

Hoffa 骨折内固定相关问题探讨

张万魁^{1,2}, 赵天云^{1,2}

(1. 甘肃中医药大学第一临床医学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 天水市第一人民医院运动医学科, 甘肃 天水 741000)

【摘要】 Hoffa 骨折是不稳定关节内骨折, 具有明显的再移位倾向, 伴有股骨远端髁间或髁上骨折时, 易被漏诊, CT 扫描是诊断 Hoffa 骨折的金标准。治疗原则是解剖复位关节面、可靠内固定、早期功能活动。目前主要的治疗方式是经关节面螺钉固定, 但螺钉固定时因螺钉尾帽需埋头处理, 致关节软骨形成不可愈合的医源性损伤; 术后膝关节早期功能活动时骨折块在胫骨平台的作用下反复受到向后、向上的剪切力, 是内固定失效的主要原因。钢板辅助螺钉固定可增加局部力学稳定性, 但仍不能避免软骨医源性损伤的缺陷, 同时因没有专用解剖钢板术中需进行钢板塑形, 存在增加手术创伤和手术耗时等问题。Hoffa 骨折理想固定方式应兼具: (1) 避免关节面软骨医源性损伤。(2) 具备后方抗剪切阻挡钢板功能。(3) 内固定物更靠近负载界面, 以便获得更大的载荷、更好的固定强度。

【关键词】 Hoffa 骨折; 内固定; 软骨损伤; 剪切应力

中图分类号: R683.42

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.12.019

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Discussion on internal fixation of Hoffa fractures

ZHANG Wan-kui^{1,2}, ZHAO Tian-yun^{1,2} (1. The First Clinical Medical College, Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730000, Gansu, China; 2. Department of Sports Medicine, Tianshui First People's Hospital, Tianshui 741000, Gansu, China)

ABSTRACT Hoffa fracture is an unstable intra-articular fracture with significant redisplacement tendency. It is easy to be missed diagnosis when accompanied by distal intercondylar or supracondylar fracture of femur. CT scan is the gold standard for the diagnosis of Hoffa fracture. The treatment principles are anatomic reduction of the articular surface, reliable internal fixation, and early functional activity. At present, the main treatment is arthroscopic screw fixation. During screw fixation, the tail cap of screw should be buried, resulting in non-healing iatrogenic injury of articular cartilage. In the early postoperative functional activity of knee joint, fracture block was repeatedly subjected to backward and upward shear force under the action of the tibial plateau, which is the main reason for the failure of internal fixation. Plate assisted screw fixation could increase local mechanical stability, but it still cannot avoid the defects of iatrogenic cartilage injury. At the same time, plate molding is required during the operation due to the absence of special anatomical plates, resulting in increased surgical trauma and time-consuming surgery. The ideal fixation method for Hoffa fracture should include: (1) Avoid iatrogenic injury of articular surface cartilage. (2) With the rear anti-shear barrier plate function. (3) The internal fixator is closer to the load interface, so as to obtain greater load and better fixed strength.

KEYWORDS Hoffa fracture; Internal fixation; Cartilage injury; Shear stress

Hoffa 骨折是一种比较少见的发生在股骨远端冠状面的单髁或双髁骨折。1904 年德国医生 Albert Hoffa 描述了这种骨折并被正式命名为 Hoffa 骨折^[1]。外髁骨折是内髁骨折的 3 倍, 占 Hoffa 骨折的 78%~85%^[2-3]。大多数 Hoffa 骨折与高能量损伤有关, 以年轻人多见, 其中 80.5% 与车祸有关, 9.1% 是由高空坠落所致^[2]。对于患有骨质疏松症的成人和儿童,

低能量创伤也可能导致 Hoffa 骨折^[4]。Hoffa 骨折的具体暴力机制尚不完全清楚, 经试验证明可能既有直接撞击机制, 也有垂直剪切扭动机制^[5-6], 其主要原因与受伤过程中膝关节的屈曲姿态有关。

1 诊断

在 X 线片上, 因骨折面与正常股骨部分重叠, 骨皮质中断可能显影不明显^[7], 未移位的 Hoffa 骨折在膝关节 X 线片上更难以显示^[8], 导致多达 30% 的病例被漏诊^[2]。对疑似 Hoffa 骨折, 应进行 CT 扫描, 这是诊断 Hoffa 骨折的金标准^[9]。Hoffa 骨折依据 LETENNEUR 等^[10]制定的 Letenneur 分型分为 3 型: I 型, 骨折线平行于股骨后侧皮质, 累及整个后髁;

基金项目: 甘肃省民生科技计划项目(编号: 1603FCME013)

Fund program: Gansu Province Live Lihddk Science and Technology Project(No. 1603FCME013)

通讯作者: 赵天云 E-mail: doctyz@163.com

Corresponding author: ZHAO Tian-yun E-mail: doctyz@163.com

Ⅱ型,骨折发生在股骨后侧皮质线后平行的区域,按骨块占后髁直径的百分比分为 a、b、c 3 个亚型,a 为 75%,b 为 50%,c 为 25%,c 型骨折因无肌肉肌腱附着,骨折块几乎没有血运,易发生缺血性坏死;Ⅲ型,股骨髁部斜形骨折。骨折类型决定了治疗方式,经典的 Letenneur 分型最初目的不是为了确定手术入路和治疗方案,而是为了更清晰描述骨折块和周围软组织结构之间的解剖关系。随着临床应用的推广,这种分型不仅阐明了骨折与周围软组织的血供关系,也为切开复位内固定手术入路的选择提供了依据。

2 治疗原则与手术入路

Hoffa 骨折是典型的关节内骨折,保守治疗并发症较多^[8,11],其治疗应遵循精准复位、坚强固定、尽量减少软组织损伤和早期功能锻炼的原则,这对手术技术和内固定方式提出了更高的要求。手术入路主要包括针对外侧的外侧直行入路、髁旁外侧入路、Gerdy 结节截骨入路、后外侧入路及改良的后外侧入路,针对内侧的髁旁内侧入路、股内侧肌下入路、直接内侧入路,以及针对双髁的 Mini-swashbuckler 入路等。膝关节镜技术因微创、低感染率等优势越来越得到临床青睐,适用于移位小、无粉碎的 Letenneur I 型或Ⅲ型骨折,可取得良好的临床疗效^[12-13],同时关节镜技术在诊断骨折合并韧带损伤方面具有无可替代的临床价值^[8]。

3 内固定方式

手术治疗 Hoffa 骨折,目前采取的主要内固定方式为螺钉固定。可用于 Hoffa 骨折内固定的螺钉包括不同直径的皮质骨螺钉、松质骨螺钉、半螺纹空心钉、Herbert 钉等^[6,14-15],螺钉的直径、方向、数量、螺钉轨迹与固定的稳定性具有明显相关性。JARIT 等^[16]的研究表明,与 A-P 螺钉相比,P-A 方向上使用 6.5 mm 半螺纹螺钉的固定效果更好、更牢固。HAK 等^[17]对 4 种人工合成股骨固定装置进行了生物力学分析,比较了同等数量的 2 枚 6.5 mm 半螺纹空心钉和 3.5 mm 皮质螺钉,结果显示,6.5 mm 半螺纹空心钉的固定效果优于 3.5 mm 螺钉,与使用 1 枚 6.5 mm 半螺纹空心钉相比,第 2 枚相同直径的半螺纹空心钉只是略微增加了固定刚度,表明 1 枚直径 6.5 mm 的半螺纹空心螺钉对骨折的固定强度与 1 枚或 2 枚直径 3.5 mm 皮质骨螺钉相当;但如果使用 3.5 mm 螺钉,至少应植入 2 枚 3.5 mm 螺钉才能满足 1 枚 6.5 mm 半螺纹空心钉提供的生物力学稳定性。LIEBERGALL 等^[18]也报道了 1 例使用 A-P 6.5 mm 部分螺纹的螺钉,加 1 枚横钉和支撑板治疗干骺端粉碎骨折的成功案例。以上研究表明,对于同一螺钉而言,置钉时 P-A 方向要比 A-P 方向更牢固;对于

同一方向而言,螺钉直径越粗,其固定强度越好;此外,固定于松质骨中的螺钉轨迹和螺纹长度也是决定固定稳定性的重要因素^[19-20]。

螺钉固定时为避免螺钉尾帽突出于关节面,需进行埋头处理,配套埋头器表面成形后,直径 3.5 mm 螺钉将形成直径 6 mm 的软骨缺损区,直径 4.5 mm 螺钉将形成直径 8 mm 的软骨缺损区,直径 6.5 mm 螺钉将形成直径 9.6 mm 的软骨缺损区。现有研究^[21]表明,直径>6 mm 的全层软骨损伤不但不能修复,还会进一步引起周围的骨壁、软骨损伤退变。

LEWIS 等^[22]也提出了一种钢板结合螺钉,可用于改善某些特定病例的固定稳定性,如粉碎性 Hoffa 骨折伴有骨质疏松者。SUN 等^[23]在 Letenneur I 型 Hoffa 骨折研究中表明钢板和螺钉结合治疗比单独螺钉固定能提供更大的机械稳定性,P-A 螺钉固定比 A-P 螺钉固定更稳定,与后侧放置钢板相比,外侧钢板更靠近负载界面,能获得更大的载荷、更高的强度以及更小的移位。

4 讨论

诊断方面 Hoffa 骨折普通 X 线检查容易漏诊,一旦漏诊,患者将经受长期的膝关节疼痛和膝关节功能受限^[24]。CT 扫描在矢状位、轴位像容易发现骨折及骨折线走行方向,为了准确治疗,非手术治疗应根据具体情况谨慎使用,目前切开复位内固定治疗关节内骨折效果满意,是当前的治疗标准。手术入路最常用的是髁旁关节切开入路、经股内侧肌下方的关节囊入路、直接外侧入路、直接内侧入路、后外侧入路等。固定植入物如小螺钉、拉力螺钉或松质骨螺钉固定技术较成熟,但它不可避免地存在着对关节软骨的损伤;钢板固定作为辅助固定方式,方法多种多样,但并发症较多^[25-26]。

Hoffa 骨折理想的螺钉固定策略是使用 2~3 枚长螺钉^[27],垂直于骨折平面固定骨块,且螺钉尾帽包埋于软骨下^[28-29]。但是,经软骨面螺钉固定,尤其经 P-A 方向的螺钉固定,因螺钉尾帽必须包埋于软骨下,将导致软骨面不可修复的损伤,使用的螺钉直径越大,造成的软骨面缺损面积越大,使软骨保护和螺钉固定强度之间形成不可调和的矛盾。现有研究^[21]表明人类关节软骨损伤的修复程度与缺损类型直接相关,直径<2 mm 的关节损伤后修复组织外观与正常透明软骨相似,直径>3 mm 的损伤不能完全修复,常由纤维软骨填充修复;而直径>6 mm 的全层软骨损伤不但不能修复,还会进一步引起周围的骨壁、软骨损伤退变,形成更大的缺损空洞并造成关节软骨的塌陷。因螺钉尾帽埋头形成的软骨缺损区,软骨将无法再生,软骨面的损伤将导致远期医源性创伤性

关节炎的发生。如出现骨吸收、坏死以及远期关节软骨退变、萎缩,钉尾可能露出关节面,对应的关节面也将造成磨损,进一步增大了医源性创伤性关节炎的发生风险。对于 Hoffa II 型骨折而言,较薄的骨折块厚度甚至无法承载螺钉尾帽的包埋而穿透,致使固定失效。这些是经关节面螺钉固定方式无法回避的问题。

Hoffa 骨折损伤机制多为膝关节半屈曲时,自股骨近端传导的轴向暴力作用于股骨髁,同时来自胫骨远端的暴力传导至胫骨平台,使股骨髁与胫骨平台之间产生巨大的剪切力^[30],从而导致股骨髁部骨折。骨折手术固定后,为满足快速康复的需求,膝关节需早期进行伸屈活动,在此过程中,骨折块与胫骨平台相互作用下仍会受到向后、向上的剪切力,为克服这种剪切力,有学者^[31-34]采用螺钉结合钢板的固定方法,即在经软骨螺钉固定的基础上,于髁后放置 1 块抗剪切阻挡钢板,可以增加固定的稳定性。SUN 等^[23]的研究表明,外侧钢板更靠近负载界面,能获得更大的载荷、更高的强度以及更小的移位。

5 结论

高能量损伤中 Hoffa 骨折易被漏诊,医生在诊断中应保持高度的警惕性。切开复位内固定治疗是目前临床普遍接受的治疗原则,CT 扫描是诊断 Hoffa 骨折的金标准。现行 Hoffa 骨折固定方式多为经关节软骨的螺钉固定,这种固定方式存在对软骨面造成不可修复的医源性损伤的缺点^[35]。固定后骨折块在膝关节早期功能康复活动时,在胫骨平台的作用下仍会受到向后、向上的剪切力,易使骨折块向后方移位从而导致固定失效^[6],当合并骨质疏松时尤易发生。钢板辅助螺钉固定可增加局部力学稳定性^[36-39],但仍不能避免软骨医源性损伤的缺陷,同时因没有专用解剖钢板,术中需进行钢板塑形,存在增加手术创伤和手术耗时等缺点^[34,40]。因此,对于 Hoffa 骨折而言,理想的固定方法应是:(1)避免关节面软骨损伤。(2)具备后方抗剪切阻挡钢板功能。(3)更靠近负载界面,能获得更大的载荷、更高固定强度的侧方钢板。而将这三者优势结合起来的优化内固定技术研发已在进行中。

参考文献

- [1] BARTONICEK J, RAMMELT S. History of femoral head fracture and coronal fracture of the femoral condyles[J]. International Orthopaedics (SICOT), 2015, 39(6): 1245-1250.
- [2] NORK S E, SEGINA D N, AFLATOON K, et al. The association between supracondylar-intercondylar distal femoral fractures and coronal plane fractures[J]. J Bone Joint Surg Am, 2005, 87(3): 564-569.
- [3] DHILLON M S, MOOTHA A K, BALI K, et al. Coronal fractures of the medial femoral condyle: a series of 6 cases and review of literature[J]. Musculoskelet Surg, 2012, 96(1): 49-54.
- [4] HILL B, CANNADA L K. Hoffa fragments in the geriatric distal femur fracture: myth or reality[J]. Geriatr Orthop Surg Rehabil, 2017, 8(4): 252-255.
- [5] 朱燕宾, 陈伟, 丁凯, 等. 胫骨平台 Hoffa 骨折损伤机制的初步研究[J]. 中华创伤骨科杂志, 2020, 22(10): 897-900
- ZHU Y B, CHEN W, DING K, et al. A study on injury mechanism of tibial plateau Hoffa fracture[J]. Chin J Orthop Trauma, 2020, 22(10): 897-900. Chinese.
- [6] MIERZWA A T, TOY K A, TRANOVICH M M, et al. Surgical approaches, postoperative care, and outcomes associated with intra-articular Hoffa fractures: a comprehensive review[J]. JBJS Rev, 2019, 7(8): e8.
- [7] WHITE E A, MATCUK G R, SCHEIN A, et al. Erratum to: coronal plane fracture of the femoral condyles: anatomy, injury patterns, and approach to management of the Hoffa fragment[J]. Skeletal Radiol, 2015, 44(1): 45.
- [8] ERCIN E, BILGILI M G, BASARAN S H, et al. Arthroscopic treatment of medial femoral condylar coronal fractures and nonunions [J]. Arthrosc Tech, 2013, 2(4): e413-e415.
- [9] XIE X T, ZHAN Y, DONG M J, et al. Two and three-dimensional CT mapping of Hoffa fractures[J]. J Bone Joint Surg Am, 2017, 99(21): 1866-1874.
- [10] LETENNEUR J, LABOUR P E, ROGEZ J M, et al. Hoffa's fractures. Report of 20 cases (author's transl)[J]. Ann Chir, 1978, 32(3-4): 213-219.
- [11] HOLMES S M, BOMBACK D, BAUMGAERTNER M R. Coronal fractures of the femoral condyle[J]. J Orthop Trauma, 2004, 18(5): 316-319.
- [12] LAL H, BANSAL P, KHARE R, et al. Conjoint bicondylar Hoffa fracture in a child: a rare variant treated by minimally invasive approach[J]. J Orthop Traumatol, 2011, 12(2): 111-114.
- [13] ERCIN E, BACA E, KURAL C. Arthroscopic treatment of isolated Hoffa fractures[J]. J Knee Surg, 2017, 30(8): 842-848.
- [14] BIAU D J M, SCHRANZ P J. Transverse Hoffa's or deep osteochondral fracture? An unusual fracture of the lateral femoral condyle in a child[J]. Injury, 2005, 36(7): 862-865.
- [15] CHANG J J, FAN J C, LAM H Y, et al. Treatment of an osteoporotic Hoffa fracture[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2010, 18(6): 784-786.
- [16] JARIT G J, KUMMER F J, GIBBER M J, et al. A mechanical evaluation of two fixation methods using cancellous screws for coronal fractures of the lateral condyle of the distal femur (OTA type 33B) [J]. J Orthop Trauma, 2006, 20(4): 273-276.
- [17] HAK D J, NGUYEN J, CURTISS S, et al. Coronal fractures of the distal femoral condyle: a biomechanical evaluation of four internal fixation constructs[J]. Injury, 2005, 36(9): 1103-1106.
- [18] LIEBERGALL M, WILBER J H, MOSHEIFF R, et al. Gerdy's tubercle osteotomy for the treatment of coronal fractures of the lateral femoral condyle[J]. J Orthop Trauma, 2000, 14(3): 214-215.
- [19] FAUCHER G K, GOLDEN M L 3rd, SWEENEY K R, et al. Comparison of screw trajectory on stability of oblique scaphoid fractures: a mechanical study[J]. J Hand Surg Am, 2014, 39(3): 430-435.
- [20] CHAPMAN J R, HARRINGTON R M, LEE K M, et al. Factors affecting the pullout strength of cancellous bone screws[J].

- J Biomech Eng, 1996, 118(3):391-398.
- [21] 陆定贵, 林佳杰, 姚顺哈, 等. 关节软骨损伤修复的临床研究进展[J]. 微创医学, 2021, 16(4):538-541.
LU D G, LIN J J, YAO S H, et al. Clinical research progress on repair of articular cartilage injury[J]. J Minim Invasive Med, 2021, 16(4):538-541. Chinese.
- [22] LEWIS S L, POZO J L, MUIRHEAD-ALLWOOD W F. Coronal fractures of the lateral femoral condyle[J]. J Bone Jt Surg Br Vol, 1989, 71-B(1):118-120.
- [23] SUN H, HE Q F, HUANG Y G, et al. Plate fixation for Letenneur type I Hoffa fracture: a biomechanical study[J]. Injury, 2017, 48(7):1492-1498.
- [24] MOOTHA A K, MAJETY P, KUMAR V. Undiagnosed Hoffa fracture of medial femoral condyle presenting as chronic pain in a post-polio limb[J]. Chin J Traumatol, 2014, 17(3):180-182.
- [25] BEL J C, COURT C, COGAN A, et al. Unicondylar fractures of the distal femur[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2014, 100(8):873-877.
- [26] YOON B H, PARK I K, KIM Y, et al. Incidence of nonunion after surgery of distal femoral fractures using contemporary fixation device: a meta-analysis[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2021, 141(2):225-233.
- [27] ORAPIRIYAKUL W, APIVATTHAKAKUL T, BURANAPHATT-HANA T. How to determine the surgical approach in Hoffa fractures[J]. Injury, 2018, 49(12):2302-2311.
- [28] LURIA S, HOCH S, LIEBERGALL M, et al. Optimal fixation of acute scaphoid fractures: finite element analysis[J]. J Hand Surg Am, 2010, 35(8):1246-1250.
- [29] OSTERMANN P A, NEUMANN K, EKKERNKAMP A, et al. Long term results of unicondylar fractures of the femur[J]. J Orthop Trauma, 1994, 8(2):142-146.
- [30] ZHANG P, ZHANG X Z, TAO F L, et al. Surgical treatment and rehabilitation for Hoffa fracture nonunion: two case reports and a literature review[J]. Orthop Surg, 2020, 12(4):1327-1331.
- [31] 徐培, 孙杰, 袁天祥, 等. 拉力螺钉辅助抗滑钢板内固定治疗 Hoffa 骨折[J]. 中华创伤骨科杂志, 2012, 14(11):927-930.
- XU P, SUN J, YUAN T X, et al. Internal fixation with lag screws plus an auxiliary anti-sliding plate for the treatment of Hoffa fractures[J]. Chin J Orthop Trauma, 2012, 14(11):927-930. Chinese.
- [32] 林涛, 杨述华, 肖宝钧, 等. 空心拉力螺钉结合侧方支持钢板治疗 Letenneur I 型及 III 型 Hoffa 骨折[J]. 中国修复重建外科杂志, 2013, 27(9):1050-1053.
LIN T, YANG S H, XIAO B J, et al. Cannulated lag screw combined with lateral supporting plate for treatment of Hoffa fracture of Letenneur type I and type III[J]. Chin J Reparative Reconstr Surg, 2013, 27(9):1050-1053. Chinese.
- [33] TETSUNAGA T, SATO T, SHIOTA N, et al. Posterior buttress plate with locking compression plate for Hoffa fracture[J]. J Orthop Sci, 2013, 18(5):798-802.
- [34] TRIKHA V, DAS S, GABA S, et al. Analysis of functional outcome of Hoffa fractures: a retrospective review of 32 patients[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2017, 25(2):2309499017718928.
- [35] MOUNASAMY V, HICKERSON L, FEHRING K, et al. Open bi-condylar Hoffa fracture with patella fracture: a case report and literature review[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2013, 23(Suppl 2):S261-S265.
- [36] BALI K, MOOTHA A, PRABHAKAR S, et al. Isolated Hoffa fracture of the medial femoral condyle in a skeletally immature patient[J]. Bull NYU Hosp Jt Dis, 2011, 69(4):335-338.
- [37] SOMFORD M P, VAN OOIJ B, SCHAFFROTH M U, et al. Hoffa nonunion, two cases treated with headless compression screws[J]. J Knee Surg, 2013, 26(Suppl 1):S89-S93.
- [38] VISKONTAS D, NORK S, BAREI D, et al. Technique of reduction and fixation of unicondylar medial Hoffa fracture[J]. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2010, 39(9):424-428.
- [39] GAVASKAR A S, TUMMALA N C, KRISHNAMURTHY M. Operative management of Hoffa fractures-a prospective review of 18 patients[J]. Injury, 2011, 42(12):1495-1498.
- [40] ONAY T, GÜLABI D, ÇOLAK İ, et al. Surgically treated Hoffa Fractures with poor long-term functional results[J]. Injury, 2018, 49(2):398-403.

(收稿日期:2023-05-09 本文编辑:连智华)