

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2013.17.021 [http://www.crter.org]
石海林, 罗轶. 微型钢板内固定掌指骨骨折的生物力学评价[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(17):3200-3207.

微型钢板内固定掌指骨骨折的生物力学评价

石海林¹, 罗轶²

1 上海市金山区金山卫镇社区卫生服务中心, 上海市 201512
2 上海市第六人民医院金山分院, 上海市 201500

文章亮点:

- 1 此问题的已知信息: 微型钢板、螺钉、克氏针和钢丝均是掌指骨骨折常用的内固定植入物。
- 2 文章增加的新信息: 无论在生物力学性能方面还是临床固定效果方面, 掌指骨骨折微型钢板内固定都表现出优于其它内固定的置入效果, 具有适用范围广泛, 内固定操作时间短, 固定牢固, 骨折愈合时间短等优点。
- 3 临床应用的意义: 微型钢板内固定、螺钉内固定、克氏针内固定和钢丝内固定掌指骨骨折均有各自的特点, 但是微型钢板是掌指骨骨折首选的内固定植入物。

关键词:

骨关节植入物; 骨与关节学术探讨; 掌指骨骨折; 内固定; 生物力学; 微型钢板; 螺钉; 克氏针; 钢丝; 肌腱

摘要

背景: 掌指骨骨折是常见的骨折之一, 临床多应用内固定物置入治疗。

目的: 评价不同内固定物置入固定掌指骨骨折的生物力学性能以及相应的临床应用效果。

方法: 通过测定掌指骨骨折微型钢板内固定、螺钉内固定、克氏针内固定以及钢丝内固定的轴向压缩应变、轴向移位和弯曲应变等生物力学性能的变化, 明确掌指骨骨折理想的内固定置入物, 并明确临床应用的内固定效果。

结果与结论: 生物力学测试结果显示, 在相同的生理载荷作用下, 微型钢板内固定掌指骨骨折的轴向压缩应变、轴向移位以及弯曲应变均最小, 其次是交叉克氏针内固定, 而钢丝内固定的轴向压缩应变、轴向移位和弯曲应变均最大。测试结果表明微型钢板内固定是掌指骨骨折首选的内固定置入物。并且临床结果显示微型钢板内固定掌指骨骨折的优良率可达 87%, 无内固定物的松动、断裂以及复位丢失等并发症的发生, 能够获得满意的内固定效果。

石海林, 男, 1974 年生, 上海市人, 汉族, 2004 年复旦大学医学院毕业, 主治医师, 主要从事创伤骨科研究。
shihai_lin@yahoo.com.cn

中图分类号:R318
文献标识码:B
文章编号:2095-4344
(2013)17-03200-08

收稿日期: 2012-12-01
修回日期: 2013-02-18
(20121203016/SJ·C)

Mini-plate internal fixation for the treatment of metacarpal and phalangeal fractures: Biomechanical evaluation

Shi Hai-lin¹, Luo Yi²

1 Community Health Center of Shanghai Jinshan District, Shanghai 201512, China
2 Jinshan Branch Hospital, Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai 201500, China

Abstract

BACKGROUND: Metacarpal and phalangeal fractures is one of the common fracture, and usually treated with internal fixation in clinic.

OBJECTIVE: To evaluate the biomechanical performance as well as the corresponding clinical effect of different internal fixation implants for the treatment of metacarpal and phalangeal fractures.

METHODS: The changes of biomechanical performance, such as the axial compressive strain, the axial

Shi Hai-lin, Attending physician,
Community Health Center of
Shanghai Jinshan District,
Shanghai 201512, China
shihai_lin@yahoo.com.cn

Received: 2012-12-01
Accepted: 2013-02-18

displacement and bending strain of mini-plate internal fixation, screw internal fixation, Kirschner wire internal fixation and wire internal fixation in the treatment of metacarpal and phalangeal fractures were measured to determine the ideal internal fixator for the treatment of metacarpal and phalangeal fractures, and to identify the clinical effect.

RESULTS AND CONCLUSION: Biomechanical test showed that under the same physiological loads, the mini-plate internal fixation showed the lowest axial compressive strain, axial displacement and bending strain, followed by Kirschner wire internal fixation, while the wire internal fixation showed the highest axial compressive strain, axial displacement and bending strain. The test results indicate that mini-plate internal fixation is the preferred internal fixation implant for the treatment of metacarpal and phalangeal fractures. The clinical results suggest that the excellent and good rate of mini-plate internal fixation for the treatment of metacarpal and phalangeal fractures can reach 87%, and the mini-plate internal fixation can achieve the good fixation effect without complications of loosening of implants, fracture and loss of reduction.

Key Words: bone and joint implants; academic discussion of bone and joint implants; metacarpal and phalangeal fracture; internal fixation; biomechanics; mini-plate; screw; Kirschner wire; wire; tendon

Shi HL, Luo Y. Mini-plate internal fixation for the treatment of metacarpal and phalangeal fractures: Biomechanical evaluation. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2013;17(17):3200-3207.

0 引言

掌指骨骨折是手外科常见的创伤性疾病, 约占手外伤的1/4^[1]。无明显移位的稳定骨折采用传统的手法复位、石膏外固定等治疗方法虽然能够达到较好的固定效果, 但是, 固定时间长, 限制邻近关节活动, 不能早期进行锻炼, 而且对粉碎性斜形或螺旋形等不稳定骨折难以达到可靠的固定, 容易产生关节僵硬、骨折畸形愈合或不愈合等并发症, 因此已经不被临床医生所应用^[2]。

目前, 掌指骨骨折常用的内固定植入物有微型钢板、克氏针、髓内钉以及钢丝等。理想的内固定方法要求争取解剖复位、固定牢固轻便、早期能进行主动活动与功能锻炼^[3]。因此, 根据局部生物力学需要选择适合的内固定物, 才能够获得满意的固定效果。克氏针内固定操作简便, 软组织剥离少, 安全, 有效, 易于被患者接受。但是, 克氏针本身对关节的固定和对肌腱的阻挡, 使手部关节常不能进行早期锻炼而影响功能恢复^[4-5]。有研究报告, 在对于中节指骨的横行及短斜形骨折伴伸肌腱损伤的患者中应用克氏针固定骨折端, 并对于远指间关节制动, 观察掌指关节及近指间关节的早期活动, 内固定6周后拔出克氏针, 通过平均15周的随访发现虽然患指总主动活动度评分多数为优良, 但远指间关节僵硬, 通过对远指间关节的活动度进行二次评估, 仍只有半数可以达到优良^[6]。

微型钢板操作简单, 骨折解剖复位尤其是关节面复位良好, 骨折端有一定的加压作用利于骨折愈合, 同时也避免了骨折端分离和移位的风险, 邻近关节可早期功能锻炼, 满足了手部骨折内固定治疗的解剖复位、轻便牢固的固定、早期活动与功能锻炼的要求。Prevel等^[7]从生物力学的角度对不同内固定植入物的固定作用进行了研究, 结果显示微型钢板内固定治疗掌指骨骨折, 在强度、骨折断端的稳定性以及断端之间的压力等方面均优于其它内固定植入物。

掌指骨骨折内固定植入物众多, 而微型钢板是理想的掌指骨骨折内固定植入物。文章从生物力学角度以及临床应用效果方面对掌指骨骨折的内固定治疗进行研究, 为掌指骨骨折内固定植入物的选择应用提供可参考的数据信息。

1 资料和方法

1.1 资料来源

1.1.1 病例来源 上海市金山区金山卫镇社区卫生服务中心骨科21例内固定治疗掌指骨骨折的患者。

1.1.2 文献来源 以检索数据库的方法获取^[8], 检索时间范围2003至2012年, 检索词为“掌指骨骨折; 内固定; 生物力学”, 检索出相关文献5篇。

1.2 纳入标准 掌指骨骨折内固定生物力学研究文献。

1.3 排除标准 非原著类文献以及重复研究的文献。

1.4 分析指标 ①掌指骨骨折内固定物置入后的生物力学变化。②掌指骨骨折内固定物置入的病例分析。③CNKI数据库2012年收录不同内固定置入物固定掌指骨骨折的应用分析。④PubMed数据库2008至2012年收录不同内固定置入物固定掌指骨骨折的应用分析。

2 结果

2.1 掌指骨骨折内固定物置入后的生物力学变化 周建国等^[9]对掌指骨骨折内固定物置入后的生物力学变化进行了实验研究, 选取8例成人尸体上肢的手掌, 制成25具掌指骨骨折内固定标本, 并根据内固定置入物的不同将标本分为微型钢板内固定组、螺钉固定组、克氏针贯穿骨髓腔固定组、交叉克氏针内固定组和钢丝固定组, 进行生物力学模拟测试并予以比较, 1 000 N载荷作用时的各内固定置入物的生物力学变化不同, 具体结果见表1。

表1 周建国等^[9]研究中掌指骨骨折不同内固定植入物在1 000 N载荷作用下的生物力学变化 ($\bar{x} \pm s$)

内固定置入物	轴向压缩应变($\mu\epsilon$)	轴向移位(mm)	弯曲应变($\mu\epsilon$)
微型钢板内固定	318.00±23.00	1.17±0.11	111.00±9.00
螺钉固定	368.00±32.00	1.36±0.12	129.00±11.00
克氏针贯穿骨髓腔固定	376.00±34.00	1.38±0.13	131.00±12.00
交叉克氏针内固定	356.00±30.00	1.31±0.12	124.00±10.00
钢丝固定	386.00±36.00	1.46±0.13	138.00±12.00

从轴向压缩载荷应变关系的实验结果中可以看

出应用微型钢板内固定时, 骨折部位应变最小, 其次是交叉克氏针内固定, 而应用钢丝内固定时, 骨折部位应变最大。骨折端的应变越小, 表明应用相应的置入物内固定越牢固, 实验数据显示应用微型钢板内固定最牢固, 最不易引起置入物变形和移位。从实验的移位数据可以看出, 掌指骨在生理载荷作用下应用微型钢板内固定时骨折线移位最小, 只有1.17 mm, 其次是交叉克氏针内固定, 移位为1.31 mm, 而应用钢丝内固定时骨折线移位最大, 为1.46 mm。骨折线移位越大, 表明应用相应的置入物内固定越不牢固。实验数据显示应用微型钢板内固定骨折线移位程度最小, 固定最牢靠。弯曲载荷应变实验数据显示, 应用微型钢板内固定时的弯曲应变最小, 其次是交叉克氏针内固定, 而应用钢丝内固定时, 弯曲载荷应变最大, 表明微型钢板内固定的抗弯曲变形能力最强。各方面实验数据均显示微型钢板内固定的生物力学性能最好, 是掌指骨骨折最理想的内固定置入物。

微型钢板置入内固定掌指骨骨折的生物力学性能最好。对不同置入物内固定掌指骨骨折的生物力学变化进行研究, 发现不同的压力载荷作用下, 不同的内固定置入物表现出不同的生物力学性能, 具体变化结果见表2-6。

表2 周建国等^[9]研究中不同压力载荷作用下微型钢板内固定掌指骨骨折的生物力学变化 ($\bar{x} \pm s$)

压力载荷	轴向压缩应变($\mu\epsilon$)	轴向移位(mm)	弯曲应变($\mu\epsilon$)
200 N	72.00±4.00	0.25±0.01	28.00±2.00
400 N	131.00±9.00	0.43±0.03	49.00±3.00
600 N	193.00±14.00	0.63±0.05	68.00±5.00
800 N	256.00±18.00	0.88±0.07	90.00±7.00
1 000 N	318.00±23.00	1.17±0.11	111.00±9.00

注: 微型钢板内固定掌指骨骨折的生物力学变化结果显示, 轴向压缩应变、移位变化以及弯曲载荷应变均随着生理载荷作用的增加而不断增大。

表3 周建国等^[9]研究中不同压力载荷作用下螺钉内固定掌指骨骨折的生物力学变化 ($\bar{x} \pm s$)

压力载荷	轴向压缩应变($\mu\epsilon$)	轴向移位(mm)	弯曲应变($\mu\epsilon$)
200 N	80.00±5.00	0.27±0.02	30.00±3.00
400 N	149.00±13.00	0.55±0.04	52.00±5.00
600 N	208.00±18.00	0.81±0.07	77.00±7.00
800 N	280.00±24.00	1.08±0.08	103.00±9.00
1 000 N	368.00±32.00	1.36±0.12	129.00±11.00

注: 螺钉内固定掌指骨骨折的生物力学变化结果显示, 轴向压缩应变、移位变化以及弯曲载荷应变均随着生理载荷作用的增加而不断增大。

表4 周建国等^[9]研究中不同压力载荷作用下克氏针贯穿骨髓腔内固定掌指骨骨折的生物力学变化 ($\bar{x}\pm s$)

压力载荷	轴向压缩应变($\mu\epsilon$)	轴向移位(mm)	弯曲应变($\mu\epsilon$)
200 N	82.00±6.00	0.28±0.02	31.00±10.00
400 N	153.00±14.00	0.57±0.05	53.00±5.00
600 N	212.00±20.00	0.83±0.08	79.00±8.00
800 N	283.00±26.00	1.11±0.09	105.00±10.00
1 000 N	376.00±34.00	1.38±0.13	131.00±12.00

注: 克氏针贯穿骨髓腔内固定掌指骨骨折的生物力学变化结果显示, 轴向压缩应变、移位变化以及弯曲载荷应变均随着生理载荷作用的增加而不断增大。

表5 周建国等^[9]研究中不同压力载荷作用下交叉克氏针内固定掌指骨骨折的生物力学变化 ($\bar{x}\pm s$)

压力载荷	轴向压缩应变($\mu\epsilon$)	轴向移位(mm)	弯曲应变($\mu\epsilon$)
200 N	78.00±5.00	0.26±0.02	29.00±3.00
400 N	138.00±12.00	0.53±0.04	51.00±4.00
600 N	196.00±15.00	0.78±0.06	74.00±6.00
800 N	264.00±20.00	1.05±0.08	98.00±8.00
1 000 N	356.00±30.00	1.31±0.12	124.00±10.00

注: 交叉克氏针内固定掌指骨骨折的生物力学变化结果显示, 轴向压缩应变、移位变化以及弯曲载荷应变均随着生理载荷作用的增加而不断增大。

表6 周建国等^[9]研究中不同压力载荷作用下钢丝内固定掌指骨骨折的生物力学变化 ($\bar{x}\pm s$)

压力载荷	轴向压缩应变($\mu\epsilon$)	轴向移位(mm)	弯曲应变($\mu\epsilon$)
200 N	90.00±7.00	0.29±0.02	32.00±4.00
400 N	159.00±15.00	0.58±0.06	54.00±5.00
600 N	224.00±21.00	0.85±0.09	80.00±8.00
800 N	296.00±27.00	1.14±0.10	107.00±10.00
1 000 N	386.00±36.00	1.46±0.13	138.00±12.00

注: 钢丝内固定掌指骨骨折的生物力学变化结果显示, 轴向压缩应变、移位变化以及弯曲载荷应变均随着生理载荷作用的增加而不断增大。

文章研究显示, 微型钢板内固定、螺钉内固定、克氏针贯穿骨髓腔内固定、交叉克氏针内固定以及钢丝内固定无论是在轴向压缩应变、弯曲应变实验中, 还是在轴向移位实验中, 都表现出应变与压力载荷的线性关系, 且生物力学应变均随着压力载荷的增加而增大。

人体在运动或劳动时, 不同部位的骨要承受不同方式的载荷, 当力和力矩以不同方式施加于骨组织时, 骨将受到拉伸、压缩、弯曲、剪切、扭转和复合应力等载荷。轴向压缩载荷是施加于骨组织表面的2个沿轴线大小相等、方向相反的载荷, 能够在骨组织

内部产生压应力和应变。

剪切载荷也是移位载荷, 在骨的表面受到一对大小相等、方向相反且相距很近的力的作用时会产生剪切应力和应变, 从而发生轴向移位。

弯曲载荷是使骨组织沿其轴线发生弯曲变形的载荷。当弯曲载荷作用于骨组织时, 在骨中性轴两侧, 其中一侧产生拉应力和拉应变, 另一侧产生压应力和压应变, 在骨中性轴上则没有应力和应变。应力的与至骨中性轴的距离成正比, 与中性轴的距离越远, 产生的应力越大。

扭转载荷是加在骨组织上使其沿轴线发生扭转的载荷。当骨组织受到扭转载荷时, 所产生的剪切应力分布在整个骨组织结构中。拉伸载荷是使骨组织的两端产生一对大小相等、方向相反沿轴线作用力的载荷。当载荷作用于骨组织后, 导致其内部产生拉应力和应变, 使骨伸长并变细。

研究显示微型钢板内固定在抗扭转力学性能和抗拉伸强度上优于其它内固定置入物。并且随着压力载荷增加, 微型钢板的抗扭转性能和抗拉伸强度也随之增加, 但是二者的增加变化不呈现线性关系。在扭矩为5.0 N·m作用时, 微型钢板内固定的相对扭转角为0.098 (°)/cm。此外, 微型钢板内固定的最大拉伸载荷为389 N, 此时相对应的最大骨破坏移位为2.12 mm。微型钢板内固定表现出优异的生物力学性能。

2.2 掌指骨骨折内固定物置入的病例分析

病例资料: 21例患者24处掌指骨骨折, 男14例, 女7例, 平均年龄37岁。开放性骨折2处, 闭合性骨折22处。单纯骨折22处, 伴肌腱、血管、神经损伤2处。21例患者骨折多为直接暴力所致, 全部为近节指骨干横行或短斜形骨折, 适合应用微型钢板内固定。

手术内固定置入方法: 21例患者均在臂丛麻醉下进行, 驱血后使用止血带, 取患指近节指骨桡侧正中切口, 靠近指间关节时弧向背侧。伸肌腱侧束与联合韧带分开并予以保护, 剥离侧方骨折线周围骨膜。直视下复位骨折, 选用适当的指骨钛钢板塑形, 将微型钢板放在近节指骨侧方, 并予以螺钉固定, 内

固定结束后床旁X射线摄片确定复位固定满意。对于伴肌腱、血管、神经损伤的病例均予一期修复,并根据局部软组织条件一期关闭创面。内固定后第二天即开始行主动功能锻炼,并于骨折骨性愈合后取出钢板。

治疗结果: 功能评定标准按手指总主动活动度法评定^[10]。优,患指功能正常;良,患指总主动活动度大于健侧的75%;中,患指总主动活动度为健侧的50%~75%;差,患指总主动活动度小于健侧的50%。21例患者内固定治疗后,优13处,良8处,中2处,差1处,优良率87%。骨折愈合时间为6-9周,平均愈合时间7.5周。其中1例开放性骨折患者出现了感染,经换药等处理后伤口得到愈合。21例患者均未出现内固定复位丢失。

2.3 CNKI数据库2012年收录不同内固定物置入治疗掌指骨骨折的文献分析

文章选取2012年不同内固定物置入治疗掌指骨骨折的文献10篇,举例见表7。

表7 CNKI数据库2012年收录不同内固定物置入治疗掌指骨骨折的文献举例

文题	作者	来源期刊	发表时间
微型钢板内固定治疗掌指骨骨折临床分析 ^[11]	孙磊	中国社区医师(医学专业)	2012
微型钢板与克氏针内固定治疗掌指骨骨折疗效观察 ^[12]	马海珍, 肖利梅, 赵娥丽	吉林医学	2012
克氏针与微型钢板置入内固定治疗掌指骨骨折疗效比较 ^[13]	黎润超, 熊秉刚, 黎明华	临床和实验医学杂志	2012
克氏针内固定加中药熏洗治疗掌指骨骨折术后功能恢复随访分析 ^[14]	冯伟军, 王翠媚, 周将浪, 等	中国现代医生	2012
AO微型钢板内固定治疗掌指骨骨折 ^[15]	郭柳生	医学理论与实践	2012
微型钢板内固定治疗掌指骨骨折体会 ^[16]	王林, 王颖颖, 杨豪	中国社区医师(医学专业)	2012
微型外固定支架结合有限内固定治疗开放性粉碎性掌指骨骨折的疗效分析 ^[17]	李家立	海南医学	2012
经皮克氏针交叉内固定治疗掌指骨骨折 ^[18]	鲁世荣, 赵杨, 秦晓霖, 等	航空航天医学杂志	2012
单根前弯曲克氏针内固定治疗掌指骨骨折的疗效观察 ^[19]	马成山	实用骨科杂志	2012
微型钢板内固定治疗掌、指骨折87例临床研究 ^[20]	吴昊	吉林医学	2012

2.4 PubMed数据库2008至2012年收录不同内固定物置

入治疗掌指骨骨折的文献分析 举例PubMed数据库2008至2012年收录不同内固定物置入治疗掌指骨骨折的文献10篇,见表8。

表8 PubMed数据库2008至2012年收录不同内固定物置入治疗掌指骨骨折的文献举例

文题	作者	来源期刊	发表时间
Application of AO miniplate and screw in the treatment of metacarpophalangeal joint periarticular fractures ^[21]	Zhang B, Zhang YZ, Shao XZ, et al.	<i>Zhonghua Yi Xue Za Zhi</i>	2012
Predictors of the postoperative range of finger motion for comminuted periarticular metacarpal and phalangeal fractures treated with a titanium plate ^[22]	Shimizu T, Omokawa S, Akahane M, et al.	<i>Injury</i>	2012
Modified bone tie: a new method to achieve interfragmentary compression in unstable oblique metacarpal and phalangeal fractures ^[23]	Kamath JB, Vardhan H, Naik DM, et al.	<i>Techniques in Hand and Upper Extremity Surgery</i>	2012
Percutaneous elastic intramedullary nailing of metacarpal fractures: surgical technique and clinical results study ^[24]	Mohammed R, Farook MZ, Newman K.	<i>Journal of Orthopaedic Surgery and Research</i>	2011
Analysis and prevention of the complications after treatment of metacarpal and phalangeal fractures with internal fixation ^[25]	Yan YM, Zhang WP, Liao Y, et al.	<i>Zhongguo Gu Shang</i>	2011
Metacarpal and phalangeal fractures: experience of a plastic surgeon in a developing country ^[26]	Hashem AM.	<i>Plastic and Reconstructive Surgery</i>	2010
Internal fixation with the low profile plate system compared with Kirschner wire fixation: clinical results of treatment for metacarpal and phalangeal fractures ^[27]	Takigami H, Sakano H, Saito T.	<i>Hand Surgery</i>	2010
Ten years stable internal fixation of metacarpal and phalangeal hand fractures-risk factor and outcome analysis show no increase of complications in the treatment of open compared with closed fractures ^[28]	Bannasch H, Heermann AK, Iblher N, et al.	<i>Journal of Trauma</i>	2010
Operative fixation of metacarpal and phalangeal fractures in athletes ^[29]	Geissler WB.	<i>Hand Clinics</i>	2009
Prospective outcomes of comminuted periarticular metacarpal and phalangeal fractures treated using a titanium plate system ^[30]	Omokawa S, Fujitani R, Dohi Y, et al.	<i>Journal of Hand Surgery-American Volume</i>	2008

3 讨论

掌指骨骨折微型钢板内固定在生物力学性能上优于其它置入物内固定, 同时临床应用也显示出良好的固定效果, 在表面刚度、骨折断端的稳定性和压力等方面均优于其它内固定物, 有利于骨折的愈合和早期的功能锻炼。微型钢板内固定的应用指征较为广泛, 多发骨折或伴有软组织损伤, 伴有明显移位的横、短斜或螺旋骨折, 粉碎关节周围骨折, 粉碎骨折的短缩及旋转或有骨缺损者均可以应用微型钢板内固定治疗。且内固定治疗后能够达到手部解剖复位, 有效防止成角畸形、旋转等, 内固定坚强牢靠, 利于早期进行功能锻炼, 以便早期恢复手部的各种精细功能。

有移位的指骨干螺旋形或长斜形骨折属于不稳定性骨折, 不稳定性骨折早期复位固定对最终恢复手的功能至关重要, 包括尽可能的恢复关节解剖, 消除成角和旋转畸形, 牢稳可靠的固定, 采用无创操作, 尽可能地减少对肌腱、神经的损伤以及血供的干扰, 减少各种并发症的发生, 在牢稳固定基础之上进行早期、无痛的功能训练, 以最大限度的恢复患侧手的功能^[31]。

目前, 对指骨中、近节骨折的治疗传统克氏针仍占据重要地位, 但微型钢板内固定的应用也很普遍^[32], 由于近节指骨具有特殊的解剖特点, 近节指骨远端为指骨髁, 下为指骨颈, 指骨干相对较细, 近端为粗大的基底部, 近节指骨背侧光滑而且比较宽大平整, 也属于骨折的张力侧, 将钢板放在背侧, 符合骨折固定的生物力学特点, 固定切实。近节指骨参与两个重要关节的构建——近节指间关节和掌指关节。近节指间关节由近节指骨头和中节指骨底构成滑车关节, 只能做屈伸运动; 而掌指关节由球状的掌骨头和凹陷的近节指骨底构成的多轴性球窝关节, 可以屈伸、收展和环转运动, 指伸肌腱行至近节指骨背面时变宽, 其腱纤维向深面附在掌指关节囊, 并直接或间接通过关节囊附着于近节指骨底在近节指骨远端。指伸肌腱分为3束, 中间束最宽, 紧密连于近节指间关节囊, 并随其抵止于中节指骨底的背及背外侧。为了在骨折两端至少放置2枚螺钉, 所以往往选用的钢板相对偏长, 加上中国人的指骨普遍偏短, 此时钢板远端直接放在伸肌腱止

点附近, 抬高了伸肌腱, 使其张力增高, 无法滑动。而近端放置在关节囊上直接压迫了腱帽, 妨碍了指伸肌腱活动, 影响了掌指关节运动。早期进行功能锻炼时, 往往过度被动屈伸手指, 强行牵拉伸肌腱, 使伸肌腱装置逐渐延长, 加之微型钢板对薄弱的伸肌腱装置反复的刺激, 使肌腱纤维组织无菌炎性改变, 也会导致肌腱纤维延长。肌腱纤维延长会导致张力降低而引起伸直功能障碍。背侧切开需切开伸肌腱, 后再予以缝合, 对肌腱形成创伤, 破坏腱膜, 且伸肌腱直接接触钢板, 很容易导致黏连。虽然在第2次取出钢板时可以进行肌腱松解, 但此时往往存在关节囊和掌板的挛缩及广泛肌腱黏连, 对恢复手指功能作用不大。钢板螺帽高于钢板, 而且螺帽表面不光滑, 会直接导致纤维长入, 产生肌腱粘连, 同时会对肌腱磨损, 使其受到伤害, 增加肌腱张力, 在功能锻炼时可能是疼痛来源之一, 使患者不配合功能锻炼。有时在关闭伤口后麻醉效果还存在时, 被动活动指间关节和掌指关节, 发现伸肌腱张力很高, 关节被动屈曲受限, 所以把内固定后关节功能不良完全归结为患者功能锻炼不积极也有失偏颇。

侧方正中切口可以避免除了腱帽的伸肌装置的损伤, 甚至可以不损伤伸肌腱腱膜。内固定中不必暴露骨折的背侧部分, 所有内固定操作都在侧方进行, 可以明显降低肌腱粘连的发生。也不会增加伸肌腱的张力, 使患者可以减少功能锻炼的痛苦, 并且能够增加关节活动度。研究表明只要伸肌腱在近节指骨背侧能有1.0-2.0 mm的滑动距离就可以很好的防止肌腱黏连^[33]。操作时注意不要损伤蚓状肌肌腱, 考虑到侧方正中切口损伤部分腱帽, 钢板放置妥当后予以适当缝合。由于治疗后腱帽往往可以瘢痕愈合, 所以文章研究病例中没有出现由于腱帽损伤导致伸肌腱中央束滑脱引起的手指伸直功能障碍的现象。钢板放在侧方组总主动活动度评分具有明显优势, 优良率达87%。由于中节指骨侧方并不平坦, 存在一定的弧度, 且在中段厚度稍薄, 在两端较为平坦, 在放置钢板时要仔细的塑形, 钢板才能变得服贴。

近节指骨参与两个关节的构成——掌指关节和近节指间关节。掌指关节的屈肌主要是骨间肌和蚓状肌, 着力点在近节指骨近端。掌指关节伸肌主要是指伸肌和食、小指伸肌, 作力点在近节指间关节

囊附近。近节指间关节伸肌主要是骨间肌辅助肌为指伸肌, 着力点在中节指骨基地部背侧; 近节指间关节屈肌主要是指浅屈肌, 作用点在中节指骨基地部掌侧。由于这两对力偶的存在, 使掌指关节和近节指间关节的运动会使指骨干骨折端有成角趋势。钢板放在侧面时由于钢板没有放在张力侧, 手部骨折内固定后功能锻炼时, 会产生弯曲和剪式应力, 在主动锻炼时, 侧方钢板螺钉尚能抵抗这种应力, 但在被动活动时, 超过生理强度的应力强度可能会导致骨折再移位甚至钢板的变形, 而放在侧方的钢板不能很好的抵抗这样的应力。所以文章研究中选用锁定指骨钢板固定, 由于锁定指骨钢板具有很强的角稳定性, 能增强固定的稳定性。强调的是指骨骨折在进行钢板固定时, 操作要一步到位, 因为指骨可以提供螺钉固定的骨质非常有限, 绝不允许在完成固定后, 床旁摄片发现固定不佳拆掉重新固定, 这样很可能再也找不到可供螺钉固定的骨质, 也可能骨质碎裂把简单骨折变成粉碎性骨折。这样微型钢板内固定的病例往往会失败。内固定后予以脱水剂消肿, 再予以弹力绑带包扎, 原因是背侧切口不可避免的损伤到手指静脉, 而手背静脉承担了大部分血液回流, 所以损伤后难免造成静脉血流不畅, 引起手指肿胀不能消退^[34]。而侧方切口可以保留大部分指背静脉, 有利于患指肿胀消退, 有利于患侧手指功能的恢复。

掌指骨骨折内固定复位的理想效果是达到解剖复位, 坚强内固定, 早期进行功能锻炼。且内固定治疗操作简单安全, 恢复正常掌指骨的形态和功能, 减少或避免骨折的不愈合、延迟愈合以及畸形愈合的发生。文章研究显示微型钢板内固定的生物力学和临床应用均显示出较好的固定效果, 优于其它内固定物的置入效果, 而国内外众多研究也显示出掌指骨骨折微型钢板内固定的良好效果, 是掌指骨骨折首选的内固定置入物。

总之, 将微型钢板放在指骨侧方治疗手指近节指骨骨折, 能达到相对稳定固定, 在内固定后指托保护下可以进行早期功能锻炼, 防止肌腱黏连, 促进关节功能恢复, 获得了较好的内固定治疗效果。

作者贡献: 石海林负责实验设计及实施, 并解析相关数据, 石海林对文章负责, 罗轶审校。

利益冲突: 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

伦理要求: 无涉及伦理冲突的内容。

作者声明: 文章为原创作品, 数据准确, 内容不涉及泄密, 无一稿两投, 无抄袭, 无内容剽窃, 无作者署名争议, 无与他人课题以及专利技术的争执, 内容真实, 文责自负。

4 参考文献

- [1] 杨国敬, 张雷, 张力成, 等. AO微型钢板与交叉克氏针治疗掌、指骨骨折的疗效对比[J]. 中华手外科杂志, 2006, 22(1): 40-42.
- [2] 王澍寰. 手外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1999: 268-271.
- [3] 顾玉东. 如何治疗手部骨折—评AO微型钢板的应用价值[J]. 中华手外科杂志, 2002, 18(2): 65.
- [4] 白印伟, 秦贵林, 张振伟. 不同固定方式治疗掌指骨骨折的研究进展[J]. 广州医学院学报, 2009, 37(5): 69-73.
- [5] Pavlopoulos D, Kafidas LS. Bodras reatment of metacarpal and phalangeal fractures using kirschner wires. Bone Joint Surg Br Proceedings. 2009; 91-B: 179.
- [6] Al-Qattan MM. K-wire fixation for extraarticular transverse/short oblique fractures of the shaft of the middle phalanx associated with extensor tendon injury. J Hand Surg Eur Vol. 2008; 33(5): 561-565.
- [7] Prevel CD, Eppley BL, Jackson JR, et al. Mini and micro plating of phalangeal and metacarpal fractures: a biomechanical study. J Hand Surg Am. 1995; 20(1): 44-49.
- [8] 中国知网. 中国学术期刊总库[DB/OL]. 2013-1-10. <https://www.cnki.net>
- [9] 周建国, 钱红兵, 周亚平, 等. 微型钢板在掌(指)骨骨折内固定对比性生物力学研究[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2010, 7(2): 43-46.
- [10] Mikami Y, Takata H, Oishi Y. Kirschner wire stabilization of collateral ligament avulsion fractures of the base of the proximal phalanx. J Hand Surg Eur Vol. 2011; 36(1): 78-79.
- [11] 孙磊. 微型钢板内固定治疗掌指骨骨折临床分析[J]. 中国社区医师(医学专业), 2012, 14(29): 130-131.
- [12] 马海珍, 肖利梅, 赵娥丽. 微型钢板与克氏针内固定治疗掌指骨骨折疗效观察[J]. 吉林医学, 2012, 33(29): 6292-6293.
- [13] 黎润超, 熊秉刚, 黎明华. 克氏针与微型钢板置入内固定治疗掌指骨骨折疗效比较[J]. 临床和实验医学杂志, 2012, 11(10): 766-767.
- [14] 冯伟军, 王翠媚, 周将浪, 等. 克氏针内固定加中药熏洗治疗掌指骨骨折术后功能恢复随访分析[J]. 中国现代医生, 2012, 50(3): 156-157.
- [15] 郭柳生. AO微型钢板内固定治疗掌指骨骨折[J]. 医学理论与实践, 2012, 25(15): 1873-1874.
- [16] 王林, 王颖颖, 杨豪. 微型钢板内固定治疗掌指骨骨折体会[J]. 中国社区医师(医学专业), 2012, 14(9): 187.
- [17] 李家立. 微型外固定支架结合有限内固定治疗开放性粉碎性掌指骨骨折的疗效分析[J]. 海南医学, 2012, 23(16): 77-79.
- [18] 鲁世荣, 赵杨, 秦晓霖, 等. 经皮克氏针交叉内固定治疗掌指骨骨折[J]. 航空航天医学杂志, 2012, 23(6): 648-649.
- [19] 马成山. 单根前弯曲克氏针内固定治疗掌指骨骨折的疗效观察[J]. 实用骨科杂志, 2012, 18(11): 1027-1029.
- [20] 吴昊. 微型钢板内固定治疗掌、指骨骨折87例临床研究[J]. 吉林医学, 2012, 33(19): 4113-4114.

- [21] Zhang B, Zhang YZ, Shao XZ, et al. Application of AO miniplate and screw in the treatment of metacarpophalangeal joint periarticular fractures. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2012; 92(3):188-191.
- [22] Shimizu T, Omokawa S, Akahane M, et al. Predictors of the postoperative range of finger motion for comminuted periarticular metacarpal and phalangeal fractures treated with a titanium plate. *Injury*. 2012;43(6):940-945.
- [23] Kamath JB, Vardhan H, Naik DM, et al. Modified bone tie: a new method to achieve interfragmentary compression in unstable oblique metacarpal and phalangeal fractures. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2012;16(1):42-44.
- [24] Mohammed R, Farook MZ, Newman K. Percutaneous elastic intramedullary nailing of metacarpal fractures: surgical technique and clinical results study. *J Orthop Surg Res*. 2011; 6:37.
- [25] Yan YM, Zhang WP, Liao Y, et al. Analysis and prevention of the complications after treatment of metacarpal and phalangeal fractures with internal fixation. *Zhongguo Gu Shang*. 2011;24(3):199-201.
- [26] Hashem AM. Metacarpal and phalangeal fractures: experience of a plastic surgeon in a developing country. *Plast Reconstr Surg*. 2010;126(4):201e-203e.
- [27] Takigami H, Sakano H, Saito T. Internal fixation with the low profile plate system compared with Kirschner wire fixation: clinical results of treatment for metacarpal and phalangeal fractures. *Hand Surg*. 2010;15(1):1-6.
- [28] Bannasch H, Heermann AK, Iblher N, et al. Ten years stable internal fixation of metacarpal and phalangeal hand fractures-risk factor and outcome analysis show no increase of complications in the treatment of open compared with closed fractures. *J Trauma*. 2010;68(3):624-628.
- [29] Geissler WB. Operative fixation of metacarpal and phalangeal fractures in athletes. *Hand Clin*. 2009;25(3):409-421.
- [30] Omokawa S, Fujitani R, Dohi Y, et al. Prospective outcomes of comminuted periarticular metacarpal and phalangeal fractures treated using a titanium plate system. *J Hand Surg Am*. 2008;33(6):857-863.
- [31] Schenck RR. Classification of fractures and dislocations of the proximal interphalangeal joint. *Hand Clin*. 1994;10(2): 179-185.
- [32] Figl M, Weninger P, Hofbauer M, et al. Results of dynamic treatment of fractures of the proximal phalanx of the hand. *J Trauma*. 2011;70(4):852-856.
- [33] 田得虎, 白江博, 张英泽, 等. 微型钢板治疗掌指骨骨折的疗效分析 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2009, 23(1):119-120.
- [34] Itadera E, Oikawa Y, Shibayama M, et al. Intramedullary fixation of proximal phalangeal fractures through a volar extra-tendon sheath approach. *Hand Surg*. 2011;16(2): 141-147.