、门诊随访的方式对患

者进行髋关节Harris评分。对比分析手术前后X线片，必要时进行核磁共振检查以判断是否出现股骨头坏死，统计股骨头坏死的发生率，并依次记录患者性别、年龄、骨折分型、复位质量、空心钉排列方式、空心钉是否取出及术前是否行牵引等因素，进一步分析探究影响股骨头坏死的高危因素。

#### 四、诊断标准

股骨头坏死的诊断标准<sup>[7-10]</sup>：主要临床症状包括以腹股沟、臀部和大腿部为主的疼痛，跛行，患髋活动受限（以内旋外展受限为主）。X线可见股骨头内出现骨硬化及囊变，股骨头软骨下塌陷；晚期可见关节间隙窄，股骨头塌陷及骨性关节炎。MR示正常黄骨髓信号被长T<sub>1</sub>长T<sub>2</sub>取代，坏死区T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI显示低信号，出现新月征；晚期冠状位股骨头明显塌陷<sup>[11]</sup>。

关于股骨颈骨折的分型，由于Garden分期、Pauwels分型和AO分型尚存在争议<sup>[12-14]</sup>，本研究选用了目前得到广大学者广泛认可的两分法进行统计学分析，即将股骨颈骨折分为有移位和无移位两大类，该分类方法能够使骨折分型更准确并且更有利

于对其预后进行正确的判断<sup>[15-16]</sup>。

#### 五、统计学分析

应用SPSS20.0（SPSS公司，美国）统计学软件，将患者性别、年龄、复位质量、空心钉排列方式、骨折分型、空心钉取出与否、术前是否牵引作为自变量，患者术后股骨头缺血性坏死结果作为因变量，各因素分组及赋值说明见表1。对各因素与结果之间进行单因素的 $\chi^2$ 检验，筛选出 $P<0.05$ 的因素带入二分类Logistic回归模型进行多因素分析，采用比值比（odds ratio, OR）表示关联强度，找到对结果作用最

表1 各因素分组与赋值说明

因素	变量名	赋值
性别	X1	男=1 女=0
年龄	X2	18~30岁=1 31~65岁=0
复位质量	X3	解剖复位=1 非解剖复位=0
空心钉排列方式	X4	正品字形=1 倒品字形=0
骨折分型	X5	未移位=1 移位=0
空心钉取出与否	X6	是=1 否=0
术前是否牵引	X7	是=1 否=0
股骨头缺血性坏死结果	Y	坏死=1 未坏死=0

大的因素组合，即危险因素组。 $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、股骨头坏死发生率及髋关节功能评分

所有患者随访24~80个月，平均58个月，均有随访X线检查，41例患者为明确诊断接受MR检查，其中32例患者发生股骨头坏死，发生率为12.9%。随访时髋关节Harris评分平均为85.8分（54~98分），总体为良好。

### 二、影响股骨头坏死的因素

性别、年龄、复位质量、空心钉排列方式、骨折分型、空心钉取出与否、术前牵引与股骨头缺血性坏死的关系详见表2。其中，按复位质量、空心钉排列方式、骨折分型、空心钉取出与否、术前是否牵引分组，两组间股骨头坏死发生率的差异均有统计学意义（ $P<0.05$ ，表2）；而按性别、年龄分组，两组间股骨头坏死发生率的差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ，表2）。Logistic多因素分析结果显示，危险因素按比值

表2 股骨头坏死组与未发生股骨头坏死组单因素分析结果(例,%)

影响因素	例数	股骨头坏死 (n=32)	未发生股骨头坏死 (n=215)	$\chi^2$ 值	P值
性别					
男	134	14(10.4)	120(55.8)		
女	113	18(15.9)	95(44.2)	1.633	0.201
年龄					
18~30岁	29	1(3.4)	28(13.0)		
31~65岁	218	31(14.2)	187(87.0)	2.634	0.105
复位质量					
解剖复位	174	9(5.2)	165(76.7)		
非解剖复位	73	23(31.5)	50(23.3)	31.011	<0.01
空心钉排列方式					
正三角形	96	19(19.8)	77(35.8)		
倒三角形	151	13(8.6)	138(64.2)	6.508	0.011
骨折分型					
未移位	72	2(2.8)	70(32.6)		
移位	175	30(17.1)	145(67.4)	9.335	0.002
空心钉取出与否					
是	133	24(18.0)	109(50.7)		
否	114	8(7.0)	106(49.3)	6.619	0.010
术前是否牵引					
是	196	21(10.7)	175(81.4)		
否	51	11(21.6)	40(18.6)	5.500	0.040

表3 股骨头坏死Logistic多因素回归分析结果

影响因素	B	Wald	P值	OR值
复位质量	2.234	20.935	0.012	9.854
空心钉排列方式	1.864	16.416	0.017	7.965
骨折分型	1.548	10.034	0.021	6.453
空心钉取出与否	1.129	7.391	0.027	5.364
术前是否牵引	0.697	4.159	0.042	2.561

比(OR, oddsratio)的大小排序依次为复位质量、空心钉排列方式、骨折分型、空心钉取出与否及术前是否牵引,见表3。

## 讨 论

股骨头坏死和骨折不愈合是股骨颈骨折的两大并发症<sup>[4]</sup>。加压空心螺钉内固定由于其具有创伤小、操作简单、固定可靠、降低关节腔内压力、断端加压,利于患者术后早期活动患肢、术后患者恢复快及

骨折愈合率高等优点,目前被认为是治疗新鲜股骨颈骨折的首选方法<sup>[17]</sup>,骨折不愈合率已大大降低,但其股骨头坏死的发生率却无显著下降,仍保持在10%~30%<sup>[1-4,18]</sup>。究其原因,我们从复位质量、空心钉排列方式、空心钉取出与否以及术前是否牵引这几个方面进行探讨。

### 一、复位质量

对于股骨颈骨折后的股骨头坏死,国内外对其发生机制进行了较多研究。主要归纳为年龄、性别、骨折分型及伤后至手术时间的间隔<sup>[19-23]</sup>。本研究通

过分析股骨头坏死的相关影响因素提示,复位质量是股骨头坏死的第一及最强的相关因素( $OR=9.854$ ),因此被认为是影响预后最主要的因素。骨折端的复位质量对于股骨头颈血运的影响极大,良好的复位包括对骨折端的对位和对线的解剖复位。临床研究显示如果术后复查DR片显示骨折未解剖复位,则骨折断端的实际对位程度不到50%<sup>[24]</sup>,骨折端复位不良、股骨头旋转及内外翻都将使残存的血管扭曲,达不到保护残留血供的目的。Boraiah等<sup>[21]</sup>认为影响股骨颈骨折治疗预后的相关因素中,骨折复位质量是首要因素,其次是术后骨折端的稳定性。Zlowodzki等<sup>[25]</sup>调查298位骨科医生对股骨颈骨折术后预后相关因素的了解,其中最重要的是骨折复位质量,认为应该高度重视骨折复位的情况。目前绝大部分学者提出只有进行解剖复位,才可以最大程度重建股骨头颈的血运<sup>[1,3]</sup>。本组资料中非解剖复位的73例中有23例(31.5%)发生了股骨头坏死,而解剖复位的174例中仅9例(5.2%)发生股骨头坏死。因此,复位质量的好坏直接影响股骨颈骨折术后股骨头坏死的发生率。

## 二、空心钉排列方式

3枚空心钉呈正品字形排列固定股骨颈骨折方式是多年来广泛应用的手术方式,但是,近年来有研究者对正三角形排列是否是最佳的排列方式提出质疑<sup>[26]</sup>。Jui-Jung等<sup>[27]</sup>研究指出空心螺钉正品字形排列较倒品字形排列发生股骨颈骨折不愈合的几率大大增加,从而加大术后股骨头坏死的风险。我们发现空心钉正品字形排列与股骨颈骨折术后股骨头坏死也存在较强相关性。坏死发生率:正三角形组19.8%,倒三角形组8.6%。究其原因,首先正三角形排列方式可能导致内固定强度减弱。因为远端两枚螺钉不可避免的穿过Ward三角,由于骨小梁的减少而造成股骨颈骨密度降低<sup>[28]</sup>。其次,Crowell等<sup>[29]</sup>和Benterud等<sup>[30]</sup>研究表明由于股骨头中央部和上部的骨小梁密度高,因此提供了比下部更强的抗张应力及把持力。此外,王沫楠等<sup>[31]</sup>通过生物力学测试证实,股骨颈处的股骨距以及压力骨小梁是主要的负重结构,3枚空心加压螺钉的倒品字布局力学效果优于正品字布局,可提供较好的股骨颈上方的抗张力作用。总之,螺钉排列不同影响最大的是骨折处的生物力学效应,临幊上直接影响手术相关并发症如股骨头坏死,骨折不愈合及转子下骨折等的发生率。

## 三、空心钉取出与否

内固定取出与否在股骨颈骨折愈合后股骨头坏死中仍存在较多争论。姚双权等<sup>[32]</sup>认为内固定物会引起股骨头内髓腔压力增高,骨内血液循环量降低,引起骨髓组织缺氧,导致骨坏死。但孙欣等<sup>[33]</sup>发现股骨颈骨折愈合后,加压螺钉取出可能对股骨头血运产生不利影响。可能原因是空心钉取出后股骨头容易发生再次缺血:生物力学改变,局部骨板重新塑形,骨小梁重排,造成血管畸形闭塞;手术刺激使局部血管痉挛、血液高凝状态,局部血栓形成;取钉后钉孔周围血运破坏。这些原因均可导致骨质缺血发生坏死。本研究发现取出空心钉对股骨头坏死的差异有显著性意义,坏死发生率:取钉组18%,未取钉组7%。但由于取钉时间基本为18~32个月,这可能与股骨头本身发生坏死和塌陷的时间有所重叠,所以目前还不能确定两者之间的相互关系,还需进一步临幊研究证实。

## 四、术前是否牵引

由于股骨头的血供大多由股骨颈支持带动脉供给,当股骨颈骨折时,这些动脉分支会遭受破坏,不同程度的影响股骨头的血供<sup>[18]</sup>。Kalhor等<sup>[34]</sup>研究证实,旋股内外侧动脉阻塞是股骨头坏死的主要原因。股骨颈骨折后,关节囊内的出血和血凝块会增加其压力,产生“填塞效应”。当关节囊内压力大于舒张压时,股骨头内血流速度明显降低,导致骨细胞出现坏死<sup>[35]</sup>。治疗股骨颈骨折的关键是尽可能早的给予制动、复位,避免使骨折端再次出现移位,进一步破坏残留的血供受,同时也可以使关节囊内压力降低,为再生微血管和重塑骨小梁提供稳定的微环境。因此,伤后术前给予适当的牵引是一个方便有效的方法。其主要目的在于固定患肢,使关节内压力降低、减少骨折端移位或移位加重,并起到骨折复位的作用。但该方法目前同样存在争议。已有学者提出过度牵引影响骨折预后的问题<sup>[5]</sup>。Roden等<sup>[36]</sup>研究显示未发生过度牵引者股骨头坏死率为27.8%,发生过度牵引者坏死率为42.0%。Strange-Vognsen等<sup>[37]</sup>发现5 kg及以上的牵引重量可以显著降低髋关节囊内压力,并得出结论术前牵引不会增加股骨头坏死的风险。但是Finse等<sup>[38]</sup>和Needbøf等<sup>[39]</sup>研究显示术前皮牵引对于缓解病人患肢疼痛、术中骨折复位以及手术难易程度均无影响。因此认为牵引作用不大,反而导致皮肤压疮的风险增加和加重护理难度。肖剑等<sup>[40]</sup>采用数字减影血管造影术(Digital Subtraction Angiography, DSA)对牵引治疗

过程中股骨头的血流动力学变化进行观察研究证实,牵引降低股骨头血液灌注量,减少旋股动脉的血流量,使静脉回流受阻,因此,他们认为牵引可能是股骨颈骨折后股骨头坏死主要原因之一。Bonnaire 和 Weber<sup>[41]</sup>认为肢体处于伸直内旋位会加重对股骨头血运的危害,但术前牵引经常不能良好地控制患肢的旋转,皮牵引更有可能使肢体处于伸直内旋位,从而加重对股骨头血运的危害。本研究表明,术前牵引是造成股骨头坏死的相关未见因素,坏死发生率:牵引组 10.7%,未牵引组 21.6%。因此,术前应给予合适位置的牵引,尽量缩短受伤至手术时间间隔,进而可降低股骨头坏死的发生率。

综上所述,我们对闭合复位空心螺钉治疗股骨颈骨折后股骨头坏死的多元因素进行了初步研究,并取得了一定的结果。但本研究尚存在缺点和不足:首先,本研究属于回顾性研究,不可避免地存在回忆偏倚,影响结果的真实性;其次,部分骨折移位严重的患者可能直接接受了髋关节置换而没有包括在本研究之内,使研究结果存在一定的偏差;同时,本研究随访病例数相对较少,在收集、处理、分析数据过程中对各类评判标准的掌握也存在差异。这些干扰因素都会影响本研究的最终结果。因此,希望在下一步的多中心、大样本的前瞻性随机对照研究中进一步发现影响股骨头坏死的高危因素,为临床工作提供更可行的理论依据。

## 参考文献

- 1 Lu HD, Dong YX, Wen XY, et al. Analysis of therapeutic effects of cannulated compression screws for the treatment of femoral neck fractures [J]. Zhongguo Gu Shang, 2011, 24(4): 315-318.
- 2 Gjertsen JE, Vinje T, Engesaeter LB, et al. Internal screw fixation compared with bipolar hemiarthroplasty for treatment of displaced femoral neck fractures in elderly patients [J]. J Bone Joint Surg Am, 2010, 92(3): 619-628.
- 3 Lowe JA, Crist BD, Bhandari M, et al. Optimal treatment of femoral neck fractures according to patient's physiologic age: an Evidence-Based review [J]. Orthopedic Clinics of North America, 2010, 41(2): 157-66.
- 4 Huang HK, Su YP, Chen CM, et al. Displaced femoral neck fractures in young adults treated with closed reduction and internal fixation [J]. Orthopedics, 2010, 33(12): 873.
- 5 Bosch U, Schreiber T, Krettek C. Reduction and fixation of displaced intracapsular fractures of the proximal femur. Clin Orthop Relat Res, 2002, 399: 59-71.
- 6 Garden RS. Malreduction and avascular necrosis in subcapital fractures of the femur [J]. J Bone Joint Surg Br, 1971, 53(2): 183-197.
- 7 Sugano N, Kubo L, Takaoka K, et al. Diagnostic criteria for nontraumatic osteonecrosis of the femoral head. A multicentre study [J]. J Bone Joint Surg Br, 1999, 81(4): 590-595.
- 8 Etienne G, Mont MA, Ragland PS. The diagnosis and treatment of nontraumatic osteonecrosis of the femoral head [J]. Instr Course Lect, 2004, 53: 67-85.
- 9 Beaulé PE, Amstutz HC. Management of fcat stage III and IV osteonecrosis of the hip [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2004, 12(2): 96-105.
- 10 赵德伟,胡永成.成人股骨头坏死诊疗标准专家共识(2012年版)[J].中华关节外科杂志:电子版,2012,32(3): 479-484.
- 11 Kaushik A, Sankaran B, Varghese M. To study the role of dynamic magnetic resonance imaging in assessing the femoral head vascularization in intracapsular femoral neck fractures [J]. Eur J Radiol, 2010, 75(3): 364-375.
- 12 Zlowodzki M, Bhandari M, Keel M, et al. Perception of garden's classification for femoral neck fractures: an international survey of 298 orthopaedic trauma surgeons [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2005, 125(7): 503-505.
- 13 Blundell CM, Parker MJ, Pryor GA, et al. Assessment of the AO classification of intracapsular fractures of the proximal femur [J]. J Bone Joint Surg Br, 1998, 80(4): 679-683.
- 14 Parker MJ, Dynan Y. Is pauwels classification still valid? [J]. Injury, 1998, 29(7): 521-523.
- 15 Bjørgul K, Reikerås O. Outcome of undisplaced and moderately displaced femoral neck fractures [J]. Acta Orthop, 2007, 78(4): 498-504.
- 16 Gašpar D, Crmković T, Durović D, et al. AO group, AO subgroup, Garden and Pauwels classification systems of femoral neck fractures: are they reliable and reproducible? [J]. Med Glas (Zenica), 2012, 9(2): 243-247.
- 17 Schmidt AH, Asnis SE, Haidukewych G, et al. Femoral neck fractures [J]. Instr Course Lect, 2005, 54: 417-445.
- 18 Bhandari M, Tornetta P, 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.
- 19 Liporace F, Gaines R, Collinge C, et al. Results of internal fixation of Pauwels type-3 vertical femoral neck fractures [J]. J Bone Joint Surg Am, 2008, 90A(8): 1654-1659.
- 20 Parker MJ, Raghavan R, Gurosamy K. Incidence of fracture healing complications after femoral neck fractures [J]. Clin Orthop Relat Res, 2007, 458: 175-179.
- 21 Boraiah S, Paul O, Hammoud S, et al. Predictable healing of femoral neck fractures treated with intraoperative compression and length-stable implants [J]. J Trauma, 2010, 69(1): 142-147.
- 22 Min BW, Kim SJ. Avascular necrosis of the femoral head after osteosynthesis of femoral neck fracture [J]. Orthopedics, 2011, 34(5): 349.
- 23 Vidán MT, Sánchez E, Gracia Y, et al. Causes and effects of surgical delay in patients with hip fracture: a cohort study [J]. Ann Intern Med, 2011, 155(4): 226-233.
- 24 Giannoudis PV, Nikolaou VS, Kheir E, et al. Factors determining quality of Life and level of sporting activity after internal fixation of all isolated acetabular fracture [J]. J Bone Joint Surg Br, 2009, 91(10): 1354-1359.
- 25 Zlowodzki M, Tornetta P, Haidukewych G, et al. Femoral neck fractures: evidence versus beliefs about predictors of outcome [J]. Orthopedics, 2009, 32(4): 260-267.
- 26 Zdero R, Keast-Butler O, Schemitsch EH. A biomechanical comparison of two triple-screw methods for femoral neck fracture fixation in a synthetic bone model [J]. J Tmuma, 2010, 69(6): 1537-1544.

- 27 Yang JJ, Lin LC, Chao KH, et al. Risk factors for nonunion in patients with intracapsular femoral neck fractures treated with three cannulated screws placed in either a triangle or an inverted triangle configuration [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, 95(1): 61-69.
- 28 Singh M, Nagrath AR, Maini PS. Changes in trabecular pattern of the upper end of the femur as an index of osteoporosis [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1970, 52(3): 457-467.
- 29 Crowell RR, Edwards WT, Hayes WC. Pullout strength of fixation devices in trabecular bone of the femoral head [Z], Las vegas: Nevada, 1985: 189.
- 30 Benterud JG, Husby T, Graadahl O, et al. Implant holding power of the femoral head [J]. A cadaver study of fracture screws [J]. *Acta Orthop Scand*, 1992, 63(1): 47-49.
- 31 Wang MN, Guo HS. Fixation for femoral neck fracture based on nonlinear materials [J]. *J Med Biomech*, 2012, 27(2): 152-158.
- 32 Yao SQ, Zhang YZ, Zhang FQ, et al. Research of the effect of drawing out the screws intermittently on the healing of femoral neck fracture [J]. *Orthop J Chin*, 2005, 13: 915-917.
- 33 Sun X, Zeng R, Hu ZB, et al. Femoral head necrosis after treatment of femoral neck fractures with compressive hollow screws [J]. *Chin J Orthop Trauma*, 2012 (14): 477-479.
- 34 Kalhor M, Beck M, Huff TW, et al. Capsular and pericapsular contributions to acetabular and femoral head perfusion [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2009, 91(2): 409-418.
- 35 Thanakit V, Thinley U, Witoonchart K, et al. Incidence of osteonecrosis from histopathological study following fracture neck of femur [J]. *J Med Assoc Thai*, 2009, 92(6): 842-847.
- 36 Rödén M, Schön M, Fredin H. Treatment of displaced femoral neck fractures: a randomized minimum 5-year follow-up study of screws and bipolar hemiprostheses in 100 patients [J]. *Acta Orthop Scand*, 2003, 74(1): 42-44.
- 37 Strange-Vognsen HH, Bagger J, Lind T, et al. The influence of skeletal traction on intraarticular pressure of the hip [J]. *Acta Orthop Belg*, 1991, 57(3): 272-273.
- 38 Finsen V, Børset M, Buvik GE, et al. Preoperative traction in patients with hip fractures [J]. *Injury*, 1992, 23(4): 242-244.
- 39 Needhof M, Radford P, Langstaff R. Preoperative traction for hip fractures in the elderly: A clinical trial [J]. *Injury*, 1993, 24:317-318.
- 40 Xiao J, Yang XJ, Xiao XS. DSA observation of hemodynamic response of femoral head with femoral neck fracture during traction: a pilot study [J]. *J Orthop Trauma*, 2012, 26(7): 407-413.
- 41 Bonnaire FA, Weber AT. The influence of haemarthrosis on the development of femoral head necrosis following intracapsular femoral neck fractures [J]. *Injury*, 2002, 33(Suppl 3): C33-C40.

(收稿日期:2019-05-15)

(本文编辑:吕红芝)

王沈栋,余昶,董启.闭合复位空心螺钉治疗股骨颈骨折后股骨头坏死的影响因素分析[J/CD].中华老年骨科与康复电子杂志,2019,5(5):284-290.