

· 综述 ·

股骨髁上骨折内固定及其生物力学的研究进展

Recent advance in biomechanics of internal fixation for the treatment of supracondylar fracture of the femur

刘耀升 郑琦 毕大卫

LIU Yaosheng, ZHENG Qi, BI Dawei

【关键词】 股骨骨折; 生物力学 【Key words】 Femoral fractures; Biomechanics

随着内固定器械的发展和完善, AO 角钢板、动力髁螺钉、顺行髓内钉以及逆行髁上髓内钉相继出现, 并得到广泛应用, 有关几种内固定器械的生物机制研究也逐渐深入。现将近 10 年股骨髁上骨折内固定方法及生物机制的研究进展综述如下。

1 股骨髁上骨折的内固定方法

1.1 95°角钢板和 DCS 内固定 瑞士的 AO 学组设计的 95°角钢板是最初应用于股骨髁上骨折的内固定器械之一。虽然角钢板对大部分髁上骨折提供了牢固固定, 但股骨髁部要求三个平面同时准确定位。随后发展起来的 DCS 在技术上要求较低, DCS 在屈伸平面固定不受限制, 但 DCS 插钉时须去除骨量较大, 这将使今后可能的翻修手术变得困难。Giles 等^[1]和 Pritchett^[2]以及最近的 Ketterl 等^[3]、Chrisovitis 等^[4]报道了 DCS 治疗股骨远端骨折的结果, 优良率(50~86)%, 不愈合率(0~5.7)%, 畸形愈合率(5.3~11)%, 约 1/3 骨折需植骨。Sanders^[5]等认为如果骨折线向近端延伸, 骨折内侧应取髁骨植骨; 对用简单钢板固定而不愈合的骨折, DCS 疗效明显优于 95°角钢板。

角钢板及 DCS 不适用于合并关节内存在严重粉碎的骨折。对于这类骨折, 髁部支持钢板是最常用的内固定, 此类钢板的远端有多个钉孔, 允许多枚螺钉直接拧入粉碎的骨折块^[6]。如果骨折外侧应用支持钢板后出现内侧不稳, 则可加用内侧支持钢板。Chapman 等^[7]报道了用双钢板结合自体骨移植治疗股骨髁上骨折不愈合 13 例, 均获得愈合。Sanders 等^[8]报道了 9 例股骨远端严重粉碎性骨折, 采用双钢板加植骨治疗, 所有骨折均愈合。

1.2 顺行和逆行髓内钉内固定 髓内钉在理论上比钢板更接近生物学的固定。目前股骨远端骨折多行髓内钉治疗。Bucyolz 等^[9]报道了顺行插入交锁髓内钉治疗股骨远端骨折, 内固定失败率为 15%, 并认为如骨折在距最远螺钉孔 5 cm 内, 则内固定失败率增加。Tornetta 等^[10]则报道了同种内固定方法治疗上述骨折, 优良率为 95%。S. Terry Canale 等^[6]对大部分 AO 分型中 A 型和许多 C1 或 C2 型骨折都应用顺行髓内钉治疗, C1 或 C2 型无移位骨折可经皮拧入 6.5 mm

空心螺钉固定髁部, 而转化位 A 型骨折, 57 例骨折全部愈合。其中 3.5% 需行植骨, 畸形愈合率为 7%, 1.7% (1 例) 髓内钉折断, 但不需手术治疗, 膝关节平均活动度为 105°, C3 型骨折则应采用钢板固定治疗。

专门设计的治疗股骨髁上、髁间骨折的逆行交锁髓内钉亦属均分负荷型内固定器械。Iannacone 等^[11]用 6.4 mm 锁钉的逆行髓内钉治疗 38 例股骨髁上骨折, 髓内钉失败率及骨折不愈合率均为 9.8% (4 例)。Gellmand 等^[12]报道了应用 5 mm 锁钉的新式髓内钉, 平均愈合时间为 3 个月, 平均膝关节活动度为 104°, 需骨移植和骨畸形愈合者各有 1 例, 无感染及髓内钉失败发生。作者认为此种髓内钉可为骨折的迅速愈合提供坚强的内固定, 与外侧内固定器械有同样好的功能结果。Danziger 等^[13]应用 GSH 髁上钉结合 2 枚 6.5 mm 中空螺钉治疗髁间骨折, 16 例随访病人中有 15 例 (94%) 效果优良, 平均愈合时间为 3.3 个月, 膝关节活动度为 109°, 并发症包括 1 例不愈合, 1 例延迟愈合, 1 例髓内钉失败, 1 例髓内钉自髁间窝穿出。作者认为 GSH 髓内钉是髁上骨折极好的治疗方法之一。

对同侧股骨存在其它内固定物的股骨髁上移位骨折, 逆行髓内钉具有独特的优点。全膝关节置换术后股骨髁上骨折的发生率为 (0.6~2.5)%, 治疗上相当困难^[14]。Smith 等^[15]及 Ward 等^[16]均推荐使用逆行髁上钉治疗这样的移位骨折, 早期稳定的内固定有利于老年患者的康复。

2 股骨髁上骨折内固定器械的生物力学研究比较

多种内固定器械的应用和推广促进了有关生物机制的研究。AO/ASIF 学组在 1998 年对 GSH 髓内钉、不扩髓髁上髓内钉(新钉)及髁钢板的稳定性在新鲜冰冻尸体骨上进行了比较研究, 结果发现髁钢板轴向刚度是新钉的 10%, 轴向强度是新钉的 50%, 前后屈曲强度上相等, 扭曲强度上是新钉的 5 倍; GSH 和新钉在轴向刚度和强度上差别无统计学意义, 但新钉在前后弯曲和扭曲强度上分别是 GSH 的 50% 和 30%。作者认为与其它研究结果相似, 髓内钉抗扭曲强度不及钢板, 但新钉的抗扭曲强度已足够。新钉可提供更强的稳定性, 新钉与 GSH 相比轴向稳定性相同, 而非轴向稳定性较差^[17]。Koval 等^[18]比较了 6 孔 95°髁钢板、顺行 Russell-Taylor 钉、逆行静力髁上钉在尸体骨上的生物机械性能, 结果 95°髁钢板

较逆行髁螺钉和 Russell-Taylor 钉在压缩性横行骨折和裂缝骨折模型上明显坚强, Russell-Taylor 钉的固定强度最差, 而 95°髁钢板和 Russell-Taylor 钉的断裂负荷较髁上钉明显增强。提示对于需要最大强度及最大压力负荷的髁上骨折固定, 应使用 95°髁钢板。

Meyer 等^[19]最近报道了逆行髁上钉和 DCS 治疗骨质疏松尸体骨股骨髁上骨折的比较研究结果, 逆行髓内钉较 DCS 在轴向强度和扭曲强度上分别小(14~17)%, 两种内固定器械的失败均发生在远端, 逆行髁上钉髁穿出关节表面, 后者在插入髁螺钉时易产生外翻。David 等^[20]曾比较了 GSH 钉和 DCS 的初始稳定性, 实验表明带分散式螺钉结构的 DCS 钢板有最大的扭曲强度; 带组合式螺钉结构的 GSH 钉在轴向负荷上可吸收更多的能量, 作者认为骨折的严重程度不决定内固定物的选择, 当选择 DCS 钢板时, 推荐分散式螺钉结构, 包括钢板上最近的孔, 这样可提供最大强度的扭曲负荷和相等强度的载负荷; 如果选择 GSH 钉, 作者推荐组合式螺钉结构。

Gusick 等^[21]最近比较研究了目前流行的 GSH、AO 95°髁钢板、DCS 和支持钢板 4 种髁上骨折内固定器械的稳定性, DCS 是 4 种方式中抗扭曲强度最大的, 这可能是由于大的螺钉具有较强的把持力, 或者是与该内固定器械的整体强度有关。

近年许多新式髁上钉用于治疗股骨髁上骨折, Hora 等^[22]对 Ace 髁上钉、Richards 5 孔和多孔髁上钉、Biomet 逆行钉 4 类此种用途的髓内钉在扭曲和弯曲强度上的生物机制进行了比较研究, 在弯曲强度上 4 种钉无明显差别, 而扭曲强度方面 Ace 髁上钉在统计学上较另外 3 者差, 此种差别不是由于内固定器械孔道的多少决定的。放置正确的新型逆行钉均具有足够的强度。Helfet 等^[23]对股骨髁上逆行钉的临床和生物学研究进行了历史性回顾, 认为逆行钉对 A 型和某些 C 型股骨髁上骨折的治疗是一种选择, 但不能代替标准的生物钢板螺钉技术。

内固定器械生物力学研究的开展是与其临床应用的发展同时进行的, 随着各学科理论知识的不断完善以及临床经验的逐渐丰富, 股骨髁上骨折的内固定将有更广阔的发展前景。

参考文献

- Giles JB, Delee JC, Heckman JD. Supracondylar-condylar fracture of the femur treated with supracondylar plate and lag screw. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1982, 64: 864-870.
- Pritcher JW. Supracondylar fractures of the femur. *Clin Orthop*, 1984, 184: 173-177.
- Ketterl R, Kostler W, Witwer W, et al. 5-year results of dia-/supracondylar femoral fractures, managed with the dynamic condylar screw. *Zentralbl Chir*, 1997, 122(11): 1033-1039.
- Chrisovitsions JP, Xenakis T, Papakostides KG, et al. Bridge plating osteosynthesis of 20 comminuted fracture of the femur. *Acta Orthop Scand (Suppl)*, 1997, 275(10): 72-76.
- Sanders K, Regazzoni P, Reudi T. Treatment of Supracondylar-Condylar fractures of the femur using the dynamic condylar screw. *J Orthop Trauma*, 1989, 3: 214-222.
- Terry C, Kay D, Linda L. Campbell's Operative Orthopaedics. Ninth Edition. 1998, 3: 2120-2123.
- Chapman MW, Finkemeier CG. Treatment of supracondylar nonunions of the femur with plate fixation and bone graft. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1999, 81(9): 1217-1228.
- Sanders RW, Swiontkowski M, Rosen H. Complex fractures and malunions of the distal femur: Results of treatment with double plates. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1991, 73: 341-346.
- Bucyolz RW, Ross SE, Lawrence KL. Fatigue fracture of the interlocking nail in the treatment of fractures of the distal part of the femoral shaft. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1987, 69: 1391-1399.
- Tornetta P, Tiburzi D. Anterograde interlocked nailing of distal femoral fracture after gunshot wounds. *J Orthop Trauma*, 1994, 8(3): 220-227.
- Iannacone WM, Bennett FS, Delong WG, et al. Initial experiment with the treatment of supracondylar femoral fractures using the supracondylar intramedullary: A preliminary report. *J Orthop Trauma*, 1994, 8(4): 322-327.
- Gellmand RF, Paiement GD, Green HD, et al. Treatment of supracondylar femoral fractures with a retrograde intramedullary nails. *Clin Orthop*, 1996, 332(11): 90-97.
- Danziger MB, Caucci D, Zecher SB, et al. Treatment of intercondylar and supracondylar distal femur fractures using the GSH supracondylar nail. *J Orthop*, 1995, 24(9): 684-690.
- Moran MC, Brick GM, Sledge CB, et al. Supracondylar femoral fracture following total knee arthroplasty. *Clin Orthop*, 1996, 324: 196-209.
- Smith WG, Martin SL, Mabrey JD. Use of a supracondylar nail for treatment of a supracondylar fracture of the femur following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 1996, 11(2): 210-213.
- Ward PJ, Goodwin MI. The use of the supracondylar nail in the management of femoral fractures in the presence of other femoral implants in the very elderly. *Injury*, 1998, 29(9): 671-675.
- Ito K, Grass R, Zwipp H. Internal fixation of supracondylar femoral fracture: Comparative biomechanical performance of the 95-degree blade plate and two retrograde nails. *J Orthop Trauma*, 1998, 12(4): 259-266.
- Koval KJ, Kummer FJ, Bharam S, et al. Distal femoral fixation: A laboratory comparison of the 95-degree plate, antegrade and retrograde inserted reamed intramedullary nails. *J Orthop Trauma*, 1996, 10(6): 378-382.
- Meyer RW, Plaxition NA, Postak PD, et al. Mechanical comparison of a distal femoral side plate and a retrograde intramedullary nail. *J Orthop Trauma*, 2000, 14(6): 398-404.
- David SM, Harrow MF, Peindl RD, et al. Comparative biomechanical analysis of supracondylar femur fracture fixation: Locked intramedullary nail versus 95-degree angled plate. *J Orthop Trauma*, 1997, 11(5): 344-350.
- Cusick RP, Lucas GL, McQueen DA, et al. Construct stiffness of different fixation methods for supracondylar femoral fractures above total knee prostheses. *Am J Orthop*, 2000, 29(9): 695-699.
- Hora N, Markel DG, Haynes A, et al. Biomechanical analysis of supracondylar femoral fractures fixed with modern retrograde intramedullary nails. *J Orthop Trauma*, 1999, 13(8): 539-544.
- Helfet DL, Lorich DG. Retrograde intramedullary nailing of supracondylar femoral fractures. *Clin Orthop*, 1998, 350: 80-84.

(收稿: 2002-04-02 编辑: 李为农)