

· 临床研究 ·

压力侧和张力侧股骨颈皮质粉碎是股骨颈骨折术后无菌性坏死的独立危险因素

陈芒芒¹, 吕杨训¹, 林胜磊¹, 黄力鹏¹, 董启榕²

(1.温州市中心医院, 浙江 温州 325000; 2.苏州大学附属第二医院, 江苏 苏州 215000)

【摘要】 目的:探讨股骨颈骨折闭合复位内固定术后发生股骨头无菌性坏死的相关影响因素。**方法:**2009 年 1 月至 2016 年 1 月, 采用闭合复位 3 枚中空拉力螺钉内固定治疗 236 例股骨颈骨折患者, 男 111 例, 女 125 例; 年龄 19~89(50.17±12.88) 岁。根据随访结果分析其发生股骨头无菌性坏死的相关性。对年龄、性别、损伤侧、体重、损伤机制、术前等待时间、Garden 分型和是否有股骨颈皮质粉碎等单因素分析得到显著性差异的自变量, 然后进行二元 Logistic 回归分析, 探讨股骨头无菌性坏死的独立危险因素。**结果:**236 例病例平均随访 4.58 年, 高能损伤 (24.69% vs. 5.16%, $\chi^2=19.405$, $P=0.000$), 术前等待时间 >48 h (20.00% vs. 6.38%, $\chi^2=10.065$, $P=0.002$), Garden III/IV 型 (18.52% vs. 2.97%, $\chi^2=13.357$, $P=0.000$), 股骨颈皮质粉碎 (66.67% vs. 4.88%, $\chi^2=39.968$, $P=0.000$) 差异有统计学意义。多元 Logistic 回归分析表明: 损伤机制 [高能损伤, $\text{Exp}(B)=4.397$, 95%CI=(1.672-11.562), $P=0.003$], 术前等待时间 >48 h [$\text{Exp}(B)=3.060$, 95%CI=(1.176-7.966), $P=0.022$], 股骨颈皮质粉碎 [股骨颈压力侧皮质粉碎, $\text{Exp}(B)=3.944$, 95%CI=(1.245-12.494), $P=0.020$; 股骨颈压力侧和张力侧皮质均粉碎, $\text{Exp}(B)=23.761$, 95%CI=(3.805-148.374), $P=0.001$] 是股骨颈骨折内固定术后股骨头无菌性坏死的独立危险因素。而 Garden III/IV 型并非独立危险因素 [$\text{Exp}(B)=1.985$, 95%CI=(0.436-9.032), $P=0.375$]。**结论:**高能量损伤、术前等待时间 (>48 h) 和股骨颈皮质粉碎是影响股骨头无菌性坏死的独立危险因素。此外, 股骨颈压力侧和张力侧皮质粉碎是股骨头无菌性坏死的一个很强的预后危险因素, 因为它表明了一种更严重复杂的损伤机制。

【关键词】 皮质骨; 骨折, 粉碎性; 股骨颈骨折; 股骨头坏死

中图分类号: R683.42

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2021.03.003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Pressure side and tension side comminution of femoral neck cortex are independent risk factors for aseptic necrosis after femoral neck fracture surgery CHEN Mang-mang*, LYU Yang-xun, LIN Sheng-lei, HUANG Li-peng, and DONG Qi-rong. *Wenzhou Central Hospital, Wenzhou 325000, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To investigate the related factors of aseptic necrosis of femoral head after closed reduction and internal fixation of femoral neck fracture. **Methods:** From January 2009 to January 2016, 236 patients with femoral neck fracture were treated with closed reduction and internal fixation with 3 hollow lag screws, including 111 males and 125 females, aged from 19 to 89 (50.17±12.88) years. According to the follow-up results, the correlation of aseptic necrosis of femoral head was analyzed. Univariate analysis of age, gender, injured side, body weight, injury mechanism, preoperative waiting time, Garden classification and whether there was comminution of femoral neck cortex was conducted to obtain the independent variables with significant difference. Then binary logistic regression analysis was conducted to explore the independent risk factors of avascular necrosis of femoral head. **Results:** The average follow-up period of 236 cases was 4.58 years. There were significant differences in the range of injury (24.69% vs. 5.16%, $\chi^2=19.405$, $P=0.000$), operation waiting time >48 hours (20.00% vs. 6.38%, $\chi^2=10.065$, $P=0.002$), Garden type III/IV (18.52% vs. 2.97%, $\chi^2=13.357$, $P=0.000$), femoral neck cortex comminution (66.67% vs. 4.88%, $\chi^2=39.968$, $P=0.000$). Multivariate logistic regression analysis showed that: injury mechanism [high energy injury, $\text{Exp}(B)=4.397$, 95%CI=(1.672-11.562), $P=0.003$], preoperative waiting time >48 h [$\text{Exp}(B)=3.060$, 95%CI=(1.176-7.966), $P=0.022$], comminution of femoral neck cortex [comminution of femoral neck pressure side cortex, $\text{Exp}(B)=3.944$, 95%CI=(1.245-12.494), $P=0.020$; comminution of femoral neck pressure side and tension side cortex, $\text{Exp}(B)=23.761$, 95%CI=(3.805-148.374), $P=0.001$] were independent risk factors for avascular necrosis after inter-

基金项目: 温州市科技计划项目(编号: Y20180319)

Fund program: Wenzhou City Science and Technology Plan Projects (No. Y20180319)

通讯作者: 陈芒芒 E-mail: orthocmm@163.com

Corresponding author: CHEN Mang-mang E-mail: orthocmm@163.com

nal fixation of femoral neck fracture. Garden type Ⅲ/Ⅳ was not an independent risk factor in this study [Exp (B)=1.985, 95%CI=(0.436-9.032), $P=0.375$]. **Conclusion:** High energy injury, preoperative waiting time (>48 h) and comminution of femoral neck cortex were independent risk factors for aseptic necrosis of femoral head. In addition, cortical comminution on the pressure side and tension side of the femoral neck is a strong prognostic risk factor for aseptic necrosis of the femoral head, because it indicates a more serious and complex injury mechanism.

KEYWORDS Cortical bone; Fractures, comminuted; Femoral neck fractures; Femur head necrosis

股骨颈骨折通常是由高能量损伤引起的,解剖复位和坚强固定作为必要的治疗方法^[1],对卫生和经济造成沉重负担而面临挑战^[2]。股骨头无菌性坏死是股骨颈骨折常见的并发症,常采用闭合复位和经皮中空螺钉内固定治疗。Angelini 等^[3]和 Rogmark 等^[4]报道股骨颈骨折手术后不愈合和股骨头无菌性坏死的发生率分别为 10%~20%和 10%~30%。一项包括 5 071 例患者的 Meta 分析显示,保守治疗的患者股骨头无菌性坏死率更高(10.3% vs. 7.7%, $P=0.09$)。Xu 等^[5]报道与保守治疗相比,股骨颈骨折手术治疗的股骨头无菌性坏死发生率更低。目前手术治疗现在被推荐为最佳治疗方法^[6-7]。在损伤发生时预测并发症的方法不是很可靠的^[8]。股骨颈粉碎后皮质粉碎被认为是股骨颈骨折不良预后的一个因素^[9-10]。然而,很少有文章集中注意皮质粉碎位于股骨颈的压力侧还是张力侧对于股骨颈骨折预后的影响。皮质骨支持轴向和弯曲应力^[11-12],能在损伤时吸收大部分的应变能^[13]。本研究回顾性分析 236 例股骨颈骨折采用中空拉力螺钉治疗后发生股骨头无菌性坏死的相关因素,探讨股骨头无菌性坏死与股骨颈骨折皮质粉碎之间的关系,并按皮质粉碎的位置分为压力侧和张力侧,探讨是否和股骨头坏死存在相关。本研究有两个假设:(1)皮质粉碎是股骨头无菌性坏死的独立危险因素。(2)压力侧和张力侧皮质粉碎比仅在压力侧皮质粉碎的股骨颈无菌性坏死风险更高。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究是一项回顾性分析研究,在 2009 年 1 月至 2016 年 1 月,从温州市中心医院和苏州大学附属第二医院收集共 236 例股骨颈骨折患者,使用 3 枚中空拉力螺钉平行固定。所有患者采用临床症状和影像学分析进行诊断。对基础资料、影像资料及并发症进行回顾性分析。

1.2 病例选择

纳入标准:(1)股骨颈骨折闭合复位使用 3 枚倒三角中空拉力螺钉治疗。(2)2 年以上的随访。排除标准:(1)正位 X 线片 Garden 指数>155°,侧位 X 线片>180°。(2)双侧髋部骨折、开放性骨折、髋关节骨关节炎、类风湿关节炎或病理性骨折患者,以及恶性

肿瘤(术后 2 年内死亡)或代谢性骨病患者。

1.3 治疗方案

参加这项研究的患者都接受了统一的术前和术后管理。术前 30 min 静脉滴注头孢菌素预防感染。手术在影像增强器的帮助下,通过 3 枚中空拉力螺钉对骨折进行闭合复位经皮螺钉内固定术。术后第 1 天就鼓励坐着。术后使用止痛药至少 3 d。允许使用助行器移动,并可在术后 3 个月部分负重,如果出现愈合的临床和影像学征象,术后 6 个月可完全负重活动。出院后,第 1 个月每 2 周随访 1 次;然后,每月随访 1 次,直到第 6 个月,每 3 个月随访 1 次,直到第 1 年结束,每年随访 1 次。

1.4 观察项目与方法

由独立调查员观察记录年龄、性别、损伤侧、体重、损伤机制、术前等待时间、Garden 分型、是否有股骨颈皮质粉碎、并发症。每张 X 线片由 2 名骨科主治医生用盲法阅片 2 次。通过术前和术后 X 线片评估股骨颈是否有粉碎性皮质。根据 FICAT 的 X 线标准和 ARCO 分期方案诊断股骨头无菌性坏死。

1.5 统计学处理

采用 SPSS19.0 软件进行统计学处理。定量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,定性资料采用卡方检验。以股骨头无菌性坏死为因变量,进行单变量分析。分类变量用卡方检验进行比较,当在任何单元中观察到或预期频率小于 5 时,使用连续性校正。在二元 Logistic 回归分析中进一步使用了所有具有统计学意义的变量。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 单因素分析结果

共有 236 例股骨颈骨折患者(男 111 例和女 125 例)被纳入研究,并在手术后随访,时间 2.0~6.0 年,平均 4.58 年,年龄 19~89(50.17 ± 12.88)岁。由于是微创治疗加抗生素应用,患者未感染并发症。右侧 106 例,左侧 130 例。低能量损伤 156 例,高能量损伤 81 例。有 140 例术前等待时间 ≤ 48 h,95 例术前等待时间>48 h,101 例 Garden I/II 型,135 例 Garden Ⅲ/Ⅳ型。无股骨颈皮质粉碎 164 例。压力侧皮质粉碎 63 例,同时合并压力侧和张力侧粉碎 9 例。在本研究中,股骨颈骨折中皮质粉碎的发生率为 30.51%。股骨颈皮质粉碎主要位于压迫侧

(63/72,87.5%)。在最后的随访中,28 例发生股骨头无菌性坏死,股骨颈无菌性坏死发生率为 11.86%。

通过单变量分析,股骨头无菌性坏死组和非股骨头无菌性坏死组在高能量损伤 (24.69% vs. 5.16%, $\chi^2=19.405,P=0.000$),术前等待时间>48 h (20.00% vs. 6.38%, $\chi^2=10.065,P=0.002$),Garden III/IV 型 (18.52% vs. 2.97%, $\chi^2=13.357,P=0.000$),股骨颈皮质粉碎 (66.67% vs. 4.88%, $\chi^2=39.968,P=0.000$) 差异有统计学意义。而在年龄($\chi^2=0.763,P=0.683$),性别($\chi^2=1.303,P=0.254$),损伤侧($\chi^2=3.430,P=0.064$),体重($\chi^2=0.674,P=0.412$),差异无统计学意义(见表 1)。

2.2 多元 Logistic 回归分析结果

损伤机制中的高能损伤[Exp(B)=4.397,95%CI=(1.672–11.562), $P=0.003$],术前等待时间>48 h

[Exp(B)=3.060,95%CI=(1.176–7.966), $P=0.022$],股骨颈压力侧皮质粉碎[Exp(B)=3.944,95%CI=(1.245–12.494), $P=0.020$],股骨颈压力侧和张力侧皮质均粉碎[Exp(B)=23.761,95%CI=(3.805–148.374), $P=0.001$]是股骨颈骨折内固定术后股骨头无菌性坏死的独立危险因素;而 Garden III/IV 型在本研究中并非独立危险因素[Exp(B)=1.985,95%CI=(0.436–9.032), $P=0.375$]。见表 2。

在本研究中,皮质粉碎发生率为 30.51%。股骨颈粉碎皮质主要位于压力侧(63/72,87.5%)。压力侧和张力侧均有的占 12.50%(9/72),其股骨头无菌性坏死率显著性更高[6/9,66.67%, $P=0.001$,Exp(B)=23.761,95%CI(3.805–148.374)],而仅在压力侧有皮质粉碎的病例[14/63,22.22%, $P=0.020$,Exp(B)=3.944,95%CI(1.245–12.494)]。

表 1 股骨颈骨折 236 例患者闭合复位中空拉力螺钉内固定术后发生股骨头无菌性坏死的单因素分析

Tab.1 Univariate factor analysis of aseptic necrosis of femoral head after closed reduction and internal fixation with cannulated lag screw in 236 patients with femoral neck fracture

影响因素	股骨头无菌性坏死(例)		χ^2 值	P 值	影响因素	股骨头无菌性坏死(例)		χ^2 值	P 值
	无	有				无	有		
年龄			0.763	0.683	损伤机制			19.405	0.000
≤50 岁	89	14			低能量	147	8		
50~65 岁	105	13			高能量	61	20		
≥65 岁	14	1			术前等待时间			10.065	0.002
性别			1.303	0.254	≤48 h	132	9		
男	95	16			>48 h	76	19		
女	113	12			Garden 分型			13.357	0.000
损伤侧			3.430	0.064	I / II	98	3		
右	98	8			III / IV	110	25		
左	110	20			皮质粉碎			39.968	0.000
体重			0.674	0.412	0	156	8		
<50 kg	68	7			1	49	14		
≥50 kg	140	21			2	3	6		

注:皮质粉碎:0、1、2 分别代表无皮质粉碎、压力侧皮质粉碎、压力侧和张力侧皮质均粉碎
Note;cortical comminution;0,1 and 2 represent no cortical comminution,pressure side cortical comminution,pressure side cortical comminution and tension side cortical comminution respectively

表 2 股骨颈骨折 236 例患者闭合复位内固定术后发生股骨头无菌性坏死的独立危险因素多元 Logistic 回归分析

Tab.2 Multivariate logistic regression analysis of independent risk factors for aseptic necrosis of femoral head after closed reduction and internal fixation in 236 patients with femoral neck fracture

参量	B	Wals	P值	Exp(B)	95%CI
损伤机制(高能量)	1.481	9.013	0.003	4.397	1.672–11.562
术前等待时间(>48 h)	1.118	5.251	0.022	3.060	1.176–7.966
Garden III/IV 型	0.685	0.786	0.375	1.985	0.436–9.032
皮质粉碎(压力侧)	1.372	5.438	0.020*	3.944	1.245–12.494
皮质粉碎(压力侧+张力侧)	3.168	11.491	0.001*	23.761	3.805–148.374

3 讨论

髋部骨折是一种常见的损伤,预计到 2050 年髋部骨折的发生率将增加到 456.3 万例^[14]。股骨颈骨折占 51.97%,其对中青年患者的生活质量有显著影响^[15]。至今,股骨颈骨折由于较高并发症仍是一个未解决的问题,这在股骨颈骨折的治疗中造成很大的挑战^[16-18]。

股骨头无菌性坏死是年轻患者股骨颈骨折手术后最重要、最严重的并发症之一^[19],主要是受伤时血供遭受破坏^[20]。股骨头无菌性坏死通常在手术后约 2.5 年发生^[5]。据报道,股骨头无菌性坏死的发病率在 6%~42%,用于内固定的位置和材料通常与股骨头无菌性坏死的发生有关^[21]。本研究中股骨头无菌性坏死的发生率为 11.86%,在报道的范围内。

影响股骨颈骨折预后的因素是复杂的^[22]。血液供应的破坏是股骨头无菌性坏死的核心问题^[20]。支持带血管占股骨头血液供应的 70%~80%,在上支持带有 4~6 条平均直径约为 0.8 mm 的血管^[23]。当发生骨折时,支持带血管极可能发生大规模破裂^[24]。旋股内动脉与肢体的其他血管和神经相似,呈螺旋状。这条动脉从内下侧走行到外上侧。因此,在支持带上方的这一段动脉也尤其重要,在此穿入股骨头。从骨髓的外侧到支持带的前方,然后走形到股骨颈的张力侧。股骨颈内血管起着次要的作用,没有股骨颈无菌性坏死发生在股骨颈肿瘤患者的病例报道。这可能间接表明股骨颈内血管不是股骨头供血的主要来源。

股骨颈皮质粉碎明显支持带及动脉血管毗邻结构直接受损,并可间接反映对动脉损伤程度。张力侧的皮质粉碎提示支持带上动脉严重损伤,而压力侧的皮质粉碎提示支持带下动脉严重损伤。目前的研究也表明了这一点,皮层粉碎病例的股骨颈无菌性坏死发生率为 27.78%,明显高于无皮层粉碎病例的股骨颈无菌性坏死发生率(4.88%)。

股骨颈骨折的治疗方案要么是保守的,要么是手术治疗^[25],而舒适治疗是最优的方案^[6,26]。解剖复位和坚强固定是治疗这些骨折愈合的首要条件^[27]。虽然有许多类型的内植物用于固定股骨颈骨折,但它们都不能完全避免并发症^[28-31]。内固定的坚固性会影响无菌性坏死的程度^[32],中空拉力螺钉是最具有典型代表的内固定物^[33],被推荐对于中青年股骨颈骨折的治疗^[34]。最近的文献表明,对于 60 岁或 60 岁以下的成人股骨颈骨折,螺钉固定是一种最佳的手术方法^[29]。

Upadhyay 等^[35]在一项包括 102 例年轻患者的研究中,提出后皮质碎片和复位不良导致股骨颈骨折不愈合,而不是股骨颈无菌性坏死的危险因素,但

没有提到在张力侧的皮质粉碎。此外,这项研究只报道了 102 例患者,样本相对较少。皮质粉碎的股骨颈骨折占移位股骨颈骨折患者的 22%~67%^[9]。研究发现,在股骨颈的压力侧和张力侧均伴有皮质粉碎的有 9 例,压力侧的皮质粉碎占 30.51%。股骨颈后侧皮质粉碎占股骨颈骨折为 10%~50%^[9]。研究发现,股骨头无菌性坏死在股骨颈皮质粉碎的发生率为 27.78%,在之前报道的范围内。

Huang 等^[9]共报道了 146 例成年股骨颈骨折经过闭合复位和内固定治疗,发现移位的股骨颈骨折伴有后侧皮质粉碎增加了股骨头无菌性坏死的风险。作者没有将股骨颈皮质分为压力侧和张力侧。他通过在术前阅 X 线片判断是否有皮质粉碎,可能比实际上的股骨颈皮质粉碎要少。在目前的研究中,不认为微创的螺钉固定会导致新的皮质粉碎,所以只要手术前后至少有一次 X 线显示颈皮层粉碎,就诊断股骨颈皮质粉碎。本研究股骨颈皮质粉碎的发生率(30.51%)高于 Huang 所报道的(26.0%)。此外,将股骨颈的皮质分为压力和张力侧,等同于股骨颈的后内侧和前外侧部分。

压力侧股骨颈皮质粉碎可能与下方支持带血管损伤有关。虽然往往骨碎片通常很小,但后内侧皮层的重要性已经被报道。后内侧皮质被视为危险区域,因为在移位的股骨颈骨折和受损的后内侧皮层发生时,股骨头的血液供应极可能受到损害和破坏。

笔者推测压力侧皮质粉碎首先提示了压力侧的不稳定,不稳定容易导致血管化障碍,影响股骨头的血液供应恢复。其次,笔者知道股骨颈的愈合不能通过骨痂的形成来实现。它需要一期骨愈合的方式,这就需要解剖复位和绝对稳定^[1,29]。压力侧皮质粉碎间接表明下支持带动脉损伤的严重程度。股骨头血管重建的来源之一是血管在骨折线上生长,如果骨折部位存在不稳定和持续运动,由于骨折固定相对不充分,这可能会导致血管再生障碍。早期的相对局部不稳定可导致纤维修复,减少了矿化和血管再生。生物力学研究证实,骨折固定和固定还会影响成骨干细胞分化为成骨细胞的模式。总之,固定的坚强会明显影响骨折的骨愈合和血管化^[36]。

最近研究显示,当骨折发生时,在股骨颈上方皮质存在显著的压缩应变^[37]。在最近的一项使用跌落模拟的研究中显示,股骨颈上方皮质的最高压缩应变是下方皮质最高拉伸应变的 2 倍^[38]。这与以前使用高速视频模拟股骨颈骨折的研究是一致的^[39]。Tang 等^[40]报道了在骨折时,与下方压力侧皮质相比,股骨颈上方张力侧皮质经历了更程度的损伤。在侧方跌倒时,在下方压力侧股骨颈皮质受到拉应

力,而在股骨颈上方张力侧皮质反而受到压应力^[41]。一个使用高分辨率 CT 在微观层面上机械模型的研究发现,上方皮质受到更大的压应力^[11-12]。这或许解释了笔者的研究,如果压力侧和张力侧同时伴有皮质粉碎,股骨颈无菌性坏死的发生率明显升高。

本研究有一定的局限性:(1)骨的质量没有常规检查。(2)X 线摄影在区分颈部是否有粉碎性皮层时有一定的局限性,对于皮质粉碎病例可能会遗留。笔者推测实际发生率高于笔者的报告。因此,强烈建议使用 CT 扫描作为股骨颈坏死的常规检查方案。

在本研究中,发现高能量损伤机制、术前等待时间(>48 h)和股骨颈皮质粉碎是股骨头无菌性坏死的独立危险因素。压力侧和张力侧均存在皮质粉碎是股骨颈无菌性坏死的一个很强的预后危险因素,因为它表明了一种更复杂更为严重的损伤。骨科医生在应对这类病例时需要加强重视和考虑使用附加的固定或者植骨。

参考文献

- [1] Panteli M, Rodham P, Giannoudis PV. Biomechanical rationale for implant choices in femoral neck fracture fixation in the non-elderly [J]. *Injury*, 2015, 8(2): 445-452.
- [2] Ossendorf C, Scheyerer MJ, Wanner GA, et al. Treatment of femoral neck fractures in elderly patients over 60 years of age-which is the ideal modality of primary joint replacement [J]. *Patient Saf Surg*, 2010, 4(1): 16.
- [3] Angelini M, McKee MD, Waddell JP, et al. Salvage of failed hip fracture fixation [J]. *J Orthop Trauma*, 2009, 23(6): 471-478.
- [4] Rogmark C, Flensburg L, Fredin H. Undisplaced femoral neck fractures--no problems? A consecutive study of 224 patients treated with internal fixation [J]. *Injury*, 2009, 40(3): 274-276.
- [5] Xu DF, Bi FG, Ma CY, et al. A systematic review of undisplaced femoral neck fracture treatments for patients over 65 years of age, with a focus on union rates and avascular necrosis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2017, 12(1): 28.
- [6] Miller BJ, Callaghan JJ, Cram P, et al. Changing trends in the treatment of femoral neck fractures: a review of the american board of orthopaedic surgery database [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(17): e149.
- [7] Roberts KC, Brox WT, Jevsevar DS, et al. Management of hip fractures in the elderly [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2015, 23(2): 131-137.
- [8] Rodriguez-Merchan EC, Gomez-Cardero P, Jimenez-Yuste V. Late avascular necrosis of the femoral head (anfh) after the percutaneous fixation of a non-displaced fracture of the femoral neck in a haemophilic patient with inhibitors: a non-reported association [J]. *Haemophilia*, 2012, 18(1): e4-5.
- [9] Huang TW, Hsu WH, Peng KT, et al. Effect of integrity of the posterior cortex in displaced femoral neck fractures on outcome after surgical fixation in young adults [J]. *Injury*, 2011, 42(2): 217-222.
- [10] Rawall S, Bali K, Upendra B, et al. Displaced femoral neck fractures in the young: significance of posterior comminution and raised intracapsular pressure [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2012, 132(1): 73-79.
- [11] Nawathe S, Akhlaghpour H, Boussein ML, et al. Microstructural failure mechanisms in the human proximal femur for sideways fall loading [J]. *J Bone Miner Res*, 2014, 29(2): 507-515.
- [12] Nawathe S, Nguyen BP, Barzanian N, et al. Cortical and trabecular load sharing in the human femoral neck [J]. *J Biomech*, 2015, 48(5): 816-822.
- [13] Verhulst E, van Rietbergen B, Huiskes R. Load distribution in the healthy and osteoporotic human proximal femur during a fall to the side [J]. *Bone*, 2008, 42(1): 30-35.
- [14] Liang Y, Huo M, Kennison R, et al. The role of cognitive control in older adult cognitive reappraisal: detached and positive reappraisal [J]. *Front Behav Neurosci*, 2017, 11: 27.
- [15] Liang Y, Wang L, Zhu J. Factor structure and psychometric properties of Chinese version of Beck Anxiety Inventory in Chinese doctors [J]. *J Health Psychol*, 2018, 23(5): 657-666.
- [16] Sharma N, Bache E, Clare T. Bilateral femoral neck fractures in a young patient suffering from hypophosphatasia, due to a first time epileptic seizure [J]. *J Orthop Case Rep*, 2015, 5(3): 66-68.
- [17] Varghese VD, Livingston A, Boopalan PR, et al. Valgus osteotomy for nonunion and neglected neck of femur fractures [J]. *World J Orthop*, 2016, 7(5): 301-307.
- [18] Kuo FC, Kuo SJ, Ko JY. Overgrowth of the femoral neck after hip fractures in children [J]. *J Orthop Surg Res*, 2016, 11(1): 50.
- [19] Xie X, Zhang C, Jin D, et al. Free vascularised fibular graft for neglected femoral neck fractures in young adults [J]. *Hip Int*, 2012, 22(3): 319-323.
- [20] Gierer P, Mittlmeier T. Femoral neck fracture [J]. *Unfallchirurg*, 2015, 118(3): 259-269, 270.
- [21] LeCroy CM, Rizzo M, Gunneson EE, et al. Free vascularized fibular bone grafting in the management of femoral neck nonunion in patients younger than fifty years [J]. *J Orthop Trauma*, 2002, 16(7): 464-472.
- [22] He D, Xue Y, Li Z. Effect of depression on femoral head avascular necrosis from femoral neck fracture in patients younger than 60 years [J]. *Orthopedics*, 2014, 37(3): e244-251.
- [23] TRUETA J, HARRISON MH. The normal vascular anatomy of the femoral head in adult man [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1953, 35(3): 442-461.
- [24] Bachiller FG, Caballer AP, Portal LF. Avascular necrosis of the femoral head after femoral neck fracture [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2002, (399): 87-109.
- [25] Florschutz AV, Langford JR, Haidukewych GJ, et al. Femoral neck fractures: current management [J]. *J Orthop Trauma*, 2015, 29(3): 121-129.
- [26] Slobogean GP, Sprague SA, Scott T, et al. Management of young femoral neck fractures: is there a consensus [J]. *Injury*, 2015, 46(3): 435-440.
- [27] Elgeidi A, ElNA Abdellatif MS, El MN. Dynamic hip screw and fibular strut graft for fixation of fresh femoral neck fracture with posterior comminution [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2017, 137(10): 1363-1369.
- [28] Araujo TP, Guimaraes TM, Andrade-Silva FB, et al. Influence of time to surgery on the incidence of complications in femoral neck fracture treated with cannulated screws [J]. *Injury*, 2014, 45(Suppl 5): 36-39.

[29] 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.

[30] Yu X, Zhao D, Huang S. Biodegradable magnesium screws and vascularized iliac grafting for displaced femoral neck fracture in young adults[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2015, 16: 329.

[31] Chammout GK, Mukka SS, Carlsson T, et al. Total hip replacement versus open reduction and internal fixation of displaced femoral neck fractures: a randomized long-term follow-up study[J]. J Bone Joint Surg Am, 2012, 94(21): 1921–1928.

[32] Hartholt KA, Oudshoorn C, Zielinski SM, et al. The epidemic of hip fractures: are we on the right track[J]. PLoS One, 2011, 6(7): e22227.

[33] 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.

[34] Nikolopoulos KE, Papadakis SA, Kateros KT, et al. Long-term outcome of patients with avascular necrosis, after internal fixation of femoral neck fractures[J]. Injury, 2003, 34(7): 525–528.

[35] Upadhyay A, Jain P, Mishra P, et al. Delayed internal fixation of fractures of the neck of the femur in young adults. A prospective, randomised study comparing closed and open reduction[J]. J Bone Joint Surg Br, 2004, 86(7): 1035–1040.

[36] Zhao F, Zhou Z, Yan Y, et al. Effect of fixation on neovascularization during bone healing[J]. Med Eng Phys, 2014, 36(11): 1436–1442.

[37] Helgason B, Gilchrist S, Ariza O, et al. Development of a balanced experimental-computational approach to understanding the mechanics of proximal femur fractures[J]. Med Eng Phys, 2014, 36(6): 793–799.

[38] Zani L, Erani P, Grassi L, et al. Strain distribution in the proximal Human femur during in vitro simulated sideways fall[J]. J Biomech, 2015, 48(10): 2130–2143.

[39] de Bakker PM, Manske SL, Ebacher V, et al. During sideways falls proximal femur fractures initiate in the superolateral cortex: evidence from high-speed video of simulated fractures[J]. J Biomech, 2009, 42(12): 1917–1925.

[40] Tang T, Crompton PA, Guy P, et al. Clinical hip fracture is accompanied by compression induced failure in the superior cortex of the femoral neck[J]. Bone, 2018, 108: 121–31.

[41] Turner CH. The biomechanics of hip fracture[J]. Lancet, 2005, 366(9480): 98–99.

(收稿日期: 2020-09-18 本文编辑: 王玉蔓)

外固定架固定股骨颈骨折两种不同穿针布局方式的临床疗效比较

张东辉¹, 张扬², 刘丽莹¹, 王金星¹, 胡系庆¹, 赵国生¹, 吴晓虎¹, 蒋鸿儒¹
(1. 平泉市中医院外一科, 河北 平泉 067500; 2. 河北医科大学第二医院教务处, 河北 石家庄 050000)

【摘要】 目的: 分析外固定架固定治疗股骨颈骨折两种不同穿针布局方式的临床疗效。**方法:** 自 2000 年 4 月至 2018 年 4 月应用闭合复位经皮穿针外固定架固定治疗股骨颈骨折 140 例, 随访 1 年以上 121 例, 其中采用传统组治疗 31 例, 男 12 例, 女 19 例, 年龄 45~74(65.4±8.4) 岁; 改良组治疗 90 例, 男 39 例, 女 51 例, 年龄 12~75(64.5±7.8) 岁。传统组第 1 根针打在股骨距上, 第 2、3 根针打在张力线下, 3 根针在侧位相上不在一条线上; 改良组第 1 根针偏后钻入股骨外侧皮质斜向贯穿股骨距部骨折远近端, 另 2 根针分别偏前、偏上钻入股骨颈内侧皮质和股骨距内, 3 根针以股骨距为中心呈三角形排列。观察比较两组患者的手术时间、住院时间、术后下地时间、股骨颈短缩率、骨折愈合时间、骨折愈合率和股骨头坏死率, 术后 1 年采用 Harris 评分评定髋关节功能。**结果:** 121 例患者获得随访, 传统组术后随访时间为 13~45(30.5±11.4) 个月; 改良组术后随访时间为 14~120(34.5±12.5) 个月。两组患者手术时间、住院时间、股骨头坏死率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。两组术后下地时间、股骨颈短缩率、骨折愈合时间、骨折愈合率、术后 1 年患髋 Harris 功能评分比较差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论:** 改良组顺应并符合股骨近端解剖和生物力学特点, 与传统组比较固定更加可靠, 具有股骨颈短缩率低, 骨折愈合时间短, 骨折愈合率高, 髋关节 Harris 功能评分高等优势。

【关键词】 股骨颈骨折; 骨固定钢丝; 外固定器
中图分类号: R683.42
DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2021.03.004

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Comparison of clinical efficacy of two different pin arrangements for external fixation of femoral neck fracture

通讯作者: 张东辉 E-mail: zhangdh61@126.com
Corresponding author: ZHANG Dong-hui E-mail: zhangdh61@126.com