

股骨颈骨折术后早期股骨头坏死影响因素分析及列线图预测模型构建

付志强, 王巍, 何飞熊, 洪胜坤, 周卫军
(衢州市人民医院, 浙江 衢州 324000)

【摘要】 目的:探讨股骨颈骨折患者术后早期发生股骨头坏死的危险因素,并建立列线图预测模型。方法:选取自 2020 年 1 月至 2022 年 4 月收治的 167 例行固定手术治疗的股骨颈骨折患者,根据患者术后早期是否发生股骨头坏死分为坏死组和非坏死组。坏死组 38 例,其中男 21 例,女 17 例,年龄 33~72(53.49±10.96)岁,受伤至手术时间 40~67(53.46±7.23)h;非坏死组 129 例,其中男 72 例,女 57 例,年龄 18~83(52.78±12.55)岁,受伤至手术时间 18~65(39.88±7.79)h。对患者性别、合并糖尿病、高血压、慢性肝病、股骨头后倾角、手术方式、骨折移位情况、骨折线部位、术前制动牵引、螺钉排列方式、复位质量、年龄、身体质量指数、受伤至手术时间等可能影响因素进行单因素分析,并对 $P<0.05$ 的单因素进行多因素 Logistic 回归分析。并构建列线图风险模型。结果:167 例股骨颈骨折患者术后早期发生股骨头坏死的发生率为 22.76%。合并糖尿病 [$OR=5.139, 95\%CI(1.405, 18.793), P=0.013$]、骨折移位情况 [$OR=3.723, 95\%CI(1.105, 12.541), P=0.034$]、术前制动牵引 [$OR=3.444, 95\%CI(1.038, 11.427), P=0.043$]、复位质量 [$OR=3.524, 95\%CI(1.676, 7.411), P=0.001$]和受伤至手术时间 [$OR=1.270, 95\%CI(1.154, 1.399), P=0.000$]是股骨颈骨折患者术后早期发生股骨头坏死的独立危险因素。Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验 ($\chi^2=3.951, P=0.862$), 受试者工作特征(receiver operator characteristic, ROC) 曲线下面积为 0.944 [$P<0.001, 95\%CI(0.903, 0.987)$], 灵敏度为 89.50%, 特异性为 88.40%, 最大约登指数为 0.779, 模型校正曲线总体趋势接近理想曲线。模型回归方程 $Z=1.637\times$ 合并糖尿病+1.314×骨折移位情况+1.237×术前制动牵引+1.260×复位质量+0.239×受伤至手术时间-18.310。结论:股骨颈骨折患者术后早期股骨头坏死的发生受多重因素共同影响,根据因素建立的风险预警模型具有较好的预测效能。

【关键词】 股骨颈骨折; 固定手术; 股骨头坏死; 列线图预测模型

中图分类号:R683.42

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.20230679

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Analysis of influencing factors of early femoral head necrosis after femoral neck fracture and construction of nomogram prediction model

FU Zhi-qiang, WANG Wei, HE Fei-xiong, HONG Sheng-kun, ZHOU Wei-jun (Quzhou People's Hospital, Quzhou 324000, Zhejiang, China)

ABSTRACT **Objective** To explore the risk factors of early femoral head necrosis in patients with femoral neck fracture after operation, and to establish a nomogram prediction model. **Methods** A total of 167 patients with femoral neck fracture from January 2020 to April 2022 were selected and divided into necrosis group and non-necrosis group according to whether femoral head necrosis occurred in the early postoperative period. There were 21 males and 17 females in the necrosis group, aged from 33 to 72 years old, with an average of (53.49±10.96) years old, and the time from injury to operation ranged from 40 to 67 hours, with average time of (53.46±7.23) hours. There were 72 males and 57 females in the non-necrosis group, aged from 18 to 83 years, with an average of (52.78±12.55) years old, and the time from injury to operation was 18 to 65 hours, with an average time of (39.88±7.79) hours. The potential influencing factors, including patient gender, diabetes mellitus, hypertension, chronic liver disease, posterior inclination angle of the femoral head, operation mode, fracture displacement, fracture line location, preoperative braking traction, screw arrangement mode, reduction quality, age, body mass index (BMI), and injury to operation time were subjected to single factor analysis. Logistic multivariate regression analysis was conducted for factors with a significance level of $P<0.05$. **Results** The incidence of femoral head necrosis in 167 patients with femoral neck fracture was 22.76%. The following factors were identified as independent risk factors for early postoperative femoral head necrosis in pa-

基金项目:衢州市科学技术局指导性科技攻关项目(编号:2021026)

Fund program: Guiding Science and Technology Research Project of Quzhou Science and Technology Bureau (No.2021026)

通讯作者:付志强 E-mail: fzq17357078062@163.com

Corresponding author: FU Zhi-qiang E-mail: fzq17357078062@163.com

tients with femoral neck fractures; coexisting diabetes [OR=5.139, 95%CI(1.405, 18.793), P=0.013], displaced fracture [OR=3.723, 95%CI(1.105, 12.541), P=0.034], preoperative immobilization [OR=3.444, 95%CI(1.038, 11.427), P=0.043], quality of reduction [OR=3.524, 95%CI(1.676, 7.411), P=0.001], and time from injury to surgery [OR=1.270, 95%CI(1.154, 1.399), P=0.000]. The Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test ($\chi^2=3.951$, P=0.862), the area under the receiver operator characteristic (ROC) curve was 0.944 [P<0.001, 95%CI(0.903, 0.987)], with a sensitivity of 89.50%, the specificity was 88.40%, the maximum Youden index was 0.779, and the overall trend of the model correction curve was close to the ideal curve. Model regression equation was $Z=1.637 \times \text{diabetes} + 1.314 \times \text{fracture displacement} + 1.237 \times \text{preoperative braking traction} + 1.260 \times \text{reduction quality} + 0.239 \times \text{injury to operation time} - 18.310$. **Conclusion** The occurrence of early femoral head necrosis in patients with femoral neck fracture postoperatively is affected by multiple factors. The risk early warning model established according to the factors has good predictive efficacy.

KEYWORDS Femoral neck fracture; Fixed surgery; Femoral head necrosis; Nomogram prediction model

股骨颈骨折是发生在股骨头下端至股骨颈基底的骨折,多数由摔倒、侧翻、车祸或坠落伤等直接或间接的暴力导致,使得患者髋部疼痛感明显,且患者活动受到限制^[1-2]。手术已成为股骨颈骨折治疗的共识,其中螺钉内固定术因固定性强、创伤小且操作简单等优势而成为股骨颈骨折患者的首选治疗方法^[2-3]。但由于股骨颈解剖位置的特殊性,血液供应问题导致部分患者在术后出现股骨头坏死,致残率高,严重影响患者预后^[4-5]。目前,临床关于股骨颈骨折患者术后发生股骨头坏死的危险因素多集中于因素分析,涉及的考察因素周期较长,且关于其风险列线图模型鲜见报道。因此,本研究通过分析可能引起股骨颈骨折患者术后早期发生股骨头坏死的因素,构建风险列线图预测模型,以定量可视化的危险因素预测其的概率并及早采取措施介入,最大程度上减轻股骨头坏死的发生率。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准:单侧股骨颈骨折患者;行空心螺钉内固定手术患者;年龄 ≥ 18 周岁。排除标准:病理原因造成的骨折患者;合并有股骨头坏死或其他身体部位骨折患者;长期使用糖皮质激素治疗患者;长期酗酒患者;临床资料及随访资料不完整患者。

1.2 临床资料

自 2020 年 1 月至 2022 年 4 月收治的 167 例行固定手术治疗的股骨颈骨折患者,所有患者术后进行 3 个月的随访。根据《成人股骨头坏死临床诊疗指南(2016)》^[6]的具体标准,将患者分为坏死组 38 例和非坏死组 129 例。坏死组中 38 例,其中男 21 例,女 17 例,年龄 33~72(53.49 \pm 10.96)岁,受伤至手术时间 40~67(53.46 \pm 7.23)h;非坏死组 129 例,其中男 72 例,女 57 例,年龄 18~83(52.78 \pm 12.55)岁,受伤至手术时间 18~65(39.88 \pm 7.79)h。本研究经医学伦理委员会审批(审批号:伦审 2021 研第 002 号)。

1.3 研究方法

由关节外科 2 名经验丰富且经培训合格后的医

师进行患者的一般资料和临床资料进行收集与整理,并采用双人录入的方式,后进行核对。对收集的数据进行统计学分析。

1.4 观察项目

1.4.1 一般资料 收集患者的性别、年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)。

1.4.2 疾病因素 包括合并高血压、合并慢性肝病、糖尿病、骨折线部位(头下型/经颈型/基底型)、股骨头后倾角、骨折移位情况(移位/非移位)、受伤至手术时间。

1.4.3 手术指标 包括手术方式(闭合复位/切开复位)、螺钉排列方式(正三角形/倒三角形)、术前制动牵引、复位质量(I级、II级、III级、IV级)。其中,骨折移位情况以 Garden 分型^[7]为判断依据,分为 I-IV 型, I 型,不完全骨折或外展嵌插式骨折; II 型,没有移位的完全骨折; III 型,骨折部分移位; IV 型,骨折完全移位; III-IV 型则判定为骨折移位。复位质量根据 Garden 指数^[8]进行评价: I 级,正位 X 线片 160°~180°,侧位 X 线片 180°; II 级,正侧位 X 线片 155°~180°; III 级,正位 X 线片<155°或侧位片>185°; IV 级,正位 X 线片<155°,且侧位 X 线片>185°。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 21.0 统计软件处理数据,数据符合正态性,定量指标如年龄、BMI、受伤至手术时间用均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,行 t 检验;如性别、合并糖尿病、合并高血压、合并慢性肝病、股骨头后倾角、手术方式、骨折移位情况、骨折线部位、术前制动牵引、螺钉排列方式、复位质量等定性指标,采用例表示,行 χ^2 检验,以股骨颈骨折患者术后早期是否发生股骨头坏死为因变量,以单因素分析中有统计学意义的因素作为自变量,采用 Logistic 回归分析其独立危险因素,模型回归方程 $Z=\text{常量} + A_1 \times \beta_1 + A_2 \times \beta_2 + \dots + A_n \times \beta_n$, A_n 代表某因素, β_n 为该因素经过多因素 Logistic 回归分析得到的权重。通过 Rstudio 4.2.1 绘制风险预警评分模型列线图、受试者工作特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线和校正曲线,

Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验与校准曲线评估模型一致性,并进行内部验证。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 单因素分析

由表 1 可知,167 例股骨颈骨折患者术后早期发生股骨头坏死的发生率为 22.76%(38/167)。坏死组患者性别、年龄、BMI、合并高血压、合并慢性肝病、骨折线部位、手术方式、股骨头后倾角和螺钉排列方式与非坏死组患者比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$),坏死组合并糖尿病、骨折移位情况、术前制动牵引、复位质量和受伤至手术时间与非坏死组患者比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。

2.2 多因素 Logistic 分析

以股骨颈骨折患者术后早期是否发生股骨头坏死为因变量,以表 1 中 $P < 0.05$ 的指标为自变量(赋值如表 2)进行 Logistic 回归分析,结果显示,在其他因素得到控制情况下,合并糖尿病、骨折移位情况、术前制动牵引、复位质量和受伤至手术时间是股骨颈骨折患者术后早期发生股骨头坏死的独立危险因素($OR > 1, P < 0.05$),见表 2、表 3。

2.3 风险预警评分模型列线图

以 Logistic 回归分析得到的 6 个变量为基础,通过 Rstudio 4.2.1 建立股骨颈骨折患者术后发生股骨头坏死的风险预测列线图(图 1)。临床实际应用时,结合患者资料,以各指标相应得分位置点做垂直线向“分数”标准评分轴方向延伸,各项指标得到的分数相加,在总分轴对应点沿“股骨头坏死风险”的方向轴向下做垂直线,所得分数即为股骨颈骨折患者术后早期发生股骨头坏死的可能概率。

2.4 模型预测效果检验

Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验结果显示, $\chi^2 = 3.951, P = 0.862$ 。ROC 曲线下面积(图 2)为 0.944 [$P < 0.001, 95\% CI (0.903, 0.987)$], 敏感度为 89.50%, 特异性为 88.40%, 最大约登指数为 0.779, 模型校正曲线总体趋势接近理想曲线(图 3)。模型回归方程 $Z = 1.637 \times \text{合并糖尿病} + 1.314 \times \text{骨折移位情况} + 1.237 \times \text{术前制动牵引} + 1.260 \times \text{复位质量} + 0.239 \times \text{受伤至手术时间} - 18.310$ 。

3 讨论

内固定手术对股骨颈骨折患者髋关节周围血管造成的创伤,诱导血小板粘附、血栓形成是导致患者术后股骨头坏死的重要原因,其发生率可达到 9.88%~23.61%^[9]。在本研究 167 例行内固定手术治疗的股骨颈骨折患者中,术后股骨头坏死的发生率为 22.76%。因此,建立其风险预警评分模型具有一

表 1 股骨颈骨折患者术后早期发生股骨头坏死单因素分析

Tab.1 Univariate analysis of early postoperative osteonecrosis of femoral head of patients with femoral neck fracture

因素	坏死组 (例数=38)	非坏死组 (例数=129)	检验值	P 值
性别/例			$\chi^2=0.004$	0.952
男	21	72		
女	17	57		
合并糖尿病/例			$\chi^2=4.587$	0.032
有	24	56		
无	14	73		
合并高血压/例			$\chi^2=2.034$	0.154
有	25	68		
无	13	61		
合并慢性肝病/例			$\chi^2=0.515$	0.473
有	19	56		
无	19	73		
股骨头后倾角/例			$\chi^2=1.737$	0.188
>15°	22	59		
≤15°	16	70		
手术方式/例			$\chi^2=3.384$	0.066
闭合复位	25	63		
切开复位	13	66		
骨折移位情况/例			$\chi^2=11.895$	0.001
移位	28	54		
非移位	10	75		
骨折线部位/例			$\chi^2=0.585$	0.746
头下型	17	52		
经颈型	13	42		
基底型	8	35		
术前制动牵引/例			$\chi^2=5.067$	0.024
是	20	42		
否	18	87		
螺钉排列方式/例			$\chi^2=0.237$	0.626
正三角形	17	52		
倒三角形	21	77		
复位质量/例			$\chi^2=4.204$	<0.001
I 级	3	37		
II 级	6	44		
III 级	15	29		
IV 级	14	19		
年龄($\bar{x} \pm s$)/岁	53.49±10.96	52.78±12.55	$t=0.315$	0.753
BMI($\bar{x} \pm s$)/(kg·m ⁻²)	19.25±3.92	19.72±3.58	$t=0.696$	0.488
受伤至手术时间 ($\bar{x} \pm s$)/h	53.46±7.23	39.88±7.79	$t=9.595$	<0.001

表 2 自变量赋值表
Tab.2 Independent variable assignment table

变量	赋值
骨折移位情况	移位=1, 非移位=0
复位质量	I 级=1, II 级=2, III 级=3, IV 级=4
受伤至手术时间	连续定量资料
合并糖尿病、术前制动牵引、术后早期是否发生股骨头坏死	是=1, 否=0

定的临床意义。

单因素分析结果显示,合并糖尿病、骨折移位情况、术前制动牵引、复位质量和受伤至手术时间是股骨颈骨折患者术后早期股骨头坏死的主要影响因素。综合现有报道的文献分析,其可能原因如下:(1)股骨头坏死多由股骨头血流的血氧供应失衡而引起,糖尿病患者血液长期处于高血糖状态,血管内皮细胞损害后易导致血管出现收缩、舒张功能异常,同时,因患者血液黏稠度高,红细胞的变形性降低,增加了血栓发生的概率^[10],当股骨颈骨折部位血氧供应不足时,则容易导致股骨头坏死的发生。(2)Garden 分型是针对骨骼损伤程度、骨折端的移位和稳

定性提出的临床分型,分型越高的患者,代表其骨折移位程度越大,这也意味着骨折断端复位及血管的重建难度亦相应增加,加之内固定对股骨头周围血管的损伤,增加了股骨头坏死的风险^[11]。(3)术前制动牵引是传统对症治疗中用于稳定骨折断裂一端,减少再次位移和减轻疼痛的手段,但侯洪涛^[12]研究显示,术前制动牵引使患者术后股骨头坏死的风险增加。在本研究中,股骨头坏死的病例中有 52.63% (20/38) 的患者术前均进行过制动牵引,与其结果相符合。有学者认为,术前牵引拉伸了关节囊,使得关节内体积变小,在此过程中加剧了关节囊内的血肿填塞效应,加重血管内缺血,且由于牵拉致使血管循环受损,静脉回流受阻,导致股骨头坏死的可能性增加^[13]。(4)在临床中,股骨颈骨折后的早期治疗被认为是减少术后并发症发生的重要因素,从理论上分析,对骨折结构进行早期手术的固定,能有效减轻血管的受压,改善血液供应,从而降低并发症^[14]。本研究结果与之相符合,但可能受不同地域、经济和医疗环境的影响,不同研究呈现的结果均有所差异,在张雅文等^[15]、PEI 等^[16]的研究中,受伤至手术时间的长短对术后股骨头坏死的影响无明显相

表 3 股骨颈骨折患者术后早期发生股骨头坏死的 Logistic 回归分析
Tab.3 Logistic analysis of early postoperative necrosis of the femoral head of patients with femoral neck fracture

变量	B 值	SE 值	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI	
						下限	上限
常量	-18.310	3.143	33.948	0.000	0.000		
合并糖尿病	1.637	0.662	6.121	0.013	5.139	1.405	18.793
骨折移位情况	1.314	0.620	4.500	0.034	3.723	1.105	12.541
术前制动牵引	1.237	0.612	4.086	0.043	3.444	1.038	11.427
复位质量	1.260	0.379	11.028	0.001	3.524	1.676	7.411
受伤至手术时间(h)	0.239	0.049	23.725	0.000	1.270	1.154	1.399

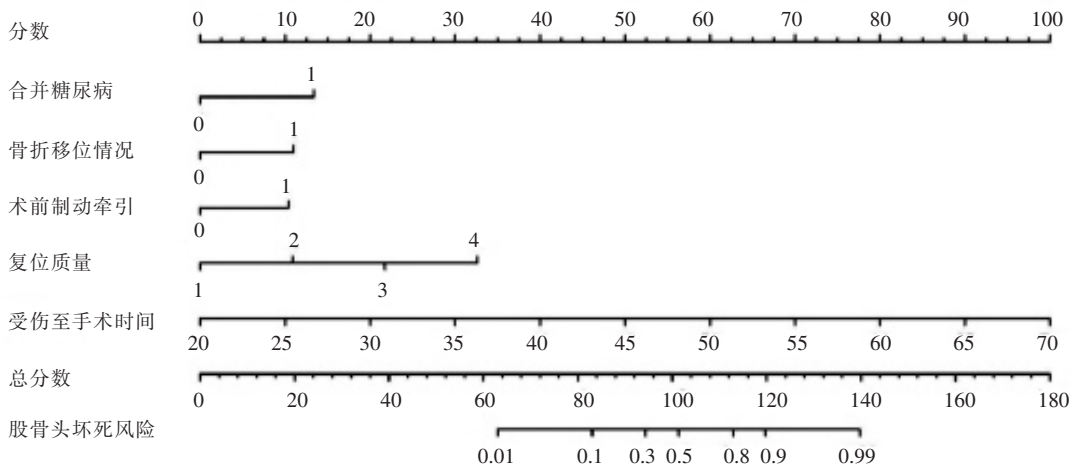


图 1 股骨颈骨折患者术后早期发生股骨头坏死的风险预警列线图

Fig.1 Nomogram for risk warning of osteonecrosis of the femoral head early after surgery in patients with femoral neck fracture

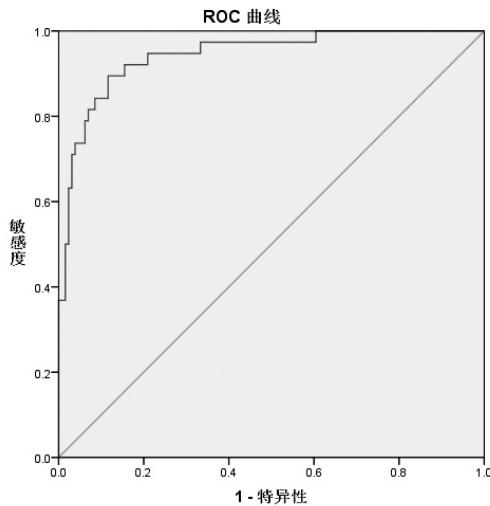


图 2 模型的 ROC 曲线
Fig.2 ROC curve of the model

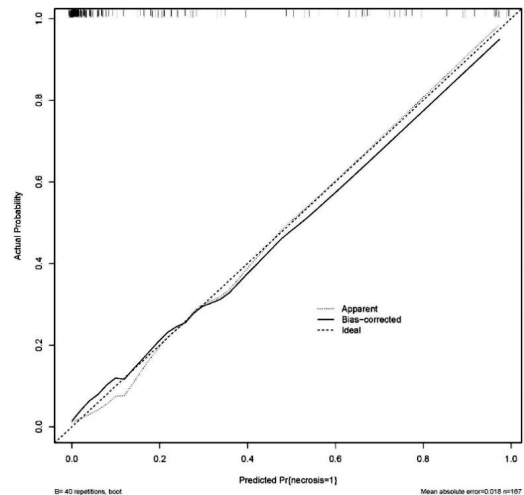


图 3 模型校正曲线
Fig.3 Model calibration curve

关。(5) 复位质量是恢复患者股骨颈血液灌注的关键,良好的复位能够恢复力线正常,分散应力,而不当的复位容易使股骨颈周围的血管发生变形,不利于局部血液供应的重建,断端骨小梁重建的条件得不到满足,易造成股骨颈部位的生物力学不平衡,进而发生股骨头坏死^[17-18]。

Logistic 回归分析显示,合并糖尿病、骨折移位情况、术前制动牵引、复位质量和受伤至手术时间是股骨颈骨折患者术后早期股骨头坏死的独立危险因素,表明在由其他因素混杂的情况下,该五种因素仍能独立影响患者术后股骨头坏死的发生。针对以上因素,研究构建了风险预警列线图评分模型,涉及的指标获取均相对简单,评价方法简便可行,数字化、可视化的列线图不仅可通过不同危险因子进行数值化的预测,而且有利于提高临床疾病的治疗和预后,提前对相关方面进行措施干预,降低股骨头坏死发生率。此外,本研究对该模型的预测效能进行了评价,表明了该风险预警模型的拟合优度良好,具有较好的预测效能。但本研究同时存在不足之处,由于本研究的对象范围较小,样本为单中心取样,病例数量有限且年限跨度不足,相关模型仍需要扩大样本进行多中心研究,在临床实践中进一步修正和完善。

综上所述,股骨颈骨折患者术后早期股骨头坏死受糖尿病、骨折移位情况、术前制动牵引、复位质量和受伤至手术时间等多重因素共同影响,根据该因素建立的风险预警模型具有较好的预测效能,适合在临床上推广。

参考文献

[1] 党修亭. Pauwels II、III型股骨颈骨折的内固定治疗进展[J]. 中国微创外科杂志, 2022, 22(11): 909-913.
DANG X T. Progress in internal fixation of pauwels type II and III

femoral neck fractures[J]. Chin J Min Inv Surg, 2022(11): 909-913. Chinese.
[2] DÍAZ A R, NAVAS P Z. Risk factors for trochanteric and femoral neck fracture[J]. Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed), 2018, 62(2): 134-141.
[3] 赵俊, 陈昌胜, 徐众华, 等. 股骨颈内固定系统与单纯空心螺钉内固定治疗 65 岁以下股骨颈骨折的比较[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(36): 5823-5827.
ZHAO J, CHEN C S, XU Z H, et al. Comparison of femoral neck internal fixation system and simple cannulated screw internal fixation in the treatment of femoral neck fractures in patients under 65 years old[J]. Chin J Tissue Eng Res, 2023, 27(36): 5823-5827. Chinese.
[4] 窦志刚, 王功磊, 庞寅田, 等. 股骨颈骨折内固定术后股骨头坏死与血清骨代谢及血管活性因子的关系及危险因素探究[J]. 中国骨伤, 2021, 34(3): 215-219.
DOU Z G, WANG G L, PANG Y T, et al. Relationship and risk factors of osteonecrosis of femoral head after internal fixation of femoral neck fracture with serum bone metabolism and vasoactive factors [J]. China J Orthop Traumatol, 2021, 34(3): 215-219. Chinese.
[5] OUYANG X, DING Y Z, YU L, et al. Effects of hip replacement combined with alendronate sodium on postoperative healing of osteoporotic femoral neck fracture and levels of CTX-1 and BALP in patients[J]. Exp Ther Med, 2019, 18(6): 4583-4590.
[6] 中国医师协会骨科医师分会显微修复工作委员会, 中国修复重建外科专业委员会骨缺损及骨坏死学组, 中华医学会骨科分会显微修复学组. 成人股骨头坏死临床诊疗指南(2016)[J]. 中华骨科杂志, 2016, 36(15): 945-954.
THE MICROSURGERY DEPARTMENT OF THE ORTHOPEDICS BRANCH OF THE CHINESE MEDICAL DOCTOR ASSOCIATION, THE GROUP FROM THE OSTEONECROSIS AND BONE DEFECT BRANCH OF THE CHINESE ASSOCIATION OF REPARATIVE AND RECONSTRUCTIVE SURGERY, THE MICROSURGERY AND RECONSTRUCTIVE SURGERY GROUP OF THE ORTHOPEDICS BRANCH OF THE CHINESE MEDICAL ASSOCIATION. Guidelines for clinical diagnosis and treatment of adult femoral head necrosis (2016) [J]. Chin J Orthop, 2016, 36(15): 945-954. Chinese.

- [7] 张保中,常晓. 股骨颈骨折的分型及治疗方法的选择[J]. 中国骨伤,2016,29(11):973-976.
ZHANG B Z, CHANG X. Classification and treatment choice of femoral neck fractures[J]. China J Orthop Traumatol, 2016, 29(11):973-976. Chinese.
- [8] 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.
ZHUANG Z K, XU Z Q, GUO J H, et al. Risk factors of femoral head necrosis after internal fixation for femoral neck fracture in the young and middle-aged[J]. Orthop J China, 2018, 26(22):2044-2049. Chinese.
- [9] 聂润华,许纯锐,吴小宝,等. 股骨颈骨折患者行空心钉固定术后发生股骨头坏死的相关因素[J]. 中外医学研究,2022,20(9):41-44.
NIE R H, XU C R, WU X B, et al. Related factors of femoral head necrosis fixation in patients with neck fracture after hollow screw fixation[J]. Chin Foreign Med Res, 2022, 20(9):41-44. Chinese.
- [10] 齐书环,赵继朋. 股骨颈骨折复位内固定术后股骨头坏死的危险因素分析[J]. 中国烧伤创疡杂志,2022,34(4):258-261.
QI S H, ZHAO J P. Analysis of risk factors for femoral head necrosis following reduction and internal fixation for femoral neck fracture[J]. Chin J Burns Wounds Surf Ulcers, 2022, 34(4):258-261. Chinese.
- [11] 刘冠虹,吉万波,刘锦涛,等. 股骨颈骨折内固定术后股骨头坏死的相关因素分析及生活质量评价[J]. 中国骨伤,2020,33(8):750-757.
LIU G H, JI W B, LIU J T, et al. Analysis of related factors and evaluation of quality of life of osteonecrosis of femoral head after internal fixation of femoral neck fracture[J]. China J Orthop Traumatol, 2020, 33(8):750-757. Chinese.
- [12] 侯洪涛. 股骨颈骨折内固定术后股骨头坏死危险因素研究[J]. 中国伤残医学,2020,28(7):15-16.
HOU H T. To investigate the causes of femoral head necrosis after internal fixation of femoral neck fractures and provide reliable reference for clinical diagnosis and treatment of the disease[J]. Chin J Trauma Disabil Med, 2020, 28(7):15-16. Chinese.
- [13] 江宜松,彭昊. 股骨颈骨折患者内固定术后发生股骨头坏死的相关因素分析[J]. 生物骨科材料与临床研究,2022,19(5):51-54,60.
JIANG Y S, PENG H. Analysis of related factors of femoral head necrosis after internal fixation in patients with femoral neck fracture[J]. Orthop Biomech Mater Clin Study, 2022, 19(5):51-54,60. Chinese.
- [14] 江宜松,彭昊. 股骨颈骨折患者并发股骨头坏死的预后相关影响因素[J]. 生物骨科材料与临床研究,2022,19(3):68-71.
JIANG Y S, PENG H. Prognostic factors of femoral head necrosis in patients with femoral neck fracture[J]. Orthop Biomech Mater Clin Study, 2022, 19(3):68-71. Chinese.
- [15] 张雅文,侯国进,周方,等. Pauwels III型股骨颈骨折闭合复位内固定术后缺血性股骨头坏死的多因素分析[J]. 中国微创外科杂志,2020,20(12):1057-1062.
ZHANG Y W, HOU G J, ZHOU F, et al. Multivariate analysis of ischemic femoral head necrosis after closed reduction and internal fixation for pauwels type III femoral neck fracture[J]. Chin J Minim Invasive Surg, 2020, 20(12):1057-1062. Chinese.
- [16] PEI F, ZHAO R, LI F L, et al. Osteonecrosis of femoral head in young patients with femoral neck fracture: a retrospective study of 250 patients followed for average of 7.5 years[J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15(1):238.
- [17] 王添兴,李国庆,汪洋,等. 股骨颈骨折闭合复位空心加压螺钉内固定术后股骨头坏死的影响因素分析[J]. 实用骨科杂志,2019,25(2):105-108,112.
WANG T X, LI G Q, WANG Y, et al. Analysis of influencing factors of femoral head necrosis after closed reduction and internal fixation with cannulated compression screws[J]. J Pract Orthop, 2019, 25(2):105-108, 112. Chinese.
- [18] 刘刚,刘卫东,张猛,等. 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[J]. 局解手术学杂志,2021,30(6):506-510.
LIU G, LIU W D, ZHANG M, et al. Influencing factors of femoral head necrosis after internal fixation with multiple hollow compression screws for femoral neck fractures[J]. J Reg Anat Oper Surg, 2021, 30(6):506-510. Chinese.

(收稿日期:2024-02-06 本文编辑:朱嘉)