

髓内钉固定与微创经皮钢板内固定对胫腓骨骨折患者血小板活化及血清转化生长因子-β1 和骨形态发生蛋白-2 影响的比较

温成, 王希杰, 韩俊成, 王汉伟

(张家口市第二医院老年骨科, 河北 张家口 075000)

【摘要】 目的: 探讨髓内钉固定(intramedullary nail fixation, IMN)与微创经皮钢板内固定(minimally invasive percutaneous plate internal fixation, MIPPO) 技术应用于胫腓骨骨折的效果及对患者血小板活化及血清转化生长因子-β1(transforming growth factor-β1, TGF-β1)、骨形态发生蛋白-2(bone morphogenetic protein-2, BMP-2)影响。方法: 选取2019年2月至2020年2月胫腓骨骨折患者105例, 分为MIPPO组53例和IMN组52例。其中MIPPO组男29例, 女24例, 年龄(41.74±6.05)岁; IMN组男31例, 女21例, 年龄(40.59±5.26)岁。比较两组围术期手术指标, 术后并发症, 术后12个月踝关节功能恢复情况, 术前及术后3、7 d血小板活化指标, 术前及术后4、8周血清TGF-β1、BMP-2水平。结果: MIPPO组手术时间、骨折愈合时间短于IMN组($P<0.05$); 与术前相比, 两组术后3、7 d的GMP-140、PAC-1、CD63、CD61水平均提高, 但MIPPO组低于IMN组($P<0.05$); 两组术后4、8周血清TGF-β1、BMP-2水平均较术前提高, 且MIPPO组提高幅度大于IMN组($P<0.05$); MIPPO组术后并发症发生率低于IMN组($P<0.05$)。两组术后随访12个月, 踝关节功能Mazur评分比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。结论: 髓内钉固定与MIPPO技术治疗胫腓骨骨折均可改善踝关节功能, 但后者具有手术时间短、骨折愈合快、并发症少的优势, 且血小板活化轻, 血清TGF-β1、BMP-2水平改善快。

【关键词】 髓内钉固定; 微创经皮钢板内固定; 胫腓骨骨折; 血小板活化; 转化生长因子-β1; 骨形态发生蛋白-2

中图分类号: R683.4

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.11.018

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Comparative study of the effects of intramedullary nail fixation and minimally invasive percutaneous plate internal fixation technique on platelet activation and serum transforming growth factor-β1 (TGF-β) 1 and bone morphogenetic protein-2 (BMP-2) in patients with tibial and fibular fracture

WEN Cheng, WANG Xi-jie, HAN Jun-cheng, WANG Han-wei (Department of Elderly Orthopaedics, Zhangjiakou Second Hospital, Zhangjiakou 075000, Hebei, China)

ABSTRACT Objective To investigate the effect of intramedullary nail fixation (IMN) and minimally invasive percutaneous plate internal fixation (MIPPO) techniques on tibiofibular fractures and their effect on platelet activation and serum transforming growth factor-β1 (TGF-β1) and bone morphogenetic protein-2 (BMP-2). **Methods** Total of 105 patients with tibiofibular fractures from February 2019 to February 2020 were selected and divided into 53 cases in the MIPPO group and 52 cases in the IMN group. There were 29 males and 24 females with an average age of (41.74±6.05) years old in MIPPO group; in IMN group, 31 males and 21 females with an average age of (40.59±5.26) years old. The perioperative surgical indexes, postoperative complications, ankle function recovery at 12 months postoperatively, platelet activation indexes at 3 and 7 days preoperatively and postoperatively, and serum TGF-β1 and BMP-2 levels at 4 and 8 weeks preoperatively and postoperatively were compared between the two groups. **Results** The operating time and fracture healing time in the MIPPO group were shorter than those in the IMN group ($P<0.05$); Compared with the preoperative period, the levels of GMP-140, PAC-1, CD63, and CD61 increased in both groups at 3 and 7 days after surgery, but were lower in the MIPPO group than in the IMN group ($P<0.05$); the levels of serum TGF-β1 and BMP-2 increased in both groups at 4 and 8 weeks after surgery compared with the preoperative

基金项目: 河北医学科学研究课题计划(编号: 20190702)

Fund program: Hebei medical science research project plan (No: 20190702)

通讯作者: 温成 E-mail: v06igetahb@21cn.com

Corresponding author: WEN Cheng E-mail: v06igetahb@21cn.com

period, and the postoperative complication rate in the MIPPO group was lower than that in the IMN group ($P < 0.05$); the difference was not statistically significant in the excellent rate of ankle function recovery at 12 months follow-up after surgery between two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** Both intramedullary nail fixation and MIPO technique for treatment of tibia and fibula fractures can improve ankle joint function, but the latter has the advantages of short operation time, fast fracture healing, fewer complications, and light platelet activation. Serum TGF- β 1, BMP-2 level improves quickly.

KEYWORDS Intramedullary nail fixation; Minimally invasive percutaneous plate internal fixation; Tibia and fibula fractures; Platelet activation; Transforming growth factor- β 1 (TGF- β 1); Bone morphogenetic protein-2 (BMP-2)

胫腓骨骨折为临床多发骨折类型，一般因交通事故、砸压等直接暴力造成，临床表现为局部肿胀、疼痛、畸形等，严重影响患者日常生活能力及生活质量，治疗难度较大^[1-2]。髓内钉固定 (intramedullary nail fixation, IMN) 与微创经皮钢板内固定 (minimally invasive percutaneous plate internal fixation, MIPPO) 技术为治疗胫腓骨骨折两种内固定术式，复位固定效果确切，其中 IMN 属相对稳定内固定系统，临床应用时间较长^[3]。MIPPO 可将微创技术、生物内固定钢板结合，牢固固定骨折部位同时，利于减少对骨折端供血系统与正常软组织的损伤^[4]。但两者在胫腓骨骨折中应用的优劣性尚无统一意见，仍有待大量研究论证。本研究选取 2019 年 2 月至 2020 年 2 月胫腓骨骨折患者 95 例，旨在探讨两者治疗胫腓骨骨折的效果及对患者血小板活化及血清转化生长因子- β 1 (transforming growth factor- β 1, TGF- β 1)，骨形态发生蛋白-2 (bone morphogenetic protein-2, BMP-2) 影响，为治疗术式选择提供一定参考。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准：经 X 线、CT 等影像学检查确诊为胫腓骨骨折；闭合性、新鲜、单侧骨折；具有明确外伤史；具有手术治疗指征；临床资料完整。排除标准：既往有胫腓骨损伤史；骨折前存在踝关节功能障碍；病理性、陈旧性骨折；合并骨质疏松、骨结核、骨肿瘤；合并严重糖尿病、高血压、凝血功能障碍；肝、肾、心等脏器出现器质性病变；合并肢体血液循环障碍、严重营养不良。所有患者对治疗方案知情同意并签署知情同意书。本研究经我院伦理委员会审核批准(批

准文号:2018012)。

1.2 一般资料

选取 2019 年 2 月至 2020 年 2 月胫腓骨骨折患者 105 例，分为 MIPPO 组 53 例、IMN 组 52 例。具体步骤，按照就诊顺序预先编号，编号导入随机数字表分为两组。两组患者性别、年龄、骨折部位、致伤原因、骨折 AO/ASIF 分型^[5]等一般资料比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，具有可比性。见表 1。

1.3 方法

两组术前均行正侧位 X 线片检查，确认骨折与软组织损伤状况，予患肢抬高、卧床休息等常规处理。

1.3.1 MIPPO 组 常规消毒，仰卧位，连续硬膜外麻醉，对存在腓骨下段骨折患者先采取腓骨固定；患侧内踝上方行切口，深筋膜与骨膜游离处理，创建皮下隧道，在 C 形臂 X 线机引导下牵拉挤压复位；以合适钢板紧贴着骨膜置入切口，应用克氏针将钢板远端临时固定；在胫骨前缘行切口 (长约 3 cm)，钢板 3 孔暴露，以螺钉固定后，应用 3 枚锁定螺钉拧入钢板远近端，患侧小腿行屈伸运动，如果断端固定不稳，行锁钉固定。清洗创面，缝合切口。

1.3.2 IMN 组 仰卧位，连续硬膜外麻醉。将伤口骨折端骨膜破裂口为途径暴露骨折端，牵引复位。在距胫骨结节和髌骨下缘之间行纵行切口 (长 3~5 cm)，骨折有限切开或者闭合复位后置入导针，扩髓处理，选取合适长度、粗细自锁髓内钉，在复位骨折后，将自锁髓内钉由进针点置入，锁钉，以生理盐水清洗创面，关闭切口。

两组术后均予以营养支持、抗感染等对症治疗，视患者恢复情况指导其进行功能锻炼，定期采取 X

表 1 两组胫腓骨骨折患者术前一般资料比较

Tab.1 Comparison of general information between two groups of patients with tibial and fibular fractures

组别	例数	性别/例		年龄 ($\bar{x} \pm s$)/岁	骨折部位/例			致伤原因/例			骨折 AO/ASIF 分型/例	
		男	女		胫骨上段与平台骨折	中段骨折	下段及远端骨折	交通事故	砸伤	其他	B 型	A 型
MIPPO 组	53	29	24	41.74 \pm 6.05	18	15	20	27	14	12	22	31
IMN 组	52	31	21	40.59 \pm 5.26	14	16	22	29	15	8	18	34
检验值		$\chi^2=0.257$		$t=1.039$	$\chi^2=0.618$			$\chi^2=0.897$			$\chi^2=0.529$	
P 值		0.612		0.301	0.734			0.639			0.467	

线检查,依据骨痂生长状况逐渐过渡至负重训练。

1.4 观察项目与方法

观察记录围术期手术指标,如手术时间、住院时间、骨折愈合时间、术中出血量等;术前、术后 3、7 d 血小板活化指标,采集患者 4 ml 空腹静脉血样,离心处理,取血浆,以流式细胞仪(美国 BD, FACSCalibur)检测血浆血小板 α 颗粒膜蛋白 140(α-granule membrane protein, GMP-140),血小板膜糖蛋白纤维蛋白原受体(PAC-1)、溶酶体相关膜蛋白 3(CD63)、血小板糖蛋白 IIIα(CD61)水平;术前、术后 4、8 周血清指标水平,采血,以离心机离心 15 min,取血清,以酶联免疫吸附法测定血清 TGF-β1、BMP-2 水平,试剂盒均购于上海太阳生物技术有限公司;术后并发症,如皮肤坏死、感染、内固定松动断裂、骨折延期愈合、膝关节疼痛等。

1.5 临床疗效评价

采用 Mazur 踝关节功能评分^[6],从疼痛、功能、活动度 3 个方面评价踝关节功能,总分 100 分。由同一人员培训后进行盲法评估,评估人员不参与研究,不了解具体分组治疗方案仅做效果评估。

1.6 统计学处理

采用 SPSS 21.0 软件进行统计学分析。围术期手术指标,手术前后血小板活化指标,手术前后血清 TGF-β1、BMP-2, Mazur 踝关节功能评分等符合正态分布定量资料,以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较

采用独立样本 *t* 检验;不同时间点、组间及交互作用下血小板活化指标, TGF-β1、BMP-2 行重复测量方差分析;术后 12 个月并发症为定性资料行 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组围术期手术指标情况

两组患者住院时间、术中出血量比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。MIPPO 组手术时间、骨折愈合时间短于 IMN 组($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 两组手术前后血小板活化指标水平

两组患者 GMP-140、PAC-1、CD63、CD61 水平组间、不同时间点及交互作用比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),MIPPO 组 GMP-140、PAC-1、CD63、CD61 水平增高幅度更小。两两比较,两组术前上述指标水平相比,差异无统计学意义($P > 0.05$),MIPPO 组术后 3、7 d 上述指标水平均较 IMN 组低($P < 0.05$);两组术后 3、7 d 上述指标水平均较本组术前提高($P < 0.05$)。见表 3。

2.3 两组手术前后血清 TGF-β1 及 BMP-2 水平

两组血清 TGF-β1、BMP-2 水平组间、不同时间点及交互作用比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),MIPPO 组血清 TGF-β1、BMP-2 水平提高幅度更大。两两比较,两组术前上述指标水平相比,差异无统计学意义($P > 0.05$),MIPPO 组术后 4、8 周上述指标水平均较 IMN 组高($P < 0.05$);两组术后 4、8 周上述指

表 2 两组胫腓骨骨折患者围术期手术指标情况比较($\bar{x} \pm s$)

Tab.2 Comparison of perioperative surgical indicators between two groups of patients with tibial and fibular fractures($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	手术时间/min	住院时间/d	骨折愈合时间/周	术中出血量/ml
MIPPO 组	53	64.75±9.48	16.27±3.35	14.58±2.74	107.12±18.50
IMN 组	52	73.64±12.29	17.58±4.06	18.37±3.08	113.53±21.61
<i>t</i> 值		4.155	1.805	6.665	1.664
<i>P</i> 值		<0.001	0.074	<0.001	0.105

表 3 两组胫腓骨骨折患者手术前后血小板活化指标水平比较($\bar{x} \pm s$)

Tab.3 Comparison of platelet activation index levels before and after surgery between two groups of patients with tibial and fibular fractures($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	GMP-140			PAC-1			CD63			CD61			单位:%
		术前	术后 3 d	术后 7 d	术前	术后 3 d	术后 7 d	术前	术后 3 d	术后 7 d	术前	术后 3 d	术后 7 d	
MIPPO 组	53	14.19±	17.57±	16.34±	2.12±	2.84±	2.47±	2.02±	2.72±	2.48±	48.74±	54.39±	53.02±	
		2.02	2.49 ^{ab}	2.18 ^{ab}	0.26	0.32 ^{ab}	0.24 ^{ab}	0.29	0.34 ^{ab}	0.31 ^{ab}	3.95	5.64 ^{ab}	4.26 ^{ab}	
IMN 组	52	13.60±	19.42±	18.50±	2.05±	3.49±	2.90±	1.97±	3.05±	2.79±	47.82±	58.54±	57.28±	
		2.28	2.73 ^b	2.47 ^b	0.22	0.37 ^b	0.29 ^b	0.26	0.41 ^b	0.36 ^b	4.37	6.02 ^b	4.59 ^b	

注:与同时点 IMN 组比较, * $P < 0.05$;与本组术前比较, ^b $P < 0.05$ 。重复测量方差分析:GMP-140, $F_{组间}=14.275, P < 0.001; F_{时间} F=21.584, P < 0.001; F_{交互}=12.047, P < 0.001; PAC-1, F_{组间}=28.643, P < 0.001; F_{时间}=37.658, P < 0.001; F_{交互}=25.673, P < 0.001; CD63, F_{组间}=18.247, P < 0.001; F_{时间}=30.289, P < 0.001; F_{交互}=16.426, P < 0.001; CD61, F_{组间}=15.039, P < 0.001; F_{时间}=26.175, P < 0.001; F_{交互}=13.598, P < 0.001$

标水平均较本组术前提前提高($P<0.05$)。见表 4。

2.4 两组术后并发症比较

MIPPO 组术后并发症发生率较 IMN 组低($P<0.05$)。见表 5。

2.5 两组踝关节功能恢复情况比较

两组患者均随访 12 个月,无失访病例,典型病例见图 1、图 2。两组患者术后 12 个月踝关节功能 Mazur 踝关节功能评分比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 6。

3 讨论

3.1 两种术式对术后恢复情况的影响

胫腓骨骨折属关节内骨折之一,青壮年为疾病

好发人群,发病率占全身骨折 13.7%,且随近年来工业化及现代交通不断发展,其发病率有逐渐增高趋势^[7]。若不予以及时有效治疗可引起骨关节炎改变、畸形与骨不愈合、坏死等并发症,影响患者预后^[8-9]。对骨折患者而言,实现骨折解剖复位后进行牢靠内固定为重要目标,若内固定不稳或选择不当可对创口造成二次伤害,增加患者身心负担^[10-11]。

IMN 为治疗胫腓骨骨折有效术式,可通过全螺纹锁钉固定,避免负重遮挡应力,达到牢固固定目的,术后不易产生固定裂开、松动等情况,术后踝关节功能恢复良好,适应证较广^[12]。但临床实践中发现,由于 IMN 髓内钉的抗旋转能力差,行扩髓处理

表 4 两组胫腓骨骨折患者手术前后血清 TGF-β1 和 BMP-2 水平比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.4 Comparison of serum TGF-β1 and BMP-2 levels before and after surgery between two groups of patients with tibial and fibular fractures($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	TGF-β1/(ng·ml ⁻¹)			BMP-2/(ng·L ⁻¹)		
		术前	术后 4 周	术后 8 周	术前	术后 4 周	术后 8 周
MIPPO 组	53	48.09±7.35	57.34±8.08 ^{ab}	61.62±9.80 ^{ab}	58.40±6.07	66.85±7.24 ^{ab}	71.47±8.52 ^{ab}
IMN 组	52	49.37±6.42	53.26±7.14 ^b	56.84±8.52 ^b	59.62±5.68	63.02±6.49 ^b	65.95±7.73 ^b

注:与同时点 IMN 组比较,^a $P<0.05$;与本组术前比较,^b $P<0.05$ 。重复测量方差分析:TGF-β1, $F_{组间}=9.264, P<0.001; F_{时间}=14.597, P<0.001; F_{交互}=8.154, P<0.001$;BMP-2, $F_{组间}=10.269, P<0.001; F_{时间}=13.273, P<0.001; F_{交互}=9.142, P<0.001$

表 5 两组胫腓骨骨折患者术后并发症比较

Tab.5 Comparison of postoperative complications between two groups of patients with tibial and fibular fractures

组别	例数						单位:例	
		皮肤坏死	感染	内固定松动断裂	骨折延期愈合	膝关节疼痛	总发生率*	
MIPPO 组	53	1	1	0	0	0	2	
IMN 组	52	3	2	1	1	2	9	

注:*两组比较, $\chi^2=5.126, P=0.024$



图 1 患者,男,49 岁,左胫腓骨骨折接受 MIPPO 治疗 1a,1b. 术前正侧位 X 线片示骨折断端移位明显 1c,1d. 术后 1 周正侧位 X 线片示骨折对位良好 1e,1f. 术后 6 个月正侧位 X 线片示骨折愈合良好

Fig.1 A 49-year-old male patient underwent MIPPO for a left tibia and fibula fracture 1a, 1b. Preoperative AP and lateral X-rays showed fracture end displacement was obvious 1c, 1d. One week postoperatively, AP and lateral X-rays showed fracture alignment was good 1e, 1f. At 6 months after surgery, AP and lateral X-rays showed fracture healing was good



图 2 患者,男,51 岁,左胫腓骨骨折,接受 IMN 治疗 2a. 术前侧位 X 线片示骨折断端移位明显 2b,2c. 术后 1 周正侧位 X 线片示骨折对位良好 2d,2e. 术后 6 个月正侧位 X 线片示骨折愈合良好

Fig.2 A 51-year-old male patient suffered a fracture of the left tibia and fibula and received IMN treatment 1a. Preoperative lateral X-ray showed fracture end was significantly displaced 2b,2c. One week postoperatively, AP and lateral X-rays showed fracture alignment was good 2d,2e. At 6 months postoperatively, AP and lateral X-rays showed fracture healing was good

表 6 两组胫腓骨骨折患者术后 12 个月 Mazur 踝关节功能评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.6 Comparison of ankle function recovery at 6 months after operation between two groups of patients with tibial and fibular fractures ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	疼痛	功能	活动度	总分
MIPPO 组	53	45.00±2.50	35.26±3.18	6.21±1.38	86.47±4.72
IMN 组	52	45.00±3.00	34.77±3.56	5.87±1.35	85.64±4.38
t 值		0.000	0.744	1.276	0.945
P 值		1.000	0.459	0.205	0.347

单位:分

时易导致膝关节疼痛,且对髓腔中血运破坏较大,易引起内侧骨皮质产生坏死,不利于骨折愈合,导致骨折延期愈合甚至不愈合风险增加;且手术时间较长,切口较大,术后切口并发症发生较高^[13]。MIPPO 技术为近年来治疗四肢骨折的微创术式,刘宗海等^[14] 研究报道,应用该术式治疗股骨干骨折不仅踝关节功能恢复效果确切,且可缩短手术用时及骨折愈合时间,降低并发症风险概率。本研究数据发现,两组踝关节功能恢复优良率较接近,且 MIPPO 组手术时间、骨折愈合时间短于 IMN 组,术后并发症发生率低于 IMN 组。说明 IMN 与 MIPPO 技术治疗胫腓骨骨折均可改善踝关节功能,但后者具有手术时间短、骨折愈合快、并发症少的优势。结合刘长志等^[15] 研究发现,MIPPO 技术无须行外固定,操作较便捷,手术用时短;且无须剥离骨膜,可最大限度保留骨膜内血供,最大程度减轻由于骨膜损伤对皮质血供造成的影响,无须扩髓,可防止髓内血液循环破坏,促进骨

折愈合,降低骨折延期愈合及不愈合发生风险;同时,其固定系统与“内支架”类似,螺钉与钢板构成整体,利于减少螺钉松动,抗扭力、抗弯曲性能更好,不需扩髓处理,有助于降低膝关节疼痛发生概率;此外,切口更小,良好的血供也提升了抗感染能力,利于减少术后感染、皮肤坏死等切口并发症发生。本研究两组术后 12 个月踝关节功能 Mazur 踝关节功能评定量表评分相比,差异无统计学意义 ($P>0.05$),提示两组治疗方法在术后 12 个月疼痛、功能、活动度方面改善效果相当。

3.2 两种术式对血小板活化及血清 TGF-β1、BMP-2 的影响

本研究发现,两组术后 3、7 d 的 GMP-140、PAC-1、CD63、CD61 水平虽较术前提,但 MIPPO 组低于 IMN 组。GMP-140、PAC-1、CD63、CD61 与血小板活化程度呈显著正相关,其水平增高可反映血小板异常活化^[16-17]。由此可见,MIPPO 技术相较于 IMN 可减轻血小板活化。分析原因在于,MIPPO 手术切口小,用时短,对机体的创伤相对较轻,利于减轻由于创伤与应激反应导致的血小板活化,促进患者恢复。此外,研究指出,骨形成和骨源性生长因子具有明显相关性,TGF-β1 能促进 I 型胶原形成,加速骨痂成熟与成软骨、成骨细胞生长,阻止骨吸收,促使骨膜间充质细胞增殖及分化;BMP-2 也可加速成骨细胞与软骨细胞分化,提升成骨能力,促进软骨形成,抑制破骨细胞形成并抑制其作用,在骨缺损修复中扮演着重要角色^[18-20]。由本研究数据可知,MIPPO 组术后 4、8 周血清 TGF-β1、BMP-2 水平提高幅度

更高。也表明以 MIPPO 技术治疗可促进血清 TGF- β 1、BMP-2 水平提高,利于促进骨形成及骨折愈合。

应用 IMN 与 MIPPO 技术治疗胫腓骨骨折均可有效促进踝关节功能恢复,疗效确切,但后者可缩短手术用时,减少并发症,促进血清 TGF- β 1、BMP-2 水平提高及骨折愈合,且血小板活化轻。建议对自愈能力差、疼痛敏感与青少年患者优先应用 MIPPO 技术治疗。

参考文献

- [1] SUN D D, LV D, ZHOU K, et al. External fixator combined with three different fixation methods of fibula for treatment of extra-articular open fractures of distal tibia and fibula: a retrospective study [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 1.
- [2] 马文学, 陈智华. 新型孟氏骨折固定器微创治疗胫腓骨骨折的临床疗效及患者的疼痛感受[J]. 中国临床保健杂志, 2020, 23(3): 381-384.
MA W X, CHEN Z H. The clinical effect of minimally invasive treatment of tibiofibular fractures with a new type of Meng's fracture fixation device and the impact of patients experience pain [J]. Chin J Clin Healthc, 2020, 23(3): 381-384. Chinese.
- [3] 李伟清, 彭立娟, 熊刚, 等. 交锁髓内钉内固定治疗胫腓骨骨折对患者术后关节功能、活动度及预后的影响分析[J]. 临床医学工程, 2018, 25(6): 799-800.
LI W Q, PENG L J, XIONG G, et al. Effects of interlocking intramedullary nail internal fixation on postoperative joint function, range of motion and prognosis in patients with tibiofibula fractures [J]. Clin Med Eng, 2018, 25(6): 799-800. Chinese.
- [4] 王洪, 陈林, 罗小东, 等. 微创钢板内固定技术治疗胫腓骨骨折的临床疗效[J]. 国际医药卫生导报, 2018, 24(9): 1399-1401.
WANG H, CHEN L, LUO X D, et al. Clinical efficacy of minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis in the treatment of tibiofibular fractures [J]. Int Med Health Guid Issues, 2018, 24(9): 1399-1401. Chinese.
- [5] MAZUR J M, SCHWARTZ E, SIMON S R. Ankle arthrodesis. Long-term follow-up with gait analysis [J]. J Bone Joint Surg Am, 1979, 61(7): 964-975.
- [6] 张骏, 陈定爽, 刘东旭. 伤科骨愈汤联合交锁髓内钉内固定治疗胫腓骨骨折临床疗效研究[J]. 中华中医药学刊, 2020, 38(6): 156-160.
ZHANG J, CHEN D S, LIU D X. Clinical study on treatment of tibiofibular fracture with combination of shangke Guyu decoction and interlocking intramedullary nail [J]. Chin Arch Tradit Chin Med, 2020, 38(6): 156-160. Chinese.
- [7] MA J H, ZHANG T, HAI B X, et al. The dynamization of external fixation for treatment of open tibia and fibula fractures [J]. Chin J Reparative Reconstr Surg, 2018, 32(2): 174-177.
- [8] 王飞, 孙郁雨, 陈劲宇, 等. 富血小板血浆对胫腓骨中下段骨折愈合及血清神经生长因子的影响[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36(6): 659-661.
WANG F, SUN Y Y, CHEN J Y, et al. Effect of platelet-rich plasma on fracture healing and serum nerve growth factor in the middle and lower tibia and fibula [J]. Chin J Bone Jt Inj, 2021, 36(6): 659-661. Chinese.
- [9] ZENG L Y, WANG Y R, HE D D, et al. The effectiveness of a self-made modular elastic compression device for patients with a fracture of the tibia and fibula [J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15(1): 153.
- [10] 王磊, 祁荣, 李佳, 等. 微创经皮钢板内固定结合弹性髓内钉治疗成人胫腓骨远端骨折[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(12): 1864-1868.
WANG L, QI R, LI J, et al. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis and elastic nail system in the treatment of distal tibiofibular fracture in adults [J]. Chin J Tissue Eng Res, 2021, 25(12): 1864-1868. Chinese.
- [11] 张鸿峰. 两种内固定方式治疗胫腓骨骨折的疗效比较[J]. 临床骨科杂志, 2021, 24(3): 442-445.
ZHANG H F. Efficacy comparison of two internal fixation methods in the treatment of tibiofibular fractures [J]. J Clin Orthop, 2021, 24(3): 442-445. Chinese.
- [12] SHAN T, NING R D, ZHOU Y J, et al. Curative effect comparison for fixation of fibula or not for the treatment of middle and lower 1/3 fractures of tibia and fibula with intramedullary nail [J]. Zhongguo Gu Shang, 2020, 33(1): 20-26.
- [13] 江顺军. 微创经皮钢板固定术与交锁髓内钉治疗胫骨远端关节外骨折的疗效对比观察[J]. 中国医疗器械信息, 2019, 25(23): 84-85.
JIANG S J. Comparative observation of minimally invasive percutaneous plate fixation and interlocking intramedullary nail in the treatment of extra-articular fracture of distal tibia [J]. China Med Device Inf, 2019, 25(23): 84-85. Chinese.
- [14] 刘宗海, 李俊光. MOPPO 与 IIN 治疗胫骨骨干骨折的临床疗效比较[J]. 医学临床研究, 2019, 36(5): 981-982.
LIU Z H, LI J G. Comparison of clinical efficacy between MOPPO and IIN in the treatment of tibial shaft fracture [J]. J Clin Res, 2019, 36(5): 981-982. Chinese.
- [15] 刘长志. 交锁髓内钉与微创经皮钢板内固定术治疗胫骨中下段骨折的效果比较[J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23(22): 43-45, 48.
LIU C Z. Interlocking intramedullary nail versus minimally invasive percutaneous plate internal fixation in the treatment of middle or lower tibial fractures [J]. J Clin Med Pract, 2019, 23(22): 43-45, 48. Chinese.
- [16] 彭柯云, 王子明, 李承伶, 等. CD62P、CD63 及脂代谢指标与股骨颈骨折术后 ANFH 的相关性及其危险因素分析[J]. 中国骨与关节杂志, 2020, 9(6): 465-470.
PENG K Y, WANG Z M, LI C L, et al. Correlations between CD62P, CD63, lipid metabolism indexes and ANFH after femoral neck fracture operation and ANFH-related risk factors [J]. Chin J Bone Jt, 2020, 9(6): 465-470. Chinese.
- [17] 陈秀丽, 许一吟, 李敏清. 中药贴敷联合艾灸护理法对髋部骨折术后肢体肿胀的影响[J]. 中国中医急症, 2020, 29(11): 2066-2068.
CHEN X L, XU Y Y, LI M Q. Effect of traditional Chinese medicine application combined with moxibustion nursing on limb swelling after hip fracture operation [J]. J Emerg Tradit Chin Med, 2020, 29(11): 2066-2068. Chinese.
- [18] SHOJI S, UCHIDA K, SATIO W, et al. Acceleration of bone union by in situ-formed hydrogel containing bone morphogenetic protein-2 in a mouse refractory fracture model [J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15(1): 426.
- [19] 陈懿, 袁太珍, 陈晟. 血清 OPG、RANKL、PDGFs、BMP-2、BMP-

7、TGF-β1、bFGF 水平与骨折愈合的关系[J]. 中国伤残医学, 2020, 28(8):8-10.

CHEN Y, YUAN T Z, CHEN S. Relationship between serum OPG, RANKL, PDGFs, BMP-2, BMP-7, TGF-β1 and bFGF levels and fracture healing[J]. Chin J Trauma Disabil Med, 2020, 28(8):8-10. Chinese.

疗四肢骨折的临床研究[J]. 现代药物与临床, 2019, 34(11): 3347-3351.

CAO H G, LIU Y H, CHEN Y. Clinical study on Jiegu Xujin Capsules combined with Compound Ossotide Injection in treatment of limbs fracture [J]. Drugs Clin, 2019, 34(11):3347-3351. Chinese.

[20] 曹洪国, 刘跃华, 陈岩. 接骨续筋胶囊联合复方骨肽注射液治

(收稿日期:2022-08-20 本文编辑:王玉蔓)

·综述·

功能学对线机器人辅助膝关节置换术研究进展

杨永泽, 程晴灏, 张安任, 邱怡, 郭洪章
(甘肃省人民医院骨科四病区, 甘肃 兰州 730000)

【摘要】 膝关节的正确对线被认为是决定全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)后长期预后的最具影响的因素之一,为了达到正确的对准目标,已经建立了许多不同的对准理念和外科技术,如机械对线(mechanical alignment, MA)、运动学对线(kinematic alignment, KA)和功能学对线(functional alignment, FA)3种对线技术各有特点,MA注重实现肢体的中性对齐,伸展和屈曲时平行且相等的骨间隙;KA以恢复患者的天然关节线为目标,使关节水平和角度正常并使生理性软组织平衡得到改善,努力重现接近正常的膝关节功能;其中随着机器人辅助手术技术而发展起来的功能学对线 FA,功能学对线是一种相对较新的对齐理念,它不仅考虑到机体的下肢生理对齐,而且还旨在实现屈伸平衡,同时尊重原生软组织包膜。既做到了术中精确的恢复原位关节线的平面和斜度,又兼顾了软组织平衡,是一种更佳的对线方式。因此,正确构建患者下肢力线,有助于恢复膝关节功能、缓解疼痛症状和延长假体使用寿命具有十分重要的意义。但与传统 TKA 相比,机器人辅助 FA-TKA 手术时间延长,这意味着术后感染发生概率可能性会更大,并且目前大多数研究报道的 FA 技术都是短期结果,对患者远期疗效尚不清楚,因此,需要长期的研究结果来支持这项技术的应用。

【关键词】 功能学对线; 机器人辅助; 全膝关节置换术
中图分类号:R687.42

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2023.11.019

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research progress of functional alignment robot assisted knee replacement

YANG Yong-ze, CHENG Qing-hao, ZHANG An-ren, QIU Yi, GUO Hong-zhang(Orthopedic Ward Four, Gansu Provincial People's Hospital, Lanzhou 730000, Gansu, China)

ABSTRACT The correct alignment of the knee joint is considered to be one of the most influential factors in determining the long-term prognosis after total knee arthroplasty (TKA). In order to achieve the correct alignment goal, many different alignment concepts and surgical techniques have been established. For example, mechanical alignment (MA), kinematic alignment (KA) and functional alignment (FA) have their own characteristics. MA focuses on achieving neutral alignment of the limbs, parallel and equal bone gaps during stretching and flexion. KA aims to restore the patient's natural joint line, make the joint level and angle normal and improve the physiological soft tissue balance, and strive to reproduce the normal knee function; among them, functional alignment (FA) developed with robot-assisted surgery technology is a relatively new alignment concept. It not only considers the alignment of the body, but also aims to achieve flexion and extension balance, while respecting the native soft tissue capsule. It not only restores the plane and slope of the in situ joint line accurately during the operation, but also takes into account the balance of soft tissue, which is a better alignment method. Therefore, it is of great significance to correct-

基金项目:甘肃省自然科学基金(编号:20JR10RA358)

Fund program:Gansu Provincial Natural Science Foundation of China(No. 20JR10RA358)

通讯作者:郭洪章 E-mail:g_hz@163.com

Corresponding author:GUO Hong-zhang E-mail:g_hz@163.com