

## 避免空心螺钉穿出股骨颈 (IN-OUT-IN) 的研究进展

罗开文, 闫石\*

承德医学院附属医院 河北承德

**【摘要】** 股骨颈骨折是临床上常见的骨折类型, 随着社会老龄化和高速能量损伤患者的增多, 股骨颈骨折近年来发病率逐渐上升。其中老年人无移位骨折以及青壮年移位骨折, 空心螺钉内固定是当前手术治疗的主流。常规的倒等腰三角形构型中, 空心螺钉穿出股骨颈的几率很大, 穿出的股骨颈不仅可能造成股骨头缺血性坏死, 而且可能造成骨折延迟愈合或不愈合, 大大增加了空心螺钉治疗股骨颈骨折的术后并发症, 因此如何避免上方螺钉穿出股骨颈 (IN-OUT-IN) 的研究尤为重要。本文将对避免空心螺钉穿出股骨颈 (IN-OUT-IN) 的研究进展做一综述。

**【关键词】** 股骨颈骨折; 空心螺钉穿出; 内固定失效; 股骨头坏死

**【收稿日期】** 2023 年 1 月 7 日      **【出刊日期】** 2023 年 1 月 25 日      **【DOI】** 10.12208/j.ijmd.20230006

### Research progress in avoiding hollow-core screw penetration of femoral neck (IN-OUT-IN)

Kaiwen Luo, Shi Yan\*

The Affiliated Hospital of Chengde Medical University

**【Abstract】** Femoral neck fracture is a common fracture type in clinical practice. With the aging society and the increasing number of patients with high-speed energy injury, the incidence of femoral neck fracture has gradually increased in recent years. Among the displaced fractures in the elderly and young adults, hollow screw internal fixation is the mainstream of current surgical treatment. In the conventional isosceles triangle configuration, there is a high probability of hollow screws penetrating the femoral neck, which may not only cause avascular necrosis of the femoral head, but also delay or non-union of the fracture. It has greatly increased the postoperative complications of femoral neck fracture treated with hollow screw, so it is particularly important to study how to avoid the insertion of the upper screw into the femoral neck (IN-OUT-IN). This article reviews the research progress in avoiding hollow-core screw penetration of femoral neck (IN-OUT-IN).

**【Keywords】** Femoral neck fracture; Hollow screw out; Internal fixation failure; Femoral head necrosis

目前, 临床股骨颈骨折的主流固定方式是空心螺钉倒“品”形分布, 置钉遵循“贴边、平行、品形”六字原则, 以实现骨折断端加压和坚强固定, 获得最大的生物力学稳定。三枚空心加压螺钉治疗股骨颈骨折可与骨组织结构共同构成一立体的框架结构, 符合生物力学原理, 有较高的抗剪力, 抗弯力及抗扭转力。放置在倒三角形结构可能存在危险中, 将这些螺钉与股骨颈皮质邻接, 增加固定结构的稳定性; 然而, 与皮质的紧密接触也会导致一个内-外-内 (IOI) 螺钉。Hoffman 等人<sup>[1]</sup>发现, 在尸体

模型中放置的后上方螺钉中, 70%是“内-外-内” (IOI), 尽管在 AP 和侧面透视图像上显示为骨内。置入股骨后上颈的经皮螺钉通常位于骨外或“内-外-内” (IOI), 但大多数 C 形臂机器仅提供二维图像, 这些 IOI 螺钉在前后位和侧位透视图像上不易识别。穿出股骨颈的空心螺钉将造成不可估量的后果。因此, 临床医生应该掌握如何避免空心螺钉穿出股骨颈方法, 从而减少空心螺钉穿出股骨颈的发生。

#### 1 连续透视翻转图像

股骨颈骨折采用空心螺钉手术时, 我们大多都

作者简介: 罗开文 (1995-) 男, 重庆, 承德医学院在读研究生, 研究方向: 骨科学;

\*通讯作者: 闫石, (1967-) 男, 河北承德, 硕士, 主任医师、创伤骨科副主任, 研究方向: 创伤骨科。

运用 C 形臂透视来确定空心螺钉的位置, 但大多数 C 形臂机器仅提供二维图像, 这些 IOI 螺钉在前后位和侧位透视图像上不易识别。为了避免后上方螺钉穿出股骨颈, Aibinder WR 等人<sup>[2]</sup>研究发现在将后上导针置入股骨颈后, 使用连续透视翻转图像对检测 IOI 位置高度敏感。40 度翻转图像是评估导针与后皮质接近程度的最佳视图。序列透视翻转图像对识别股骨颈内放置的骨外 IOI 后上导针具有较高的灵敏度, 序列透视翻转图像识别 IOI 导针的敏感性和特异性为 98.0% 和 71.2%。由于 40 度翻转图像最好地显示了钉与后皮质的接近程度, 因此这是在放置空心螺钉之前获得的关键视图, 以防止 IOI 后上螺钉。这种翻转视图可以很容易地添加到经皮螺钉固定的标准常规中, 对手术流程的影响最小。使用该方案可能有助于避免后上螺钉 IOI。

## 2 绘制风险区梯度图

随着数字模拟技术的进步, 在空心螺钉固定股骨颈的手术中, 我们也不妨运用数字模拟技术来避免空心螺钉穿出股骨颈。Zhang YQ 等人<sup>[3]</sup>试图通过数字模拟计算穿孔风险, 绘制风险区的梯度图, 并帮助外科医生实现安全的皮质接触位置。对股骨风险区梯度图的准确理解将有助于外科医生避免医源性皮质穿孔、血管损伤和皮质破裂。使用数字方法模拟术中 X 线照片, 包括无法通过实际术中透视获得的轴向视图。Zhang 建议采用 40 度尾侧视图, 这有助于检测前下或后上位置的错位螺钉。50 度角头侧视图有助于显示前上或后下位置的错位螺钉。建议在导丝插入后, 根据梯度图、安全和皮质接触区及安全区域进行风险评估, 以防止螺钉穿透。为了尽量避免空心螺钉穿出股骨颈而造成的医源性损伤, 我们应使用梯风险区度图在正位片和侧位片中评估螺钉位置。

## 3 改变螺钉的构型

空心螺钉穿出股骨颈往往是由于空心螺钉在股骨外侧壁的构型不正确造成的, 生物力学和临床研究发现, 平行固定股骨颈骨折的三枚空心钉呈倒三角形分布, 同时满足最大的分散程度、获得最大的皮质支撑, 应该是目前最佳的空间构型。三枚螺钉的空间分布应尽可能接近股骨颈峡部的轮廓, 股骨颈峡部偏心率、面积和周长等形态学特征可能是决定三枚螺钉空间结构的重要因素。因此, 当使用三

个平行螺钉固定器治疗股骨颈骨折时, 三个螺钉的空间结构可能不是标准的倒等腰三角形, 可能是斜三角形或具有特定倾角的等腰三角形<sup>[4]</sup>。Zhang 等人<sup>[5]</sup>研究在计算机辅助模型下, 使用 CAD 软件构建了一个倾斜的椭圆形股骨颈峡部, 以模拟股骨颈的结构, 将斜三角构型的面积和周长与传统的倒等腰三角形构型和等边三角形构型进行了比较。在椭圆模型的不同扭转角、横截面积和偏心率下, 分析了不同三角形结构的面积和周长比的趋势。使用斜三角形配置的平行螺钉可以在股骨颈峡部横截面上获得最大内接面积。斜三角构型的面积和周长明显大于传统倒等腰三角形构型和等边三角形构型的配置, 它更符合螺钉放置的原则: 平行、倒三角形、分散、皮质支持。Zhu 等人<sup>[6]</sup>对 15 例成人股骨近端进行 CT 重建。发现钝角三角形螺钉构型在螺钉间距、股骨颈横截面中心到螺钉的距离和三角形面积等参数上显示出优势。因此, 钝角三角形螺钉配置或者斜三角形配置可能是股骨颈骨折 (Pauwels I 和 II) 内固定的理想模式, 后上方螺钉穿出股骨颈的风险较等腰三角形或者等边三角形较小。

## 4 双平面技术

空心螺钉固定股骨颈是一个三维立体的结构, 因此空心螺钉的平面十分重要, 传统的空心螺钉的平面会大大增加空心螺钉穿出股骨颈。Filipov 等<sup>[7]</sup>根据为植入物建立两个支撑点及其在股骨颈和股骨头中的双平面定位的原始概念。为植入物提供两个稳定的支撑点, 并且植入物的位置大大增加 (钝角), 由于螺钉的强度, 患者的体重可以成功地从头部碎片转移到骨干上。Filipov 等<sup>[8]</sup>通过应用 F 技术治疗了 207 例平均年龄为 75 岁、Garden III、IV 型股骨颈骨折患者, 其研究结果发现股骨颈骨折愈合率为 96.6%, 骨折不愈合率为 3.4%, 内固定失败率仅为 2.4%。双平面技术的空间利用率更高, 改变了传统空心螺钉在股骨颈中的空间走向, 螺钉置入更为安全, 螺钉穿出股骨颈的风险更低, 因此临床医生应掌握利用空心螺钉的双平面技术治疗股骨颈骨折, 从而降低空心螺钉穿出股骨颈。

## 5 梨状窝放射影像标志物

股骨近端解剖十分复杂, 股骨颈后上方梨状窝附近厚度较薄, 因此传统螺钉平行贴边固定时, 后上方螺钉往往从近梨状窝处穿出, 梨状窝在影像中

也有其独特的放射学标志, Adams JDJ Jr 等人<sup>[9]</sup>研究检查了使用梨状窝 (PF) 的放射学标志物来防止螺钉被放置 IOI。通过尸体标本, 在前后观上, 在 PF 下缘尾部放置倒三角后上螺钉似乎可以避免股骨颈骨折经皮螺钉固定过程中的皮质破裂。因此, 临床医生在术中因仔细辨认空心螺钉与梨状窝的关系, 利用梨状窝特殊的影像学表现来确保空心螺钉的安全位置, 从而避免空心螺钉穿出股骨颈。

## 6 股骨颈断面引导器

为了空心螺钉能够更加安全置入, 临床医生也会运用各种各样的导向器来辅助手术安全顺利的完成。Zhu Q 等人<sup>[10]</sup>根据 FNS 的特殊解剖结构设计了一种用于股骨颈骨折内固定的新型器械, 称之为“股骨颈断面引导器(GFNS)”, 与传统技术相比, 使用 GFNS 技术进行的钻探尝试更少。多次钻孔可能会削弱骨骼并导致调整失败, 因为导丝可能会沿初始钻孔轨迹滑动。使用 GFNS 技术, 在插入导丝之前, 在荧光透视上确认了“优秀”孔的虚拟延伸钻孔轨迹, 从而限制了进一步钻孔的需要。经皮 GFNS 技术可提高股骨颈骨折内固定螺钉最佳定位的准确性。

## 7 总结与展望

随着人口的老齡化, 随着现代工业、建筑业及交通事业的迅猛发展, 股骨颈骨折的发生率也在逐年增加。临床上针对于骨折无移位及移位较轻的老年及青壮年股骨颈骨折患者, 多采用骨折复位内固定, 在骨折复位良好的基础上, 常采用三枚空心螺钉内固定, 为达到骨折较牢固的固定, 要求三枚螺钉呈倒三角分布、贴股骨颈皮质内侧(贴边)、平行、分散。空心螺钉的贴皮质固定很大可能会穿出股骨颈出现 in-out-in 的现象, 会带来不可估量的后果, 空心螺钉穿出股骨颈不仅会损伤股骨头主要供血血管外侧髂动脉从而导致内固定术后的股骨头缺血性坏死。而且影响骨折术后内固定的稳定性, 造成骨折延迟愈合或不愈合。因此如何避免空心螺钉穿出股骨颈显得尤为重要, 上述方法均可运用来降低空心螺钉穿出股骨颈, 临床医生应根据实际情况, 运用合适的方法避免空心螺钉穿出股骨颈。

## 参考文献

[1] Hoffmann JC, Kellam J, Kumaravel M, Clark K, Routt MLC, Gary JL. Is the Cranial and Posterior Screw of the "Inverted

Triangle" Configuration for Femoral Neck Fractures Safe?. *J Orthop Trauma*. 2019;33(7):331-334.

- [2] Aibinder WR, Yuan BJ, Cross WW 3rd, Parry JA. Sequential fluoroscopic rollover images reliably identify "in-out-in" posterosuperior screws during percutaneous fixation of femoral neck fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020;30(6):1061-1065.
- [3] Zhang YQ, Chang SM, Huang YG, Wang X. The femoral neck safe zone: a radiographic simulation study to prevent cortical perforation with multiple screw insertion. *J Orthop Trauma*. 2015;29(5):e178-e182.
- [4] Guo J, Dong W, Qin S, Zhang Y. Definition of ideal configuration for femoral neck screwfixation in older people. *Sci Rep*, 2019, 9: 12895.
- [5] Zhang RY, Li JT, Zhao JX, et al. The oblique triangle configuration of three parallel screws for femoral neck fracture fixation using computer-aided design modules. *Sci Rep*. 2022;12(1):325. Published 2022 Jan10.
- [6] Zhu Q, Shi B, Xu B, Yuan J. Obtuse triangle screw configuration for optimal internal fixation of femoral neck fracture: an anatomical analysis. *Hip Int*. 2019;29(1):72-76.
- [7] Filipov O. Biplane double-supported screw fixation (F-technique): a method of screw fixation at osteoporotic fractures of the femoral neck. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2011;21(7):539-543.
- [8] Filipov O, Gueorguiev B. Unique stability of femoral neck fractures treated with the novel biplane double-supported screw fixation method: a biomechanical cadaver study. *Injury*. 2015;46(2):218-226.
- [9] Adams JDJ Jr, Walker JB, Loeffler M. Avoid the In-Out-In Posterosuperior Femoral Neck Screw: The Use of the Piriformis Fossa Radiographic Landmark. *J Orthop Trauma*. 2022;36(5):224-227.
- [10] Zhu Q, Xu B, Lv J, Yan M. Introduction of a guide based on a femoral neck section for fixation with multiple screws: a cadaveric study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1): 104.

版权声明: ©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS