

# 股骨髁骨折植入物内固定后的生物力学变化

谭林强, 崔泳, 张华(新疆医科大学第五附属医院骨科, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市 830011)

## 文章亮点:

- 1 此问题的已知信息: 股骨髁部骨折可以造成膝关节正常解剖关系的破坏, 改变膝关节正常的解剖轴和机械轴, 所以必须解剖复位和坚强固定。股骨髁部骨折内固定方法繁多, 但合理选择内固定方式对临床起着决定性的作用。
- 2 文章增加的新信息: 保守治疗难以达到解剖复位, 效果常不满意。骨折准确复位和膝关节功能最大限度的保留成为治疗的中心问题。因此, 人们一直在探寻疗效确切的内固定方法。随着现代救治水平的提高, 解剖复位骨折断端, 坚强内固定是获得膝关节最佳功能的先决条件, 切开复位内固定配合早期功能锻炼可较好解决上述问题。
- 3 临床应用的意义: 文章着重从骨折分型、骨愈合、功能恢复及生物力学角度对不同内固定方法进行比较分析, 进而指导临床不同类型股骨髁骨折修复方法的合理选择。

## 关键词:

植入物; 骨植入物; 股骨髁骨折; 内固定器械; 生物力学; 载荷-位移; 轴向刚度; 水平剪切刚度

## 主题词:

股骨骨折; 内固定器; 软组织损伤; 生物力学

谭林强, 男, 1989年生, 湖南省湘潭市人, 汉族, 新疆医科大学在读硕士, 主要从事创伤骨科方面的研究。

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2014.31.022

[http://www.crter.org]

中图分类号:R318

文献标识码:A

文章编号:2095-4344

(2014)31-05050-06

稿件接受: 2014-06-19

## 摘要

**背景:** 髁上骨折、髁间骨折常因粉碎不稳定和波及关节面, 临床处理相当棘手, 常见的并发症有骨延迟愈合、骨不连、断钉及断板等, 骨折内固定方法繁多, 但合理选择内固定方式对骨折修复起着决定性的作用。

**目的:** 着重从骨折分型、骨愈合、功能恢复及生物力学等方面探讨不同内固定方法对于股骨髁骨折的修复效果。

**方法:** 第一作者应用计算机检索 2000 年 1 月至 2014 年 4 月 PubMed 数据库、中国期刊全文数据库有关不同内固定方法修复股骨髁骨折的文章, 英文检索词“emoral condyle fracture, internal fixation, biomechanics, load-displacement, axial stiffness, horizontal shear stiffness”; 中文检索词“股骨髁骨折, 内固定器械, 生物力学, 载荷-位移, 轴向刚度, 水平剪切刚度”。共检索到 142 篇相关文献, 39 篇文献符合纳入标准。

**结果与结论:** 股骨髁部骨折可以造成膝关节正常解剖关系的破坏, 改变膝关节正常的解剖轴和机械轴, 所以必须解剖复位和坚强内固定。治疗过程中应掌握各种内固定方法的利弊, 全面评估股骨髁及髁间骨折的类型和软组织损伤程度, 根据人体的生物特点、力学性能合理使用内固定器械, 提供个体化治疗方案, 从而最大程度减少术后并发症的出现, 达到满意的内固定修复效果。

谭林强, 崔泳, 张华. 股骨髁骨折植入物内固定后的生物力学变化[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(31): 5050-5055.

## Biomechanical changes after implant fixation for femoral condyle fracture

Tan Lin-qiang, Cui Yong, Zhang Hua (Department of Orthopedics, Fifth Affiliated Hospital, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China)

## Abstract

**BACKGROUND:** Clinical treatment of epicondyle fractures and intercondylar comminuted fractures is quite tricky due to instability and spread to the articular surface. Common complications contained bone delayed union, nonunion, broken nails and broken boards. Internal fixation for fractures is various, but reasonable choice for clinical fixation plays a decisive role for repair of fractures.

**OBJECTIVE:** To explore the repair effects of various fixation methods on femoral condyle fracture from different aspects such as fracture type, bone healing, functional recovery and biomechanics.

**METHODS:** First author searched PubMed database and China National Knowledge Infrastructure for articles about various fixation methods in repair of femoral condyle fracture published from January 2000 to April 2014. Key words were “femoral condyle fracture, internal fixation, biomechanics, load-displacement, axial stiffness, horizontal shear stiffness”. Totally 142 articles were retrieved, but 39 articles met the inclusion criteria.

**RESULTS AND CONCLUSION:** Femoral condyle fracture caused the damage to normal anatomic structure of knee joint, changed normal anatomical axis and the mechanical axis of knee joint. Therefore, anatomic reduction and rigid internal fixation are necessary. During treatment, the advantages and disadvantages of various fixation methods should be known. It is necessary to fully evaluate the type of intercondylar fractures of the femoral

Tan Lin-qiang, Studying for master's degree, Department of Orthopedics, Fifth Affiliated Hospital, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

Accepted: 2014-06-19

condyle and soft tissue injury. According to biological characteristics of the human body and mechanical property, internal fixation device should be reasonably used. Individual treatment programs should be provided. Thus, the occurrence of postoperative complications should be reduced utmostly, resulting in a satisfactory repair outcome.

**Subject headings:** femoral fractures; internal fixators; soft tissue injuries; biomechanics

Tan LQ, Cui Y, Zhang H. Biomechanical changes after implant fixation for femoral condyle fracture. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2014;18(31):5050-5055.

## 0 引言 Introduction

骨折的固定和坚强固定导致的应力遮挡一直是骨科界未能妥善解决的矛盾。应力遮挡效应的实质是抑制了骨痂生成反应,骨折愈合需要一个最佳的应力范围已被实验证实和人们接受。根据Wolff定律,要使修复后的骨组织能适应肢体的功能,在骨组织的修复过程中应始终受到良好的应力刺激。因此,最理想的内固定应当是:固定早期高度稳定,并能够产生足够的压应力刺激,愈合后期则无应力遮挡。

股骨髁骨折手术治疗的目的是保持肢体的血液供应、长度、轴线、旋转功能和关节面的解剖复位、可靠的内固定及早期积极功能锻炼。解剖复位、牢固固定是膝关节早期活动的基础,而早期进行膝关节功能主动锻炼,3周后主动活动欠佳、软组织条件差者借助关节功能练习器(CPM)进行连续被动活动,可以维持和增加关节活动度,减轻肿胀,防止粘连、挛缩和僵硬。对关节粉碎性骨折,能利用活动时互相适应力量对骨折块进行二次造模成形,同时可以改善软骨细胞的新陈代谢,刺激关节软骨细胞增生,也可使软骨下骨组织中血液未分化细胞发生软骨样变,修复关节软骨,避免或减轻创伤性关节炎的发生。

髁上骨折、髁间骨折常因粉碎不稳定和波及关节面,临床处理相当棘手。常见的并发症有骨延迟愈合、骨不连、断钉及断板等。文章着重从骨折分型、骨愈合及功能恢复方面进行了各种不同内固定方法的比较和分析,进而来指导临床上对不同类型骨折修复方法的合理选择。保守治疗难以达到解剖复位,效果常不满意。骨折准确复位和膝关节功能最大限度的保留成为治疗的中心问题。因此,人们一直在探寻疗效确切的内固定方法。随着现代救治水平的提高,解剖复位骨折断端,坚强内固定是获得膝关节最佳功能的先决条件,切开复位内固定配合早期功能锻炼可较好解决上述问题。

## 1 资料和方法 Data and methods

**1.1 资料来源** 由第一作者检索2000年1月至2014年4月PubMed数据(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed>)及CNKI中国期刊全文数据库(<http://www.cnki.net/>),以“emoral condyle fracture; internal fixation; biomechanics; load - displacement; axial stiffness; horizontal shear stiffness”为英文检索词,“股骨髁

骨折;内固定器械;生物力学;载荷-位移;轴向刚度;水平剪切刚度”为中文检索词,检索摘要内同时包含上述检索词的文献,并且中文文献排除篇名内包含“股骨”的所有文献,总计英文文献50篇,中文文献92篇。

**1.2 纳入标准** ①文章所述内容需为股骨髁骨折内固定治疗的临床试验研究,或者与生物力学方面相关的报道。②同一领域选择近期发表或在权威杂志上发表的文章。

**1.3 排除标准** 重复性研究。

**1.4 数据的提取** 计算机初检得到142篇文献,阅读标题和摘要进行初筛,排除中英文文献重复报道和因观察对照内容、因素、目的不同重复报道的病例,及文献内容与股骨髁骨折、内固定、生物力学的临床观察不相关的内容。

**1.5 质量评估** 符合纳入标准的39篇文献中,有27篇是关于股骨髁骨折临床试验的相关报道,5篇是关于生物力学的相关报道,7篇是关于股骨髁骨折内固定的相关报道(图1)。

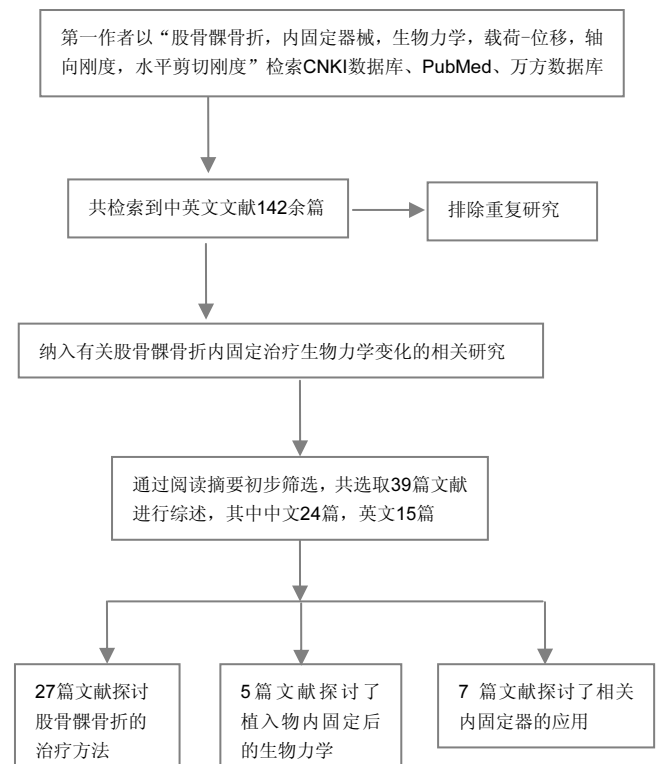


图1 股骨髁骨折植入物内固定后生物力学变化的文献检索流程图

## 2 结果 Results

**2.1 对股骨髁骨折的非手术治疗** 非手术治疗主要是指牵引、管形石膏固定及支具固定等手段。在20世纪早期由于缺少合适的内固定器械, 非手术治疗股骨髁骨折要比手术治疗效果好。有研究回顾213例股骨髁上及髁间骨折, 非手术治疗满意率为67%, 手术治疗为54%, 保守治疗的延迟愈合或不愈合发生率为9.7%, 大多术后仍需固定, 适用于无移位骨折或儿童青枝骨折。由于非手术治疗带来的长期卧床所引起的并发症、较长的住院时间以及所引起的膝关节功能障碍, 现在已少用。1970年前由于股骨髁上区域皮质薄、骨折粉碎、骨质疏松和髓腔宽, 使用内固定相对困难, 传统非手术治疗包括闭合复位骨折、骨牵引和管型石膏。其中以管型石膏为主要治疗方法, 因其可减少股骨髁骨牵引时间, 其主要并发症是骨折畸形愈合和膝关节活动受限。

**2.2 对股骨髁骨折的手术治疗** 股骨髁是股骨远端和股骨髁关节面的移行区, 严重的软组织损伤, 骨折端粉碎, 骨折线延伸到膝关节装置的损伤常见。股骨下端骨折因其特殊的解剖位置及解剖特点, 可分为股骨髁上骨折、双髁骨折、单髁骨折和股骨下端骨骺分离。为使股骨下端复杂骨折达到最佳治疗效果, 探讨根据不同骨折类型、损失机制、周围血运、年龄及生物力学上的稳定性选择不同内固定器材。

**2.2.1 动力髁螺钉置入修复股骨髁骨折** 股骨髁上骨折多为高能量损伤所致, 常造成粉碎性骨折并累及关节面。治疗的目的是关节面解剖复位, 恢复正常的骨干力线、长度和旋转关系, 恢复膝关节功能。保守治疗疗效欠佳, 易发生膝关节内外翻、旋转短缩畸形及关节僵硬。焦坤等, 通过29例应用动力髁螺钉手术内固定治疗股骨髁上骨折, 获得86.2%的优良率, 动力髁螺钉治疗股骨髁上骨折具有操作简单、固定可靠等优点, 是治疗股骨髁上骨折的有效办法<sup>[1]</sup>。O'Connor-Read等<sup>[2]</sup>应用的股骨标本将动力髁螺钉和逆行髁上髓内钉进行了比较, 他们发现动力髁螺钉在扭转、内外弯曲及前后侧弯曲时较为坚固。应用动力髁螺钉在技术上比角钢板更容易, 可在矢状平面上调整<sup>[3]</sup>。动力髁螺钉适用于股骨髁上和髁间骨折<sup>[4]</sup>。动力髁螺钉操作比角钢板简便, 可以在冠状面上任意调整。Dar等<sup>[5]</sup>通过31例股骨髁或髁间骨折, 动力髁螺钉是可以有效治疗股骨髁上及髁间骨折, 但是动力髁螺钉操作较为复杂、创伤大, 应用于髁间严重粉碎骨折(C2, C3型)时, 粉碎严重的髁部使髁螺钉难以真正起到加压作用; 同时由于髁螺钉扩孔时, 大量松质骨被刮除, 使得原本已经粉碎的髁间更加空虚, 易造成远期髁螺钉松动退出, 广泛的软组织解剖可导致感染和粉碎性骨折多需植骨; 且对关节内骨折支撑无支撑作用<sup>[6]</sup>。

**2.2.2 LISS微创钢板置入修复股骨髁骨折** LISS钢板

基于微创外科, 可明显提高手术治疗股骨远端及骨质疏松性骨折的临床效果, 良好的骨折复位是发挥LISS钢板优势的前提<sup>[7]</sup>。LISS钢板的形状设计与骨的解剖轮廓一致, 手术中无需预弯、塑形、应用方便, 节省手术时间有关。LISS钢板手术时无须广泛切开暴露, 减少了骨膜等软组织的损伤, 减少出血量, 有利于骨折的愈合, 在骨面上不产生额外的压力, 降低了接骨板对骨膜的压迫性损伤, 尽可能多地保护了骨骼的血运, 还在于可对关节面骨折行复位及固定, 关节骨折需要解剖复位及绝对稳定性以促进关节软骨的愈合及早期活动, 适用于股骨髁间合并髁上粉碎性骨折<sup>[8]</sup>。LISS可用于所有股骨远端骨折包括复杂的C型骨折、假体周围骨折, 以及骨质疏松性骨折。可提供良好的稳定, 可以促进形成、稳定软组织, 并可置入下肢双侧或分段骨折, 以及在关节外和C1型骨折, 以减少翻修手术的危险性<sup>[9]</sup>。其次由于锁定技术的应用, 对骨质疏松、复杂、粉碎的髁上骨折可以达到单侧的坚强固定, 不易产生内、外翻成角及固定不稳定等情况, 有利于远端骨折以及残留骨块较少的时候进行较坚强的固定, 生物力学研究结果表明, 通过置入LISS可提供较好的稳定性<sup>[10]</sup>, 对骨折处的严重缺损可起到保持长度并支撑的作用, 坚强的固定也允许患者进行术后早期功能锻炼, 达到较好的功能恢复<sup>[11]</sup>。适用于III级开放性损伤和C2、C3骨折, 尤其适合于骨质疏松患者<sup>[12]</sup>。但是远端螺钉插入股骨远端关节线应完全平行, 螺钉有任何角度偏差时可能导致外翻或内翻的偏差, 以及插入工具的复杂性不利于生物力学稳定性<sup>[13]</sup>, 导致其使用的有限性。

**2.2.3 逆行髁上髓内钉置入修复股骨髁骨折** 逆行髁上髓内钉符合股骨远端生物力学的要求, 接近下肢力线, 为均分负荷型内固定, 能有效防止缩短和旋转; 软组织剥离较少, 不破坏外骨膜, 对骨折端血循环破坏少; 而且操作方便, 可明显缩短手术时间和出血较少, 是治疗股骨远端骨折的一种理想方法<sup>[14]</sup>。虽然存在固定和取钉时2次损伤膝关节的缺点, 但在严格操作、牢固固定后行早期的膝关节功能锻炼, 可取得良好的临床疗效。带锁髓内钉的固定方式为中央型内夹板式固定, 它不同于钢板螺钉的偏心式固定, 对骨折的固定为应力分享式固定, 有利于骨痂的塑形。中心固定在理论上优于外固定, 可减小力臂和降低内外翻成角及内固定失效的发生率<sup>[15]</sup>。根据其生物力学特点, 逆行髁上髓内钉具有并发症发生率低和疗效率满意的优点<sup>[16]</sup>。髓内钉的抗扭转强度较低, 但髓内钉具有一定的弹性, 变形后能够恢复, 仅造成少量骨内的滑动。髓内钉固定为闭合复位或有限切开复位提供了基础, 其对骨折块骨膜和骨折端软组织血运干扰小, 避免了不必要的植骨, 手术时间短, 出血少, 感染率低, 对患者全身影响小<sup>[17]</sup>。适用于肥胖患者, 以及带开放切迹的全膝假体上方骨折, 降低关节内骨折

不愈合, 成功的减少关节面损失并加强稳定性<sup>[18]</sup>。髁上髓内钉治疗股骨远端骨折有失血较少、骨折愈合较快、无骨不连及成角畸形的发生等优点<sup>[17]</sup>。

**2.2.4 AO 解剖型股骨髁支持钢板置入修复股骨髁骨折** AO 解剖型股骨髁支持钢板适用于股骨远端复杂骨折的内固定治疗, 尤其在C2、C3型骨折处理上具有明显的优势。即使对于粉碎严重的髁间骨折也能提供多平面三维立体固定, 同样也适合股骨远端其他各种类型的骨折的固定。AO股骨髁支持钢板的外形与其解剖形态较为匹配, 术中无需预弯, 能够紧密贴服, 固定牢靠<sup>[19]</sup>。钢板远端呈翼状三角形, 充分利用了股骨髁的有效固定空间, 能在髁部形成多点固定和侧方拉力达到坚强固定。而髁上侧方钢板则提供轴向支持, 从而保证了骨折的连续性和完整性, 为术后早期活动创造了良好的条件<sup>[20-21]</sup>。对于距关节面小于3 cm的经髁骨折或内、外髁粉碎性骨折, 以及冠状面或关节面严重粉碎性骨折(C型)尤为适合, 能够解决其他内固定材料所不能解决的远端固定问题<sup>[22]</sup>。通过三点弯曲和扭转刚度的测量, AO 解剖型股骨髁支持钢板能较好适用于股骨远端各种类型复杂骨折的内固定治疗, 尤其在C2、C3型骨折处理上具有明显的优势。AO股骨髁支持钢板作为髓外固定也存在缺陷, 不利于膝关节早期活动及负重<sup>[23]</sup>。

**2.2.5 锁定钢板置入修复股骨髁骨折** 锁定钢板是在有限接触动力加压钢板、点触式内固定系统等多种内固定技术和临床研究的基础上发展起来的, 靠螺钉帽上的螺纹与钢板上对应的螺纹之间形成一体化的内支架, 把骨与钢板连系在一起, 不会造成骨折复位的II期丢失, 可以减少局部血运因手术造成的二次破坏, 最大限度地保留了局部骨折块及软组织的血运, 骨膜不必剥离太多, 不要求钢板与骨的紧密贴合, 可有效保护骨折处两端的血供, 有利于骨折愈合, 不会发生退钉现象, 特别适用于松质骨部位和骨质疏松的患者。术后可早期功能锻炼, 不必长期卧床, 产生创伤性关节炎及术后产生关节内粘连的可能性明显减小, 有利于关节功能的早期恢复<sup>[24]</sup>。由于锁定螺钉没有骨折块之间的加压作用, 复位时需使用克氏针、普通螺钉或复位钳, 为防止关节面变窄, 对关节面固定时要用全螺纹松质骨螺丝钉<sup>[25]</sup>。对位于干骺端的大皮质骨块, 复位后用适当的方法给予良好的固定, 利用其桥梁作用, 骨重建时可经此皮质骨逐渐爬行替代, 有利于维持股骨髁部的力学轴线<sup>[26]</sup>。对于有骨质缺损的患者, 同时要人工骨或者自体骨移植填充缺损, 否则很难保持原先股骨髁部的形态和术后的功能恢复。对正常骨质或骨质疏松的骨折均可提供足够的固定, 成了临床创伤治疗中不可或缺的内置物, 尤其对于干骺端骨折、粉碎性骨折。对于C3型骨折、髁部冠状面骨折, 锁定钢板的优点在于带锁

定头的螺钉不存在牵拉应力, 不会产生复位丢失, 能使粉碎骨块维持在良好的解剖位置, 且螺钉不会退出, 对骨膜无压迫, 对骨折处软组织血供影响小<sup>[27]</sup>, 股骨髁间C1型骨折内固定模型, 可以满足生物力学测试的要求, 通过检测载荷-应变、载荷-位移, 内固定的刚度等3个指标, 证实体外标本测试锁定钢板的生物力学性能优于螺钉髁动力和股骨髁支持钢板<sup>[28]</sup>。由于不直接暴露骨折部位, 术中透视骨折复位状况; 视野的限制增加了复位难度, 须充分掌握手术部位的立体解剖和骨折的移位机制, 否则难以使骨折微创复位<sup>[29]</sup>。

**2.2.6 双钢板置入内固定修复股骨髁骨折** 极低位的股骨远端骨折合并广泛的关节面及干骺端粉碎, 单纯外侧钢板固定可能不稳定, 如果外侧钢板固定后仍不稳定, 建议增加内侧钢板。为减少软组织剥离, 内侧钢板最好另行内侧切口。从内外侧柱进行固定, 有利于碎骨块较好的解剖复位, 又具有夹持挤压作用, 防止骨块左右移位, 同时在相对稳定对侧安置1块锁定加压钛板, 恢复股骨原有解剖长度, 防止术中、术后股骨远端骨块复位后二次移位。双钢板固定牢固, 便于早期膝关节进行功能锻炼, 提高疗效。更符合骨折固定的生物力学要求, 克服了单侧钢板偏心位固定的弊端, 同时骨缺损区充分置入, 亦为骨折良好愈合的重要因素<sup>[30]</sup>。切开复位双钢板内固定治疗股骨髁间C3型骨折具有并发症少、固定牢固、骨折愈合快等特点<sup>[31]</sup>, C3型复杂股骨远端骨折与预期较低的并发症发生率低和较好的解剖重建, 特别是提供髁上囊区的良好重建<sup>[32]</sup>, 恢复满意的长度, 骨折旋转和断端对齐可得到纠正<sup>[33]</sup>, 坚强内固定, 允许膝关节早期活动, 保护软组织和运用微创技术, 最大限度地减少软组织的并发症<sup>[34]</sup>。获得良好的临床效果。对一些严重粉碎的碎骨可放在双钢板之间, 确保负重力线正常, 符合生物力学原理, 解决了单侧钢板偏心位固定的弊端, 为治疗髁部粉碎性骨折提供了新的方法。

**2.2.7 弹性髓内固定修复股骨髁骨折** Zickel钉、Rush钉、Ender钉、“X”型张力钉及矩形钉等髓内固定, 如Zickel髁上固定器械由2枚弧形的或塑料的髓内钉组成, 钢钉的骨干端具有弹性, 而其髁部端则钢性较大, 在钢钉的髁部末端有带角度通道, 用于插入螺丝钉, 经这对髓内钉髁部末端的各个通道插入松质骨螺丝钉, 可将其锚定在股骨髁较软的松质骨内。有研究通过对33例股骨远端骨折合并骨质疏松性患者的老年患者行Zickel髁固定后, 术后均愈合较好, 无并发症。Moazen<sup>[35]</sup>、Stepanović等<sup>[36]</sup>利用有限元法分析证实弹性内固定技术简单, 患者耐受性好手术并发症少, 适应于老年合并骨质疏松不耐受坚强内固定治疗的患者。

**2.2.8 加压螺钉置入修复股骨髁骨折** 股骨髁冠状面骨折又称Hoffa骨折, 是一种较特殊类型的骨折, 其在

四肢骨折中发生率较低, 但因其属关节内骨折, 若处理不当, 往往容易造成不良后。对于股骨髁部骨折, 大多数学者主张行切开复位内固定, 尤其是骨折移位大于3 mm时, 手术可达到解剖复位, 并能修复韧带, 早期进行功能锻炼, 有利于关节功能恢复。只前内固定方法较多, 采用的有松质骨螺钉、托力螺钉、可吸收螺钉、同种异体皮质骨螺钉等加压螺钉固定治疗Hoffa骨折, 效果良好<sup>[37]</sup>。Hoffa双髁骨折切开复位内固定具有良好的临床结果在18个月的随访。Ul Haq等<sup>[38]</sup>采用单侧切定向螺钉治疗双Hoffa骨折, 没有发生任何内翻或外翻, 达到解剖复位和坚强的内固定, 并允许早期活动。螺钉近乎垂直方向固定骨折块时, 可发生较大的纵向压力, 使骨折面形成嵌合, 增加骨块的稳定性, 有效地抵抗了移位倾向, 保护了新生毛细血管及骨折处血循环的重建, 促进了骨折愈合。

**2.3 外固定修复股骨髁骨折** 外固定架的普遍应用, 提高了骨折治疗中的治愈率, 减少了并发症, 降低了病残率<sup>[39]</sup>。近年来, 对股骨髁部严重粉碎骨折并骨缺损应用超关节外固定和有限化内固定, 在恢复骨的结构完整性、支撑性及肢体长度的前提下, 对骨折端适度加压, 并行一期或二期植骨, 不但增加骨折端的稳定性而且刺激骨痂生长, 加快骨折愈合。关节功能障碍、创伤性关节炎等并发症明显减少, 取得了良好的疗效。外固定支架固定下, 骨折端获得了良好的稳定性, 符合弹性固定的要求, 当长骨接受轴向压力时, 压力向骨折端传递, 能刺激骨痂生长, 有利于骨痂的塑形达到骨的优化愈合。

### 3 讨论 Discussion

股骨髁由股骨下端内、外两髁和髁间窝组成, 与髌骨及胫骨平台构成膝关节的骨性支架, 两髁呈半球形、大小不一与髌骨及胫骨平台的接触大小亦不同, 两髁前后长轴互不平行而向后分开, 内侧轴较外侧轴倾斜明显, 与关节面横轴呈约120°交角。复杂的解剖特点都是为了与髌骨、胫骨平台协同完成膝关节特殊功能的最基本解剖结构, 而股骨髁部骨折可以造成膝关节正常解剖关系的破坏, 改变膝关节正常的解剖轴和机械轴, 所以必须解剖复位和坚强固定。股骨髁部骨折内固定方法繁多, 但合理选择内固定方式对临床起着决定性的作用。

**内固定材料的生物力学特性与选择:** 动力髁螺钉由钢板和髁螺钉两部分组成。动力髁螺钉抗扭曲强度最大的, 这可能是由于大的螺钉具有较强的把持力, 或者是与该内固定器械的整体强度有关。使用时要求髁远端骨块最短有4 cm, 对治疗C2及C3型骨折有很大的局限性。逆行髁上髓内钉抗扭曲强度不及钢板, 钉在压缩性横行骨折和裂缝骨折模型上明显坚强, 适

用于对同侧股骨存在其他内固定物的股骨髁上移位骨折, 特别是全膝关节置换后股骨髁上骨折, 因其均匀负荷, 无应力遮挡, 且对于A型及部分C型骨折均可适用。但对C3型及部分C2型粉碎性骨折患者的选择有一定局限性。AO解剖型股骨髁支持钢板能较好适用于股骨远端各种类型复杂骨折的内固定治疗, 尤其在C2、C3型骨折上具有明显的优势, 因骨折块被稳定地固定在钉板锁扣时的位置, 不存在骨向接骨板方向的牵拉, 可以维持骨折的一期复位。LISS适用于III级开放性损伤和C2、C3骨折, 尤其适合于骨质疏松的患者。LISS在抗旋转能力方面明显强于普通钢板。双钢板置入内固定治疗股骨远端粉碎性骨折合并髁间骨折可有效维持碎骨块的解剖复位, 防止术后固定角度的丢失, 增强骨折内固定的稳定性和牢固性, 能满足早期功能锻炼的要求, 减少软组织并发症, 符合生物力学原理。弹性髓内固定在轴向压缩、弯曲、扭转强度和刚度上以及承载能力方面优越, 应力遮挡保护率特别低, 弹性固定可加速骨折的愈合, 远端自锁, 勿需特殊的设备; 手术操作简单, 适用于老人及小孩骨折。加压螺钉内固定常用于B型及A1型中单纯撕脱骨折, 手术范围小, 软组织损伤少, 简化了手术操作, 减少了感染机会, 特别适用于开放性骨折的治疗。

综上所述, 只有掌握各种治疗方法的利弊, 全面评估股骨远端及股骨髁及髁间骨折的类型和软组织损伤的程度, 才能提高有效的个体化治疗方案, 从而最大程度减少术后并发症的出现达到满意的治疗效果。股骨髁骨折的治疗多种多样、各有优势, 也有不足。随着新的更符合人体生物特点、力学性能、更合理的内固定器械的不断研究和应用, 股骨髁骨折的治疗效果将会有更大的提高。

**作者贡献:** 第一作者构思并设计综述, 分析并解析数据, 所有作者共同起草, 第一作者对文章负责。

**利益冲突:** 文章及内容不涉及相关利益冲突。

**伦理要求:** 无涉及伦理冲突的内容。

**学术术语:** 逆行髁上髓内钉-逆行髁上髓内钉符合股骨远端生物力学的要求, 接近下肢力线, 为均分负荷型内固定, 能有效防止缩短和旋转; 软组织剥离较少, 不破坏外骨膜, 对骨折端血循环破坏少; 而且操作方便, 可显著缩短手术时间, 出血较少, 是治疗股骨远端骨折的一种理想方法。

**作者声明:** 文章为原创作品, 无抄袭剽窃, 无泄密及署名和专利争议, 内容及数据真实, 文责自负。

### 4 参考文献 References

- [1] 焦坤. 动力性髁螺钉固定系统在股骨髁上骨折中的应用[J]. 临床误诊误治杂志, 2007, 20(3): 64-65.

- [2] O'Connor-Read LM, Davidson JA, Davies BM, et al. Comparative endurance testing of the Biomet Matthews Nail and the Dynamic Compression Screw, in simulated condylar and supracondylar femoral fractures, *Biomed Eng Online*. 2008; 7: 3.
- [3] 沈文东, 范卫民. 股骨髁部不稳定骨折四种内固定方法的生物力学[J]. *南京医科大学学报*, 2005, 25(11): 789-792.
- [4] 李重茂, 陈昌伟. 动力髁螺钉系统治疗股骨髁部复杂性骨折[J]. *骨与关节损伤杂志*, 2002, 17(4): 303-304.
- [5] Dar GN, Tak SR, Kangoo KA, et al. Bridge plate osteosynthesis using dynamic condylar screw (DCS) or retrograde intramedullary supracondylar nail (RIMSN) in the treatment of distal femoral fractures: comparison of two methods in a prospective randomized study. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2009; 15(2): 148-153.
- [6] 李雄波, 陈建锋. 动力髁螺钉内固定治疗股骨髁上和髁间骨折25例[J]. *湖北中医学院学报*, 2007, 9(2): 59-60.
- [7] 陈新, 闰旭. 微创稳定系统(LISS)和解剖钢板治疗股骨远端复杂骨折的对比研究[J]. *中华骨科杂志*, 2010, 30(3): 260-262.
- [8] 施纯南, 王万宗. 有限切开结合LISS钢板治疗股骨髁间髁上粉碎骨折[J]. *实用骨科杂志*, 2011, 45(3): 243-250.
- [9] Hierholzer C, von Rüden C, Pötzel T, et al. Outcome analysis of retrograde nailing and less invasive stabilization system in distal femoral fractures: A retrospective analysis. *Indian J Orthop*. 2011; 45(3): 243-250.
- [10] Douša P, Bartoniček J, Luňáček L, et al. Ipsilateral fractures of the femoral neck, shaft and distal end: long-term outcome of five cases. *Int Orthop*. 2011; 35(7): 1083-1088.
- [11] Xiong J, Fu ZG. Retrospective study of therapy of periprosthetic femoral supracondylar fractures after total knee arthroplasty with open reduction and less invasive stabilization system (LISS) internal fixation. *Beijing Da Xue Xue Bao*. 2011; 43(5): 714-717.
- [12] Hierholzer C, von Rüden C. Outcome analysis of retrograde nailing and less invasive stabilization system in distal femoral fractures: A retrospective analysis. *Indian J Orthop*. 2011; 45(3): 243-250.
- [13] 贺良, 郭维光, 孙林. 股骨髁上骨折的手术治疗[J]. *中华外科杂志*, 2005, 43(4): 235-237.
- [14] 孙林, 刘兴华. 带锁髓内钉治疗新鲜四肢长骨干骨折1224例疗效分析[J]. *中华骨科杂志*, 2005, 25(3): 129-135.
- [15] 倪文卓, 魏鑫铭. 逆行髓内钉固定治疗股骨髁上及中下段骨折96例近期疗效分析[J]. *山东医药*. 2011, 51(48): 69-70.
- [16] Wu CC. Retrograde dynamic locked nailing for valgus knee correction: a revised technique. *Int Orthop*. 2012; 36(6): 1191-1197.
- [17] 陈晓东, 周之德. 逆行髁上髓内钉治疗股骨远端骨折[J]. *临床骨科杂志*, 2002, 5(4): 306-307.
- [18] Chan DB, Jeffcoat DM. Nonunions around the knee joint. *Int Orthop*. 2010; 34(2): 271-281.
- [19] 乐建辉, 吴伟. AO解剖型股骨髁钢板治疗股骨髁骨折[J]. *临床骨科杂志*, 2010, 13(3): 356.
- [20] 朱成善, 柴俊. AO解剖钢板治疗股骨髁部粉碎骨折[J]. *临床骨科杂志*, 2007, 10(1): 78.
- [21] 盛朝辉, 刘汉娇. AO解剖钢板内固定治疗股骨髁间骨折疗效分析[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2007, 22(1): 55-56.
- [22] 王治, 查振刚, 林宏生, 等. AO解剖型髁支持钢板治疗37例股骨下端复杂骨折[J]. *暨南大学学报(医学版)*, 2004, 25(2): 215-217.
- [23] Liang B, Ding Z. A distal femoral supra-condylar plate: biomechanical comparison with condylar plate and first clinical application for treatment of supracondylar fracture. *Int Orthop*. 2012; 36(8): 1673-1679.
- [24] 许冰, 周林军. 股骨远端解剖型锁定钢板治疗股骨远端粉碎性骨折[J]. *四川医学*, 2011, 32(4): 343-344.
- [25] 许光耀, 牛志强. 锁定钢板在股骨髁部骨折治疗中的应用[J]. *实用骨科杂志*, 2010, 16(7): 499-501.
- [26] 林滨, 李鄂豫. 应用解剖型锁定钢板治疗股骨髁骨折的治疗体会[J]. *中外医疗*, 2011, 30(10): 18-19.
- [27] 周拥军, 林峰. 锁定钢板固定治疗股骨髁间髁上粉碎骨折[J]. *临床骨科杂志*, 2014, 17(2): 24.
- [28] 孙权, 刘士臣, 徐伟明. 中老年股骨髁间C型骨折三种内固定的生物力学实验[J]. *中国老年学杂志*, 2013, 33(16): 49-51.
- [29] 彭箭宸. 经皮锁定加压钢板治疗股骨髁间骨折[J]. *中华创伤杂志*, 2011, 27(8): 707-709.
- [30] 张志敏, 刘建. 前正中纵行切口双钢板固定治疗C3型股骨远端骨折[J]. *中国骨伤杂志*, 2012, 25(12): 1049-1052.
- [31] 王珂, 王振昊. 双钢板内固定治疗股骨髁间C2、C3型骨折[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2006, 8(5): 487-488.
- [32] El-Sayed Khalil A, Ayoub MA. Highly unstable complex C3-type distal femur fracture: can double plating via a modified Olerud extensile approach be a standby solution? *J Orthop Traumatol*. 2012; 13(4): 179-188.
- [33] Kumar G, Peterson N, Narayan B. Bicondylar tibial fractures: Internal or external fixation? *Indian J Orthop*. 2011; 45(2): 116-124.
- [34] Prasad GT, Kumar TS, Kumar RK. Functional outcome of Schatzker type V and VI tibial plateau fractures treated with dual plates. *Indian J Orthop*. 2013; 47(2): 188-194.
- [35] Moazen M, Jones AC, Jin Z, et al. Periprosthetic fracture fixation of the femur following total hip arthroplasty: a review of biomechanical testing. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2011; 26(1): 13-22.
- [36] Stepanović Z, Zivković M, Vulović S, et al. High, open wedge tibial osteotomy: finite element analysis of five internal fixation modalities. *Vojnosanit Pregl*. 2011; 68(10): 867-871.
- [37] 潘国标, 王卫. 股骨髁冠状面骨折的诊断与治疗[J]. *中国骨伤杂志*, 2008, 21(10): 785-786.
- [38] Ul-Haq R, Modi P, Dhammi I, et al. Conjoint bicondylar Hoffa fracture in an adult. *Indian J Orthop*. 2013; 47(3): 302-306.
- [39] 万春友, 马宝通. 内、外固定结合治疗合并髁部骨折的股骨干复杂骨折[J]. *中华创伤杂志*, 2009, 25(4): 322-325.