doi:10.11659/jjssx.10E020086

·临床研究·

股骨颈骨折多枚空心加压螺钉内固定术后股骨头坏死的影响因素分析

刘 刚,刘卫东,张 猛,于广洋,袁东堂 (南京医科大学附属淮安第一医院骨科,江苏 淮安 223300)

[摘 要] **目的** 探讨股骨颈骨折多枚空心加压螺钉内固定术后股骨头坏死(ONFH)发生率并分析其影响因素。**方法** 对我院108例股骨颈骨折患者进行随访,统计ONFH发生率,并根据是否发生ONFH将患者分为坏死组($n=27$)和未坏死组($n=81$)。单因素χ^2检验比较2组患者相关因素的差异,多因素*Logistic*回归模型分析ONFH的独立影响因素。采用受试者工作特征(*ROC*)曲线分析独立影响因素和联合模型对ONFH的预测作用,基于AMOS软件构建ONFH的结构方程模型。**结果** 经MRI、X射线检测出27例(25.00%)ONFH患者。单因素χ^2检验结果显示,2组骨折原因、Garden分型、受伤距手术时间、螺钉排列方式、螺钉取出与否及复位质量比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。多因素*Logistic*回归分析结果显示,Garden分型Ⅲ~Ⅳ级、螺钉排列方式为正三角形、螺钉取出及复位质量Ⅲ~Ⅳ级均是ONFH发生的独立影响因素($P<0.05$)。独立影响因素联合模型的曲线下面积(*AUC*)为0.809(95% *CI*:0.728~0.836)。结构方程模型中Garden分型、螺钉排列方式、螺钉取出与否及复位质量的路径系数分别为0.118、0.104、0.097、0.135,模型可决系数为0.28。**结论** Garden分型、螺钉排列方式、螺钉取出与否及复位质量均是股骨颈骨折患者内固定术后并发ONFH的独立影响因素,能解释部分ONFH变异度,联合独立影响因素模型对ONFH进行预测价值更高。

[关键词] 股骨颈骨折;内固定术;股骨头坏死;影响因素

[中图分类号] R683.3 [文献标识码] A [收稿日期] 2020-10-27

Influencing factors of femoral head necrosis after internal fixation with multiple hollow compression screws for femoral neck fractures

LIU Gang, LIU Wei-dong, ZHANG Meng, YU Guang-yang, YUAN Dong-tang (Department of Orthopedics, Affiliated Huaian NO.1 People's Hospital of Nanjing Medical University, Huaian Jiangsu 223300, China)

Abstract: Objective To investigate the incidence of osteonecrosis of the femoral head (ONFH) after internal fixation with multiple hollow compression screws for femoral neck fractures and its influencing factors. **Methods** A total of 108 patients with femoral neck fractures in our hospital were followed up. The incidence of ONFH was counted, and the patients were divided into the necrotic group ($n=27$) and the non-necrotic group ($n=81$) according to the occurrence of ONFH. The univariate χ^2 test was used to compare the difference in related factors between the two groups, and the multivariate *Logistic* regression model was used to analyze the independent influencing factors of ONFH. The *receiver operating characteristic* (*ROC*) curve was used to analyze the predictive effects of the independent influencing factors and the combined model on ONFH, and the structural equation model of ONFH was established based on the AMOS software. **Results** A total of 27 cases (25.00%) of ONFH patients were detected by MRI and X-ray. The results of univariate χ^2 test showed that there were statistically significant differences in the causes of fractures, Garden classification, time from injury to operation, arrangement of screws, whether the hollow nails was taken out or not and reduction quality between the two groups ($P<0.05$). The results of multivariate *Logistic* regression analysis showed that the Garden classification grade Ⅲ~Ⅳ, the arrangement of screws is equilateral triangle, screw removal and reduction quality grade Ⅲ~Ⅳ were the independent influencing factors for ONFH ($P<0.05$). The *area under the curve* (*AUC*) of the combined model of independent influencing factors was 0.809 (95% *CI*: 0.728~0.836). In the structural equation model, the path coefficients of the Garden classification, arrangement of screws, whether the hollow nails was taken out or not and reduction quality were 0.118, 0.104, 0.097 and 0.135 respectively ($P<0.05$), and the model determination coefficient was 0.28. **Conclusion** The Garden classification, arrangement of screws, whether the hollow nails is taken out or not and reduction quality are the independent influencing factors of ONFH after internal fixation in patients with femoral neck fractures, which can explain part of the OFNH variability, and combined the independent influencing factors model is more valuable for predicting ONFH.

Keywords: femoral neck fractures; internal fixation; osteonecrosis of the femoral head; influencing factors

股骨颈骨折是骨科较为常见的疾病,发病率约为3.61%,占髋部骨折的51.97%[1]。股骨颈骨折主要发生于老年人,多由摔倒、侧翻等低能量损伤造成,而中青年人群则多由坠落、车祸伤等高能量损伤造成[2]。目前股骨颈骨折以手术治疗为主,空心加压螺

[通信作者] 刘卫东,E-mail:lwdha@126.com

钉内固定因其具有创伤小、固定可靠、能增加断端压力、降低关节腔内压力、利于患者术后早期恢复且操作简单等优点成为股骨颈骨折的首选治疗方法[3]。然而有研究显示,患者术后股骨头坏死(osteonecrosis of the femoral head,ONFH)的发生率仍占有一定比例,且ONFH往往治疗困难,容易发生不同程度股骨头塌陷,致残率较高,严重影响患者生活质量和预后[4]。因此,ONFH是目前临床保髋治疗面临的主要问题[5],探讨ONFH发生的危险因素,针对危险人群进行预防对于改善股骨颈骨折患者预后、降低ONFH发生率至关重要。尽管有部分研究发现,骨折类型、术前患肢是否牵引、关节囊是否切开等因素可能与ONFH发生有关[6-7],但意见尚未统一,且鲜有研究考虑空心加压螺钉内固定术中螺钉方面的影响因素,因此,本研究纳入螺钉因素,更加全面地分析空心加压螺钉内固定术后并发ONFH的危险因素,以期为其临床早期发现、诊断和治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择2016年8月至2019年8月我院骨科收治的108例股骨颈骨折患者为研究对象,其中男68例,女40例;年龄18~60岁,中位年龄42岁;Garden分型Ⅰ型4例,Ⅱ型50例,Ⅲ型28例,Ⅳ型26例。本研究为前瞻性研究,已获我院伦理委员会审批,且试验方法严格按照相关规定设计。所有研究对象及家属均已知悉相关权利和风险,自愿参与研究并签署知情同意书。

纳入标准:①符合2009年中华医学会修订的《临床诊疗指南:骨科分册》[8]中股骨颈骨折相关标准;②年龄18~60岁;③单侧股骨颈骨折;④股骨颈骨折后行空心加压螺钉内固定术治疗;⑤随访时间不少于1年。排除标准:①病理性骨折;②合并身体其他部位骨折;③合并ONFH病史及严重髋关节疾病;④有长期酗酒或激素治疗史;⑤随访资料不完整。

1.2 基本检查及临床资料收集

收集所有入选患者的年龄、性别、BMI及美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiology,ASA)分级等基本资料,以评估患者身体情况及手术麻醉风险。记录患者骨折原因、骨折侧别、骨折线部位、Garden分型、受伤距手术时间、是否急诊(急诊定义为受伤后12 h内手术)、螺钉排列方式、螺钉取出与否及复位质量。

1.3 手术方法

所有患者术前常规患肢牵引,评估手术风险。患者采用全身麻醉或硬膜外麻醉,于牵引床上仰卧,X射线下进行股骨颈骨折闭合复位,C臂正侧位透视显示骨折对位对线良好,复位过程中避免牵引过度。经皮置入3枚导针,测量长度并沿导针拧入3枚长度合适的空心加压螺钉,拔除导针,透视显示复位良好后结束手术。根据Garden指数[9]评价复位质量:正位片160°~180°,侧位片180°为Ⅰ级(满意);正位片155°~180°,侧位片155°~180°为Ⅱ级(较满意);正位片<150°或侧位片>185°为Ⅲ级(一般);正位片<150°,且侧位片>185°为Ⅳ级(不满意)。

1.4 随访

通过电话、门诊复查和住院等方式对所有纳入患者进行随访,出院后3个月、6个月、12个月门诊复查,以后每年门诊复查1次,截至2020年8月31日,为期12~24个月。随访内容包括患者有无髋关节疼痛、髋关节活动情况及是否出现ONFH。ONFH根据2012年制定的ONFH诊断标准[10],临床表现以腹股沟、臀部、大腿等部位关节痛为主,患者髋部活动受限,并通过X射线、CT、MRI、核素扫描及骨活检中任一影像学检查结果进行确诊。其中X射线征象:ONFH早期出现股骨头硬化、囊变,密度改变;随后出现软骨下骨"新月征";晚期股骨头塌陷变形;髋关节间隙狭窄,髋臼边缘硬化和囊变。MRI征象:T1加权相出现坏死区带状低信号,T2加权相出现典型"双线征"。统计ONFH发生率,并根据是否发生ONFH将患者分为坏死组和未坏死组。

1.5 统计学方法

采用SPSS 19.0软件进行数据分析,计数资料以频数表示,组间比较采用χ^2检验或*Fisher*确切概率法。单因素χ^2检验分析ONFH的影响因素,并将差异有统计学意义的因素纳入多因素*Logistic*回归模型进一步分析ONFH的独立影响因素,受试者工作特征(*receiver operating characteristic*,*ROC*)曲线分析独立影响因素和联合模型预测ONFH的能力。应用AMOS 23.0软件建立ONFH结构方程模型,双侧$P<0.05$表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 股骨颈骨折术后ONFH发生率

术后随访12~24个月,平均(18.12±6.04)个月。108例患者均完成X射线检查,其中10例(9.26%)发生ONFH;74例完成MRI检查,其中17例(22.97%)发生ONFH;经MRI、X射线共检测出27例(25.00%)ONFH患者。

2.2 股骨颈骨折术后 ONFH 的单因素χ^2检验

单因素χ^2检验结果显示,2 组骨折原因、Garden 分型、受伤距手术时间、螺钉排列方式、螺钉取出与否及复位质量比较,差异具有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

2.3 股骨颈骨折术后 ONFH 的多因素 *Logistic* 回归分析

多因素 *Logistic* 回归分析结果显示,Garden 分型Ⅲ~Ⅳ型、螺钉排列方式为正三角形、螺钉取出及复位质量Ⅲ~Ⅳ级均是 ONFH 发生的独立影响因素($P<0.05$),见表 2。

自变量赋值:骨折原因,低能量创伤=0,高能量创伤=1;Garden 分型,Ⅰ~Ⅱ型=0,Ⅲ~Ⅳ型=1;受伤距手术时间,≤3 d=0,>3 d=1;螺钉排列方式,倒三角形=0,正三角形=1;螺钉取出与否,否=0,是=1;复位质量,Ⅰ~Ⅱ级=0,Ⅲ~Ⅳ级=1。因变量赋值:股骨头坏死,未坏死=0,坏死=1。

2.4 *ROC* 曲线分析

ROC 曲线分析 Garden 分型、螺钉排列方式、螺钉取出与否、复位质量及独立影响因素的联合模型曲线下面积(*AUC*),其中联合模型 *AUC* 为 0.809(95% *CI*:0.728~0.836),灵敏度、特异度分别为 88.13% 和 84.22%,见表 3。

2.5 内固定术后 ONFH 结构方程构建

采用极大似然估计法构建内固定术后 ONFH 的结构方程模型,模型拟合良好($\chi^2=9.354$,$P=0.305$),见表 4。Garden 分型、螺钉排列方式、螺钉取出与否、复位质量的路径系数见表 5、图 1,模型可决系数为0.28。

表 1 股骨颈骨折术后 ONFH 的单因素χ^2检验(例)

影响因素		坏死组($n=27$)	未坏死组($n=81$)	χ^2	P
年龄	≤30 岁	11	35	0.024	0.877
	>30 岁	16	46		
性别	男	15	53	0.405	0.525
	女	12	28		
BMI	≤25 kg/m^2	16	47	0.006	0.938
	>25 kg/m^2	11	34		
ASA 分级	Ⅰ级	5	21	0.707	0.702
	Ⅱ级	12	35		
	Ⅲ级	10	25		
骨折原因	低能量创伤	9	55	4.791	0.029
	高能量创伤	18	26		
骨折侧别	左侧	20	62	0.032	0.857
	右侧	7	19		
骨折线部位	头下型	11	29	0.567	0.753
	经颈型	15	46		
	基底型	1	6		
Garden 分型	Ⅰ~Ⅱ型	3	51	21.778	<0.001
	Ⅲ~Ⅳ型	24	30		
受伤距手术时间	≤3 d	9	53	4.079	0.043
	>3 d	18	28		
是否急诊	是	13	59	2.656	0.103
	否	14	22		
螺钉排列方式	正三角形	19	26	5.834	0.016
	倒三角形	8	55		
螺钉取出与否	是	21	32	5.673	0.017
	否	6	49		
复位质量	Ⅰ级	2	64	54.708	<0.001
	Ⅱ级	5	11		
	Ⅲ~Ⅳ级	20	6		

表 2 股骨颈骨折术后 ONFH 的多因素 *Logistic* 回归分析

变量	β	*SE*	*Wald*	P	*OR*(95% *CI*)
骨折原因	0.766	0.258	0.956	0.120	1.231(0.413~3.227)
Garden 分型Ⅲ~Ⅳ型	1.372	0.482	4.654	0.023	3.589(2.635~8.952)
受伤距手术时间>3 d	0.953	0.294	1.248	0.062	2.673(0.639~3.334)
螺钉排列方式为正三角形	1.363	0.352	4.324	0.025	3.542(1.316~3.141)
螺钉取出	1.266	0.258	3.956	0.032	2.231(1.413~3.227)
复位质量Ⅲ~Ⅳ级	1.481	0.241	5.605	0.016	4.024(1.452~4.686)

表 3 *ROC* 曲线分析

影响因素	*AUC*	灵敏度/%	特异度/%	P	95% *CI*
Garden 分型	0.712	74.69	76.84	<0.001	0.675~0.779
螺钉排列方式	0.705	71.28	75.32	<0.001	0.684~0.796
螺钉取出与否	0.684	63.45	64.28	<0.001	0.616~0.752
复位质量	0.736	81.57	72.41	<0.001	0.703~0.832
联合模型	0.809	88.13	84.22	<0.001	0.728~0.836

表 4 模型拟合指标

拟合指标	GFI	AGFI	NFI	CFI	RMSEA
运算结果	0.995	0.989	0.998	0.999	0.031
拟合标准	>0.950	>0.950	>0.950	>0.950	<0.050

GFI:拟合优度指数;AGFI:调整后拟合优度指数;NFI:标准化拟合优度指数;CFI:比较拟合指数;RMSEA:近似误差均方根

表5 ONFH 结构方程模型参数

因变量	自变量	路径系数	标准差	*Z*	*P*	95% *CI*
OFNH	Garden 分型	0.118	0.24	4.61	0.005	0.067~0.259
	螺钉排列方式	0.104	0.26	3.48	0.009	0.041~0.162
	螺钉取出与否	0.097	0.28	3.25	0.012	0.013~0.135
	复位质量	0.135	0.37	5.18	<0.001	0.086~0.253

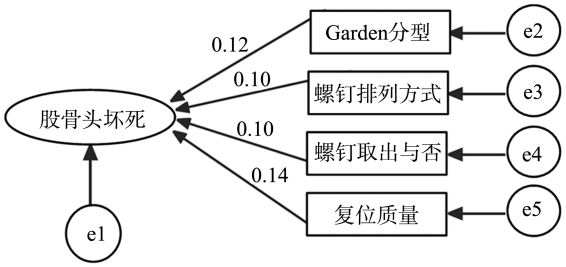


图1 ONFH 结构方程模型

3 讨论

股骨颈骨折后,受到血运、生物力学、关节囊内压增高及脂肪栓塞等多重影响,容易发生骨折不愈合、ONFH 等并发症[11]。其中 ONFH 发生率为 10.00%~43.00%[12],如果不能早期发现及治疗,会引起髋关节疼痛及功能障碍,严重时需行人工关节置换手术,增加额外医疗费用,加重患者及其家庭的负担。因此,寻找ONFH的危险因素并对其进行早期干预,有利于改善患者预后,降低 ONFH 发生风险。本研究中 ONFH 的发生率为 25.00%,与以往研究结果一致;对影响ONFH的相关危险因素进行探讨,发现 Garden 分型Ⅲ~Ⅳ型、螺钉排列方式为正三角形、螺钉取出及复位质量Ⅲ~Ⅳ级均是股骨颈骨折患者内固定术后并发ONFH的独立影响因素。

Kim 等[13]研究发现,ONFH 的发生与骨折移位程度显著相关,而高能量创伤多造成较严重的骨折移位,且骨折端周围软组织损伤更为严重,更易发生 ONFH。Noh 等[14]使用激光多普勒设备证实骨折移位越严重,周围血管损伤程度越大,术后股骨头缺血性坏死的发生率也越高。Garden 分型是目前临床最常用的分型,反映了骨折端移位情况、稳定性及损伤程度[15]。临床研究证实移位型(Garden Ⅲ~Ⅳ型)股骨颈骨折的 ONFH 发生率显著高于无移位型(Garden Ⅰ~Ⅱ型)[6],本研究结果也显示 Garden Ⅲ~Ⅳ型患者的 ONFH 发生率显著高于 Garden Ⅰ~Ⅱ型,因此 Garden 分型较高被视为术后发生 ONFH 的独立影响因素。

空心加压螺钉正三角形排列固定股骨颈骨折是临床广泛采用的手术方式,然而 Koaban 等[16]提出正三角形排列可能导致内固定强度减弱,股骨颈骨密度降低,与倒三角形排列相比,空心加压螺钉正三角形排列固定股骨颈骨折不愈合的概率更大,进而增加了ONFH发生的风险。本研究也发现螺钉呈正三角形排列 ONFH 发生率显著高于倒三角形排列。此外,有研究通过生物力学测试证实,3 枚空心加压螺钉呈倒三角形排列能够起到较好的股骨颈上方抗张力作用[17]。因此螺钉排列方式能够影响骨折处的生物力学效应,从而导致骨折不愈合、ONFH 等并发症的发生。有研究显示,股骨颈骨折愈合后,加压螺钉取出可能影响股骨头血运[18]。这可能与生物力学改变有关,局部骨板重新塑形,骨小梁重排,造成血管畸形闭塞;此外,手术刺激也会使局部血管发生痉挛、血液高凝并形成局部血栓。本研究发现,螺钉取出患者 ONFH 发生率显著高于螺钉未取出患者,与 Sadiq 等[19]的研究结果一致。但也有研究认为内固定物会引起股骨头内髓腔压力增高、血运变差,引起骨内组织缺氧,进而导致骨坏死[20]。因此对螺钉是否取出可能仍需进一步的临床研究证实。

满意的复位质量有利于解除血管压迫并保持骨折断端的稳定性,是提高骨折愈合率、降低 ONFH 发生率的关键因素[21]。Suh 等[22]研究显示,骨折复位质量是影响股骨颈骨折预后的首要因素。Wilk 等[23]研究发现骨折复位质量不满意患者 ONFH 发生率显著高于骨折复位质量满意患者(68.75% *vs.* 20.00%)。Sumiyosh 等[24]也认为骨折复位质量不满意会显著增加术后 ONFH 发生率。本研究采用 Garden 指数评价患者骨折复位质量,发现 Garden 指数分级越高,ONFH 发生率越高,表明骨折复位质量能够影响患者术后 ONFH 发生率。

在探讨独立影响因素的基础上,本研究利用 *ROC* 曲线检验 Garden 分型、螺钉排列方式、螺钉取出与否及复位质量联合模型对内固定术后 ONFH 发生的预测效力,结果显示联合模型 *AUC* 为 0.809(95% *CI*:0.728~0.836),灵敏度、特异度分别为 88.13% 和 84.22%,表明联合模型预测效力优于其他独立影响因素。进一步构建 ONFH 的结构方程模型,结果显示模型拟合良好,Garden 分型、螺钉排列方式、螺钉取出与否及复位质量能够分别解释 11.80%、10.40%、9.70% 及 13.50% 的 ONFH 变异度,模型整体能够解释 28.00% 的 ONFH 变异度,提升了单因素的预测能力,但也反映出仍存在其他未知因素影响股骨颈骨折内固定术后ONFH的发生。本研究为单中心研究,样

本量较少,且随访时间较短,结果可能存在一定偏倚,未来仍需多中心、大样本量、随访期长的研究加以验证。

综上所述,Garden 分型、螺钉排列方式、螺钉取出及复位质量均是股骨颈骨折患者内固定术后并发ONFH的独立影响因素,能解释部分 ONFH 变异度,联合以上独立影响因素对 ONFH 进行预测价值更高。

[参考文献]

[1] Lee YK, Yoon BH, Hwang JS, et al. Risk factors of fixation failure in basicervical femoral neck fracture: which device is optimal for fixation? [J]. Injury, 2018, 49(3): 691 - 696. doi: 10.1016/j.injury.2018.02.009.

[2] Díaz AR, Navas PZ. Risk factors for trochanteric and femoral neck fracture[J]. Rev Esp Cir Ortop Traumatol, 2018, 62(2): 134 - 141. doi: 10.1016/j.recot.2017.09.002.

[3] 胡 翔,刘保健,温孝明,等. 闭合复位加压空心螺钉内固定治疗中青年股骨颈骨折的疗效观察[J]. 中国骨伤,2018,31(2):111 - 114. doi:10.3969/j.issn.1003 - 0034.2018.02.003.

[4] Ouyang X, Ding Y, Yu L, et al. Effects of hip replacement combined with alendronate sodium on postoperative healing of osteoporotic femoral neck fracture and levels of CTX1 and BALP in patients[J]. Exp Ther Med, 2019, 18(6): 4583 - 4590. doi: 10.3892/etm.2019.8158.

[5] Wang Y, Ma JX, Yin T, et al. Correlation between reduction quality of femoral neck fracture and femoral head necrosis based on biomechanics [J]. Orthop Surg, 2019, 11(2): 318 - 324. doi: 10.1111/os.12458.

[6] 穆 亮,安占天,郝 岩,等. 空心螺钉内固定治疗股骨颈骨折术后股骨头坏死的影响因素探讨[J]. 临床医药文献杂志(电子版),2017,4(12):2217.

[7] 肖贤强. 闭合复位空心钉治疗股骨颈骨折术后股骨头坏死相关因素分析[D]. 长沙:湖南中医药大学,2019.

[8] 中华医学会. 临床诊疗指南:骨科分册[M]. 北京:人民卫生出版社,2009:56.

[9] 庄至坤,许志庆,郭金花,等. 中青年股骨颈骨折内固定术后股骨头坏死的相关因素[J]. 中国矫形外科杂志,2018,26(22):2044 - 2049. doi:10.3977/j.issn.1005 - 8478.2018.22.06.

[10] 中华医学会骨科分会显微修复学组,中国修复重建外科专业委员会骨缺损及骨坏死学组. 成人股骨头坏死诊疗标准专家共识(2012 年版)[J]. 中国骨与关节外科,2012,5(2):185 - 192. doi: 10.3969/j.issn.1674 - 1439.2012.02.018.

[11] Zhang XL, Wang YM, Chu K, et al. The application of PRP combined with TCP in repairing avascular necrosis of the femoral head after femoral neck fracture in rabbit[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2018, 22(4): 903 - 909. doi: 10.26355/eurrev_201802_14368.

[12] 林振恩,郑 竑,陈学生,等. 改良闭合复位技术治疗股骨颈骨折疗效分析[J]. 中国骨伤,2018,31(2):115 - 119. doi:10.3969/j.issn.1003 - 0034.2018.02.004.

[13] Kim HY, Cha YH, Choy WS, et al. Femoral head wedge resection for the treatment of avascular necrosis of the femoral head after pediatric femoral neck fracture: a case report[J]. J Pediatr Orthop B, 2018, 27(3): 283 - 288. doi: 10.1097/BPB.0000000000000507.

[14] Noh JH, Lee JY, Hwang S, et al. Prediction of femoral head avascular necrosis following femoral neck fracture: " pin-tract sign " of 99m Tc-HDP pinhole bone scan after metallic fixation[J]. Hip Int, 2020, 30(5): 641 - 648. doi: 10.1177/1120700019860492.

[15] Davis JA, Rohlfing G, Sagouspe K, et al. Assessing the value of routine pathologic examination of resected femoral head specimens after femoral neck fracture[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2019, 27(14): e664 - e668. doi: 10.5435/JAAOS - D - 17 - 00901.

[16] Koaban S, Alatassi R, Alharbi S, et al. The relationship between femoral neck fracture in adult and avascular necrosis and nonunion[J]. Ann Med Surg (Lond), 2019, 39: 5 - 9. doi: 10.1016/j.amsu.2019.01.002.

[17] 王沈栋,佘 昶,董启榕. 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]. 中华老年骨科与康复电子杂志,2019,5(5):284 - 290. doi: 10.3877/cma.j.issn.2096 - 0263.2019.05.008.

[18] Kierszbaum E, Biau D, Moslemi A, et al. Anterior approach without traction table: a means of saving time and money in hemiarthroplastyfor femoral neck fracture? A case-matched study with and without traction table[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2020, 106(3): 583 - 588. doi: 10.1016/j.otsr.2020.01.009.

[19] Sadiq M, Kulkarni V, Hussain SA, et al. Low-velocity simultaneous bilateral femoral neck fracture following long-term antiepileptic therapy: a case report[J]. World J Orthop, 2019, 10(10): 371 - 377. doi: 10.5312/wjo.v10.i10.371.

[20] Lin TY, Yang P, Xu JL, et al. Finite element analysis of different internal fixation methods for the treatment of Pauwels type Ⅲ femoral neck fracture[J]. Biomed Pharmacother, 2019, 112: 108658. doi: 10.1016/j.biopha.2019.108658.

[21] 刘冰川,孙 川,邢 永,等. 中青年股骨颈骨折内固定术后发生缺血性股骨头坏死的相关因素[J]. 北京大学学报(医学版),2020,52(2):290 - 297. doi:10.19723/j.issn.1671 - 167X.2020.02.016.

[22] Suh YS, Jang BW, Nho JH, et al. Atypical incomplete femoral neck fracture in patients taking long-term bisphosphonate: case report, a report of 2 cases[J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(9): e14701. doi: 10.1097/MD.0000000000014701.

[23] Wilk R, Kusz D, Grygiel H, et al. Correction to: atraumatic femoral neck fracture during bisphosphonate treatment: case report and review of the literature[J]. Aging Clin Exp Res, 2018, 30(7): 887. doi: 10.1007/s40520 - 017 - 0854 - 0.

[24] Sumiyosh N, Torigoe T, Maezawa K, et al. Femoral neck fracture and central migration of the artificial femoral head after carbon ion radiotherapy for chondrosarcoma in the pelvis[J]. J Orthop Sci, 2018, 23(2): 424 - 429. doi: 10.1016/j.jos.2016.07.014.

(编辑:杨 颖)