

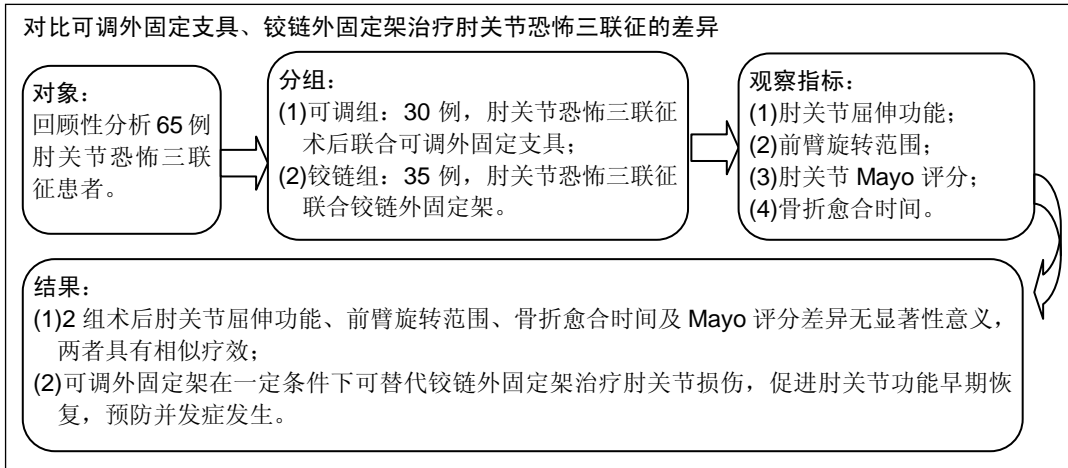
可调外固定支具和铰链外固定架治疗肘关节恐怖三联征的比较

胡攀勇, 杨绍安, 蔡保塔, 曹 军, 杨 潇(南方医科大学珠江医院创伤骨科, 广东省广州市 510280)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.1006

ORCID: 0000-0001-5758-886X(胡攀勇)

文章快速阅读:



胡攀勇, 男, 1992 年生, 广西壮族自治区贵港市人, 汉族, 南方医科大学在读硕士, 医师, 主要从事四肢创伤和骨关节病治疗方面的研究。

通讯作者: 杨绍安, 硕士生导师, 主任医师, 副教授, 南方医科大学珠江医院创伤骨科, 广东省广州市 510280

中图分类号:R459.9

文献标识码:A

稿件接受: 2018-07-26



文题释义:

肘关节恐怖三联征: 定义为肘关节冠状突、桡骨头骨折及肘关节脱位的统称, 是一种高能量损伤, 由于解剖结构复杂和损伤机制、运动生物力学的特殊性, 临床治疗非常困难, 常并发肘关节不稳、僵硬、内外翻畸形等, 术后功能不佳, 极大影响患者生活质量。

可调外固定支具: 一种维持肘关节术后稳定的外固定装置, 价格低廉、安装轻便且无创, 使肘关节术后早期即可在稳定的环境下进行肘关节功能锻炼, 预防肘关节僵硬、异位骨化、侧副韧带再次损伤的风险。

铰链外固定架: 维持肘关节解剖结构的坚强外固定装置, 安装需手术切开皮肤, 固定针安装在肱、尺骨骨髓道中, 外侧连接铰链式支架, 其旋转中心与肘关节旋转轴一致, 维持肘关节屈伸运动稳定, 抵抗肘关节内外翻应力, 促进骨折和侧副韧带愈合。

摘要

背景: 目前治疗肘关节恐怖三联征术后常发生肘关节不稳、僵硬、内外翻等并发症, 关节活动功能不佳, 为提高治疗效果和生活质量, 术后需联合有效外固定进行早期功能锻炼, 加速肘关节功能恢复, 预防并发症发生。

目的: 对比研究可调外固定支具和铰链外固定架治疗肘关节恐怖三联征的疗效。

方法: 回顾性分析 2013 年 1 月至 2017 年 1 月南方医科大学珠江医院收治的 65 例肘关节恐怖三联征患者, 采用肘关节内外侧联合入路行桡骨头、冠状突骨折切开复位内固定及侧副韧带修复手术, 按外固定类型不同分为 2 组, 可调组术后联合可调外固定支具 30 例, 铰链组术后采用铰链外固定架 35 例。随访 1 年后评估肘关节屈伸活动度、前臂旋转范围、骨折愈合时间及 Mayo 评分评估肘关节功能。

结果与结论: ①可调组: 肘关节屈伸活动度平均(123.3±6.4)°, 前臂旋转范围平均(133.9±6.4)°; 骨折愈合时间平均(12.3±1.9)周; Mayo 评分优 28 例, 良 2 例; 2 例出现肘关节异位骨化, 1 例肘关节外翻畸形愈合; ②铰链组: 肘关节屈伸活动度平均(125.5±6.4)°, 前臂旋转范围平均(133.1±6.5)°; 骨折愈合时间平均(12.0±1.9)周; Mayo 评分优 34 例, 良 1 例; 1 例出现旋转中心偏移, 1 例出现针道感染; ③2 组术后肘关节屈伸活动度、前臂旋转范围、骨折愈合时间及 Mayo 评分差异无显著性意义($P > 0.05$); ④综上所述, 可调外固定支具和铰链外固定架治疗肘关节恐怖三联征在肘关节屈伸活动度、前臂旋转角度、骨折愈合时间及 Mayo 评分具有相似结果, 可调外固定支具在一定条件下可替代铰链外固定架。

关键词:

肘关节恐怖三联征; 可调外固定支具; 铰链外固定架; 早期康复; 骨折内固定; 临床研究

主题词:

肘关节; 骨折; 外固定器; 康复; 组织工程

基金资助:

广州市海珠区科普计划项目(2014HZKP-TJ-12)

Hu Panyong, Master candidate, Physician, Department of Traumatic Orthopedics, Zhujiang Hospital of Southern Medical University, Guangzhou 510280, Guangdong Province, China

Corresponding author: Yang Shaoan, Master's supervisor, Chief physician, Associate professor, Department of Traumatic Orthopedics, Zhujiang Hospital of Southern Medical University, Guangzhou 510280, Guangdong Province, China

Efficacy of adjustable external support versus hinged external fixator in the treatment of terrible triad of elbow

Hu Panyong, Yang Shaoran, Cai Baota, Cao Jun, Yang Xiao (Department of Traumatic Orthopedics, Zhujiang Hospital of Southern Medical University, Guangzhou 510280, Guangdong Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Complications such as instability, stiffness and malunion of elbow joint often occur in terrible triad of elbow after surgery and movement function of the joint is poor. In order to improve the therapeutic effect and the quality of life, it is necessary to perform functional training in the early stage of combined effective external fixation, accelerate the recovery of the elbow joint function and prevent the complications.

OBJECTIVE: To compare the efficacy of hinged external fixator and external fixator in the treatment of terrible triad of elbow joint.

METHODS: Sixty-five patients with the "terrible triad of the elbow" admitted in the Zhujiang Hospital of Southern Medical University from January 2013 to January 2017 were analyzed retrospectively. The operation was performed combined with lateral and medial surgery approaches of the elbow joint for the open reduction and fixation of the capitulum radial and coronoid fracture, and repair of the collateral ligament. According to external fixation after surgery, patients were divided into two groups. Support group: 30 patients were treated with adjustable external support after surgery. Fixator group: 35 patients received hinged external fixator after surgery. The range of elbow flexion-extension, forearm pronation-supination range, healing time, and Mayo scores after 1-year follow up were detected.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) Support group: the mean range of elbow flexion-extension was $(123.3\pm 6.4)^\circ$, mean forearm pronation-supination range was $(133.9\pm 6.4)^\circ$, and the mean healing time was (12.3 ± 1.9) weeks. According to Mayo scores, there were excellent in 28 cases, and good in 2 cases. Two cases appeared with heterotopic ossification of the elbow, and one case had articular valgus deformity healing. (2) Fixator group: the mean range of elbow flexion-extension was $(125.5\pm 6.4)^\circ$, mean forearm pronation-supination range was $(133.1\pm 6.5)^\circ$, and the mean healing time was (12.0 ± 1.9) weeks. According to Mayo scores, there were excellent in 34 cases, and good in 1 case. One case appeared with heterotopic ossification of the elbow, and one case had pin tract infection. (3) In the two groups, the flexion and extension activity of the elbow joint, the range of forearm rotation, healing time and Mayo score were insignificant differences ($P > 0.05$). (4) Therefore, adjustable external support and hinged external fixator have the same effect on elbow joint flexion and extension activity, range of forearm rotation, healing time and Mayo score, and adjustable external support can replace hinged external fixator under certain conditions.

Subject headings: Elbow Joint; Fractures, Bone; External Fixators; Rehabilitation; Tissue Engineering

Funding: the Science Popularization Program of Guangzhou Haizhu District, No. 2014HZKP-TJ-12

0 引言 Introduction

近年来随着国内建筑业和交通业高速发展,肘关节创伤性损伤发生率呈逐年增加趋势,严重的损伤极大影响了患者生活质量。20世纪末,由于患者数量增加,治疗后并发症高发,肘关节骨折被临床工作者重新认识和重视,1996年Hotchkiss^[1]总结临床经验将肘关节后脱位伴有桡骨头和尺骨冠状突骨折命名为“肘关节恐怖三联征”,多数同时伴有肘关节副韧带和肘关节不稳^[2-3],因复杂的解剖结构和损伤机制、运动生物力学的特殊性,对于肘关节外科医生来说要达到关节面解剖复位及维持肘关节稳定性,预防肘关节不稳定、异位骨化、僵硬等并发症发生是一个巨大的挑战^[4-5]。

随着对肘关节生物力学深入研究和尺骨冠状突在肘关节稳定性中所起作用的逐步认识,O'Driscoll等^[6]根据冠状突骨折的部位、大小和损伤机制,提出维持肱尺关节的稳定须具备3个条件,完整的关节面、完整的内侧副韧带和桡侧副韧带复合体,强调治疗肘关节恐怖三联征时早期既要保持肘关节稳定性,又要使关节活动以恢复肘关节屈伸及前臂旋转功能。国外Sakai等^[7]报道12例患者采用内固定术结合金属铰链式外固定支架治疗肘关节损伤,随访16个月Mayo评分达到93分,肘关节功能取得较满意的结果。赵王林等^[8]采取肘关节内、外侧联合入路螺钉置入内固定加金属铰链外固定架提高了肘关节术后初始稳定性,便于早期功能锻炼,28例患者采用Mayo肘关节功能评分平均86.5分。但是随着外固定架应用的增多,Zhou等^[9]发现运

用外固定支架治疗后并发症逐渐增多,存在旋转中心偏移、针道感染、皮肤破损、尺骨骨折风险,使治疗陷入困境。近年来治疗恐怖三联征在手术技术取得重大突破和内、外固定器材品种多样化,为了避免以上缺点,Zhang等^[10]联合可调外固定支具治疗恐怖三联征13例患者,随访12个月Mayo肘关节功能评分和上肢功能评分均取得满意效果,结果显示支具一定程度上可以替代外固定架的使用,从而达到相似疗效。回顾国内外尚无文献对比研究铰链式外固定支具和外固定架治疗肘关节恐怖三联征,文章将重点分析2种外固定方法在临床中的应用和疗效。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性队列研究。

1.2 时间地点 所有病例均来自于2013年1月至2017年1月南方医科大学珠江医院。

1.3 对象

1.3.1 纳入标准 ①外伤史:高处坠落、车祸、运动等高能损伤者;②患者症状:肘关节肿胀、痛疼、无皮肤破损;③体征:肘关节周围压痛,肘后三角异常,无血管神经损伤;④X射线、CT、MR检查提示肘关节后脱位或半脱位伴有尺骨冠状突、桡骨头骨折;⑤患者受伤至手术时间3-11 d;⑥同时需行肘关节内外侧联合入路行桡骨头、冠状突骨折切开复位内固定及侧副韧带修复手术和外固定者;⑦患者对治疗知情同意,治疗方案获得南方医科大学珠江医院伦理委员会批准;⑧术后随访时间 ≥ 1 年,随访资

料完整; ⑨患者年龄18-55岁, 无严重基础疾病者。

1.3.2 排除标准 ①开放性骨折, 合并血管、神经损伤; ②合并严重心、脑、肾、肝及血液系统疾病等无法耐受手术者; ③X射线检查提示为病理性骨折或其他类型肘部骨折; ④拒绝手术者; ⑤失访者; ⑥伤前有前臂及肘关节功能障碍、畸形者。

1.3.3 一般资料 回顾性分析南方医科大学珠江医院2013年1月至2017年1月收治的肘关节恐怖三联征患者共65例, 男29例, 女36例, 平均年龄(35.1±8.1)岁; 高处坠落伤20例, 车祸伤30例, 运动性损伤15例; 其中1例并髂骨翼撕脱骨折, 1例合并对侧桡骨茎突骨折; MR示不同程度内外侧副韧带损伤61例; 尺骨冠状突骨折按Morrey分型^[11]: I型冠突尖骨折23例, II型骨折块高度 < 50%冠突高度26例, III型骨折块高度 ≥ 50%冠突高度16例; 桡骨头骨折按Mason分型^[12]: I型骨折27例骨折片移位 < 2 mm, II型骨折26例骨折块移位 > 2 mm可能伴有机械性阻挡, III型骨折12例粉碎性骨折。手术均由同一外科医生在全麻下进行, 受伤至手术时间3-11 d, 平均(5.3±1.6) d, 术后均联合不同的外固定装置辅助治疗。

1.3.4 内、外固定材料选择 铰链外固定架由潍坊君泰安德医疗科技有限公司生产, 批号: 401004; 可调外固定支具由深圳市欧博有限公司, 批号: 56042; 双固定螺钉系统: 施乐辉医用产品国际贸易(上海)有限公司, 批号: T0726; 金属骨针生产企业: 上海浦卫医疗器械厂, 产品批号: 0858-2008; 快薇乔可吸收性缝线, 强生医疗器材有限公司, 批号: 3650766。

1.4 方法

1.4.1 手术方法 臂丛麻醉状态下, 2组患者手术均由同一名主任医师完成。术前采用Imatani^[13]标准评估肘关节稳定性, 在内翻压力试验中, 如肘关节内翻角度增加 ≥ 10°, 提示外侧副韧带严重损伤; 外翻应力中内侧肱尺关节分离提示内侧副韧带损伤; 前臂悬吊实验中上臂与前臂下垂角度 ≥ 5°提示屈肘肌或前关节囊损伤, 术前评估使术者对软组织损伤程度有充分的理解, 方便术者实现术中更快、更精准地修复软组织。所有患者均采用肘关节前内、外侧联合入路行桡骨头、冠状突骨折切开复位固定及侧副韧带修复手术^[14-16]。术中先行肘关节外侧入路(Kocher入路)^[17], 切开皮肤、皮下组织至筋膜层, 沿尺侧腕伸肌与肘肌之间切开, 暴露外侧韧带复合体和桡骨头, 行骨折复位钢板或空心埋头钉固定, 48例采用铆钉修复外侧副韧带及外侧关节囊, 17例直接肌腱线缝合, 无桡骨头切除或置换^[18]。内侧切口始于肱骨内上髁, 沿旋前圆肌走行切开, 皮下注意分离保护前臂内侧皮神经, 暴露冠突骨折块^[19]。术中冠状突骨折25例直接缝合, 35例使用螺钉或者微型钢板固定, 5例采用张力带捆扎固定, 28例内侧副韧带及关节囊可直接缝合修复, 37例患者需采用铆钉修复内侧副韧带及前关节囊^[19-20]。修复完

韧带后再次检查肘关节内翻、外翻、前臂悬吊实验均阴性, 留置引流条, 缝合伤口。

可调外固定支具和铰链外固定架的选择: ①术前充分与患者及家属沟通, 解释2种外固定的优点及其不足, 根据患者意愿有条件地选择外固定方式; ②患者骨质疏松严重者选择铰链外固定架; ③III型桡骨头骨折、III型以上冠状突骨折及肘关节侧副韧带修复后仍有不稳倾向者行铰链式外固定架辅助治疗; ④I、II型桡骨头骨折及侧副韧带能完整修复者联合应用可调外固定支具。

1.4.2 安装外固定 30例患者选择术后安装可调外固定支具(可调组), 手术后肘关节屈曲90°, 前臂中立位, 调节支具上臂长度使其近端达上臂中上1/3交界处, 远端前臂支具长度达腕关节平面, 支具外侧旋转中心置于外上髁稍远处, 内侧旋转中心置于内侧髁稍偏远偏前处, 使其旋转轴与肘关节固有屈伸旋转轴相一致, 然后将支具两侧的钢板支架紧贴内外侧皮肤, 收紧上臂及前臂绑带, 调节转盘角度固定, 见图1A。

35例选择术中安装铰链式金属外固定支架(铰链组), 术中C臂透视确定进针点, 确保其旋转轴与肘关节固有屈伸旋转轴相一致。用1根直径为2.0 mm克氏针从此点由外而内缓慢进针, 标准正侧位透视确定其位于肘关节的旋转中心内, 注意避免损伤尺神经。支架的2个活动臂分别置于肱骨外侧和尺骨嵴上, 在相应部位作小切口, 分离直达骨面, 钻孔后远、近端分别拧入2枚半螺纹针, 调节并上紧固定架, 检查肘关节活动及稳定情况并再次透视确认肘关节是否已达到中心性复位及相应骨折块对位情况, 见图1B。

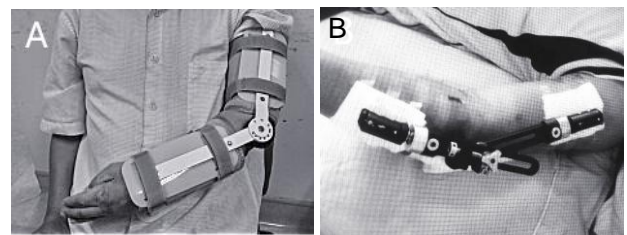


图1 可调组与铰链组患者术后外观图

Figure 1 Postoperative appearance of the patients in the support and fixator groups

图注: 图A为术后联合可调外固定支具外观图; B为术后安装铰链式外固定架外观图。

1.4.3 术后治疗 2组患者术后应用抗生素2 d预防感染; 口服吲哚美辛片2次/d, 连续服用2周, 预防异位骨化。术后早期康复方法 2组患者术后第2天做被动屈伸运动范围为10°, 4次/d, 每次持续5 min, 同时鼓励患者主动做肌肉等长收缩、手指活动, 每组训练后交替将肘关节固定在最大程度的屈肘或伸肘位。每隔两至三天增加10°, 活动次数根据患者耐受程度逐渐增加。

1.5 主要观察指标 术后前1个月每15 d随访1次, 以后每个月1次进行临床和影像学检查, 拍摄X射线片评估肘关节

骨折愈合情况(骨折愈合标准: 骨折线模糊, 骨皮质连续), 运动的临床评价记录为屈伸角度、前臂旋转范围。所有的临床评估均由独立的观察者完成。使用Mayo肘关节功能评分标准进行评估, 包括4个方面: 疼痛(45分), 屈伸运动幅度(20分), 关节稳定性(10分), 日常生活能力(25分); 评分等级: 优 $90 \geq$ 分, 良75-89分, 一般60-74分, 差 < 60 分。

1.6 统计学分析 所有数据采用SPSS 20.0软件进行统计学分析, 研究数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 2组均数间比较采用两独立样本 t 检验。取 $P=0.05$ 为显著性水准, $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 按意向性处理, 术后按外固定类型不同分为可调组30例, 铰链组35例, 随访时间 ≥ 1 年, 65例患者无随访失败, 见图2。

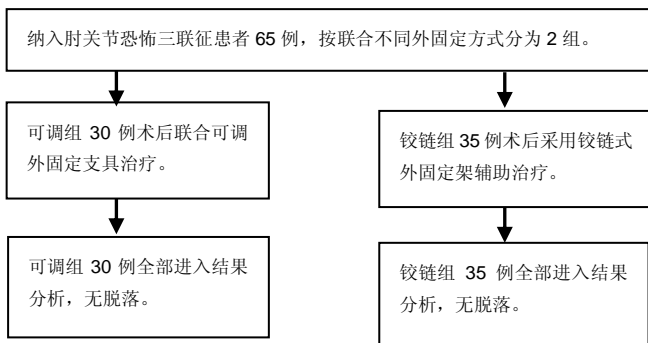


图2 两组患者分组流程图
Figure 2 Flow chart of patient allocation

2.2 基线资料比较 65例患者中男性占45%, 女性占55%, 平均年龄(34.0 \pm 8.1)岁。2组性别、年龄、体质量差异均无显著性意义, 详细的患者数据及骨折类型见表1。

表1 两组患者基线资料比较
Table 1 Comparison of baseline data between two groups

指标	可调组(n=30)	铰链组(n=35)	F值	P值
性别(男/女, n)	14/16	15/20	0.31	0.76
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	34.9 \pm 8.4	33.2 \pm 8.0	0.04	0.39
Morrey分型(n)			0.05	0.13
I	13	10		
II	12	14		
III	5	11		
Mason分型(n)			0.84	0.06
I	15	12		
II	13	13		
III	2	10		
合并伤	髌骨翼撕脱骨折1例	对侧桡骨茎突骨折1例	-	-

2.3 疗效分析评价 可调组肘关节屈伸活动度111°-137°, 平均(123.3 \pm 6.4)°; 前臂旋转范围124°-147°, 平均(133.9 \pm 6.4)°; 骨折愈合时间为9-18周, 平均(12.3 \pm 1.9)

周; Mayo评分优28例, 良2例; 2例出现肘关节异位骨化, 1例肘关节外翻畸形愈合。铰链组肘关节屈伸活动度113°-142°, 平均(125.5 \pm 6.4)°; 前臂旋转范围120°-147°, 平均(133.1 \pm 6.5)°; 骨折愈合时间为9-18周, 平均(12.0 \pm 1.9)周; Mayo评分优34例, 良1例; 1例外固定架旋转中心偏移, 1例出现针道感染。2组术后在肘关节屈伸活动度、前臂旋转角度、骨折愈合时间及Mayo评分方面差异均无显著性意义($P > 0.05$), 见图3。

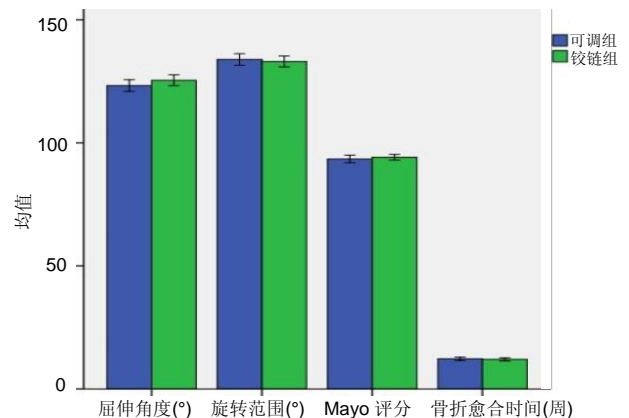


图3 两组患者术后1年肘关节功能比较
Figure 3 Comparison of elbow joint function at 1 year postoperatively between two groups
图注: 误差条形图 95%CI 结果显示, P 均 > 0.05 。

2.4 患者术后并发症 65例患者术前1例并髌骨翼撕脱骨折, 1例合并对侧桡骨茎突骨折, 保守治疗均恢复良好, 对患者肘关节骨折康复过程均无影响。肘关节恐怖三联征术后, 可调组2例发生肘关节周围异位骨化, 1例出现肘关节外翻畸形愈合, 并发症发生率10%; 铰链组1例术后检查发现旋转中心偏移, 1例发生外固定针道感染, 并发症发生率为6%。

2.5 植入材料的不良反应 内植物中均无局部炎症反应、刺激反应、变态反应、组织增生; 无材料腐蚀、磨损、生物降解、材料退化等。

2.6 典型病例分析

病例1: 男性患者, 45岁, 2 m高处坠落致左肘关节疼痛、肿胀, X射线提示左肘关节桡骨头骨折、尺骨近端骨折合并肘关节后脱位, 冠状突骨折Morrey分型I型, 桡骨头骨折Mason分型III型。入院后第6天在臂丛麻醉下行左桡骨头骨折、冠状突骨折、肘关节脱位切开复位及侧副韧带修复术, 联合可调外固定支具治疗, 见图4。

病例2: 男性患者, 26岁, 骑车摔倒致左肘关节疼痛、肿胀, X射线提示桡骨头骨折、尺骨近端骨折合并肘关节后脱位, 冠状突骨折Morrey分型II型, 桡骨头骨折Mason分型III型。入院后第4天在臂丛麻醉下行左桡骨头骨折、尺骨骨折、肘关节脱位切开复位及侧副韧带修复术, 联合铰链外固定架治疗, 见图5。



图4 男性45岁联合可调外固定支具治疗肘关节恐怖三联征前后影像学表现

Figure 4 Radiographic manifestations of a 45-year-old male patient with triad of the elbow joint before and after adjustable external support surgery

图注: 图A, B为术前肘关节X射线片, 显示左肘关节脱位、桡骨骨折及冠状突骨折; C, D为术前肘关节CT及3D重建; E为术后结合可调外固定支具治疗25d X射线表现; F, G为术后6个月肘关节正、侧位X射线片, 骨折线模糊, 皮质连续。



图5 男性26岁联合铰链外固定架治疗肘关节恐怖三联征手术前后影像学及随访情况

Figure 5 Radiographic manifestation and follow-up information of a 26-year-old male patient with triad of the elbow joint before and after hinged external fixator surgery

图注: 图A, B为术前肘关节正侧位X射线片, 示左侧肘关节脱位、桡骨骨折及冠状突骨折; C, D为术前肘关节CT; E, F为术后2个月肘关节正侧位X射线片; G, H示拆除外固定架后1年肘关节功能。

3 讨论 Discussion

3.1 肘关节解剖特点 肘关节恐怖三联征为肘关节损伤中最严重的类型包括了肘关节后脱位、桡骨头和尺骨冠状突骨折, 使肘关节外科医生治疗起来面临着极大的挑战性^[21]。近年来, 研究发现尺骨冠状突作为肘关节稳定结构在维持轴向稳定、后外侧、后内侧旋转稳定及内翻稳定上发挥着重要作用。Bellato等^[22]在6例肘关节标本中测试冠状突不同缺损状态下的压力, 认为Morrey II型以上骨折单纯重建外侧副韧带不能恢复关节面接触压力, 必须骨移植重建冠状突, 大于10%冠状突骨折块完全处在关节内, 其骨折性质是由轴向压缩和剪切应力导致骨折而非撕脱骨折, 肘关节运动过程中极不稳定, 必须尽可能修复冠状突^[23-24]。外侧桡骨头为盘状, 上面为桡骨头凹, 与肱骨小头构成肱桡关节, 其周围镶有一层软骨, 构成环状关节面, 与尺骨桡切迹对合, 是前臂旋转活动的重要结构^[25]。在治疗桡骨头粉碎性骨折有不同的治疗方法, 如桡骨头切除、人工桡骨头置换等, 切除可导致许多并发症, 如不稳定、尺神经炎和肘外翻, 置换术长期疗效尚不清楚, 易发生假体松动, 10年生存率只有70%, 因此, 术中尽可能采用内固定修复桡骨头。肘关节内外侧副韧带是维持肘关节动态稳定结构, 外侧副韧带为肱骨、环状韧带及尺骨近端提供了稳定, 以维持前臂近端与肱骨滑车和肱骨小头之间的正常关系; 内侧副韧带前束是维持肘关节外翻稳定最重要的结构, 止位于冠状突基底部, 大多数情况下仅有Regan III型骨折会累及内侧副韧带前束^[26]。Hatta等^[27]通过

生物力学研究发现, 在内侧副韧带损伤合并桡骨头两部分骨折的情况下, 切除桡骨头将明显增加外翻松弛度, 切除或者置换桡骨头将增加肘关节内翻松弛度, 因此修复内侧副韧带对维持肘关节稳定性有非常重要的作用。

3.2 外固定辅助治疗肘关节损伤的作用 自Malgaigne于1843年首次描述了外固定器治疗髌骨骨折之后, 外固定器已从广泛运用于下肢创伤的简单装置发展到了上肢带铰链的外固定架。肘关节恐怖三联征损伤范围广、结构破坏严重, 即使通过手术方法解剖复位骨折和修复损伤韧带, 术后仍需保持肘关节的稳定性, 使关节早期活动以恢复肘关节屈伸及前臂旋转功能。临床实践观察, 即使进行接骨术和直接修补内、外侧尺骨副韧带, 也不能维持肘尺关节良好对合和稳定, 容易发生肘关节再脱位, 加上术后许多患者因疼痛拒绝肘关节功能锻炼, 延长术后制动时间, 肘关节不能及时进行有效功能训练, 容易发生肘关节不稳定、异位骨化、僵硬等。随着研究发现, 手术内固定术结合外固定治疗肘关节恐怖三联征, 有效解决了早期患者功能锻炼需求与肘关节稳定环境需求的矛盾, 在外固定保护下进行肘关节早期功能锻炼, 避免术后因锻炼而导致骨折移位及关节再次脱位的风险, 最大限度地减小了周围组织粘连、挛缩, 保持了肘关节正常力线和保护周围软组织、促进骨折顺利愈合。

3.3 分析铰链式外固定支具和金属外固定架的疗效 肘关节由肱尺、肱桡、尺桡关节共同构成的一个复合关节,

外周附着内、外侧副韧带及屈伸肌腱, 由于结构的复杂性, 肘部创伤后恢复时间长易发生关节僵硬, 肘部屈伸和前臂旋转活动受限, 极大的降低了患者生活水平。铰链式外固定架不仅为关节活动创造稳定的结构, 允许术后立即进行关节的持续被动活动或主动活动, 而且对关节间隙进行一定程度的牵开, 消除关节表面的过度摩擦, 防止异常关节运动并允许新形成的关节面相互适应。Motisi等^[28]将铰链外固定架用于治疗桡骨头、冠状突骨折中取得了令人鼓舞的结果, X射线检查中发现沿着前囊和副韧带复合体发生轻微钙化是韧带愈合过程中纤维组织瘢痕化的过程, 它比正常韧带强, 有力地维持了肘关节稳定性, 防止肘关节脱位。此次研究的35例患者中, 97%患者术后肘关节功能获得良好恢复, 也进一步确切证明铰链外固定治疗肘关节恐怖三联征的疗效。

支具是一种置于身体外部旨在辅助身体的某项活动, 从而辅助手术治疗的效果或直接用于非手术治疗的外固定, 最早是Blount教授应用Milwaukee支具治疗脊柱侧凸, 许多患者经支具治疗后得以矫正避免手术。后来在股骨干或胫骨干有大段骨缺损进行游离植骨后, 为了保证植骨的完全成活并防止发生植骨骨折, 支具开始应用于下肢, 在支具保护下负重, 重力通过支具传导到坐骨结节从而减少股骨或胫骨负重。随着康复医学发展, 可调外固定支具在治疗肘关节损伤中, 凭借其操作简便、价格低廉、使用适应证广、可塑性强等优点, 逐渐广泛应用于临床。在治疗肘关节恐怖三联征中, 可调外固定支具在治疗上具有铰链支架相似疗效, 在维护肘关节稳定性的情况下, 早期即可进行肘关节屈伸功能训练; 另一方面, 链外固定架在肘关节上的应用在技术上相对简便, 可以多次调节支具旋转中心以达到与肘关节旋转轴一致, 减少肘关节摩擦阻力, 同时可以避免铰链外固定架带来旋转中心偏移、针道感染、二次手术及取出固定针风险, 使得可调外固定支具在临床中广泛运用。

3.4 肘关节恐怖三联征并发症的处理 铰链外固定架在肘关节上的应用在技术上要求很高, 铰链轴必须与肘关节旋转中心完全一致, 以减少摩擦阻力, 避免固定针松动。Madedy等^[29]报道此点与肘关节旋转中心存在5°偏差即可引起3.7倍运动阻力增加, 而10°偏差达7.1倍。研究中1例患者因安装外固定架旋转中心的偏移, 使得在康复训练过程中铰链支架与肘关节旋转中心不一致, 治疗10 d后肘关节仍无法进行屈伸锻炼, 迫使拆除支架改用外固定支具治疗, 经康复训练, 1年后肘关节屈伸活动度达到120°, 前臂旋转范围140°。1例患者外固定针道感染, 3周后行二次手术将外固定架拆除, 运用抗生素抗感染, 伤口定期换药, 1年后随访Mayo评分85分, 屈伸活动仅达有109°, 极大影响了患者日常生活。在可调外固定支具组中, 1例肘关节外翻畸形愈合, 屈伸功能只有110°, 2例出现肘关节异位骨化。2种外固定方式虽然促进了肘关节功能早期恢复, 2组术后满意

度平均达到95%, 但是都存在各自难以克服的不足。两者相比较, 可调外固定支具可以有效避免铰链外固定架带来旋转中心偏移、针道感染、皮肤破损、尺骨骨折及二次手术取出固定针风险, 但是固定强度不如铰链外固定架, 有可能存在再脱位、肘关节畸形愈合风险, 在严重的肘关节损伤中, 疗效仍不如铰链外固定架。2组术后肘关节功能评估统计学分析虽无明显差别, 并发症发生率相似, 但相比较铰链组, 可调组患者年龄相对比较年轻, 骨折损伤程度较低。因此, 对于年轻人群及肘关节骨折损伤程度低的患者, 可调外固定架在一定条件下可替代铰链外固定架治疗肘关节损伤, 促进肘关节功能早期恢复, 预防并发症发生。

3.5 肘关节恐怖三联征治疗的展望与不足 肘关节恐怖三联征是一种复杂的肘关节高能量损伤, 近年来随着对肘关节解剖及生物力学认识的深入, 现代内、外固定装置的发展, 临床治疗方法多样化, 但由于其创伤机制的复杂性和本身解剖结构、运动生物力学的特殊性, 需要做到早诊断、早治疗, 早期手术修复损伤组织结构和标准的术后康复锻炼^[30-31]。可调外固定支具和铰链外固定架在治疗肘关节恐怖三联征发挥了独特的作用, 加速了肘关节功能恢复, 预防并发症发生, 极大提高患者生活质量。

此次试验由于研究设计属于回顾性队列研究, 非随机双盲对照, 随访时间较短, 病例样本少, 在临床疗效评估及并发症观察方面可能存在一定的偏差; 外固定方式选着属于非随机选取, 年轻患者更倾向于选着可调外固定支具, 老年患者因骨质较疏松, 损伤较严重, 大多采用了铰链式外固定架, 因此可调外固定支具和铰链外固定架治疗肘关节恐怖三联征的疗效有待进一步研究。

致谢: 感谢课题组所有成员, 感谢南方医科大学珠江医院科研处在临床设计及资料收集方面给予的建议及意见, 感恩导师杨绍安先生在学习和生活方面的关怀。

作者贡献: 临床设计、临床评估、临床随访为全部作者, 资料收集、成文为第一作者, 手术由第二作者实施完成, 第三作者审校, 第一作者对文章负责。

经费支持: 该文章接受了“广州市海珠区科普计划项目(2014HZKP-TJ-12)”的基金资助。所有作者声明, 经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

利益冲突: 文章中治疗中采用了铰链外固定架、可调外固定支具、双固定螺钉系统、金属骨针, 文章的全部作者声明, 没有接受该器械的任何资助, 在课题研究和文章撰写过程, 不存在利益冲突。

机构伦理问题: 该临床研究的实施符合《赫尔辛基宣言》和南方医科大学珠江医院对研究的相关伦理要求。南方医科大学珠江医院为三级甲等医院, 实施手术主刀医师为主任医师, 符合行肘关节恐怖三联征手术治疗的资质要求。

知情同意问题: 参与试验的患病个体及其家属为自愿参加, 均对试验过程完全知情同意, 在充分了解本治疗方案的前提下签署了“知情同意书”。

写作指南: 该研究遵守《非随机对照临床试验研究报告指南》(TREND 声明)。

文章查重: 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审: 文章经小同行外审专家双盲外审, 同行评议认为文章

符合本刊发稿宗旨。

生物统计学声明: 文章统计学方法已经南方医科大学生物统计学专家审核。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] Hotchkiss RN. Fracture and dislocation of the elbow. 4th ed, Philadelphia: lippincott-Raven, 1996:929-1024.
- [2] Zeiders GJ, Patel MK. Management of unstable elbows following complex fracture dislocations the "terrible triad" injury. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(4):75-84.
- [3] Ikemoto RY, Murachovsky J, Bueno RS, et al. Terrible triad of the elbow: functional results of surgical treatment. *Acta Ortopedica Brasileira*. 2017;25(6):283-286.
- [4] Najd Mazhar F, Jafari D, Mirzaei A. Evaluation of functional outcome after nonsurgical management of terrible triad injuries of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(8):1342-1347.
- [5] Ahr J, Jordan RW. Complex Elbow Dislocations and the "Terrible Triad" Injury. *Open Orthop J*. 2017;11(Suppl-8, M7):1394-1404.
- [6] O'Driscoll SW, Jupiter JB, King GJ, et al. The unstable elbow. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;50(5):89-102.
- [7] Sakai K, Shirahama M, Shiba N, et al. Primary hinged external fixation of terrible triad injuries and olecranon fracture-dislocations of the elbow. *Kurume Med J*. 2017;63(1):7-14.
- [8] 赵王林, 杨海韵, 吴征杰. 金属铰链外固定支架与有限钉置入内固定治疗肘关节“恐怖三联征”[J]. *中国组织工程研究*, 2011, 15(17):3206-3211.
- [9] Zhou Y, Cai JY, Chen S, et al. Application of distal radius-positioned hinged external fixator in complete open release for severe elbow stiffness. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(2):e44-e51.
- [10] Zhang J, Tan M, Kwek EB. Outcomes of coronoid-first repair in terrible triad injuries of the elbow. *J Arch Orthop Trauma Surg*. 2017;(2):1-7.
- [11] Regan W, Morrey B. Fractures of the coronoid process of the ulna. *J Bone Joint Surg Am*. 1989;71(9):1348-1354.
- [12] Mason ML. Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. *J Br J Surg*. 1954; 42(172):123-132.
- [13] Imatani J. lateral collateral ligament injury: treatment for acute cases. *J Rinsho Seikei Geka*. 2006;41:1267-1272.
- [14] Chen HW, Wang ZY, Wu X, et al. Evaluation of a combined posterior lateral and anteromedial approach in the treatment of terrible triad of the elbow: A retrospective study. *J Med*. 2017;96(22):e6819.
- [15] Zhang D, Tarabochia M, Janssen S, et al. Risk of subluxation or dislocation after operative treatment of terrible triad injuries. *J Orthop Trauma*. 2016;30(12):660.
- [16] Du JF, Zhu YY. Treatment of terrible triad of elbow with open reduction and internal fixation through antero medial approach combined with lateral approach. *J Zhongguo Gu Shang*. 2014;27(11):896-899.
- [17] Barnes LF, Lombardi J, Gardner TR, et al. Comparison of exposure in the kaplan versus the kocher approach in the treatment of radial head fractures. *J Hand*. 2018;(345):155894471774566.
- [18] Chen HW, Wang ZY, Wu X, et al. Evaluation of a combined posterior lateral and anteromedial approach in the treatment of terrible triad of the elbow: A retrospective study. *J Med*. 2017;96(22):6819-6823.
- [19] Reichel LM, Milam GS, Reitman CA. Anterior approach for operative fixation of coronoid fractures in complex elbow instability. *J Tech Hand Upper Ex Surg*. 2012;16(2):98-104.
- [20] Wang Y, Pang GX, Zhang HB, et al. Surgical treatment for terrible triad of the elbow through medial and lateral approach. *J Zhongguo Gu Shang*. 2016:662-664.
- [21] Zhang D, Tarabochia M, Janssen S, et al. Risk of subluxation or dislocation after operative treatment of terrible triad injuries. *J Orthop Trauma*. 2016;30(12):660.
- [22] Bellato E, Kim Y, Fitzsimmons JS, et al. Coronoid reconstruction using osteochondral grafts: a biomechanical study. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(10):1794-1802.
- [23] Erhart S, Lutz M, Deml C, et al. Restoring independency with an osteochondral graft of the navicular for coronoid process reconstruction. *J Arch Orthop Trauma Surg*. 2017;137(2):225-232.
- [24] Iannuzzi NP, Paez AG, Parks BG, et al. Fixation of regan-morrey type II coronoid fractures: a comparison of screws and suture lasso technique for resistance to displacement. *J Hand Surg*. 2017;42(1):11-14.
- [25] Gonçalves LB, Neto AJ, Correa MF, et al. Terrible triad of the elbow: influence of radial head treatment. *J Revista Brasileira De Ortopedia*. 2014;49(4):328-333.
- [26] Yoshida M, Goto H, Takenaga T, et al. Anterior and posterior bands of the anterior bundle in the elbow ulnar collateral ligament: ultrasound anatomy. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017; 26(10)::1803-1809.
- [27] Hatta T, Nobuta S, Aizawa T, et al. Comparative analysis of surgical options for medial collateral ligament repair in terrible triad injury of the elbow. *J Orthop Rev*. 2016;8(3):89-93.
- [28] Motisi M, Kurowicki J, Berglund DD, et al. Trends in management of radial head and olecranon fractures. *J Open Orthop J*. 2017;11(1):239-247.
- [29] Madey SM, Bottlang M, Steyers CM, et al. Hinged external fixation of the elbow: optimal axis alignment to minimize motion resistance. *J Orthop Trauma*. 2000;14(1):41.
- [30] Castelli A, D'Amico S, Combi A, et al. Hinged external fixation for Regan-Morrey type I and II fractures and fracture-dislocations. *J Orthop Traumatol*. 2016;17(2):175-179.
- [31] Shukla DR, Golan E, Nasser P, et al. Importance of the posterior bundle of the medial ulnar collateral ligament. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016;25(11):1868-1873.