

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2023.21.026

Schatzker II 型胫骨平台骨折患者 CT 骨性影像学参数 与外侧半月板损伤、术后膝关节功能的相关性分析 *

王瑞峰¹ 张鹏天¹ 吴虎林¹ 秦 涛¹ 冯 燕^{2△}

(1 陕西中医药大学附属医院影像医学与核医学科 陕西 咸阳 712000;

2 西安交通大学附属红会医院骨质疏松科 陕西 西安 710000)

摘要 目的:分析 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者 CT 骨性影像学参数与外侧半月板损伤、术后膝关节功能的相关性。**方法:**选择西安交通大学附属红会医院自 2020 年 1 月至 2022 年 12 月接诊的 106 例 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者作研究对象,根据是否发生外侧半月板损伤,分为半月板损伤组和半月板正常组。所有患者均进行 CT 检查,检测骨性影像学参数[胫骨外侧平台塌陷值(LPD)、胫骨外侧平台增宽值(LPW)],比较损伤组与非损伤组的 LPD、LPW,通过受试者工作特征曲线(ROC)分析 LPD、LPW 预测外侧半月板损伤的效能,使用 Pearson 相关性分析 LPD、LPW 与术后膝关节 HSS 评分的关系。**结果:**半月板损伤组 LPD、LPW 均大于半月板正常组($P<0.05$);经 ROC 曲线分析,LPD、LPW 预测 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者存在外侧半月板损伤的最佳截断值分别为 14.13 mm、8.67 mm,AUC 分别为 0.655、0.750,两者联合预测的 AUC 为 0.925;LPD<14.13 mm 组膝关节功能评价优良等级分布优于 LPD $\geq$ 14.13 mm 组($P<0.05$);LPW<8.67 mm 组膝关节功能评价优良等级分布优于 LPW $\geq$ 8.67 mm 组($P<0.05$);经 Pearson 相关性分析,Schatzker II 型胫骨平台骨折患者 LPD、LPW 与术后膝关节 HSS 评分均呈负相关($P<0.05$)。**结论:**在 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者的 CT 骨性影像学参数检测中,LPD 联合 LPW 预测外侧半月板损伤的效能较好,且两者均与术后膝关节功能的关系密切,值得进一步研究应用。

关键词:胫骨平台骨折;Schatzker II 型;CT 骨性影像学参数;外侧半月板损伤;术后膝关节功能

中图分类号:R683.42 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2023)21-4137-05

Correlation Analysis of CT Bone Imaging Parameters with Lateral Meniscus Injury and Postoperative Knee Function in Patients with Schatzker Type II Tibial Plateau Fracture*

WANG Rui-feng¹, ZHANG Peng-tian¹, WU Hu-lin¹, QIN Tao¹, FENG Yan^{2△}

(1 Department of Imaging Medicine and Nuclear Medicine, Affiliated Hospital of Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang, Shaanxi, 712000, China; 2 Department of Osteoporosis, Honghui Hospital Affiliated to Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi, 710000, China)

ABSTRACT Objective: To analyze the correlation between CT bone imaging parameters and lateral meniscus injury and postoperative knee function in patients with Schatzker type II tibial plateau fracture. **Methods:** 106 patients with Schatzker type II tibial plateau fracture treated in Honghui Hospital Affiliated to Xi'an Jiaotong University from January 2020 to December 2022 were selected as research objects. According to whether there was lateral meniscus injury, they were divided into meniscus injury group and meniscus normal group. CT examination was performed on all patients to detect bone imaging parameters [collapse value of lateral tibial plateau (LPD), widening value of lateral tibial plateau (LPW)], and LPD and LPW of injured and non-injured groups were compared. The efficacy of LPD and LPW in predicting lateral meniscus injury was analyzed by receiver operating characteristic curve (ROC). Pearson correlation was used to analyze the relationship between LPD, LPW and postoperative knee HSS score. **Results:** LPD and LPW in the injured meniscus group were higher than those in the normal meniscus group ($P<0.05$). According to ROC curve analysis, the best truncation values of LPD and LPW for predicting lateral meniscus injury in patients with Schatzker type II tibial plateau fracture were 14.13 mm and 8.67 mm, respectively, and the AUC was 0.655 and 0.750, respectively, and the AUC predicted by the combination of LPD and LPW was 0.925. The excellent grade distribution of knee function evaluation in LPD<14.13 mm group was better than that in LPD $\geq$ 14.13 mm group ($P<0.05$). LPW<8.67 mm group was better than LPW $\geq$ 8.67 mm group ($P<0.05$). According to Pearson correlation analysis, LPD, LPW and postoperative knee HSS scores in Schatzker type II tibial plateau fracture were negatively correlated ($P<0.05$). **Conclusion:** In the CT bone imaging parameter detection of Schatzker type II tibial plateau fracture patients, LPD combined with LPW has a good efficacy

* 基金项目:陕西省重点研发计划项目(2018SF-203)

作者简介:王瑞峰(1978-),男,博士研究生,主治医师,研究方向:骨关节疾病的影像学研究,E-mail:wagnrui Feng197808@163.com

△ 通讯作者:冯燕(1977-),女,博士研究生,主治医师,研究方向:骨质疏松发病机制研究,E-mail:wagnrui Feng197808@163.com

(收稿日期:2023-05-05 接受日期:2023-05-31)

in predicting lateral meniscus injury, and both of them are closely related to postoperative knee function, worthy of further study and application.

Key words: Tibial plateau fracture; Schatzker type II; Bone imaging parameters of CT; Lateral meniscus injury; Postoperative knee function

Chinese Library Classification(CLC): R683.42 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2023)21-4137-05

前言

胫骨平台骨折是一种因外力导致胫骨平台骨质的连续性中断并引起关节面塌陷及移位的关节内骨折,在病因特点上,中青年患者以高能量损伤为主,而老年患者以低能量损伤为主^[1]。在临床上,主要对胫骨平台骨折进行 Schatzker 分型,以 Schatzker II 型最为常见,其中胫骨平台外侧劈裂、关节面塌陷是 Schatzker II 型胫骨平台骨折的主要骨折特点。与此同时, Schatzker II 型胫骨平台骨折患者发生外侧半月板损伤的可能性较大,极大地影响治疗方案的制定及术后膝关节功能^[2,3]。对于 Schatzker II 型胫骨平台骨折合并外侧半月板损伤的影像学诊断,采用 MRI 检查具有显著优势,能够清晰地显示半月板的形态结构,然而 MRI 检查的费用较高且耗时,难以广泛全面推广,且检查结果易受软组织伪影等因素影响^[4]。近年来,临床学者更重视 CT 在胫骨平台骨折诊断中的应用价值,基于 CT 影像检测骨性影像学参数与软组织损伤及预后的关系逐渐成为临床研究的热点。随着 Schatzker II 型胫骨平台骨折手术的广泛推广,分析验证 CT 骨性影像学参数 [胫骨外侧平台塌陷值 (LPD)、胫骨外侧平台增宽值 (LPW)] 对外侧半月板损伤的预测价值及与术后膝关节功能的关系,对制定治疗方案和判断预后具有重要的临床意义^[5,6]。对此,本研究目的在于分析 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者 CT 骨性影像学参数与外侧半月板损伤、术后膝关节功能的相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择西安交通大学附属红会医院自 2020 年 1 月至 2022 年 12 月接诊的 106 例 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者作为研究对象,经医院伦理委员会审查批准。根据是否发生外侧半月板损伤,分为半月板损伤组(57 例)和半月板正常组(49 例)。其中半月板损伤组男 35 例、女 22 例;年龄 19-60 岁,平均(42.61±4.87)岁;身体质量指数 22-29 kg/m²,平均(22.98±1.07)kg/m²;骨折距离手术的时间 2-16d,平均(6.56±2.21)d;半月板正常组男 30 例、女 19 例;年龄 19-59 岁,平均(41.23±5.37)岁;身体质量指数 21-29 kg/m²,平均(23.23±1.11)kg/m²;骨折距离手术的时间 2-16 d,平均(6.56±2.21)d;两组一般资料比较无差异均($P>0.05$)。

纳入标准:(1)年龄 18-60 岁;(2)经 CT、MRI 及手术确诊为 Schatzker II 型胫骨平台骨折;(3)骨折距离手术的时间短于 21 d;(4)知悉研究内容,配合治疗、检查和随访。

排除标准:(1)开放性或病理性胫骨平台骨折者;(2)合并同侧肢体膝关节周围骨折者;(3)患有严重且难以控制的骨代谢性疾病者;(4)有胫骨平台外伤史及半月板损伤史者。

1.2 检查方法

所有患者均接受切开复位并内固定手术治疗,术中使用关节镜探查外侧半月板损伤情况;术前均进行 CT 检查,使用西门子 SOMATOM Definition AS 64 排 128 层 CT (电压 120kV, 矩阵 512×512, 探测厚度 0.625 mm, 扫描层厚 0.6mm)对膝关节进行评估,由两名高年资医生对 CT 图像进行审核并测量,获得骨性影像学参数[胫骨外侧平台塌陷值(LPD)、胫骨外侧平台增宽值(LPW)],其中 LPD 是指胫骨外侧平台塌陷的最低点与关节面之间的距离,即测量胫骨外侧平台骨折块的垂直位移长度;LPW 是指胫骨外侧平台骨折块的水平位移长度。

1.3 观察指标

比较损伤组与非损伤组的 LPD、LPW,通过受试者工作特征曲线(ROC)分析 LPD、LPW 预测外侧半月板损伤的效能,计算最佳截断值。在术后 3 个月进行膝关节 HSS 评分,评分内容包括疼痛(30 分)、功能(22 分)、关节活动度(18 分)、肌力(10 分)、膝关节屈曲畸形(10 分),根据膝关节 HSS 评分评价膝关节功能分级,其中优:HSS 评分>85 分,良:HSS 评分介于 70-84 分,中:HSS 评分介于 60-69 分,差:HSS 评分<59 分^[7];分析不同 LPD 或 LPW 的 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者的膝关节功能评价优良等级分布,使用 Pearson 相关性分析 LPD、LPW 与术后膝关节 HSS 评分的关系。

1.4 数据处理

采用 SPSS22.0 软件处理实验数据,符合正态分布且方差齐性的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表达,两组间比较使用 t 检验;等级资料使用秩和分析;以 $P<0.05$ 说明差异有统计学意义。

2 结果

2.1 半月板损伤组与半月板正常组 LPD、LPW 比较

半月板损伤组 LPD、LPW 均大于半月板正常组($P<0.05$);数据见表 1。

2.2 LPD、LPW 预测外侧半月板损伤的 ROC 曲线分析

经 ROC 曲线分析,LPD、LPW 预测 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者存在外侧半月板损伤的最佳截断值分别为 14.13 mm、8.67 mm, AUC 分别为 0.655、0.750,两者联合预测的 AUC 为 0.925;ROC 曲线见图 1。

2.3 不同 LPD 的患者膝关节功能评价优良等级分布比较

LPD<14.13 mm 组膝关节功能评价优良等级分布优于 LPD≥14.13 mm 组($P<0.05$);数据见表 2。

2.4 不同 LPW 的患者膝关节功能评价优良等级分布比较

LPW<8.67 mm 组膝关节功能评价优良等级分布优于 LPW≥8.67 mm 组($P<0.05$);数据见表 3。

2.5 LPD、LPW 与术后膝关节 HSS 评分的相关性分析

经 Pearson 相关性分析, Schatzker II 型胫骨平台骨折患者

LPD、LPW 与术后膝关节 HSS 评分均呈负相关(r 值分别为 -0.325、-0.416, P 值均为 0.000);散点图见图 2。

表 1 半月板损伤组与半月板正常组 LPD、LPW 比较(mm)

Table 1 Comparison of LPD and LPW between injured meniscus group and normal meniscus group(mm)

Groups	n	LPD	LPW
Meniscus normal group	49	9.04± 1.27	6.56± 1.02
Meniscus injury group	57	13.56± 2.89	8.23± 1.55
t		9.842	6.328
P		0.000	0.000

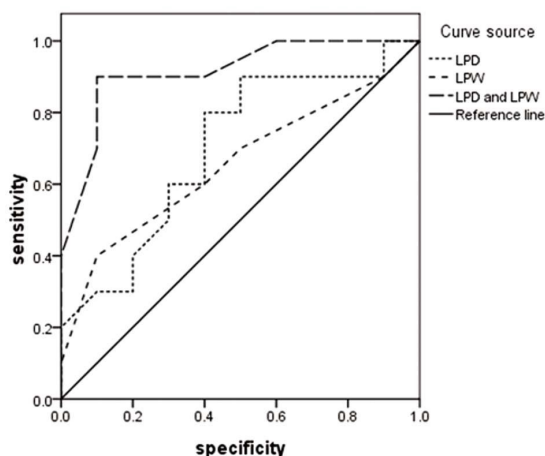


图 1 LPD、LPW 预测外侧半月板损伤的 ROC 曲线分析

Fig.1 ROC curve analysis of LPD and LPW predicting lateral meniscus injury

3 讨论

胫骨平台骨折是一种易伴发关节内软组织损伤的关节内骨折,采用 MRI 检查具有软组织分辨率高的优势,能够清晰地显示半月板损伤程度^[8,9]。然而一味采用 MRI 对胫骨平台骨折患者进行术前评估,存在一定局限性,可能存在过度诊断的嫌疑,不宜作为此类患者的常规检查方法。随着多层螺旋 CT 在胫骨平台骨折诊断中的广泛应用,用于预测半月板损伤和评估术后膝关节功能,可能更具有临床实用性^[10,11]。Schatzker II 型胫骨平台骨折患者的胫骨外侧平台发生劈裂,存在不同程度的关节面压缩塌陷,若治疗方案选择不理想,易导致术后膝关节稳定性较差、关节活动度受限,影响膝关节功能^[12,13]。在本研究的 106 例 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者中,经术前关节镜探查确诊外侧半月板损伤 57 例,与既往文献报道结果相契合^[14,15]。也

表 2 不同 LPD 的患者膝关节功能评价优良等级分布比较(例)

Table 2 Comparison of good grade distribution of knee function evaluation in patients with different LPD(example)

Groups	n	Excellent	Good	Can	Poor
LPD<14.13 mm group	55	45	8	2	0
LPD≥14.13 mm group	51	33	12	4	2
Z			15.368		
P			0.000		

表 3 不同 LPW 的患者膝关节功能评价优良等级分布比较(例)

Table 3 Comparison of good Grade Distribution of knee function evaluation in patients with different LPW(example)

Groups	n	Excellent	Good	Can	Poor
LPW<8.67 mm group	56	57	7	1	1
LPW≥8.67 mm group	50	31	13	5	1
Z			17.484		
P			0.000		

有研究显示,胫骨平台骨折伴有外侧半月板撕裂的患者接受一期半月板缝合修复后完全愈合率高达 92%^[16]。因此,结合术前 CT 骨性影像学参数,准确判断 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者是否存在外侧半月板损伤,评估术后膝关节功能,对于制定手术计划,减小手术创伤和改善预后均具有积极作用。从本研究表 1 结果可知,半月板损伤组 LPD、LPW 均大于半月板正常组,与邓翔天^[17]等的研究结果相符,合并外侧半月板损伤的

Schatzker II 型胫骨平台骨折患者的 CT 骨性影像学异常明显。

对于 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者,若合并外侧半月板损伤,导致胫股关节面接触的压力增大,可进一步损伤关节软骨,然而目前国内临床尚未明确此类骨折合并外侧半月板损伤的危险因素及预测指标^[18,19]。在临床上,CT 影像学结果有助于指导 Schatzker II 型胫骨平台骨折复位、固定,若 CT 骨性影像学参数能够判断外侧半月板损伤情况,可为制定手术计划提供

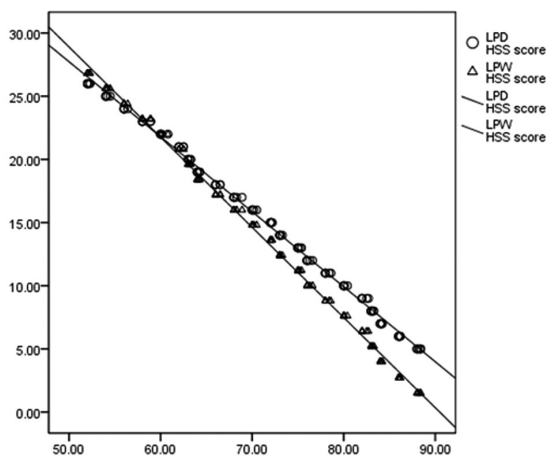


图2 LPD、LPW 与术后膝关节 HSS 评分关系的散点图

Fig.2 Scatter plot of the relationship between LPD, LPW and postoperative knee HSS score

重要依据。国外最新研究提示,基于 CT 测量的 LPD 和 LPW 可以间接反映 Schatzker II 型胫骨平台骨折时能量吸收的程度,认为 LPD 或 LPW 越大时,发生外侧半月板损伤的可能性越大^[20-22]。本研究使用 ROC 曲线分析,LPD、LPW 预测 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者存在外侧半月板损伤的最佳截断值分别为 14.13 mm、8.67 mm,与 Dhillon^[23]等的研究结果相近似。与此同时,本研究结果显示:LPD 联合 LPW 预测 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者存在外侧半月板损伤的 AUC 为 0.925,提示术前 LPD 联合 LPW 预测外侧半月板损伤的效能较好。分析原因,考虑在于 Schatzker II 型胫骨平台骨折合并外侧半月板损伤患者的胫骨外侧平台塌陷,且半月板与关节囊分离,故导致 LPD 和 LPW 均增大。值得注意的是,术前 CT 测量 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者 LPD 和 LPW 的操作相对简便易行,可作为预测外侧半月板损伤的辅助手段,但最终诊断仍需依赖术中关节镜检查,目的是全面评估软组织损伤情况^[24]。

由于 Schatzker II 型胫骨平台骨折的手术治疗面临切口、固定物和植骨等方面的选择,手术疗效的影响因素较多,尤其是合并外侧半月板损伤的患者,术后膝关节功能的恢复较为缓慢^[25,26]。一些研究显示,Schatzker II 型胫骨平台骨折患者术后膝关节功能与外侧半月板损伤密切相关,若能在术中妥善地修复半月板,有助于术后膝关节功能的恢复^[27-29]。与此同时,若能在术前准确地评估 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者术后的膝关节功能,指导复位并内固定术的开展,可能因此增加患者的临床获益。鉴于本研究结果显示:基于 CT 测量的 LPD 和 LPW 均与 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者外侧半月板损伤的关系密切,由此推测,LPD 和 LPW 很可能与患者术后膝关节功能有关。从本研究表 2 和表 3 结果可知,LPD<14.13 mm 组膝关节功能评价优良等级分布优于 LPD≥14.13 mm 组,LPW<8.67 mm 组膝关节功能评价优良等级分布优于 LPW≥8.67 mm 组;与 Shen^[20]等研究显示不同大小 LPD 或 LPW 的 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者术后膝关节功能差异显著的这一观点相符,提示 LPD 和 LPW 均较大的 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者术后膝关节功能较差,应予以充分重视,术中应尽量地修复半月板,确保支撑及复位满意,并警惕并发症发生,及时予以恰当的康复锻炼干预,以促进术后膝关节功能的恢复。与此同时,本研

究使用 Pearson 相关性分析,结果显示:Schatzker II 型胫骨平台骨折患者 LPD、LPW 与术后膝关节 HSS 评分均呈负相关;提示 LPD 和 LPW 与 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者术后膝关节功能密切相关。

综上所述,在 Schatzker II 型胫骨平台骨折患者的 CT 骨性影像学参数检测中,LPD 联合 LPW 预测外侧半月板损伤的效能较好,且两者均与术后膝关节功能的关系密切,值得进一步研究应用。当然,本研究也存在不足之处,如未分析 LPD 和 LPW 与其他类型胫骨平台骨折及其关节内软组织损伤程度的关系,需要后续扩大研究规模,全面评估 LPD 和 LPW 与胫骨平台骨折及其关节内软组织损伤、术后预后的联系,为胫骨平台骨折的诊治提供依据。

参考文献 (References)

- [1] Hofmann A, Gorbulev S, Guehring T, et al. Autologous iliac bone graft compared with biphasic hydroxyapatite and calcium sulfate cement for the treatment of bone defects in tibial plateau fractures: a prospective, randomized, open-label, multicenter study [J]. J Bone Joint Surg Am, 2020, 102(3): 179
- [2] Sevcenkan A, Şenol M S, Mısırlı A, et al. Comparison of cannulated lag screws and lateral locking plate in the treatment of Schatzker type II tibial plateau fractures[J]. Jt Dis Relat Surg, 2020, 31(1): 130
- [3] 葛新江, 游建军, 刘晓峰, 等. 关节镜辅助 MIPPO 技术治疗老年 Schatzker II~III 型胫骨平台骨折的疗效及预后研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2021, 39(3): 342-345, 350
- [4] Zhou W, Li M, Ma R, et al. Diagnosis and Treatment of Schatzker Type II Tibial Plateau Fracture with An Isolated Bone Fragment: A Case Report and Literature Review [J]. Orthop Surg, 2022, 14(5): 1011-1015
- [5] Gupta S, Malhotra R, Srivastava A, et al. Inter-and intra-observer variation of schatzker classification of tibial plateau fractures and morphological characteristics of each fracture subtype on computed tomography scan[J]. Orthop Surg, 2022, 14(1): 18
- [6] Chang H, Zheng Z, Yu Y, et al. The degree of fracture displacement does not affect the risk for concomitant proximal fibular fractures in tibial plateau fractures[J]. Int Orthop, 2021, 45(11): 2963-2971
- [7] 饶海军, 林学扬, 李瑾, 等. Schatzker 分型胫骨平台骨折术后膝关节功能评分与骨性关节炎发生的相关性分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35(8): 850-852
- [8] 颜峰, 喻灿明, 丁志清, 等. 合并胫骨平台骨折的膝关节多韧带损伤情况及韧带损伤与胫骨平台骨折分型的相关性分析[J]. 中华全科医学, 2022, 20(6): 964-966, 1015
- [9] Elsoe R, Motahar I, Mahdi F, et al. Presence of magnetic resonance imaging verified soft tissue injuries did not significantly affect the patient-reported outcome 12 months following a lateral tibial plateau fracture: A 12-month prospective cohort study of 56 patients[J]. Knee, 2020, 27(2): 420-427
- [10] Kumar R, Juneja J, Ramesh Sen D, et al. Comparison between standard radiography and spiral CT with 3D reconstruction in the evaluation, classification and management of tibial plateau fractures [J]. Eur Radiol, 2020, 30(2): 789-794
- [11] Voss E E, Goode R D, Cook J L, et al. Survey of Orthopaedic Trauma Providers: Is MRI Superior to CT Scan for Evaluating and

- Preoperative Planning for Tibial Plateau Fractures[J]. *Mo Med*, 2022, 119(3): 261
- [12] Ying J, Yu T, Liu J, et al. Clinical Comparison of the "Windowing" Technique and the "Open Book" Technique in Schatzker Type II Tibial Plateau Fracture[J]. *Orthop Surg*, 2022, 14(10): 2553-2562
- [13] Prall W C, Rieger M, Fürmetz J, et al. Schatzker II tibial plateau fractures: Anatomically precontoured locking compression plates seem to improve radiological and clinical outcomes [J]. *Injury*, 2020, 51(10): 2295-2301
- [14] 翟启麟, 庄健, 杨军, 等. 两种手术入路治疗累及后外侧 Schatzker IV型胫骨平台骨折的临床效果比较 [J]. *同济大学学报 (医学版)*, 2022, 43(6): 834-840
- [15] Bernholt D L, DePhillipo N N, Grantham W J, et al. Morphologic variants of posterolateral tibial plateau impaction fractures in the setting of primary anterior cruciate ligament tear [J]. *Am J Sports Med*, 2020, 48(2): 318-325
- [16] Gade R K, Gandharva G P, Prasad J S. Study of surgical management of proximal tibial fractures using anatomical proximal tibia locking compression plate [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2020, 6 (1): 431-435
- [17] 邓翔天, 胡宏志, 张祎然, 等. 基于术前 CT 预测 Schatzker II 型胫骨平台骨折合并外侧半月板撕裂的影像学研究[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23(2): 106-110
- [18] Kim G B, Kim K I, Song S J, et al. Increased posterior tibial slope after medial open-wedge high tibial osteotomy may result in degenerative changes in anterior cruciate ligament [J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34(9): 1922-1928
- [19] Salari P, Busel G, Watson J T. A radiographic zone-based approach to predict meniscus injury in lateral tibial plateau fracture [J]. *Injury*, 2021, 52(6): 1539-1543
- [20] Pu Y, Lei Z, Wenge D, et al. Correlation between CT images of lateral plateau and lateral meniscus injuries in patients with Schatzker II tibial plateau fractures: a retrospective study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 1-9
- [21] Papadakis S A, Pallis D, Ampadiotaki M M, et al. Treatment of Schatzker type II-VI tibial plateau fractures by means of syndesmotaxis using an Ilizarov external fixator and postoperative CT evaluation[J]. *Cureus*, 2021, 13(1): e12680
- [22] 应璞, 王轩, 许岳, 赵镒汶, 等. Schatzker II 型胫骨平台骨折外侧半月板损伤类型及其与外侧平台 CT 表现的相关性[J]. *中华骨科杂志*, 2022, 42(14): 912-919
- [23] Dhillon M S, Virk M S, Kumar P, et al. The effectiveness of arthroscopy assisted fixation of Schatzker types I-III tibial plateau fractures: our experience at a tertiary centre [J]. *Int J Burns Trauma*, 2021, 11(3): 163
- [24] Albishi W, Alsharidah A M, Alkhuraiji A, et al. Combined Intraoperative Arthroscopic and Fluoroscopic Guided Reduction of a Lateral Tibial Plateau Fracture Using Minimally Invasive Metaphyseal and Intraarticular Fixation: Description of a Surgical Technique[J]. *Cureus*, 2021, 13(6): e15834
- [25] 位锋, 周业金, 姚涛, 等. Schatzker II 型胫骨平台骨折切开复位内固定联合自体髂骨植骨或固体硫酸钙植骨的疗效比较[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2021, 36(2): 191-193
- [26] Li J, Zhang J, Zhao K, et al. Incidence and risk factors for decreased range of motion of the knee joint after surgery for closed tibial plateau fracture in adults[J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 1-9
- [27] Sobhan M A, Rahman M M, Haque O, et al. Outcome of Newer Generation Implant Reducing Post-Operative Co-Morbidity in All Kinds of Tibial Plateau Fracture; an Observational Study [J]. *Saudi J Med Pharm Sci*, 2022, 8(11): 720-724
- [28] Deng X, Hu H, Wang Y, et al. Arthroscopically assisted evaluation of frequency and patterns of meniscal tears in operative tibial plateau fractures: a retrospective study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 1-8
- [29] Baloch R A, Keerio N H, Jokhio M F. The Prevalence of Soft Tissue Injuries in Operative Schatzker Type IV Tibial Plateau Fractures, Our Hospital Results[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2021, 9(10): 189-193
- [30] Shen S, Wang P Z, Li X Y, et al. Pre-operative simulation using a three-dimensional printing model for surgical treatment of old and complex tibial plateau fractures[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 6044