

# 重视股骨颈骨折的评估与内固定治疗的若干问题

赵勇, 秦伟凯

(中国中医科学院望京医院, 北京 100102)

关键词 股骨颈骨折; 骨折固定术, 内; 评估; 并发症

中图分类号: R683.42

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2021.03.001

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Focus on the evaluation and some questions of internal fixation for femoral neck fracture** ZHAO Yong and QIN Wei-kai. Wangjing Hospital, China Academy of Chinese Medical Science, Beijing 100102, China

**KEYWORDS** Femoral neck fractures; Fracture fixation, internal; Evaluation; Complication



(赵勇教授)

股骨颈骨折是临床最常见的骨折之一,可发生于任何年龄段,内固定和髋关节置换术已成为治疗股骨颈骨折的两大手术方式,其中内固定术对于中青年患者依然是首选的治疗方式。随着治疗理念和手术技术的进步、内固定材料和设计的更新,其内固定治疗的效果得到明显改善,但固定术

后骨折不愈合、股骨头坏死的发生率依然较高,所以股骨颈骨折一直都是临床医生面临的主要挑战<sup>[1]</sup>。局部血运损伤情况、力学结构改变程度等是股骨颈骨折预后的关键性因素,另外内固定治疗的手术时机、复位方式、复位质量、固定方式与技术等方面依然存有争议,也一直是学术界讨论的焦点。通过查阅文献并结合临床实践,本文提出重视对股骨颈骨折的全面评估以利于判断预后,同时对内固定治疗的若干问题进行探讨以降低并发症,以期为临床的决策提供参考。

## 1 精准评估骨折,合理判断预后

股骨颈局部具有特殊力学结构和血液供应特点。股骨颈骨折后力学结构的改变和血运的破坏是相互影响的,二者一定程度上决定了是否会发生骨折不愈合或股骨头坏死等并发症,重视精准评估骨折后的情况对判断预后具有重要意义。

### 1.1 骨折分型的认识及意义

骨折分型是局部骨质力学结构破坏的直接表

现。正确认识股骨颈骨折分型,对评估损伤程度、制定治疗方案和判断预后具有重要意义。目前股骨颈骨折的分型有 Garden、Pauwels、AO 分型以及由我国学者提出的 VN 分型等。Garden<sup>[2]</sup>分型是基于骨折断端移位程度来划分的: I 型,非移位型,外翻伴不完全骨折; II 型,非移位型,完全骨折但骨折端未发生移位; III 型,移位型,完全骨折发生部分移位即骨小梁的走行发生部分改变; IV 型,移位型,完全骨折完全移位,骨小梁平行走向完全改变。Pauwels 分型<sup>[3]</sup>则基于 Pauwels 角的大小来分型: I 型, Pauwels 角  $\leq 30^\circ$ ; II 型,  $30^\circ < \text{Pauwels 角} \leq 50^\circ$ ; III 型, Pauwels 角  $> 50^\circ$ 。股骨颈骨折在 AO 系统分型中为 B 型,且分型较细,重点关注了后倾角以及外翻畸形的意义。我国学者基于骨盆正侧位片的颈垂角(VN 角,骨折线与股骨颈轴线交叉所形成的角度)提出了 VN 分型<sup>[4]</sup>: I 型, VN 角  $< 0^\circ$ ; II 型,  $0^\circ \leq \text{VN 角} < 10^\circ$ ; III 型,  $10^\circ \leq \text{VN 角} < 15^\circ$ ; IV 型, VN 角  $\geq 15^\circ$ 。

以上分型在判断损伤程度和预后方面具有指导意义,但也都存在一定的不足,尚不能完全反映骨折的真实状况。Garden 分型将骨折大体分为非移位型(I 型、II 型)和移位型(III 型、IV 型),其中移位型的股骨头坏死率明显高于非移位型<sup>[5]</sup>,该分型说明了损伤的严重程度,也为治疗指明了基本方向,但该分型是基于正位片确定的,忽略了侧位片可较好观察移位程度的价值;Pauwels 分型提示了骨折线与剪切力的关系,该分型更适用于骨折复位后的测量, Pauwels 角越大提示断端剪切力越高、稳定性越差、出现并发症的可能性越大,对内固定物的选择、骨不连的治疗有指导意义,尤其是中青年患者的 Pauwels III 型。AO 分型由于分型较细,容易造成误解,可靠程度不及 Garden 分型,在临床中应用较少。VN 分型作为一种新的分型方法,与骨折内固定失败及不愈合

具有较强相关性, 但该分型的可靠性还需要更多临床数据的支持。部分学者利用其他方法提出了如 CT 分型、MRI 分型、DSA-liu 分型<sup>[6]</sup>等, 不仅能够直观呈现骨折在多个方向上的移位, 还可以避免二维 X 线图像因断端重叠而分型错误。面对如此多种的分型, 建议不能只用一种分型分析, 应完善多方面的检查, 多角度观察骨折的移位、成角等, 结合多种分型评估骨折的严重程度以提高判断预后的准确率, 才能制定合理的治疗方案、降低并发症的发生率。

## 1.2 局部血运的评估及预后

股骨头具有特殊的解剖结构, 血供相对较少, 旋股内侧动脉发出的支持带动脉是股骨头主要的供血来源, 其中又以上支持带动脉为主。此动脉于股骨头颈交界之外上部进入股骨头, 提供股骨头外侧 2/3~3/4 区域的血运。充足的血运是成骨的必要因素<sup>[7]</sup>。当股骨颈骨折时, 股骨头颈上部区域血运极易受到破坏, 造成局部血运的下降, 骨折端无法获取足够的营养, 骨小梁就难以通过骨折断端, 股骨头区域骨细胞也会发生缺血坏死, 局部骨骼的力学强度则无法得到正常恢复<sup>[8]</sup>, 而外上区域为股骨头的负重区, 承担较大的载荷, 所以此区域的血运与股骨头坏死的发生有着直接的关系<sup>[9]</sup>。无论是骨折时血管损伤或血栓形成, 还是骨折后血肿导致关节囊内压力增高, 均会引发股骨头的血液循环障碍, 这是股骨颈骨折后股骨头坏死的主要原因<sup>[10]</sup>。所以, 正确评估创伤后股骨头血运的残存情况, 很大程度上为制定治疗方案提供参考, 也利于判断预后。螺旋 CT 薄层增强扫描技术可直接、实时、无创的观察股骨头血液循环<sup>[11]</sup>, DSA 方法能够比较清晰地动态观察股骨头的动脉供给及静脉回流的全过程, 动态增强 MRI 能很好地评价股骨近端的血流灌注状况, 放射性同位素骨闪烁成像可在早期定量提示血流动力学以及骨内代谢的改变, 这些都是用以评估股骨颈血运的重要方法<sup>[12]</sup>, 同时也可用于观察内固定术后血运的改善情况。所以, 应根据医院的整体条件, 合理选择多种方法评估骨折后股骨颈血运的残存情况, 以此判断骨折不愈合或股骨头坏死的可能性, 为制定预防性的治疗方案提供参考, 还可让患者对自身病情有充分和客观的认识, 对建立医患协同诊疗也具有一定意义。

股骨颈骨折后骨折类型和血运的评估是判断骨折不愈合、股骨头坏死的主要因素, 但还应该关注对患者其他多方面评估, 如骨质疏松<sup>[13]</sup>、体重指数、受伤原因<sup>[14]</sup>、其他系统疾病<sup>[15]</sup>等, 均对术后并发症具有预测的价值。另外, 有学者发现股骨头后倾 $>15^\circ$ 的患者术后并发症发生机率更高<sup>[16]</sup>, 本期陈芒芒通过回

顾性分析研究表明股骨颈压力侧和张力侧皮质粉碎与股骨头坏死有相关性<sup>[17]</sup>, 窦志刚等<sup>[18]</sup>观察发现股骨颈骨折内固定术后 1 d 时血清 NO 减少、ET-1 增多也是股骨头坏死的危险因素, 这些指标的发现也为判断预后提供了重要参考。为了降低股骨颈骨折后发生骨折不愈合、股骨头坏死的发生率, 重视对骨折后的评估、发现具有更高预测价值的评价指标是至关重要的, 这也是进一步制定有效治疗方案的前提和关键。

## 2 重视股骨颈骨折内固定治疗的若干问题

关注股骨颈骨折内固定治疗过程中的问题, 并对其正确的处理, 以降低骨折术后不愈合、股骨头坏死的发生率。

### 2.1 非手术与手术治疗的选择

复位、固定、功能锻炼是骨折治疗的基本原则, 以最小的创伤获得最大的功能一直是临床追求的目标。对于股骨颈骨折, 尤其是年轻的患者, 采用手术治疗已基本形成共识。手术治疗能够快速稳定断端、重建髋关节结构、早期功能活动、降低并发症。常用的手术方式包括闭合复位内固定、人工股骨头或全髋关节置换等。一般认为, 对 65 岁以下的患者可行内固定治疗, 对 65 岁以上的患者可行全髋关节置换或人工股骨头置换手术<sup>[19]</sup>。非手术治疗股骨颈骨折的方法有卧硬板床休息、患肢适当的外展、穿“丁”字鞋等, 只用于相对稳定、无移位的 Garden I、II 型骨折, 但由于非手术治疗需要长时间卧床, 容易导致坠积性肺炎、褥疮及下肢深静脉血栓形成等多种并发症<sup>[20]</sup>, 增加了患者痛苦及护理的难度, 非手术治疗的 1 年内病死率高达 20%~30%<sup>[21]</sup>, 所以对于此类患者应积极避免骨折的移位, 多建议采用原位固定的手术方式<sup>[1]</sup>。但对于身体状况差、具有严重内科疾病、无法耐受手术或伤前无法行走的老年患者, 多只能采取非手术治疗, 针对此类患者建议只要患者能够耐受疼痛, 即便会存在股骨近端的畸形, 也鼓励患者早期下床坐起, 以尽可能减少并发症的发生。

### 2.2 手术时机的选择

国内外部分学者研究表明, 手术时机对股骨颈骨折后股骨头坏死发生具有较大影响<sup>[22]</sup>, 究其原因与股骨颈骨折后断端出血导致关节囊内压力升高, 影响静脉回流从而干扰股骨颈血运有关, 这提示我们应尽早进行复位、内固定手术, 可以早期改善股骨头血供, 降低股骨头缺血性坏死等并发症的发生<sup>[23]</sup>。然而, 部分研究统计后发现 12 h 以内和 12 h 以上手术对骨折不愈合及股骨头坏死无明显影响, 甚至延迟 48 h 以上手术对股骨头坏死率也无明显影响<sup>[24]</sup>。尚有研究表明, 推迟实施手术时间并没有降低青壮

年股骨颈骨折患者术后并发症的发生率<sup>[25]</sup>。但无论是老年或是中青年股骨颈骨折患者, 均应尽快的完善术前检查、做好术前准备, 尽早(24 h 以内)对其进行内固定手术, 可以早期恢复股骨颈解剖关系, 降低关节囊内的压力, 使受压或扭曲的血管得以通畅, 从而减少股骨头供血障碍的时间, 另外也可以减少卧床时间和并发症的发生, 利于患者尽快恢复, 降低医疗费用, 符合加速康复(enhanced recovery after surgery, ERAS)理念。

### 2.3 复位标准与方式的选择

无论是恢复股骨头血运还是重建生物力学稳定性, 骨折获得良好复位是基本前提。当股骨颈复位不良时, 容易出现骨折不愈合, 股骨头骨小梁结构也无法长期承受应力负荷, 逐步出现骨小梁微骨折, 最终导致股骨头坏死。无论是股骨头坏死还是骨折不愈合, 复位不良者的发生率均明显高于复位满意者<sup>[26-27]</sup>。所以, 股骨颈骨折后精准闭合复位是创伤骨科医生追求的目标, 其复位手法是一门艺术高超的学问, 其难度绝不亚于手术治疗。如何达到和评价骨折复位满意也是目前国内学术界一直讨论的热点。临床中多首先选择外展外旋位顺势牵引下再缓慢内收内旋的闭合复位方式, 或联合经皮撬拨等辅助复位技术, 需要纠正内翻、偏心距下移和后倾移位等, 但这种闭合方式很难达到完全的解剖复位, 对于骨折闭合复位质量的评估目前多采用 Garden<sup>[28]</sup>指数、“Yechiel Gotfried”非解剖复位理论<sup>[29]</sup>、Lowell 曲线<sup>[30]</sup>等方法。Lowell 曲线在复位中简单实用, 较 Garden 指数实际操作性更强, 在无法达到解剖复位情况下, 应力求达到 Gotfried 非解剖复位理论的阳性支撑, 才能最大程度利于骨折的愈合。另外, 在复位时应注意纠正股骨头的后倾, 以降低并发症的发生率<sup>[16]</sup>。

采用闭合复位无法达到复位标准时, 应果断采取切开复位, 尤其对于中青年患者。中青年股骨颈骨折多暴力强大, 损伤严重, 牵拉复位难度较大, 反复闭合复位反而增加局部的损伤和股骨头缺血的风险, 切开复位则是必然选择。切开复位可通过切开关节囊释放关节内积血、改善血管的压迫状态, 还可以在直视下精确复位骨折来获得尽可能的解剖对位, 以降低骨折术后并发症的发生。所以在制定手术计划时应充分考虑手术方式, 做好可能需切开复位的预案。切开复位的手术入路主要有前侧入路、后侧入路及外侧入路等方式, 建议采用微创的直接前侧入路, 该入路经肌间隙进入, 具有软组织损伤小、出血少、恢复快的优点。

### 2.4 固定方式的选择

“解剖对位、坚强固定”是 AO 内固定治疗骨折

的基本原则。对于股骨颈骨折, 稳定的固定方式是良好复位的保障, 能够为骨折端提供稳定的力学环境, 利于血运重建及骨小梁的通过, 是降低骨折不愈合、股骨头坏死等并发症发生率的必要条件<sup>[31]</sup>。空心螺钉、支撑钢板、动力髋螺钉系统(dynamic hip screw, DHS), 经皮加压钢板(percutaneous compression plate, PCCP)、股骨颈动力交叉钉系统(femoral neck system, FNS), 外固定架等, 均是股骨颈骨折可选择的固定方式, 不同的固定方式有各自的生物力学性能, 适应证及稳定性也各不相同, 合理选择固定方式才能达到稳定骨折端的目的。

空心螺钉是治疗股骨颈骨折最常用的固定方式, 尤其适用于 Pauwels I 型和 II 型者。空心螺钉为半螺纹设计, 3 枚螺钉以“平行、贴边、品形”的原则固定是主流的固定方式<sup>[32]</sup>, 倒品字形固定相对正品字形有着更强的抗张应力和压应力效果, 同时能够耐受更高的垂直负荷, 能够提供滑动机制对骨折端产生持续的动力加压促进骨折愈合, 但会出现股骨颈的短缩, 螺钉尾部退出的现象<sup>[33]</sup>。Filipov<sup>[34]</sup>提出了空心钉双支撑点、双平面、大角度的“强斜”置钉方法(“F”形技术), 将一枚螺钉以 160° 的角度斜形由股骨干向股骨颈置入, 这种方法具有更大轴向抗压能力, 在不同的负载情况下提供恒定的固定强度, 相对螺钉平行固定的方式减少了股骨颈短缩的发生。有学者采用 4 枚螺钉菱形或矩形分布的方式, 相较于 3 枚螺钉更能够对抗剪切力, 初始稳定性强、固定牢靠, 生物力学性能更佳<sup>[35]</sup>。

对于严重不稳定性骨折, 尤其是 Pauwels III 型的中青年患者, 骨折断端剪切力较大, 伴有垂直不稳定, 空心螺钉的把持力及固定强度多不足, 容易出现髋关节内翻、股骨颈短缩等<sup>[36]</sup>, 采用空心钉联合支撑钢板或 DHS 的固定方式具有很高的临床疗效。应用支撑钢板时将钢板置于股骨颈前下方, 可对抗骨折端的剪切力, 将剪切力转化为骨折间压力, 重建股骨矩的稳定性, 符合生物力学原理, 且不会破坏股骨头血运<sup>[37]</sup>。DHS 加防旋螺钉固定也不失为治疗股骨颈基底部分骨折和 Pauwels III 型骨折不错的选择<sup>[38]</sup>, DHS 的拉力螺钉具有滑动机制, 可将骨折近端剪切力转化为压应力来促进骨折的愈合, 生物力学显示 DHS 相对空心钉固定更加牢靠, 联合防旋螺钉可弥补 DHS 无法抗旋转的弊端, 兼具稳定性和牢靠性, 对年轻或老年患者均可适用。

PCCP<sup>[39]</sup>、FNS<sup>[40]</sup>均是近年提出的内固定方法, 尤其 FNS 是 AO 最新设计的一种适用于股骨颈骨折的内固定系统。研究表明, FNS 力学强度优于空心钉, 抗旋能力较 DHS 有所提升, 因其钢板更小巧, 螺

钉少,对软组织和股骨近端骨质破坏更少,符合微创理念,是目前最具有应用前景的固定方式。另外,本期报道采用外固定架治疗股骨颈骨折<sup>[41]</sup>,通过对外固定架的改良使其更顺应和符合股骨近端解剖和生物力学特点,具有股骨颈短缩率低、愈合时间短、愈合率高、功能良好等优势,也同样值得借鉴。

固定方式的选择,是临床医生对股骨颈骨折治疗理念和操作技术的双重考量。全面了解固定器械的适应证及其优势和不足,再根据患者情况和骨折类型进行个体化选择。与使用先进的固定器械相比,掌握精湛的手术操作技术对降低术后并发症更为重要。

### 3 展望

目前,对于股骨颈骨折的认知仍具有挑战。早期及时手术、高质量的复位、规范的操作固定技术,是股骨颈骨折获得愈合的前提和关键。我们应充分认识股骨颈特殊的解剖及生物力学特点,重视对骨折的全面评估,为患者制定科学合理的治疗方案,规范处理治疗过程中的每个细节,降低骨折不愈合、股骨头坏死等并发症的发生率,以最小的创伤、最优的固定获得最佳的临床效果。

#### 参考文献

- [1] 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 BZ, CHANG X. Classification and treatment choice of femoral neck fractures[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(11):973-976. Chinese.
- [2] Garden RS. Reduction and fixation of subcapital fractures of the femur[J]. Orthop Clin North Am, 1974, 5(4):683-712.
- [3] Bartonicek J, Pauwels' classification of femoral neck fractures: correct interpretation of the original[J]. J Orthop Trauma, 2001, 15(5):358-360.
- [4] 张月雷,张保焜,李坛珠,等. 颈垂角与空心螺钉内固定治疗股骨颈骨折远期预后的相关性研究[J]. 中华创伤骨科杂志, 2018, 20(7):572-577.  
ZHANG YL, ZHANG BK, LI TZ, et al. Correlation between cervical vertical angle and the long-term prognosis of femoral neck fracture treated with cannulated screw fixation[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2018, 20(7):572-577. Chinese.
- [5] Basso T, Klaksvik J, Syversen U, et al. Biomechanical femoral neck fracture experiments: a narrative review[J]. Injury, 2012, 43(10):1633-1639.
- [6] Liu Y, Li M, Zhang M, et al. Femoral neck fractures: prognosis based on a new classification after superselective angiography[J]. J Orthop Sci, 2013, 18(3):443-450.
- [7] 殷林, 邬波, 宗丹, 等. 血运重建加内固定治疗股骨颈骨折[J]. 中国骨伤, 2002, 15(7):421-422.  
YIN L, WU B, ZONG D, et al. Revascularization and internal fixation for the treatment of femoral neck fracture[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2002, 15(7):421-422. Chinese with abstract in English.
- [8] Chidgy L. Vascular reorganization and return of rigidity in fracture healing[J]. J Orthop Res, 1986, 4(2):173.
- [9] Ikemura S, Yamamoto T, Motomura G, et al. MRI evaluation of collapsed femoral heads in patients 60 years old or older: Differentiation of subchondral insufficiency fracture from osteonecrosis of the femoral head[J]. AJR Am J Roentgenol, 2010, 195:63-68.
- [10] 刘清华, 马晓文, 张堃. 创伤性股骨颈骨折后股骨头血运的早期评估及风险预测[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2014, 29(2):204-206.  
LIU QH, MA XW, ZHANG K. Early assessment and risk prediction of femoral head blood supply after traumatic femoral neck fracture[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi, 2014, 29(2):204-206. Chinese.
- [11] 蒋盘强, 费胜民, 赵栋. 螺旋 CT 评价股骨颈骨折后股骨头血运的临床研究[J]. 中华关节外科杂志, 2012, 6(2):177-183.  
JIANG PQ, FEI SM, ZHAO D, et al. Clinical evaluation of the blood supply in femoral head after femoral neck fracture by spiral CT[J]. Zhonghua Guan Jie Wai Ke Za Zhi, 2012, 6(2):177-183. Chinese.
- [12] 章猛奇, 彭筋宸. 股骨颈骨折后股骨头血运评估研究现状及进展[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2019, 27(2):82-85.  
ZHANG MQ, PENG JC. Current status and progress of research on blood supply assessment of femoral head after femoral neck fracture[J]. Zhongguo Zhong Yi Gu Shang Ke Za Zhi, 2019, 27(2):82-85. Chinese.
- [13] 陈献韵, 蒋恒, 金永鑫, 等. 妊娠期一过性骨质疏松致单侧陈旧性股骨颈骨折髋关节置换手术 1 例报告[J]. 中国骨伤, 2021, 34(3):225-227.  
CHEN XY, JIANG H, JIN YX, et al. Unilateral old femoral neck fracture caused by transient osteoporosis during pregnancy and hip replacement: a case report[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2021, 34(3):225-227. Chinese.
- [14] 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.  
LIU BC, SUN C, XING Y, et al. Analysis of risk factors for necrosis of femoral head after internal fixation surgery in young and mid-aged patients with femoral neck fracture[J]. Bei Jing Da Xue Xue Bao (Yi Xue Ban), 2020, 52(2):290-297. Chinese.
- [15] Duckworth AD, Bennet SJ, derinto JA, et al. Fixation of intracapsular fractures of the femoral neck in young patients[J]. J Bone Joint Surg, 2011, 93(6):811-816.
- [16] 刘冠虹, 吉万波, 刘锦涛. 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 GH, JI WB, LIU JT, 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]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2020, 33(8):750-757. Chinese with abstract in English.
- [17] 陈芒芒, 吕杨训, 林胜磊, 等. 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[J]. 中国骨伤, 2021, 34(3):203-208.  
CHEN MM, LYU YX, LIN SL, et al. Pressure side and tension side comminution of femoral neck cortex are independent risk factors for aseptic necrosis after femoral neck fracture surgery[J]. Zhong-

- guo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2021, 34(3):203-208. Chinese with abstract in English.
- [18] 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 ZG, WANG GL, PANG YT, 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]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2021, 34(3):215-219. Chinese with abstract in English.
- [19] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组, 中国医师协会骨科医师分会创伤专家工作委员会. 成人股骨颈骨折诊治指南[J]. 中华创伤骨科杂志, 2018, 20(11):921-928.
- Traumatic Orthopedics Group, Society of Orthopedics, Chinese Medical Association. Guidelines for diagnosis and treatment of adult femoral neck fractures[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2018, 20(11):921-928. Chinese.
- [20] Schmidt AH, Swiontkowski MF. Femoral neck fractures[J]. Orthop Clin North Am, 2002, 33(1):97-111.
- [21] Gregory JJ, Kostakopoulou K, Cool DJ. One-year outcome for elderly patients with displaced intracapsular fractures of the femoral neck managed non-operatively[J]. Injury, 2010, 41(12):1273-1276.
- [22] Guimaraes JAM, Rocha LR, Noronha Rocha TH, et al. Vertical femoral neck fractures in young adults; a closed fixation strategy using a transverse cancellous lag screw[J]. Injury, 2017, 48(Suppl 4):S10-S16.
- [23] Hakim G, Volpin G. Surgical treatment of femoral neck fractures in young adults[J]. Israel Med Association J, 2015, 17(6):380-382.
- [24] 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.
- [25] Halvorson J. Reduction techniques for young femoral neck fractures[J]. J Orthop Trauma, 2019(33):12-19.
- [26] Min BW, Kim SJ. Avascular necrosis of the femoral head after osteosynthesis of femoral neck fracture[J]. Orthopedics, 2011, 34(5):349.
- [27] 卢庆弘, 余锋平. 影响空心加压螺钉治疗股骨颈骨折愈合的因素分析[J]. 中国骨伤, 2012, 25(12):1040-1044.
- LU QH, YU FP. Therapeutic effects of cannulated compression screws for treating femoral neck fractures[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2012, 25(12):1040-1044. Chinese with abstract in English.
- [28] Garden RS. Stability and union in subcapital fractures of the femur[J]. J Bone Joint Surg Br, 1964, 46(4):633-647.
- [29] Gotfried Y, Kovalenko S, Fuchs D. Nonanatomical reduction of displaced subcapital femoral fractures(Gotfried reduction)[J]. J Orthop Trauma, 2013, 27(11):e254-e259.
- [30] Lowell JD. Results and complications of femoral neck fractures[J]. Clin Orthop Relat Res, 1980, 10(152):162-172.
- [31] Bhandari M, Devereaux PJ, Tornetta P, et al. Operative management of displaced femoral neck fractures in elderly patients: an international survey[J]. J Bone Joint Surg Am, 2005, 87(9):2122-2130.
- [32] 王照东, 官建中, 吴敏, 等. 两种空心螺钉构型治疗青壮年股骨颈骨折的疗效比较[J]. 中国修复重建外科杂志, 2021, 35(3):1-5.
- WANG ZD, GUAN JZ, WU M, et al. Comparison of effectiveness of two hollow screw configurations in the treatment of femoral neck fractures in young adults[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2021, 35(3):1-5. Chinese.
- [33] Zlowodzki M, Ayieni O, Petrisor BA, et al. Femoral neck shortening after fracture fixation with multiple cancellous screws: incidence and effect on function[J]. J Trauma, 2008, 64(1):163-169.
- [34] Filipov O. Biplane double supported screw fixation(F technique): a method of screw fixation at osteoporotic fractures of the femoral neck[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2011, 21(7):539-543.
- [35] Satish BR, Ranganadham AV, Ramalingam K, et al. Four quadrant parallel peripheral screw fixation for displaced femoral neck fractures in elderly patients[J]. Indian J Orthop, 2013, 47(2):174-181.
- [36] 张晟, 胡岩君, 余斌. 不同内固定方式固定 Pauwels III 型股骨颈骨折模型的有限元分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(2):163-169.
- ZHANG S, HU YJ, YU B. A finite element analysis on biomechanical properties of Pauwels type III femoral neck fracture fixed with 5 different internal fixations[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2017, 25(2):163-169. Chinese.
- [37] Putnam SM, Collinge CA, Gardner MJ, et al. Vascular anatomy of the medial femoral neck and implications for surface plate fixation[J]. J Orthop Traum, 2019, 33(3):111-115.
- [38] 窦连大, 王辉, 张春明, 等. DHS 加防旋螺钉治疗 Pauwels III 型股骨颈骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(18):1722-1724.
- DOU LD, WANG H, ZHANG CM, et al. Treatment of Pauwels type III femoral neck fracture with DHS and anti-rotation screw[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2020, 28(18):1722-1724. Chinese.
- [39] Brandt E, Verdonschot N, Vugt AV, et al. Biomechanical analysis of the percutaneous compression plate and sliding hip screw in intracapsular hip fractures: experimental assessment using synthetic and cadaver bones[J]. Injury, 2006, 37(10):979-983.
- [40] Stoffel K, Zderic I, Gras F, et al. Biomechanical evaluation of the femoral neck system in unstable Pauwels III femoral neck fractures: a comparison with the dynamic hip screw and cannulated screws[J]. J Orthop Trauma, 2017, 31(3):131-137.
- [41] 张东辉, 张扬, 刘丽莹, 等. 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[J]. 中国骨伤, 2021, 34(3):208-214.
- ZHANG DH, ZHANG Y, LIU LY, et al. Comparison of clinical efficacy of two different pin arrangements for external fixation of femoral neck fracture[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2021, 34(3):208-214. Chinese with abstract in English.

(收稿日期:2021-03-03 本文编辑:王玉蔓)