

胫骨平台骨折的诊疗进展

陆佳陵, 高仕长

(重庆医科大学附属第一医院骨科, 重庆 400016)

摘要:胫骨平台骨折常由高能损伤引起, 损伤机制复杂, 骨折分类方法很多, 治疗难度差异大。随着影像学技术的不断发展, 人们对胫骨平台骨折的损伤机制、CT 分型及手术入路有了更加深入的研究。本文就胫骨平台骨折的损伤机制、分型、治疗策略作一综述。

关键词:胫骨平台骨折; 损伤机制; 分型

中图分类号: R687.3

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2019.07.017

文章编号: 1006-1959(2019)07-0053-04

Research on the Diagnosis and Treatment of Tibial Plateau Fractures

LU Jia-ling, GAO Shi-chang

(Department of Orthopaedics, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

Abstract: Tibial plateau fractures are often caused by high-energy injuries, and the damage mechanism is complex. There are many methods for classification of fractures, and the treatment difficulty varies greatly. With the continuous development of imaging technology, people have made more in-depth research on the injury mechanism, CT classification and surgical approach of tibial plateau fractures. This article reviews the injury mechanism, classification and treatment strategies of tibial plateau fractures.

Key words: Tibial plateau fracture; Injury mechanism; Typing

胫骨平台骨折属于膝关节内骨折, 约占人体所有骨折的 1.2%^[1], 可伴随有不同程度的关节面塌陷、劈裂与位移, 对膝关节功能可产生严重破坏。因胫骨平台骨折形态复杂, 学界目前依然缺乏对其治疗的共识。胫骨平台骨折常见于高处坠落、交通事故等高能损伤, 主要暴力机制包括冠状面上的膝关节内外翻暴力、矢状面上的过度屈伸暴力以及轴向的垂直及扭转暴力^[2]。于此同时, 受伤瞬间膝关节的位置也影响着骨折的部位和形态^[3]。本文主要就胫骨平台骨折的损伤机制、分型及治疗策略进行研究。

1 损伤机制

损伤机制可概括为以下几种: ①直接作用于膝关节的内外翻暴力: 膝关节受到内外翻暴力时, 胫骨平台与股骨髁直接碰撞挤压导致胫骨平台劈裂或塌陷。膝关节处屈曲位时, 暴力常引起后方平台骨折, 骨折线多沿冠状面分布, 后方或斜后方关节面出现劈裂、倾倒; 膝关节处伸直位时, 暴力则常引起相应平台矢状面上的劈裂及塌陷; ②轴向压缩暴力: 胫骨平台受到股骨髁轴向的直接撞击, 往往引起双侧胫骨平台骨折, 骨折线可呈现 T 型或 Y 型。当膝关节处屈曲位时, 暴力可造成完全平台后方骨折; 膝关节过伸时, 则常引起平台前方压缩性骨折; ③膝关节扭转暴力: 扭转暴力常伴随内外翻及轴向暴力作用于膝关节, 引起胫骨平台骨折伴膝关节脱位, 是引起膝关节脱位的关键因素; ④间接暴力: 当膝关节处于严重的内外翻、过度屈伸位置时, 直接损伤部位的对角线部位由于韧带、关节囊的牵拉, 可出现撕脱性骨

折。常见的如胫骨平台关节面下方的 **Second** 骨折及反 **Second** 骨折, 常提示存在韧带损伤。

毛玉江等^[4]研究了 200 例胫骨平台骨折形态及损伤机制的关系后, 将其分为外翻型、内翻扭转型、双髁骨折型、后髁骨折型和前方压缩型。此分型与损伤机制直接相关, 对骨折治疗有一定的指导意义, 有待临床实践进一步完善。

2 分型

2.1 基于骨折形态的分型 1956 年 Luck 和 Hohl 将胫骨平台骨折分为塌陷、无位移、劈裂骨折及劈裂塌陷 4 个类型^[5], 1967 年 Hohl 将其细化扩展为无位移型、局部压缩型、劈裂塌陷型、全髁骨折型、劈裂型及粉碎型^[6]。1981 年 Moore 提出将胫骨平台骨折分为劈裂骨折、全髁骨折、边缘撕脱骨折、边缘压缩骨折及四部分骨折^[7]。以上分型均未区分内外侧平台, 对治疗和预后判断的指导作用有限。

1979 年 Schatzker 将胫骨平台骨折分为以下 6 型^[8]: I 型: 外侧髁单纯劈裂骨折; II 型: 劈裂合并压缩骨折; III 型: 单纯中央压缩性骨折; IV 型: 内侧髁骨折; V 型: 双髁骨折; VI 型: 伴有干骺端完全骨折的胫骨平台骨折。由于 Schatzker 分型的每一型均拥有相似的损伤机制、影像学表现, 随着分型等级的增高常意味着损伤能量的增大、处理难度的增加和预后不良可能性的增加, 对临床诊治有重要的指导意义, 至今仍然是临床上常用的分型方法。

1996 年美国创伤骨科学会将胫骨平台骨折分为了 2 个大组 6 型^[9]: 41-B1 部分关节内骨折, 单纯劈裂; 41-B2 部分关节内骨折, 单纯塌陷; 41-B3 部分关节内骨折, 劈裂-压缩; 41-C1 完全关节内骨折, 关节面及干骺端均为简单骨折; 41-C2 完全关节内骨折, 关节面简单骨折, 干骺端粉碎骨折; 41-C3 完

作者简介: 陆佳陵 (1992.3-), 男, 浙江嘉兴人, 硕士研究生, 医师, 主要研究方向为胫骨平台骨折

通讯作者: 高仕长 (1971.1-), 男, 四川广元人, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要从事骨盆及下肢骨折的研究

全关节内骨折,关节面粉碎骨折。通过骨折线位置将每一型又分为 3 个亚型。此分型基于 AO 对全身骨折的统一分型方法,简单易用,也受到广泛认可。

2.2 基于骨折线位置的分型 2000 年 Khan 根据骨折线位置将胫骨平台骨折分为外侧骨折、内侧骨折、前方骨折、后方骨折、边缘骨折、双髁骨折及髁下骨折 7 型^[10]。此分型简单直观,便于理解,但研究显示其与损伤机制、损伤程度及手术方式选择的相关性不佳^[2],临床使用受限。

2.3 基于 CT 的分型 罗从风等基于 CT 将胫骨平台分为 3 个扇形区域,将胫骨平台骨折分为零柱骨折(单纯压缩骨折)、单柱骨折、双柱骨折及三柱骨折。其研究显示此分型与治疗决策之间存在显著的相关性^[11],目前逐渐被业内广泛接受。

于吉文等结合 CT 扫描^[12],将 Schatzker 分型进行细化为 6 型 18 亚型;Kruuse 根据 AO/OTA 分型及 3D-CT 结果^[13],将胫骨平台分割成 10 部分,提出了 Tensegment 分型。Yao X 等通过 3D-CT 将胫骨平台分割成内侧柱、中间柱、外侧柱、腓骨柱,再对每一柱进行再分割,提出了“四柱九区”分型^[14]。作者通过将骨折累及的柱数和区数相加得到“胫骨平台损伤指数”,用此来评估患者的损伤程度,有一定的临床意义。以上三种分型规避了后髁骨折容易漏诊的缺点,但其分型过于复杂,且与治疗方法及预后的相关性需进一步研究。

3 影像学评估

影像学是评估胫骨平台骨折最重要的方法。X 线平片便捷易行,但容易漏诊;CT 及三维重建可发现胫骨平台微小骨折块和关节内无移位骨折,在胫骨平台的诊断中已经不可或缺。MRI 对韧带、半月板等软组织损伤的评估意义较大,对指导治疗和术后康复有着重要作用,有学者建议所有胫骨平台骨折患者均应行 MRI 评估软组织损伤^[15]。

4 治疗

4.1 治疗原则 绝大部分的胫骨平台骨折都需要手术干预。开放性胫骨平台骨折或骨折合并筋膜室综合征、血管损伤需急诊手术处理。劈裂大于 5 mm、塌陷或台阶大于 3 mm、冠状面不稳定的外侧平台骨折、有移位的内侧平台骨折及双侧平台骨折是临床普遍认同的手术指征^[6]。

因胫骨平台骨折累及膝关节面,故对其治疗应遵循恢复关节面平整、维持下肢正常力线、稳定关节的治疗原则,解剖复位、坚强固定长期以来都是绝大部分胫骨平台骨折的治疗金标准。国内外大多数学者均认为,良好的胫骨平台关节面复位是膝关节功能恢复的首要条件^[16]。但 Watson JT 等研究指出^[17],下肢力线的维持相较于关节面复位对膝关节起着更

重要的作用。也有部分学者认为^[18],膝关节的稳定性相对于解剖复位对患者远期疗效的作用更明显,汤旭日等的一项回顾性研究也显示胫骨平台骨折的疗效首先要取决于关节的稳定及下肢力线的恢复^[19]。

4.2 治疗方法

4.2.1 传统外固定 石膏、夹板、支具等在急救时可作为临时固定、损伤控制的一种手段^[2]。对于无位移且对膝关节功能要求较低的 Schatzker I 型患者,也可使用铰链式支具行保守治疗。

4.2.2 外支架固定 跨膝临时外支架固定有临时复位、维持长度及力线、减轻患者痛苦的作用,并可为软组织愈合提供条件,常常被运用于胫骨平台开放性骨折、合并血管损伤以及合并严重软组织损伤的患者。自复杂胫骨平台骨折的分期处理理论提出以来,跨膝临时外支架固定已经成为“固定-检查-进一步处理(span-scan-plan)”三部曲中重要的一环。

外支架也可作为最终固定的一种手段,适用于软组织损伤较为严重的患者,可最大程度保护软组织,避免伤口感染。近些年来出现的组合式外固定支架(Hybrid 支架)结合了环状支架与单臂支架的优点,克服了早期的单臂外支架难以长期固定骨折块、容易导致复位丢失的不足。Hybird 支架相较于普通外固定支架,有利于患者早期活动关节及早期负重,减少术后关节僵硬等并发症。然而,一项荟萃分析显示外支架存在较高的术后感染、术后深静脉血栓及关节僵硬的发生率^[20]。同时,钉道护理麻烦、生活不便等问题也是使用外支架时需要考虑的问题。

4.2.3 切开复位内固定 除部分无位移的 Schatzker I 型骨折可单纯使用螺钉固定外^[21],大部分的 I~III 型骨折需要切开复位钢板螺钉固定。膝关节前外侧切口可以直接显露关节面,便于直视下复位,是治疗外侧平台骨折最常用的入路。此入路也可联合 Gerdy 结节截骨或腓骨头截骨治疗后外侧平台骨折^[22],优点是骨折显露充分,无需多切口,但截骨改变了膝关节生物力学,引起额外的创伤,有损伤腓总神经风险,且仍存在复位不满意的情况。郑占乐等介绍了一种使用 4 个小切口的“张氏切口”^[23],第 1 切口位于胫骨结节下后方 2~3 cm 处,用于复位植骨操作,第 2 切口位于 Gerdy 结节后上方,用于接骨板置入,第 3 切口位于胫骨嵴的外侧 1~2 cm 用于接骨板远端固定,第 4 切口位于胫骨平台内侧用于置入加压螺栓的螺母,随访显示疗效满意。

对于后外侧骨折,往往因后方关节面倾倒移位,需要安置后方支撑钢板,经前外侧切口显露困难。Calson 提出使用膝关节后外侧 S 型切口^[24,25],可在直视下操作,但有损伤腓总神经及腘窝结构的风险。Frosch 介绍了一种非腓骨头截骨的方法^[26],入路与

腓骨头截骨相同,但分别于腓骨头前后方开软组织窗,前方软组织窗用于复位,后方软组织窗用于安置钢板,不足在于仍有腓总神经损伤风险。Liu GY 等介绍了一种不暴露腓总神经的后外侧直切口^[27],取得了满意的治疗效果,且无腓总神经问题。在钢板选择上,外侧单钢板可适用于大部分外侧平台骨折,而锁定钢板在生物力学上更优,尤其是近端锁定螺钉的竹筏样排列对复位后的关节面有较强的维持作用,更适用于骨质疏松、外侧平台粉碎骨折。对于有后方关节面倾倒的后外侧骨折,可加用 T 形钢板作后方支撑固定。

IV 型骨折常见于较为严重的暴力,且因股骨髁的作用,骨折块常向后、向内移位,故除少数位于前方的大骨折块可以从前方固定外^[28],大多数学者建议从后内侧行支撑固定^[29]。传统的髁旁内侧切口难以显露后方骨折块,仅限于不累及后方关节面的内侧平台骨折。对于后内侧平台骨折,仰卧位或俯卧位的后内侧切口都是可选择的方法^[30,31]。后方 L 型或 S 型切口可充分暴露后内侧骨折,且可同时处理后外侧平台骨折,效果确切,但创伤较大。窦强兵等利用胫骨嵴后缘 2 cm 向内侧平台后方取斜切口复位骨折,并使用 T 形钢板固定,术后膝关节功能恢复良好^[32]。

对于累及双髁的复杂胫骨平台骨折,关节面解剖复位、双钢板坚强固定一直以来都是金标准。以往的膝前正中入路因软组织剥离广泛,术后并发症较多,大多数学者已弃用。目前对此类骨折多采用前外侧-后内侧联合入路,可同时处理双髁骨折。对于累及后柱的双髁骨折,部分学者提出使用后方偏内侧倒“L”型切口联合前外侧切口^[33,34],相较于后内侧入路,后方倒“L”切口对后柱的显露更佳,便于复位固定,取得了较满意的疗效。在内固定物选择上,锁定加压钢板(LCP)以及微创经皮钢板固定技术(MIPPO)、微创内固定系统(LISS)可以有效地降低软组织并发症的发生。Raza H 的一项回顾性研究显示^[35],使用 MIPPO 技术及 LCP 治疗胫骨平台骨折能提供较好的治疗效果,更适用于严重的粉碎性骨折以及骨质疏松性骨折的治疗。

部分学者提出使用单独外侧 LCP 以及 LISS 钢板来治疗复杂胫骨平台骨折,但不同学者的研究差距较大:Ehlinger M 等对 20 例单纯外侧锁定钢板治疗双髁骨折的患者随访后指出^[36],单纯外侧锁定接骨板足以提供足够的固定强度,Ikuta T 等的一项研究也得到了相似的结论^[37]。但 Weaver MJ 等通过一项回顾性研究认为单钢板不适用于涉及内侧髁为冠状位的骨折^[38]。

对于膝关节过伸引起的前方压缩性骨折,一般

采用偏前方切口直接显露骨折^[39]。Gonzalez LJ 等研究了 15 例前方平台压缩骨折的患者^[40],通过前外侧、前内侧入路复位,与非过伸导致的胫骨平台骨折相比,术后膝关节功能无统计学差异。单纯后方压缩性骨折多由膝关节屈曲时的轴向暴力引起,此类骨折采用后方 S 切口或倒 L 切口均可达到满意的手术野,效果确切^[24,25,33,34]。也有学者使用改良的后外侧入路,随访显示此入路治疗后方骨折疗效满意^[41]。

总之,胫骨平台骨折损伤机制各异,分型多样,手术治疗处理难度差异大,临床医师需综合评估患者伤情,制定个性化诊疗方案,尽可能解剖复位关节面,恢复下肢力学和膝关节的稳定性,在骨折稳定固定的同时减少软组织损伤。

参考文献:

- [1]Court-Brown CM,Caesar B.Epidemiology of adult fractures: A review[J].Injury,2006,37(8):691-697.
- [2]Kokkalis ZT,Iliopoulos ID,Pantazis C,et al.What's new in the management of complex tibial plateau fractures? [J].Injury, 2016,47(6):1162-1169.
- [3]Mithethwa J,Chikate A.A review of the management of tibial plateau fractures [J].Musculoskeletal Surgery, 2017,102 (2):119-127.
- [4]毛玉江,张伯松,公茂琪,等.200 例胫骨平台骨折的骨折形态及损伤机制分析[J].中华创伤骨科杂志,2016,18(1):47-51.
- [5]Hohl M,Luck JV.Fractures of the tibial condyle; a clinical and experimental study [J].J Bone Joint Surg Am,1956,38 -A (5): 1001-1018.
- [6]Hohl M.Tibial condylar fractures [J].J Bone Joint Surg Am, 1967,49(7):1455-1467.
- [7]Moore TM.Fracture--dislocation of the knee[J].Clinical Orthopaedics and Related Research,1981(156):128-140.
- [8]Schatzker J,Mcbroom R,Bruce D.The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975 [J].Clinical Orthopaedics and Related Research,1979(138):94-104.
- [9]Müller ME,Koch P,Nazarian S,et al.The comprehensive classification of fractures of long bones[M].New York:Springer Science & Business Media,2012.
- [10]Khan RM,Khan SH,Ahmad AJ,et al.Tibial plateau fractures. A new classification scheme [J].Clin Orthop Relat Res,2000 (375):231-242.
- [11]Zhu Y,Yang G,Luo CF,et al.Computed tomography-based Three-Column Classification in tibial plateau fractures: introduction of its utility and assessment of its reproducibility [J].J Trauma Acute Care Surg,2012,73(3):731-737.
- [12]于吉文,刘建,何维栋,等.根据 CT 扫描及三维重建改良胫骨平台骨折的 Schatzker 分型[J].实用骨科杂志,2011,17(1):28-32.
- [13]Krause M,Preiss A,Müller G,et al.Intra-articular tibial plateau fracture characteristics according to the "Ten segment classification"[J].Injury,2016,47(11):2551-2557.

- [14] Yao X, Xu Y, Yuan J, et al. Classification of tibia plateau fracture according to the "four-column and nine-segment" [J]. *Injury*, 2018, 49(12): 2275–2283.
- [15] Kolb JP, Regier M, Vettorazzi E, et al. Prediction of Meniscal and Ligamentous Injuries in Lateral Tibial Plateau Fractures Based on Measurements of Lateral Plateau Widening on Multi-detector Computed Tomography Scans [J]. *Biomed Res Int*, 2018 (2018): 5353820.
- [16] Conserva V, Vicenti G, Allegretti G, et al. Retrospective review of tibial plateau fractures treated by two methods without staging [J]. *Injury*, 2015, 46(10): 1951–1956.
- [17] Watson JT, Coufal C. Treatment of complex lateral plateau fractures using Ilizarov techniques [J]. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1998(353): 97–106.
- [18] Marsh JL, Smith ST, Do TT. External fixation and limited internal fixation for complex fractures of the tibial plateau [J]. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 1995, 77(5): 661–673.
- [19] 汤旭, 胫骨平台骨折非解剖复位对膝关节功能影响的研究 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2015, 7(3): 210–213.
- [20] Metcalfe D, Hickson CJ, Mckee L, et al. External versus internal fixation for bicondylar tibial plateau fractures: systematic review and meta-analysis [J]. *J Orthop Traumatol*, 2015, 16(4): 275–285.
- [21] Salduz A, Birisik F, Polat G, et al. The effect of screw thread length on initial stability of Schatzker type 1 tibial plateau fracture fixation: a biomechanical study [J]. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 2016, 11(1): 146.
- [22] Garner MR, Warner SJ, Lorich DG. Surgical Approaches to Posterolateral Tibial Plateau Fractures [J]. *J Knee Surg*, 2016, 29(1): 12–20.
- [23] 郑占乐, 刘欢, 韩志杰, 等. 张氏切口在胫骨平台骨折治疗的初步应用 [J]. *河北医科大学学报*, 2018, 39(6): 728–730.
- [24] Carlson DA. Bicondylar fracture of the posterior aspect of the tibial plateau. A case report and a modified operative approach [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1998, 80(7): 1049–1052.
- [25] Carlson DA. Posterior bicondylar tibial plateau fractures [J]. *J Orthop Trauma*, 2005, 19(2): 73–78.
- [26] Frosch KH, Balcerek P, Walde T, et al. A new posterolateral approach without fibula osteotomy for the treatment of tibial plateau fractures [J]. *J Orthop Trauma*, 2010, 24(8): 515–520.
- [27] Liu GY, Xiao BP, Luo CF, et al. Results of a modified posterolateral approach for the isolated posterolateral tibial plateau fracture [J]. *Indian J Orthop*, 2016, 50(2): 117–122.
- [28] Prat-Fabregat S, Camacho-Carrasco P. Treatment strategy for tibial plateau fractures: an update [J]. *EFORT Open Rev*, 2016, 1(5): 225–232.
- [29] Zura RD, Browne JA, Black MD, et al. Current management of high-energy tibial plateau fractures [J]. *Current Orthopaedics*, 2007, 21(3): 229–235.
- [30] Fakler JK, Ryzewicz M, Hartshorn C, et al. Optimizing the management of Moore type I postero-medial split fracture dislocations of the tibial head: description of the Lobenhoffer approach [J]. *J Orthop Trauma*, 2007, 21(5): 330–336.
- [31] Bhattacharyya T, Mccarty LP, Harris MB, et al. The posterior shearing tibial plateau fracture: treatment and results via a posterior approach [J]. *J Orthop Trauma*, 2005, 19(5): 305–310.
- [32] 窦强兵, 孙良业, 凤晓翔, 等. 后内侧切口 T 形钢板治疗胫骨平台后内侧骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26(6): 505–509.
- [33] Hoekstra H, Rosseels W, Luo CF, et al. A combined posterior reversed L-shaped and anterolateral approach for two column tibial plateau fractures in Caucasians: A technical note [J]. *Injury*, 2015, 46(12): 2516–2519.
- [34] Sun H, Zhai QL, Xu YF, et al. Combined approaches for fixation of Schatzker type II tibial plateau fractures involving the posterolateral column: a prospective observational cohort study [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2015, 135(2): 209–221.
- [35] Raza H, Hashmi P, Abbas K, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis for tibial plateau fractures [J]. *Journal of Orthopaedic Surgery (Hong Kong)*, 2012, 20(1): 42–47.
- [36] Ehlinger M, Rahme M, Moor B-K, et al. Reliability of locked plating in tibial plateau fractures with a medial component [J]. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research: OTSR*, 2012, 98(2): 173–179.
- [37] Ikuta T, Kuga F, Yo M, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis for tibial fractures [J]. *Orthop Traumatol*, 2007, 56(2): 197–201.
- [38] Weaver MJ, Harris MB, Strom AC, et al. Fracture pattern and fixation type related to loss of reduction in bicondylar tibial plateau fractures [J]. *Injury*, 2012, 43(6): 864–869.
- [39] 张世民, 胡孙君, 杜守超, 等. 过伸型胫骨平台骨折研究进展 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2018, 32(4): 95–500.
- [40] Gonzalez LJ, Lott A, Konda S, et al. The Hyperextension Tibial Plateau Fracture Pattern: A Predictor of Poor Outcome [J]. *J Orthop Trauma*, 2017, 31(11): e369–e374.
- [41] 王松柏, 黄淑明, 谷吕敏. 改良后外侧入路外侧钢板固定治疗胫骨平台后外侧骨折 [J]. *临床骨科杂志*, 2017, 20(1): 97–99.

收稿日期: 2019-2-18; 修回日期: 2019-2-28

编辑/成森