

股骨颈骨折内固定后发生股骨头缺血坏死的潜在多种危险因素剖析

张志浩¹, 徐奎帅¹, 张 靛², 王天瑞¹, 赵 夏³, 于腾波⁴, 张英泽¹, 陈进利^{1*}

¹青岛大学附属医院保膝中心, 山东 青岛

²青岛大学附属医院腹部超声科, 山东 青岛

³青岛大学附属医院运动医学科, 山东 青岛

⁴青岛市立医院关节外科, 山东 青岛

收稿日期: 2025年12月13日; 录用日期: 2026年1月7日; 发布日期: 2026年1月19日

摘 要

目的: 探究股骨颈骨折内固定术后发生股骨头缺血性坏死(Avascular Necrosis of the Femoral Head, ANFH)的危险因素, 进一步分析挽救性全髋关节置换术(Total Hip Arthroplasty, THA)后的临床疗效。
方法: 回顾性分析2020年1月至2022年6月在我院因股骨颈骨折内固定术后发生ANFH行THA的79例患者的临床资料, 另外, 纳入同期206例为非缺血坏死组, 通过单变量和多元Logistic回归分析确定并筛选出股骨颈骨折内固定后发生ANFH的独立危险因素。比较患者术前、术后1年、3年、5年髋关节Harris评分、髋部骨折功能恢复量表(Functional Recovery Scale, FRS)和疼痛视觉模拟量表(Visual Analogue Scale, VAS), 分析行THA后的中期临床疗效。结果: 纳入多元Logistic回归分析筛选出的独立危险因素共3个指标, 分别为: 年龄(OR = 1.048, 95% CI: 1.025, 1.072, P < 0.001)、饮酒史(OR = 0.048, 95% CI: 0.268, 0.924, P = 0.027)和手术时间(OR = 0.972, 95% CI: 0.951, 0.993, P = 0.010)。THA治疗后1年、3年、5年髋关节Harris评分和FRS评分均明显高于治疗前(F = 412.827, F = 225.759, P < 0.001), VAS评分明显低于治疗前(F = 128.783, P < 0.001)。结论: 高龄、饮酒史、更长的手术时间被认为是股骨颈骨折内固定术后发生ANFH的独立预测因素, 股骨颈骨折内固定失败后予以THA治疗后可改善患者的髋关节功能和生活质量。

关键词

股骨颈骨折, 股骨头缺血性坏死, 危险因素, 全髋关节置换术, 临床疗效

*通讯作者。

Analysis of Multiple Potential Risk Factors for Avascular Necrosis of the Femoral Head after Internal Fixation of Femoral Neck Fractures

Zhihao Zhang¹, Kuishuai Xu¹, Liang Zhang², Tianrui Wang¹, Xia Zhao³, Tengbo Yu⁴, Yingze Zhang¹, Jinli Chen^{1*}

¹Knee Preservation Center, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

²Department of Abdominal Ultrasound, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

³Sports Medicine Department, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

⁴Department of Joint Surgery, Qingdao Municipal Hospital, Qingdao Shandong

Received: December 13, 2025; accepted: January 7, 2026; published: January 19, 2026

Abstract

Objective: This paper aims to investigate the risk factors of Avascular Necrosis of the Femoral Head (ANFH) after internal fixation of femoral neck fracture, and further analyze the clinical efficacy of Total Hip Arthroplasty (THA). **Method:** The clinical data of 79 patients who underwent THA for ANFH after internal fixation of femoral neck fracture in our hospital from January 2020 to June 2022 were retrospectively analyzed. In addition, 206 patients were included in the non-ischemic necrosis group during the same period. The independent risk factors for ANFH after internal fixation of femoral neck fracture were identified and screened by univariate and multivariate Logistic regression analysis. Harris hip score, Functional Recovery Scale (FRS) and Visual Analogue Scale (VAS) were compared before, at 1, 3, and 5 years postoperatively. The mid-term clinical efficacy after THA was analyzed. **Results:** Three independent risk factors were screened out by multivariate Logistic regression analysis, including age (OR = 1.048, 95% CI: 1.025, 1.072, $P < 0.001$), drinking history (OR = 0.048, 95% CI: 0.268, 0.924, $P = 0.027$) and operation time (OR = 0.972, 95% CI: 0.951, 0.993, $P = 0.010$). Harris and FRS scores of hip joints at 1, 3 and 5 years after THA were significantly higher than those before THA ($F = 412.827$, $F = 225.759$, $P < 0.001$), and VAS scores were significantly lower than those before THA ($F = 128.783$, $P < 0.001$). **Conclusions:** Advanced age, drinking history, and longer operative time were considered to be independent predictors of ANFH after internal fixation of femoral neck fracture. THA treatment after failed internal fixation of femoral neck fracture could improve the hip function and quality of life of patients.

Keywords

Femoral Neck Fracture, Avascular Necrosis of the Femoral Head, Risk Factors, Total Hip Arthroplasty, Clinical Efficacy

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

股骨颈骨折是一种严重的病变,在临床中较为常见,严重影响患者的生活质量、患肢功能和预期寿命,随着全球人口老龄化的加剧,髋部骨折的发病率和绝对病例数呈上升趋势,据估计,到2050年,中国65岁及以上人群的髋部骨折病例将达130万[1][2]。股骨颈骨折复位后内固定是年轻患者和部分老年患者的首选治疗方案。若骨折复位质量较差,则术后极易发生股骨头缺血性坏死(Avascular Necrosis of the Femoral Head, ANFH) [3][4]。既往研究中,描述了各种发生ANFH的危险因素,如年龄、性别、位移程度、骨折模式、手术间隔、内固定方法、治疗时机等[5]。然而,这些研究的结果往往有争议。本研究的主要目的之一是探究影响经内固定治疗后出现ANFH的因素。

ANFH主要的治疗选择包括保留股骨头和重建髋关节[5]。保留股骨头的手术包括股骨头钻孔减压,电刺激,截骨术和植骨,虽起到一定缓解症状的作用,但长期效果欠佳[6]。全髋关节置换术(THA)作为一种挽救性手术,可有效改善患者的髋关节功能,近年来被诸多学者广泛应用于临床[7]。为进一步证实其临床疗效,笔者回顾性分析了股骨颈骨折内固定失败后改行THA治疗的79例患者的病历资料,所有患者对比术前、术后功能评分进行了至少5年的随访,现报告如下。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

本研究设计类型为回顾性队列研究。研究纳入2020年1月1日至2022年6月在青岛大学附属医院因股骨颈骨折内固定术后发生ANFH行THA的79例患者的临床资料,纳入同期206例为非缺血坏死组。病例的纳入标准:(1)患者年龄超过18岁;(2)临床诊断符合股骨颈骨折,未合并其他骨折;(3)股骨颈骨折内固定术后发生ANFH并于我院行THA术的患者;(4)病例资料完善,所有患者签署知情同意书。排除标准:(1)行股骨颈骨折内固定术或THA的同时行其他手术;(2)陈旧性或病理性股骨颈骨折;(3)资料不完善或患者失访。最终,本研究共纳入符合纳入、排除标准的病例285例,其中,男性159人,女性126人,左侧119例,右侧166例,平均年龄为 52.93 ± 15.31 岁(范围:20~86岁)。本研究通过了青岛大学附属医院伦理委员会批准(批准号:QYFYWZLL26624)。

2.2. 资料收集

所有资料从本院电子病案系统收集,由2位运动医学科医师独立收集,对有争议的数据交由第3位运动医学科医师及2位收集资料的医师商议确定。设计统一规范的调查表格,包括患者一般资料(年龄、性别、BMI、手术侧别)、生活习惯(吸烟史、饮酒史)、既往病史(高血压、糖尿病)、手术记录(手术时间)和其他指标(是否取出内固定物、创伤机制、术前是否牵引、完全负重时间、骨折线位置、Garden指数)。

2.3. 手术操作

全身麻醉或硬膜外麻醉,患者取健侧卧位,后外侧15 cm左右切口逐渐暴露骨折部位,完整取出内固定装置和股骨头,取部分内固定周围组织送病理检查和细菌培养。根据患者情况,置入适当的髋臼假体。并于臼杯假体固定、股骨扩髓后,植入股骨假体;调整假体位置使其与骨折部位协调后,放置引流管,缝合切口。所有患者均使用低分子肝素预防深静脉血栓,术后48小时内静脉使用抗生素预防感染,并在专业治疗师的帮助下接受日常康复训练。

2.4. 观察指标

(1)采用Harris髋关节功能评分进行评价髋关节功能,总分100分,评分越高代表髋关节功能越

好[7]。

(2) 采用 Zuckerman 髌部骨折功能恢复量表(Functional Recovery Scale, FRS)评估患者关节功能, FRS 量表包括日常生活能力、工具生活能力和行走能力三方面内容, 共 11 个小题, 满分为 100 分, 得分越高表明关节功能恢复越满意[8]。

(3) 疼痛视觉模拟量表(Visual Analogue Scale, VAS)评估患者髌部/股部的疼痛程度, 0 分, 无疼痛; 1~3 分, 轻度疼痛; 4~6 分, 中等疼痛, 影响睡眠; 7 到 10 分, 重度疼痛, 无法入眠。

2.5. 统计学分析

所有统计学检验使用 SPSS 25.0 软件进行, 对年龄、手术时间、Harris 评分、FRS 和 VAS 评分等计量资料进行检验, 以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 两组比较运用配对样本 t 检验。性别、手术侧别等计数资料采用 χ^2 检验。手术前后不同阶段的功能评分比较运用重复测量方差分析, 满足“球对称”假设则采用未校正的 F 界值, 如果不满足“球对称”假设, 采用 Greenhouse-Geisser 对 F 界值进行校正; 以是否发生 ANFH 为因变量, 多因素分析采用二分类 Logistic 回归, 检验水准 α 值取双侧 0.05。

3. 结果

3.1. 两组临床资料单因素分析

本研究共纳入研究对象 285 例, 其中, 正常组 206 例, ANFH 组 79 例。两组患者的基线资料进行单因素分析(表 1)。结果提示年龄、饮酒史和手术时间 3 个指标经比较后, 差异具有统计学意义($P < 0.05$), 其他变量无统计学意义($P > 0.05$)。

Table 1. Univariate analysis of clinical data in two patient groups
表 1. 两组患者临床资料单因素分析

Variable	正常组 (n = 206)	ANFH 组 (n = 79)	t/z/ χ^2	P
性别			0.082	0.775
男	116	43		
女	90	36		
年龄(岁)	50.24 $\pm$ 16.11	59.95 $\pm$ 10.13	4.989	<0.001*
侧别				
左侧	82	37	1.160	0.281
右侧	124	42		
BMI (例)			0.002	0.967
<25 kg/m ²	84	32		
$\geq$ 25 kg/m ²	122	47		
吸烟			2.364	0.124
是	81	39		
否	125	40		
饮酒			7.061	0.008*
是	44	29		
否	162	50		
高血压病史			0.241	0.624
是	49	21		
否	157	58		
糖尿病病史			0.089	0.766
是	36	15		

续表

否	170	64		
是否取出内固定物			1.392	0.238
是	21	12		
否	185	67		
创伤机制			0.236	0.627
低能量	116	47		
高能量	90	32		
术前牵引			1.089	0.297
是	121	41		
否	85	38		
创伤 - 手术间隔时间				
<48 h	51	17	0.330	0.566
≥48 h	155	62		
手术时间(min)	83.98 ± 13.63	79.68 ± 13.62	-2.383	0.018*
完全负重时间			0.463	0.496
<3 个月	90	31		
≥3 个月	116	48		
骨折线位置			4.070	0.131
头下型	29	19		
经颈型	166	56		
基底型	11	4		
Garden 指数			2.896	0.089
I/II 级	104	21		
III/IV 级	102	58		

注：*P < 0.05。

3.2. 股骨颈骨折复位内固定术后发生 ANFH 的多因素分析

将是否发生 ANFH 为因变量，将基线资料中有意义的指标纳入多因素 Logistic 回归分析中，结果提示高龄、饮酒史、更长的手术时间是预测股骨颈骨折复位内固定术后发生 ANFH 的独立危险因素(表 2)。

Table 2. Multivariate logistic regression analysis of ANFH occurrence after femoral neck fracture internal fixation

表 2. 股骨颈骨折内固定术后发生 ANFH 的多因素 logistic 回归分析

相关因素	回归系数	标准误	Wald	OR	95%CI	P
年龄	0.047	0.011	17.006	1.048	1.025~1.072	<0.001*
手术时间	-0.029	0.011	6.664	0.972	0.951~0.993	0.010*
饮酒史	-0.698	0.316	4.888	0.498	0.268~0.924	0.027*

注：*P < 0.05。

3.3. 79 例患者 THA 治疗后的中期随访结果

病人术后 1 年、3 年和 5 年时的髋关节功能评分逐渐增加，疼痛评分逐渐下降(表 3)。病人术前髋关节 Harris 评分为 44.86 ± 12.77，术后 1 年、3 年和 5 年分别为 65.15 ± 9.12、78.73 ± 13.58、89.1 ± 3.47，差异均有统计学意义(F = 412.827, P < 0.05)。术前 VAS 评分为 5.44 ± 0.81，术后 1 年、3 年和 5 年分别为 4.05 ± 0.8、3.52 ± 0.68、2.16 ± 0.79，差异有统计学意义(F = 225.759, P < 0.05)。术前 FRS 评分为 47.46 ± 14.14，术后 1 年、3 年和 5 年分别为 69.54 ± 12.89、73.38 ± 13.56、83.67 ± 11.11，差异均有统计学意义。

($F = 128.783$, $P < 0.05$)。

Table 3. Comparison of clinical outcomes before THA treatment and at 1, 3, and 5 years after treatment

表 3. THA 治疗前及治疗后 1 年、3 年、5 年后的临床疗效比较

项目	治疗前	术后 1 年	术后 3 年	术后 5 年	F	P
Harris 评分	44.86 ± 12.77	65.15 ± 9.12*	78.73 ± 13.58*	89.1 ± 3.47*	412.827	<0.001
FRS 评分	47.46 ± 14.14	69.54 ± 12.89*	73.38 ± 13.56*	83.67 ± 11.11*	225.759	<0.001
VAS 评分	5.44 ± 0.81	4.05 ± 0.8*	3.52 ± 0.68*	2.16 ± 0.79*	128.783	<0.001

注：与治疗前比较，* $P < 0.05$ 。

4. 讨论

股骨颈骨折内固定治疗是一种安全简单的治疗方案，但是远期也存在骨折不愈合、ANFH、内固定松动等风险，导致部分患者不得不接受翻修手术，其中 ANFH 发生率为 17.4% [9] [10]。探究股骨颈骨折内固定后发生 ANFH 的危险因素，通过术前评估，对内固定失败风险较高的患者行一期髋关节置换术，可降低二次手术率。本研究发现高龄、饮酒史和更长的手术时间是股骨骨折内固定后发生 ANFH 的重要预测因素，未观察到性别、合并症、创伤 - 手术间隔时间、是否牵引和 Garden 指数与 ANFH 发生之间的相关性。

高龄是导致股骨颈骨折患者内固定术后 ANFH 高发的主要原因，该结论与既往文献较为一致 [11] [12]。年龄和手术时间的临界点分别为 ≤ 69 岁和 ≤ 43 小时，在多变量分析中，年龄 ≤ 69 岁是 ANFH 发生的重要预测指标 [13]。随着患者年龄增大，身体机能有所下降，成骨细胞活性相对降低，破骨细胞较为活跃，骨密度自然降低。骨密度降低引起股骨头局部血运变差，从而增加了 ANFH 发生率。高龄人群往往合并高血压、糖尿病、心血管疾病等多种基础疾病，这些疾病会进一步影响全身的血液循环和代谢状态，阻碍骨折愈合，促使 ANFH 的发生 [14]。然而，不同的研究发现，患者的年龄与无血管坏死的发生无关，ANFH 与骨折复位的质量，固定的充分性，移位的程度和后皮质的粉碎程度密切相关 [15] [16]。

以前很少有研究分析饮酒史与 ANFH 的相关性。饮酒过量容易导致股骨头的缺血性坏死，由于酗酒引起血液中的脂质代谢异常，导致脂质微粒变大，栓塞股骨头的血管，因股骨头的血液供应，主要来自于经股骨颈上行的滋养血管，当脂肪微粒栓塞血管，血液供应中断，导致股骨头软骨下骨的血液循环障碍，并且进而发展为骨细胞死亡、髋关节表面塌陷，进一步造成髋关节骨关节炎。另外，长期饮酒可能影响体内骨骼代谢相关的激素的平衡，例如，雄激素的分泌，而雄激素对骨骼的生长、发育和维持骨量具有重要作用。雄激素水平下降进一步会影响成骨细胞的功能和活性，不利于骨折后的修复和股骨头的正常代谢。同时，酒精还可能干扰甲状腺激素等对钙磷代谢的调节，进一步影响骨骼健康，增加股骨头坏死的风险。长期饮酒导致的骨质疏松也是发生 ANFH 的危险因素。在多变量分析中，影响股骨颈骨折后发生 ANFH 的独立危险因素，饮酒史呈现保护性的反常结果，可能与本研究收集饮酒史并未进一步追踪酒精摄入有关。酒精在低剂量时可能对炎症反应有一定调节作用。股骨颈骨折后，局部会产生炎症反应，过度的炎症可能会影响骨折愈合及股骨头的血运。酒精及其代谢产物可能通过调节炎症因子的表达，减轻局部炎症程度，从而对股骨头坏死的发生起到一定的抑制作用。适量饮酒可能促使相关激素促进骨折愈合及保护血管。

既往研究也证实手术的时间越短，骨折愈合率越高 [13]。此结论与本研究结果较为一致，手术时间的延长造成了手创伤的增加，手术中对于局部组织的暴露时间增加，会导致组织创伤范围增大，进一步破坏股骨头周围血运及正常组织结构，骨折端血供破坏增加，断端愈合缓慢。同时手术时间延长不可避免地增加了手术切口感染的可能性，干扰骨折愈合情况。另一方面，更长的手术时间可能伴随着更好的骨

折复位,主刀医生在处理合并损伤时更加得心应手,在精细血管的修复上更完善,这也使得手术时间在多因素分析中不如高龄显著。另外,受伤害后尽快进行治疗可降低 ANFH 的发生,在受伤后 24 小时内接受手术治疗的患者的 ANFH 发生率显著降低。在受伤 6 小时内接受治疗的患者的 ANFH 发生率明显低于移位性骨折的患者[15]。对于创伤手术间隔时间而言,有人认为缓迟手术治疗增加了股骨头坏死的风险,持这种观点的原因是股骨颈发生骨折后,关节囊内压力上升,使得髋关节内的血管受压,影响股骨头的血液供应,所以主张尽早手术减压尽快恢复血供。另一方面,骨折移位可能造成血管受压、扭曲、痉挛,早期复位内固定,可以减少血管损伤,更好的保护股骨头[14]。而在本研究中并未发现股骨颈骨折后 ANFH 与创伤-手术时间有密切的相关性。

股骨颈骨折内固定后一旦发生 ANFH,后期多采用 THA 治疗,THA 的主要目的是去除疼痛、矫正畸形。已有研究证明,THA 可有效恢复患者的髋关节功能[7] [17]。内固定失败后行 THA 翻修时手术难度通常较大,手术切口需延长、粘连的瘢痕组织影响手术视野,术中需花费时间进行广泛松解以暴露髋关节,另外,部分患者在取出内固定物时可能较为困难,存在术中固定物周围骨折和内固定物断裂等风险,手术创伤大,术中出血多。目前多数研究结果提示挽救性 THA 虽可有效提高患者髋关节功能,但总体疗效和远期随访结果仍不甚满意[18]。高笠博等学者[19]研究发现,在恢复髋关节功能方面,空心钉内固定的效果要优于挽救性关节置换,且创伤更小。此结论与本研究结果存在一定差异。但不可否认的是,针对股骨头塌陷较重、关节面破坏明显的 ANFH 患者,THA 可以解决股骨头坏死导致的髋关节疼痛及功能障碍,提高患者日常生活能力,远期疗效更佳。

我们的研究有一些局限性,应该考虑:(1) 本研究是回顾性研究,存在样本量较少的问题,需进一步扩大样本量。(2) 本研究纳入影响 ANFH 的因素不全面,未纳入 Pauwels 角、复位质量、实验室检查等指标。(3) 就诊并治疗的患者均来自我院,存在地域的局限性,未进行多中心研究。

5. 结论

高龄、饮酒史、更长的手术时间被认为是股骨颈骨折内固定术后发生 ANFH 的独立预测因素,股骨颈骨折内固定失败后予以 THA 治疗后可改善患者的髋关节功能和生活质量。

基金项目

国家自然科学基金,项目编号:82472431。

利益冲突

作者申明本文无利益冲突。

参考文献

- [1] Peng, W., Bi, N., Zheng, J. and Xi, N. (2020) Does Total Hip Arthroplasty Provide Better Outcomes than Hemiarthroplasty for the Femoral Neck Fracture? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Chinese Journal of Traumatology*, **23**, 356-362. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2020.09.005>
- [2] Godoy-Monzón, D., Cid-Casteulani, A., Svarzchtein, S., Sasaki, S. and Pascual-Espinosa, J. (2024) Necrosis avascular de la cabeza femoral tras COVID-19: presentación clínica y manejo. Resultados clínico-funcionales de descompresión y suplementación con aspirado de células de médula ósea [Avascular Necrosis of the Femoral Head after COVID-19: Clinical Presentation and Management. Clinical-Functional Outcomes of Decompression and Supplementation with Bone Marrow Cell Aspirate]. *Acta Ortopédica Mexicana*, **38**, 208-213. <https://doi.org/10.35366/116305>
- [3] Wang, P., Shao, W., Wang, Y., Wang, B., Lv, X. and Feng, Y. (2024) Angiogenesis of Avascular Necrosis of the Femoral Head: A Classic Treatment Strategy. *Biomedicines*, **12**, Article 2577. <https://doi.org/10.3390/biomedicines12112577>
- [4] Wang, X., Wu, L., Luo, D., He, L., Wang, H. and Peng, B. (2024) Mechanism of Action of Salvia Miltiorrhiza on Avascular Necrosis of the Femoral Head Determined by Integrated Network Pharmacology and Molecular Dynamics

- Simulation. *Scientific Reports*, **14**, Article No. 28479. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-79532-7>
- [5] Gosal, S., Besri, N.N. and Dilogo, I.H. (2024) Combined Approach of Transtrochanteric Rotational Osteotomy and Se-cretome Implantation for Avascular Necrosis of Femoral Head: A Case Series. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, **54**, Article ID: 102492. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2024.102492>
- [6] Yun, A., Qutami, M. and Pasko, K.B.D. (2020) Salvage of Failed Femoral Neck Fracture Fixation with Conversion Total Hip Arthroplasty Using the Direct Anterior Approach. *Hip & Pelvis*, **32**, 199-206. <https://doi.org/10.5371/hp.2020.32.4.199>
- [7] Meding, J.B., Meding, L.K., Deckard, E.R., Buller, L.T. and Meneghini, R.M. (2025) Broach Only Total Hip Arthro-plasty Using a Short, Uncemented, and Collarless, Fit-And-Fill Stem: Average 5-Year Follow-Up. *The Journal of Ar-throplasty*, **40**, S209-S215. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2025.03.032>
- [8] Liu, J., Zuo, Q., Zhou, H. and Huang, X. (2023) Comparison of the Clinical Efficacy of Three Cannulated Screws with Parallel Distribution and Inverted Triangular Distribution in the Treatment of Femoral Neck Fractures in the Elderly. *Experimental and Therapeutic Medicine*, **26**, Article 498. <https://doi.org/10.3892/etm.2023.12197>
- [9] Koaban, S., Alatassi, R., Alharbi, S., Alshehri, M. and Alghamdi, K. (2019) The Relationship between Femoral Neck Fracture in Adult and Avascular Necrosis and Nonunion: A Retrospective Study. *Annals of Medicine and Surgery*, **39**, 5-9. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2019.01.002>
- [10] Xu, R., Duan, S., Liang, H., Sun, M., Wen, H., Zhou, X., *et al.* (2024) Efficacy Study of Platelet-Rich Plasma Combined with Core Decompression and Bone Grafting in the Treatment of Early-Stage Avascular Necrosis of the Femoral Head: A Retrospective Study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **25**, Article No. 796. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07920-1>
- [11] 董巍. 股骨颈骨折复位内固定术后股骨头坏死的发生率调查及相关因素分析[J]. 中国医学创新, 2018, 15(12): 106-109.
- [12] 刘兰. 股骨颈骨折患者发生股骨头缺血性坏死的相关危险因素及预防措施[J]. 医疗装备, 2024, 37(7): 123-125.
- [13] Novoa-Parra, C.D., Pérez-Ortiz, S., López-Trabucco, R.E., Blas-Dobón, J.A., Rodrigo-Pérez, J.L. and Lizaur-Utrilla, A. (2019) Factors Associated with the Development of Avascular Necrosis of the Femoral Head after Non-Displaced Fem-oral Neck Fracture Treated with Internal Fixation. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (English Edition)*, **63**, 233-238. <https://doi.org/10.1016/j.recote.2018.10.002>
- [14] 殂金龙, 肖兴奎. 股骨颈骨折患者行空心螺钉内固定术后发生股骨头坏死的多因素 Logistic 回归分析[J]. 反射疗法与康复医学, 2025, 6(10): 123-126.
- [15] Popelka, O., Skála-Rosenbaum, J., Bartoška, R., Waldauf, P., Krbec, M. and Džupa, V. (2015) Fracture Type and Injury-To-Surgery Interval as Risk Factors for Avascular Necrosis of the Femoral Head after Internal Fixation of Intracapsular Femoral Neck Fracture. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca*, **82**, 282-287. <https://doi.org/10.55095/achot2015/043>
- [16] Chen, M.M., Cai, X.S., Lyu, Y.X., Lin, S.L., Huang, L.P. and Lin, Z. (2024) Relationship between Cortical Fragments and Avascular Necrosis of Femoral Head in Young Adult Femoral Neck Fractures Based on CT Imaging. *China Journal of Orthopaedics and Traumatology*, **37**, 1096-1100. <https://doi.org/10.12200/j.issn.1003-0034.20230118>
- [17] 郑翰林, 冯森, 司天福, 等. 全髋关节置换术治疗股骨颈骨折内固定术后股骨头缺血性坏死疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(2): 124-126.
- [18] Mingli, F., Huiliang, S., Guanglei, C., Zheng, L., Shibao, L., Limin, L., *et al.* (2017) A Clinical Study on Arthroplasty for Failed Internal Fixation of Hip Fractures and Review of Literature. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, **33**, 798-803. <https://doi.org/10.12669/pjms.334.12459>
- [19] 高笠博. 空心加压螺钉固定与人工股骨头置换治疗老年非移位股骨颈骨折的临床分析[D]: [硕士学位论文]. 济 南: 山东大学, 2022.