Modern Practical Medicine, September 2025, Vol. 37, No. 9

·诊治分析·

改良导针调整方案在股骨粗隆间骨折髓内钉固定中的应用

张健，汤欣，申成春

【关键词】 骨粗隆间骨折；骨折固定术，内；髓内钉
doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.09.018
【中图分类号】 R683.42 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2025)09-0946-05

近年来，我国老年髋部骨折发病率逐年攀升。预计到2050年，髋部骨折病例将从2013年的70万例增至450万例，其中股骨粗隆间骨折占50%[1]。多数患者需尽早接受手术治疗以缓解疼痛，并降低骨折相关并发症的发生率[2]。股骨粗隆间骨折的手术固定方法主要有髓内和髓外固定，滑动髋螺钉（slidinghip screws，SHS）曾被视为治疗此类骨折的“金标准”[3]。然而，自20世纪80年代髓内钉应用于股骨粗隆间骨折固定以来，得益于其微创特性及出色的生物力学特性，已逐步成为粗隆间骨折主流内固定技术[4]。美国骨折手术委员会数据显示，股骨粗隆间骨折患者中髓内钉内固定比例自1999年的3%上升至2017年的92.4%[5-6]。

髓内钉头颈钉切出是股骨粗隆间骨折内固定术后常见的并发症之一，引起患者髋部疼痛，通常需要二次手术，加重患者的医疗创伤和经济负担。尖顶距（tip-apex distance，TAD）是预测股骨粗隆间骨折术后髓内钉头颈钉切出的重要参数，计算TAD时髓内钉头颈钉的理想位置应该位于股骨颈标准正侧位透视的中心[7]。然而术中置入理想位置的头颈钉导针往往需要在C臂机透视下反复调整或进行大范围的软组织剥离，破坏股骨近端血运，同时增加了手术时间和透视时间，导致术后并发症风险增高[8]。传统调整头颈钉导针方案分别根据术中C臂机的正位透视调整导针颈干角、侧位透视调整前倾角，并未考虑到导针颈干角与前倾角之间存在的关联。但笔者发现调整导针前倾角时，导针颈干角存在协同增大或减少的现象，经常出现侧位导针位置调整满意后正位导针位置偏移等现象。笔者团队前期研究通过Mimics 10.01和Pro/E 3.0软件模拟验证了主钉旋转时头颈钉导针颈干角与前倾角之间的关系（图1），并提出改良导针调整方案[8]。目前尚无关于改良导针调整与传统经验调整头颈钉导针位置的临床效果比较报道。因此，本研究回顾性收集2021年4－11月大连医科大学附属第一医院创伤骨科股骨粗隆间骨折患者的临床资料，探讨改良导针调整方案的应用价值，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准 纳入标准：（1）新鲜闭合性股骨粗隆间骨折患者（伤后至手术时间≤3周）；（2）行股骨近端髓内钉固定；（3）术中C臂机透视影像资料完整。排除标准：（1）病理性骨折患者；（2）股骨近端解剖结构异常畸形患者；（3）同侧股骨多发骨折患者；（4）既往髋部骨折患者。

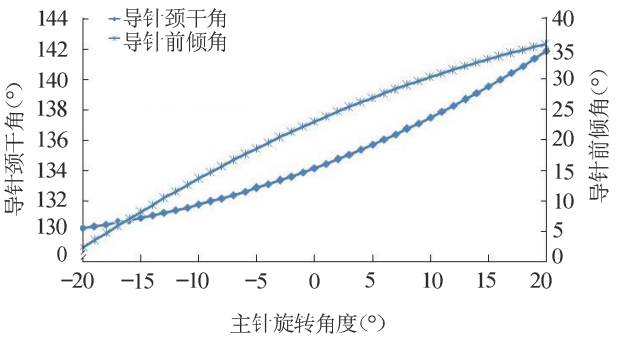


图1 主钉旋转时头颈钉导针颈干角与前倾角之间的关系

基金项目：宁波市鄞州区农业与社会发展科技项目（2025AS032）；宁波市骨科与运动康复临床医学研究中心（2024L004）

作者单位：315040 宁波，宁波市第六医院（张健、申成春）；大连医科大学附属第一医院（汤欣）
通信作者：申成春，Email：scc1207@sina.com

1.2　一般资料　选取 2021 年 4 － 11 月期间在大连医科大学附属第一医院创伤骨科接受治疗的股骨粗隆间骨折患者 59 例，根据手术中髓内钉头颈导针的调整策略，将患者分为改良导针调整组和传统经验调整组。两组年龄、性别、侧别、AO/OTA 分型及致伤原因等差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$），见表 1。本研究获得大连医科大学附属第一医院伦理委员会批准（PJ-KS-KY-2022-158），所有研究者均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

1.3　方法　患者入院后完善术前检查，评估手术禁忌，手术分别由两名经过 AO 培训的同一资质的主任医师完成。采用全身麻醉，根据术前骨折形态及骨折块移位情况，采用闭合手法复位或有限切开辅助复位等方式复位骨折块。复位满意后，在大转子顶点稍内侧插入髓内钉主钉导针，依照髓内钉标准手术规程置入主钉至合适位置。随后置入头颈钉导针，进行术中 C 臂机正侧位透视。

若股骨颈头颈钉导针在 C 臂机正侧位透视下均位于股骨颈正中即理想位置，继续依照髓内钉标准手术规程完成股骨近端髓内钉植入术。若导针不位于理想位置，改良导针调整组应用改良导针调整方案（表 2），根据 C 臂机正侧位透视下头颈钉导针在股骨颈中的位置选择调整策略，依据导针前倾角变化时导针颈干角随之变化的规律，沿主钉纵轴线旋转髓内钉置入手柄或调整主钉深浅，改变导针的进针角度，重新置入导针后再次 C 臂机正侧位透视。若导针仍不位于理想位置，则再次调整，直至导针位于理想位置，继续依照髓内钉标准手术规程完成髓内钉固定术，见图 2 ～ 5。传统经验调整组根据既往手术经验，在侧位透视下根据导针位置旋转髓内钉置入手柄调整前倾角，在正位透视下根据导针位置调整主钉深浅，直至导针位于理想位置。

1.4　术后处理　术后 1 d 实施股四头肌等长收缩训练，术后 2 d 起开展坐位床边功能锻炼，3 d 起在医师指导下使用助行器进行站立，实施患肢无负重功能恢复训练。术后行双髋关节正位及患髋侧位 X 线复查，评估骨折复位情况及内固定位置。术后予以抗生素预防感染，口服利伐沙班进行抗凝预防血栓至术后 7 周。

1.5　观察指标　收集两组患者围手术期数据包括住院时间、手术时间（从骨折复位开始至切口关闭）、头颈钉导针调整次数、置入头颈钉导针时 C 臂机透视次数、TAD 值及术中出血量等。

1.6　统计方法　采用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析，正态分布的计量资料以均数±标准差表示，采用两独立样本 t 检验；非正态分布的计量资料以中位数（四分位间距）表示，采用 Mann-Whitney 非参数秩和检验；计数资料采用 χ^2 检验。$P < 0.05$ 表示

表 1　两组一般资料比较

指标		改良导针调整组（n=36）	传统经验调整组（n=23）	χ^2（t）值	P 值
年龄（岁）		78.1±5.5	80.4±6.6	（1.46）	＞0.05
性别[例（%）]	男	13（36.11）	7（30.43）	0.20	＞0.05
	女	23（63.89）	16（69.57）		
侧别[例（%）]	左	16（44.44）	13（56.52）	0.82	＞0.05
	右	20（55.56）	10（43.48）		
致伤原因[例（%）]	车祸	1（2.78）	1（4.35）	0.74	＞0.05
	高处坠落	1（2.78）	0		
	跌倒	34（94.44）	22（95.65）		
AO/OTA 分型[例（%）]	31A1	8（22.22）	6（26.09）	1.42	＞0.05
	31A2	25（69.44）	13（56.52）		
	31A3	3（8.33）	4（17.39）		

表 2　改良导针调整方案

正位透视下导针在股骨颈中的高度	侧位透视下导针前倾角	调整方案	正位透视下导针颈干角
高	大	内旋主钉导向手柄，减少前倾角若未解决，适度进深主钉	随调整变小
低	小	外旋主钉导向手柄，增加前倾角若未解决，适度回退主钉	随调整变大
高	小	内旋主钉导向手柄，同时回退主钉	随调整变小
低	大	外旋主钉导向手柄，同时进深主钉	随调整变大

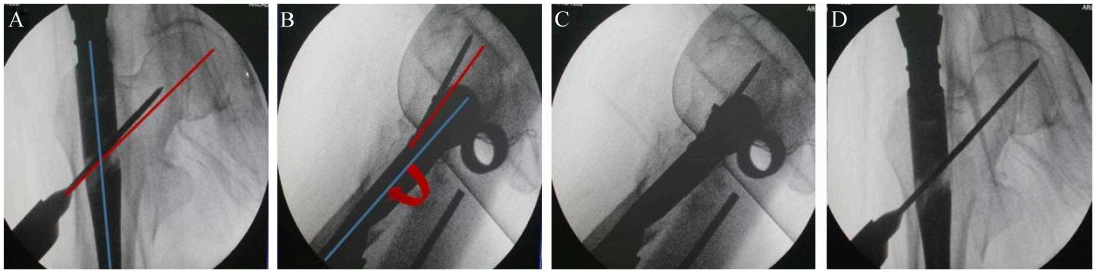
差异有统计学意义。

2 结果

改良导针调整组术中出血量、TAD值、住院时间与传统经验调整组差异均无统计学意义（均 $P > 0.05$），手术时间、头颈钉导针调整次数和置入头颈钉导针时 C 臂机透视次数均少于传统经验调整组（均 $P < 0.05$），见表 3。

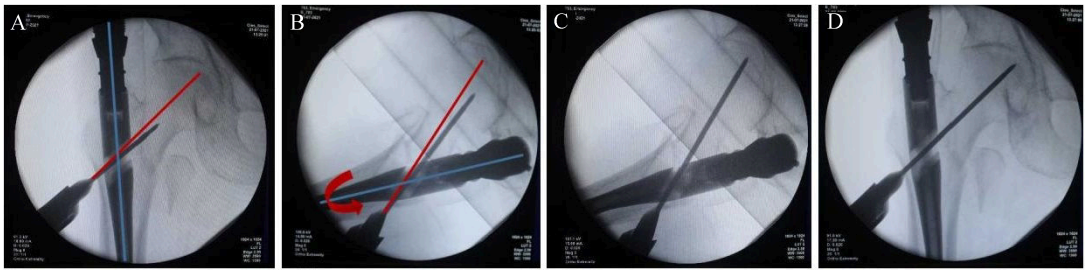
3 讨论

3.1 改良导针调整方案理论基础 传统股骨粗隆间骨折髓内钉内固定术中头颈钉导针调整主要基于二



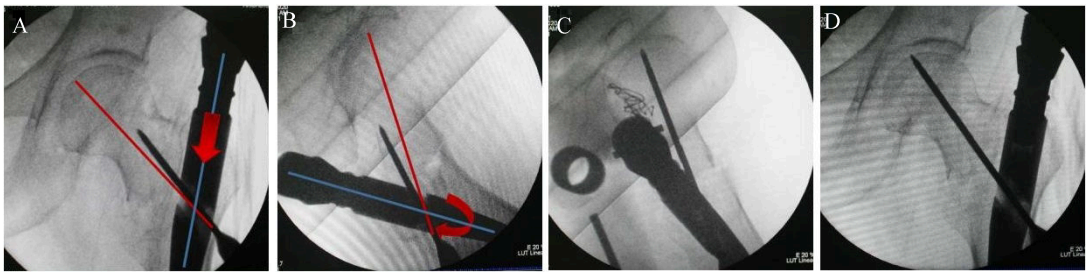
注：A 为正位透视导针位置偏高；B 为侧位透视导针前倾角偏大，内旋主钉导向手柄；C 为减小侧位透视下的导针前倾角；D 为正位透视导针颈干角随之减小

图 2 改良导针调整方案 1



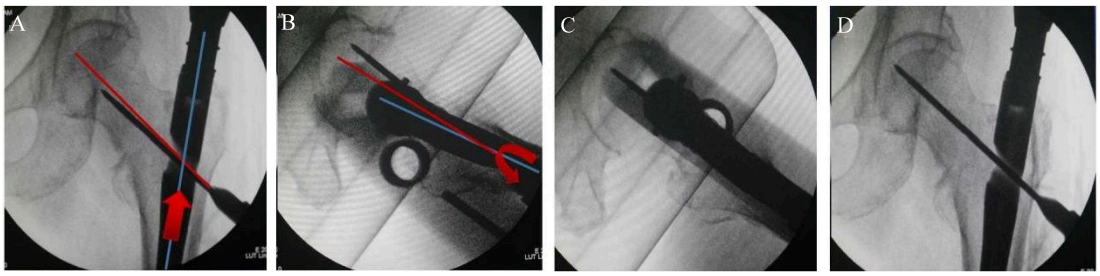
注：A 为正位透视导针位置偏低；B 为侧位透视导针前倾角偏小，外旋主钉导向手柄；C 为增大侧位透视下的导针前倾角；D 为正位透视导针颈干角随之增大

图 3 改良导针调整方案 2



注：A 为正位透视导针位置偏高；B 为侧位透视导针前倾角偏小，外旋主钉导向手柄；C 为增大侧位透视下的导针前倾角，此时正位透视下导针位置将更高；D 为同时进深主钉，降低导针位置

图 4 改良导针调整方案 3



注：A 为正位透视导针位置偏低；B 为侧位透视导针前倾角偏大，内旋主钉导向手柄；C 为减小侧位透视下的导针前倾角，此时正位透视下导针位置将更低；D 为同时回退主钉，升高导针位置

图 5 改良导针调整方案 4

表3 两组围手术期资料比较

组别	手术时间（min）	术中出血量（ml）	头颈钉导针调整次数（次）	置入头颈钉导针透视次数（次）	尖顶距（mm）	住院时间（d）
改良导针调整组（n=36）	61.11±12.31	150.53±29.50	1.00（1.00，2.00）	8.00（7.00，9.00）	18.15（17.60，19.80）	11.00（10.00，12.80）
传统经验调整组（n=23）	68.26±14.27	156.70±42.02	2.00（1.00，3.00）	10.00（7.00，11.00）	17.60（17.60，19.80）	12.00（11.00，14.00）
t（Z）值	2.04	0.66	（2.88）	（2.32）	（0.09）	（1.88）
P值	＜0.05	＞0.05	＜0.05	＜0.05	＞0.05	＞0.05

维平面，术中C臂机正侧位透视难以立体确定导针在股骨颈内的位置，而直接影响导针置入的准确性，手术过程中往往需要反复透视才能将股骨颈导针置于理想位置，甚至一些低年资医生对术中C臂机正侧位透视理解不足，错误判断导针位置，最终影响内固定物位置。由于髓内钉具有前弓弧，因此髓内钉轴线并不位于正侧位透视投射平面，从而导致侧位透视下头颈钉导针前倾角投影与正位透视下导针颈干角投影具有相关性。研究显示，当侧位透视下增大导针前倾角投影，正位导针颈干角投影随之增大；反之，侧位透视下减小导针前倾角投影时，正位透视下导针颈干角投影随之减小[8]。因此笔者团队提出基于三维立体图像的改良导针调整技术方案，用于指导具有前弓弧的髓内钉头颈钉导针的置入。

3.2 改良导针调整方案创新点 Baumgaertner等[9]首次提出TAD的概念用于判断内植物在股骨头内的位置和预测螺钉切出概率，并强调计算TAD时，拉力螺钉在标准正侧位透视下最理想位置应位于股骨颈正中。美国骨科医师协会提出的股骨粗隆间骨折内固定10个手术技巧中将TAD的重要性排在第1位[10]。Walton等[11]研究了颈干角与TAD的关系，提出颈干角＜125°的患者TAD值显著高于颈干角＞125°的患者，但未考虑前倾角对TAD值的影响。Nishiura等[12]提出在置入头颈钉导针之前，髓内钉导向手柄、股骨头颈干轴线均位于C形臂标准侧位透视平面，此时头颈钉导针打入可位于侧位股骨颈中央，但并未注意随着导向手柄的旋转，髓内钉位置在正位透视下的变化。Poyanli等[13]通过设计新型导向系统，有助于以最少的尝试次数将拉力螺钉准确放置在适当的位置，但导向系统也主要侧重于侧位透视下头颈钉导针的位置，而且并未在临床广泛应用。笔者团队前期研究通过Pro/E 3.0三维逆向模拟股骨近端髓内钉手术，并使用数学函数表达头颈钉导针的颈干角与前倾角之间协同关系[8]，在此基础上提出改良导针调整技术方案应用于临床。

3.3 改良导针调整方案临床应用价值 Mastrangelo等[14]报道，骨科医生长期暴露于职业辐射，患癌风险显著增加，癌症发生率高达29%，是无辐射职业暴露人群的7倍。如何减少患者及医务人员骨科术中辐射剂量近年来也成为创伤骨科研究热点之一。Quah等[15]研究强调股骨粗隆间骨折术者的临床经验对减少术中透视辐射量的重要性，还有研究通过调整术中C臂机数量[16]、C臂机物理特性[17]减少术中透视辐射量。本研究结果显示，改良导针调整技术组的手术时间、头颈钉导针调整次数和置入头颈钉导针C臂机透视次数显著少于传统经验调整组，大幅减少患者及医务人员暴露于放射线的持续时间与辐射量，降低股骨粗隆间骨折术中透视的健康危害。

3.4 改良导针调整方案注意事项 由于头颈钉导针颈干角与前倾角之间复杂的函数关系难以记忆，而且导针初始位置差异性较大，髓内钉置入手柄旋转角度及调整主钉深度无法具体化，因此笔者简化为更为实用的改良导针调整方案便于临床应用。随着年龄的增加，股骨干前弓弧曲率增大，髓内钉主钉不匹配可能导致股骨干前侧皮质撞击[18-19]。因此建议在应用改良导针调整方案时，可以适当放松牵引，减少髓内钉从前侧切出风险，调整头颈钉导针至理想位置后再恢复原先牵引强度。

综上所述，改良导针调整方案可以有效减少股骨近端髓内钉头颈钉导针调整次数和术中C臂机透视次数，从而降低对股骨近端的骨质破坏，减少患者及医务人员在放射线下的暴露时间，很好地解决了手术准确性与安全性的矛盾。改良导针调整方案还有效减少了手术时间，从而降低手术及麻醉相关并发症风险。然而。本研究也存在部分局限性，本研究仅评估了术中置入头颈钉导针时C臂机透视次

数，但未量化辐射剂量的具体差异，需进行后续研究测量术中辐射剂量，并进行随访评估改良方案对医患的实际辐射防护意义。另外，本研究是回顾性研究，存在病例选择偏倚、病例数较少、观察指标较少等瑕疵，因此证据等级较低，仍需多中心、大样本的前瞻性随机对照研究进行进一步增强研究结果的可靠性和证据等级。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

[1] CHANG S M, HOU Z Y, HU S J, et al. Intertrochanteric femur fracture treatment in Asia[J]. Orthop Clin N Am, 2020, 51(2): 189-205.

[2] 骆训志, 刘松相, 邬欣, 等. 不同体位 PFNA 治疗股骨转子间骨折的临床疗效比较分析[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2021, 18(2): 84-86.

[3] KOKOROGHIANNIS C, AKTSELIS I, DELIGEORGIS A, et al. Evolving concepts of stability and intramedullary fixation of intertrochanteric fractures- Areview[J]. Injury, 2012, 43(6): 686-693.

[4] 刘小雷, 王炎, 田纪伟, 等. PFNA 与 InterTan 治疗老年股骨转子间骨折的临床效果比较[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2021, 18(2): 46-49, 54.

[5] ANGLEN J O, WEINSTEIN J N. Nail or plate fixation of intertrochanteric hip fractures: Changing pattern of practice: A review of the American board of orthopaedic surgery database[J]. J Bone Jt Surg Am Vol, 2008, 90(4): 700-707.

[6] SMITH L, ALBERSHEIM M, BLASCHKE B L, et al. Trend and economic implications of implant selection in the treatment of intertrochanteric hip fractures: A review of the American board of orthopaedic surgery database from 2007 to 2017[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2021, 29(18): 789-795.

[7] LOPES-COUTINHO L, DIAS-CARVALHO A, ESTEVES N, et al. Traditional distance “tip-apex” vs new calcar referenced “tip-apex”-which one is the best peritrochanteric osteosynthesis failure predictor?[J]. Injury, 2020, 51(3): 674-677.

[8] WANG Z, LIU Y D, LI S L, et al. How to get better TAD? Relationship between anteversion angle of nail and position of femoral neck guide pin during nailing of intertrochanteric fractures[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 512.

[9] BAUMGAERTNER M R, CURTIN S L, LINDSKOG D M, et al. The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip[J]. J Bone Jt Surg, 1995, 77(7): 1058-1064.

[10] HAIDUKEWYCH G J. Intertrochanteric fractures: ten tips to improve results[J]. Instr Course Lect,2010,59:503-509.

[11] WALTON N P, WYNN-JONES H, WARD M S, et al. Femoral neck-shaft angle in extra-capsular proximal femoral fracture fixation; does it make a TAD of difference?[J]. Injury, 2005, 36(11): 1361-1364.

[12] NISHIURA T, NOZAWA M, MORIO H. The new technique of precise insertion of lag screw in an operative treatment of trochanteric femoral fractures with a short intramedullary nail[J]. Injury, 2009, 40(10): 1077-1083.

[13] POYANLI O S, SOYLEMEZ S, OZKUT A T, et al. Precise placement of lag screws in operative treatment of trochanteric femoral fractures with a new guide system[J]. Injury, 2015, 46(11): 2190-2195.

[14] MASTRANGELO G, FEDELI U, FADDA E, et al. Increased cancer risk among surgeons in an orthopaedic hospital[J]. Occup Med, 2005, 55(6): 498-500.

[15] QUAH C, MEHTA R, SHIVJI F S, et al. The effect of surgical experience on the amount of radiation exposure from fluoroscopy during dynamic hip screw fixation[J]. Annals, 2017, 99(3): 198-202.

[16] KARA A, CELIK H, SEKER A, et al. Procedural outcomes of double vs single fluoroscopy for fixing intertrochanteric femur fractures[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2016, 136(7): 929-934.

[17] KALEM M, BAŞARIR K, KOCAOĞLU H, et al. The effect of C-arm mobility and field of vision on radiation exposure in the treatment of proximal femoral fractures: A randomized clinical trial[J]. BioMed Res Int, 2018, 2018: 6768272.

[18] PEÑA O R, GÓMEZ GÉVEZ A, ESPINOSA K A, et al. Cephalomedullary nails: Factors associated with impingement of the anterior cortex of the femur in a Hispanic population[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2015, 135(11): 1533-1540.

[19] ROBERTS J W, LIBET L A, WOLINSKY P R. Who is in danger? Impingement and penetration of the anterior cortex of the distal femur during intramedullary nailing of proximal femur fractures: Preoperatively measurable risk factors[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2012, 73(1): 249-254.

收稿日期：2025-04-21

（本文编辑：吴迪汉）