

基于四柱九区法指导治疗胫骨平台粉碎性骨折 67 例

仓挺松¹ 陈阳¹ 吴骏¹ 任鹏鹏¹ 曹峰^{1△}

[摘要] **目的:**研究经四柱九区法指导治疗胫骨平台粉碎性骨折的临床疗效,探讨应用四柱九区法指导临床治疗的可靠性。**方法:**回顾性分析 2020 年 12 月至 2022 年 1 月采用四柱九区法指导治疗的 67 例胫骨平台粉碎性骨折患者资料,记录并评估患者手术时间、术中出血量、术后的骨折愈合时间与并发症情况,以及术后 1,3,6,12 个月的胫骨平台后倾角(PTSA)和膝关节功能评分(KSS)。**结果:**患者平均手术时间为(159.35±18.54)min,平均术中出血量为(116.30±6.64)mL,术后骨折愈合平均时间为(121.42±5.71)d。术后胫骨平台后倾角较稳定,各观察时间点胫骨平台后倾角差异无统计学意义($P>0.05$)。术后 1 个月时膝关节功能评分均显著低于其他观察时间点评分,差异有统计学意义($P<0.05$);术后 3 个月时各评分低于术后 6 个月和 12 个月的评分,差异有统计学意义($P<0.05$);但术后 6 个月与 12 个月之间各评分差异无统计学意义($P>0.05$)。共发生并发症 11 例,其中膝关节僵硬 9 例,膝外翻 1 例,膝内翻 1 例。**结论:**四柱九区法可较好地指导治疗粉碎性胫骨平台骨折,值得临床推广应用。

[关键词] 四柱九区法;胫骨平台;粉碎性骨折;回顾性研究

[中图分类号] R683.42 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2024)11-0076-06

DOI:10.20085/j.cnki.issn1005-0205.241115

Clinical Efficacy and Reliability of Treatment of Comminuted Tibial Plateau Fracture Based on Four-Column and Nine-Zone Method: 67 Cases of Clinical Report

CANG Tingsong¹ CHEN Yang¹ WU Jun¹ REN Pengpeng¹ CAO Feng^{1△}

¹ Suzhou Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Hospital, Suzhou 215101, Jiangsu China.

Abstract Objective: To study the clinical effect of four-column and nine-zone method in the treatment of comminuted fracture of tibial plateau, and to explore the reliability of the four-column and nine-zone method in clinical treatment. **Methods:** From December 2020 to January 2022, 67 patients with comminuted fracture of tibial plateau treated with four-column and nine-zone method were selected for a retrospective study without control. Operative time, intraoperative blood loss, postoperative fracture healing time and complications, as well as posterior slope angle and knee function score (KSS) at 1, 3, 6, 12 months after surgery were observed. **Results:** The mean operative time was (159.35±18.54) min, the mean intraoperative blood loss was (116.30±6.64) mL, and the mean postoperative healing time was (121.42±5.71) d. The posterior slope angle was stable after operation, and there was no statistical difference in the results of posterior slope angle at each observation time point ($P>0.05$). The scores at 1 month after surgery were significantly worse than those at other observation time points ($P<0.05$), and the scores at 3 months after surgery were significantly worse than those at 6 months and 12 months after surgery ($P<0.05$), but there was no statistical difference between 6 months and 12 months after surgery ($P>0.05$). Complications occurred in 11 cases, including knee stiffness in 9 cases, valgus in 1 case and varus in 1 case. **Conclusion:** The four-column and nine-zone method can guide the treatment of comminuted tibial plateau fracture, and is worthy of clinical application.

Keywords: four-column and nine-zone method; tibial plateau; comminuted fracture; retrospective study

¹ 苏州市中西医结合医院(江苏 苏州, 215101)

[△]通信作者 E-mail: cfeng03@yeah.net

胫骨平台骨折(Tibial Plateau Fracture, TPF)是

较为常见的关节内骨折,如治疗不当,严重者可转变成创伤性骨性关节炎并导致残疾,因此需进行有效的手术治疗^[1]。目前较常用的胫骨平台骨折分型是 Schatzker 分型和 AO 分型^[2],但 Schatzker 分型忽略了胫骨平台后部的骨折情况,AO 分型又较为繁琐,因此罗从风等提出了“三柱理论”,该方法引入修复后柱的概念,充分恢复胫骨后倾^[3-4]。但三柱理论仅进行骨水平的分析,未能充分评价后柱中韧带及软组织各种损伤^[5]。姚翔等^[6]提出“四柱九区法”,该方法补充了韧带半月板等组织的受损情况。目前基于四柱九区法指导治疗胫骨平台粉碎性骨折的研究报道较少,本文回顾了 67 例应用四柱九区法指导治疗的胫骨平台粉碎性骨折患者的早期临床疗效,旨在分析四柱九区法指导下的粉碎性胫骨平台骨折的手术疗效,以期完善胫骨平台骨折的治疗方法,现报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

选取 2020 年 12 月至 2022 年 1 月在本科室治疗的粉碎性胫骨平台骨折患者 67 例病例资料,进行回顾性分析。纳入患者均应用四柱九区法指导治疗,所选患者 Schatzker V 型或 VI 型胫骨平台骨折(包含开放伤)确诊且均可耐受手术,排除神经血管和大面积软组织损伤以及既往关节畸形情况;患者均同意随访,且对治疗方案知情同意。纳入患者一般资料见表 1。

表 1 纳入患者一般资料(n=6)

项目指标		结果
年龄/岁($\bar{x}\pm s$)		46.88±2.61
身高/cm($\bar{x}\pm s$)		166.28±8.04
体重/kg($\bar{x}\pm s$)		53.17±6.35
性别	男/例	24(35.82%)
	女/例	43(64.18%)
骨折分型	Schatzker V 型/例	39(58.21%)
	Schatzker VI 型/例	28(41.79%)
伤侧	左/例	36(53.73%)
	右/例	31(46.27%)
受伤原因	车祸伤/例	52(77.61%)
	坠落伤/例	13(19.40%)
	其他/例	2(2.99%)

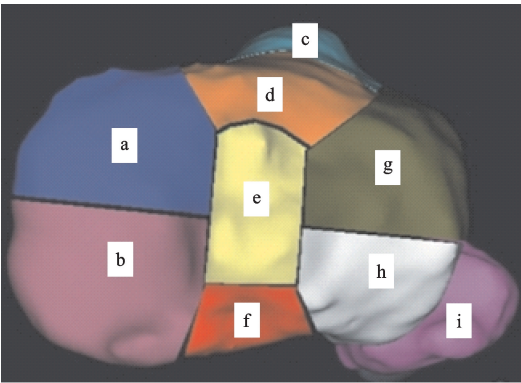
1.2 影像学分析

使用四柱九区法分型分析患者的影像学图片,并根据该分型制定术前计划,选择效益最佳的入路,见图 1 和图 2。

2 方法

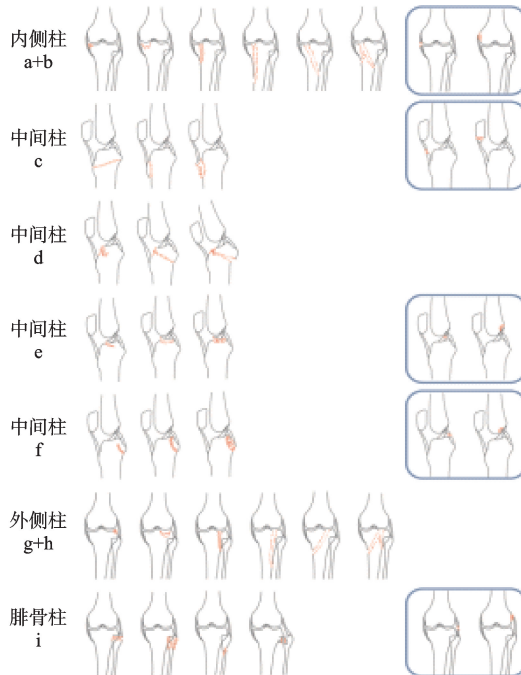
2.1 手术方法

常规麻醉及手术准备。1)内侧柱损伤:取膝关节内侧入路切口,根据内侧柱损伤分区(a/b),术中依据核心损伤分区适当将切口前移或后移,以核心损伤分



注:四柱九区法分型方法总体分为内侧柱a+b,中央柱d+e+f,外侧柱g+h,腓骨柱i

图 1 四柱九区法分型图示^[6]



注:四柱九区法在冠状位及矢状位将四柱进一步细化,内侧柱a+b与外侧柱g+h依据损伤类型各分为8种,中间柱c、e和f区各分为5种,中间柱d区分为3种,腓骨柱i分为5种

图 2 四柱九区法全部损伤类型示意图^[6]

区为切口中心位置,目的是直接复位固定核心损伤分区,提升复位效果。依次切开皮肤、皮下组织及筋膜,首先检查内侧副韧带止点以及鹅足的损伤情况,若存在明显止点撕脱骨折,需使用锚钉固定。打开关节囊,清除积血,显露胫骨内侧平台,检查内侧半月板损伤情况,若存在内侧半月板体部损伤,可在固定骨折断端后使用不可吸收缝线修复内侧半月板,若存在半月板前后角损伤,需适当扩大切口并复位固定中间柱骨折后,再次评估半月板前后角损伤情况并适当缝补。撬拨塌陷的内侧平台关节面,若无关节塌陷,可直接复位骨折断端,在骨缺损处予以植骨,使用合适的锁定钢板贴附胫骨平台内侧,螺钉固定,重点关注内侧柱核心损伤分区的复位效果,若内侧柱的 a/b 区均受损,可适当延长切口,扩大暴露范围,力争解剖复位;此外,还可依靠分型结果附加克氏针固定,帮助恢复关节面平整,如内侧

柱 a+b(6)及外侧柱 g+h(6),从而更好地恢复胫骨平台的形态。

2)外侧柱及腓骨柱损伤:取膝关节外侧入路切口,根据外侧柱核心损伤分区(g/h),在术中适当偏前或偏后作切口,依次切开皮肤、皮下组织及筋膜,注意避开腓总神经,首先检查外侧副韧带止点及髁胫束的损伤情况,若存在明显止点撕脱骨折或髁胫束损伤,需使用锚钉固定或使用缝线局部修补。检查外侧半月板损伤情况,处理方法同内侧。显露胫骨外侧平台,处理方法同内侧。固定好胫骨外侧平台后,检查腓骨近端及腓骨头的稳定性,通常固定好胫骨近端后不需处理腓骨近端。

3)中间柱损伤:术前若确定存在中间柱损伤,需凭借中间柱损伤情况选择膝关节入路进行手术,通常中间柱损伤均可在内外侧柱复位后得到修复。若中间柱 c 区髁韧带体部或止点存在损伤,需在胫骨结节前方辅助小切口,使用锚钉或缝线修复髁韧带。中间柱 f 区存在损伤,需取膝关节后外侧或后内侧入路,使用锚钉固定后交叉韧带止点撕脱骨折,或直接用 T 型钢板予以固定,中间柱 c、d、e 区存在损伤,应依靠内外侧柱的损伤情况选择膝关节入路处理。

4)C 臂机透视检查骨折对位、对线情况,彻底止血,0.1%碘伏、无菌生理盐水冲洗切口,缝合关节囊,逐层缝合皮肤,包扎切口。

2.2 观察指标

观察并记录纳入患者手术时间、术中出血量、术后

的骨折愈合时间与并发症情况,以及术后 1,3,6,12 个月的胫骨平台后倾角和美国膝关节协会(AKS)膝关节功能评分。

AKS 膝关节功能评分^[7]:该量表由 4 项膝关节评分与 3 项活动能力评分构成,总分为 0~100 分,分数越高表明膝关节功能恢复越好。

2.3 统计学方法

用 SPSS 22.0 软件统计分析上述指标。分布符合正态性的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 形式表示,偏态计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,符合正态分布的资料用 t 检验,偏态资料用秩和检验。计数资料以“例(%)”表示, $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

3 结果

3.1 手术时间、术中出血量及骨折愈合时间

纳入患者的手术时间平均为 (159.35 ± 18.54) min,术中出血量平均为 (116.30 ± 6.64) mL,术后骨折愈合时间平均为 (121.42 ± 5.71) d。

3.2 术后的胫骨平台后倾角及膝关节功能评分

术后胫骨平台后倾角较稳定,各观察时间点结果差异无统计学意义($P > 0.05$)。术后 1 个月时膝关节功能评分显著区别于其他观察时间点结果,差异有统计学意义($P < 0.05$),术后 3 个月时各评分区别于术后 6 个月和 12 个月,差异有统计学意义($P < 0.05$),但术后 6 个月和 12 个月之间各评分差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

表 2 胫骨平台后倾角、AKS、HSS、OKS 与 CBM 评分比较($\bar{x} \pm s$)

观察时间点	胫骨平台后倾角/(°)	AKS 评分/分	HSS 评分/分	OKS 评分/分	CBM 评分/分
术后 1 个月	9.26 ± 1.04	$50.07 \pm 10.82^{1)}$	$42.33 \pm 9.07^{1)}$	$31.00 \pm 5.51^{1)}$	$26.82 \pm 5.80^{1)}$
术后 3 个月	10.08 ± 0.99	$65.22 \pm 8.45^{2)}$	$58.28 \pm 3.64^{2)}$	$23.17 \pm 6.23^{2)}$	$34.56 \pm 7.71^{2)}$
术后 6 个月	10.73 ± 1.12	76.31 ± 5.80	69.56 ± 7.05	17.66 ± 4.96	51.49 ± 10.75
术后 12 个月	10.85 ± 1.28	83.54 ± 4.77	76.49 ± 5.88	15.95 ± 3.22	56.83 ± 8.64

注:1)术后 1 个月与其他各观察时间点结果相比, $P < 0.05$;2)术后 3 个月与术后 6 个月和 12 个月的结果相比, $P < 0.05$ 。

3.3 术后并发症结果

纳入患者术后并发症共发生 11 例,其中膝关节僵硬 9 例(9 例膝关节僵硬患者继续给予 3 个月康复治疗,术后膝关节僵硬情况明显好转),膝外翻 1 例(患者无明显不适主诉,继续观察),膝内翻 1 例(患者无明显不适主诉,继续观察)。

3.4 典型病例

患者 1,女,49 岁,车祸伤,左侧, Schatzker V 型骨折,经四柱九区法确定核心受损区域为内侧柱,使用普通“T”型钢板修复,发现内侧半月板损伤,予以修复。骨折愈合时间为术后 113 d,无并发症发生,影像学检查结果见图 3。

患者 2,女,47 岁,车祸伤,右侧, Schatzker VI 型骨折,经四柱九区法确定核心受损区域为外侧柱,使用外

侧钢板固定,发现外侧半月板损伤,予以修复。骨折愈合时间为术后 119 d,无并发症发生,影像学检查结果见图 4。

患者 3,女,44 岁,车祸伤,右侧, Schatzker V 型骨折,经四柱九区法确定核心受损区域为中央柱,使用普通“T”型钢板修复,未发现前后交叉韧带及半月板损伤。骨折愈合时间为术后 121 d,无并发症发生,影像学检查结果见图 5。

4 讨论

胫骨平台骨折是临床常见的膝关节内骨折,骨折程度轻重主要基于损伤机制的差异,多数高强度的直接暴力可导致胫骨平台发生粉碎性骨折^[8],即 Schatzker V 型或 VI 型^[9]。该类骨折复位难,预后差,且远期发生创伤性关节炎的概率较高,对于该类骨折



(a) 术前膝关节CT片；(b) 术前膝关节正位X线片；(c) 术前膝关节侧位X线片；(d) 术后膝关节正位X线片；(e) 术后膝关节侧位X线片
图 3 患者 1 影像学资料



(a) 术前膝关节CT片；(b) 术前膝关节正位X线片；(c) 术前膝关节侧位X线片；(d) 术后膝关节正位X线片；(e) 术后膝关节侧位X线片
图 4 患者 2 影像学资料

的治疗需要对齐机械力线、恢复关节的一致性以及韧带的稳定性^[10-11]。临床常使用 Schatzker 分型作为手术指导,但该分型未明确胫骨平台后侧损伤情况,胫骨平台后侧损伤可导致内外半月板后部损伤及交叉韧带的损伤,这些关节内结缔组织是胫骨平台骨折术后康复的基础^[12-13]。为提升胫骨平台骨折手术治疗效果,临床研究者提出了胫骨平台三柱理论与四柱理论。三

柱理论主要将胫骨平台按胫骨结节、胫骨棘连线中点、腓骨头前缘以及胫骨平台内侧嵴将胫骨平台分为内侧柱、外侧柱及后柱三部分(见图 1),该理论基于传统 Schatzker 分型的内外侧骨折类型,补充了后柱骨折类型,明确了修复后柱骨折的重要性^[3],但该理论仍集中于骨质修复水平,未充分考虑结缔组织责任区域。因为临床后柱骨折以后外侧骨折为主,有研究因此进一



(a) 术前膝关节CT片; (b) 术前膝关节正位X线片; (c) 术前膝关节侧位X线片; (d) 术后膝关节正位X线片; (e) 术后膝关节X线侧位片

图5 患者3影像学资料

步将后柱分成后内侧柱与后外侧柱,进一步细化了骨折分类^[14]。已有研究证明四柱理论指导下的手术效果较好,且优于三柱理论的治疗效果^[15-16],但仍存在大量并发症的发生,且依然未充分考虑软组织和结缔组织的情况。因此,姚翔等^[6]基于四柱理论,提出了四柱九区法理论,该理论根据关节软骨覆盖范围将胫骨平台分为内侧柱、中央柱、外侧柱和腓骨柱,并基于韧带附着点将四柱分为九个区域(见图1):前内侧区(a)、后内侧区(b)、胫骨结节区(c)、髌韧带附着区(d),中央前区即裸区(e),中央区即前交叉韧带附着区(f)、中央后区即后交叉韧带附着区(g)、前外侧区(h),后外侧区(i),腓骨区即外侧副韧带及后外侧韧带复合体附着区(i)。基于上述九个区域可明确骨折区域处的韧带分布情况以及损伤情况,更精准地了解需修复的关键区域位置。此外,该理论进一步丰富了皮质损伤深度情况,使胫骨平台骨折分型更加立体。

本研究发现纳入患者的手术时间为(159.35 ± 18.54)min,术中出血量为(116.30 ± 6.64)mL,术后骨折愈合时间为(121.42 ± 5.71)d。与既往国内外胫骨平台骨折治疗临床文献相比较,手术时间和术中出血量相似,但术后骨折愈合时间明显较长,这与胫骨平台损伤程度及膝关节康复特性有关^[17-20]。膝关节作为身体最大的复杂型关节,其康复时间长于其他关节内

骨折。此外,纳入患者术后的胫骨平台后倾角未见明显差异,说明四柱九区法可更好地维持胫骨后倾水平,保证膝关节稳定性。另外,四柱九分法指导下的手术更注重韧带责任区域和半月板的修复,而不是直接进行后柱的固定,而且该理论对中央柱后方(def)区域分解更加细致,可指导临床在具体区域加强固定,提高固定的稳定性,这是胫骨平台后倾角维持良好的具体原因。

本研究中膝关节功能评分结果发现,术后1个月时的各评分结果劣于其他观察时间点结果,且术后3个月时的各评分结果也劣于术后6个月和12个月,这与胫骨平台损伤愈合时间和康复时间较长有关,患者早期康复过程中疼痛明显,康复难度较大,因此术后早期评分较差符合预期情况,而术后3个月时骨折已初步愈合,关节稳定性得到增强,随着康复治疗进展,患者的膝关节功能得到明显恢复,因此术后3个月时的各评分均优于术后1个月时的结果。此外,共发生11例并发症,其中膝关节僵硬9例,膝外翻1例,膝内翻1例,经X线检查发现钢板位置牢固,无移位松动表现,螺钉也无退位表现,因此初步推测上述并发症情况与解剖复位无明显关系,可能与术后康复治疗有较大关联。膝关节康复训练较痛苦,患者通常因疼痛而怠慢康复训练,甚至

拒绝进一步康复治疗,因此导致膝关节活动范围降低,最终致使膝关节僵硬。笔者认为膝关节僵硬的患者是由于术后康复运动量较少导致,增加 3 个月康复锻炼治疗后,膝关节僵硬问题已明显好转。此外,错误的康复治疗可致使膝关节发生内外翻畸形,若患者未采用适当的康复方法,例如提早下地负重行走,可能会导致膝关节内外翻,而膝关节内外翻患者无明显不适主诉,继续观察治疗。

经对上述结果的总结分析,本研究将四柱九区法的优势归纳为下列几个方面:1)更细致地明确胫骨平台骨性结构的损伤位置及类型;2)明确胫骨平台相关结缔组织的损伤类型并提供一期修复的可能,从而提升膝关节功能的恢复速度;3)进一步深化了膝关节周围入路的应用策略,依靠核心损伤区域将膝关节入路进行适当前移或后移,使入路的应用更加灵活。

但该方法仍有一定局限性:1)分型较复杂繁琐,应用困难;2)对于核心损伤分区的确定需要详细的影像学评价;3)该分型的应用情况不明朗,临床认可度不高。但这些局限性仍不能否认四柱九区法的优势。另外,该分型为胫骨平台新型内固定装置的设计提供了新的方向,例如核心损伤分区的解剖型内固定钢板的效果设计,但这只是一个研究设想,仍需进一步深化完善。

参考文献

- [1] 张志文,黄玉良,巫洪波,等.三柱理论指导下治疗胫骨平台粉碎性骨折的临床疗效观察[J].创伤外科杂志,2016,18(11):663-677.
- [2] 王博炜,余斌.胫骨平台骨折三柱分型理论及术前计划[J].国际骨科学杂志,2017,38(5):275-281.
- [3] LUO C F, SUN H, ZHANG B, et al. Three-column fixation for complex tibial plateau fractures[J]. J Orthop Trauma, 2010, 24(11): 683-692.
- [4] GUO J, LIU Y, FENG Y, et al. effects of surgical treatment guided by the three-column classification method on knee joint function and postoperative complications in patients with tibial plateau fractures[J]. Comput Intell Neurosci, 2022, 2(11): 63-69.
- [5] 林成寿,林旺,许胜贵,等.涉及后柱胫骨平台骨折的不同治疗策略[J].中国骨与关节损伤杂志,2016,31(8):817-820.
- [6] 姚翔,徐勇,袁即山,等.胫骨平台骨折的四柱九区分型体系[J].中华创伤骨科杂志,2020,22(8):665-675.
- [7] LIOW R Y, WALKER K, WAJID M A, et al. The reliability of the american knee society score[J]. Acta Orthop Scand, 2000, 71(6): 603-608.
- [8] HONG G, HUANG X, LV T, et al. An analysis on the effect of the three-incision combined approach for complex fracture of tibial plateau involving the posterolateral tibial plateau[J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15(1): 43-50.
- [9] ARIFFIN H M, MAHDI N M, RHANI S A, et al. Modified hybrid fixator for high-energy Schatzker V and VI tibial plateau fractures[J]. Strategies Trauma Limb Reconstr, 2011, 6(1): 21-26.
- [10] RUDRAN B, LITTLE C, WIJK A, et al. Tibial plateau fracture: anatomy, diagnosis and management[J]. Br J Hosp Med (Lond), 2020, 81(10): 1-9.
- [11] CAI P, YUAN M, JI H, et al. The treatment of posterolateral tibial plateau fracture with a newly designed anatomical plate via the trans-supra-fibular head approach: preliminary outcomes[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 804-810.
- [12] 胡帆,孙海钰,王大伟.胫骨平台后柱骨折的损伤机制、分型及治疗进展[J].国际医药卫生导报,2016,22(11):1661-1665.
- [13] HERBST E, RASCHKE M J, PEEZ C, et al. Ligamentäre begleitverletzungen bei tibiakopffrakturen (Ligament injuries in tibial plateau fractures) [J]. Unfallchirurgie (Heidelb), 2022, 125(7): 535-541.
- [14] 叶长青,杨洋,汪涛,等.四柱理念指导下治疗胫骨平台后外柱骨折的临床观察[J].中华全科医学,2018,16(6):922-928.
- [15] 郑华伟.三柱理论和四柱理论指导胫骨平台骨折手术的效果比较[J].浙江创伤外科,2019,24(3):513-514.
- [16] 孙伟东,王丹锋.四柱理论指导手术治疗胫骨平台骨折的疗效观察[J].中国骨与关节损伤杂志,2018,33(4):423-425.
- [17] ADAMS J D, DELLA G J. Management of posterior articular depression in tibial plateau fractures[J]. J Knee Surg, 2016, 29(1): 28-33.
- [18] HO J P Y, MERICAN A M, AYOB K A, et al. Tibia vara in asians: myth or fact? Verification with three-dimensional computed tomography[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2021, 29(1): 23-33.
- [19] VENDEUVRE T, GAYET L É. Percutaneous treatment of tibial plateau fractures[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2021, 107(18): 102-108.
- [20] LIN K C, TARNG Y W. A strategy to prevent complications of hyper-extension type tibial plateau fracture[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2021, 31(1): 71-78.

(收稿日期:2024-02-07)