

复发。如果闭合复位失败,则可关节镜下复位,去除骨赘,修整缺损,尽快恢复活动^[9]。

参考文献

[1] Shinji Y, Yuji A, Kazuya I, et al. Two cases of inferior dislocation of the patella with impaction into the femoral trochlea of osteophytes on the superior pole of the patella[J]. Case Rep Orthop, 2013, 2013: 691739.

[2] Banks MJ, Eastwood DM. Inferior dislocation of the patella in the degenerate knee[J]. Injury, 2002, 33(6): 528-529.

[3] Joshi RP. Inferior dislocation of the patella [J]. Injury, 1997, 28(5-6): 389-390.

[4] Garner JP, Pike JM, George CD. Intra-articular dislocation of the patella: two cases and literature review[J]. J Trauma, 1999, 47(4): 780-783.

[5] Syed MA, Ramesh P. Recurrent inferior patellar dislocation in an osteo-arthritis knee[J]. Knee, 2004, 11(2): 141-142.

[6] McCarthy TA, Quinn B, Pegum JM. Inferior dislocation of the patel-

la: an unusual cause of a locked knee[J]. Ir J Med Sci, 2001, 170(3): 209-210.

[7] Wight L, James D. Intra-articular patellar dislocation: a technique for closed reduction a case report and review of the literature[J]. JBJS Case Connect, 2017, 7(4): e94.

[8] Gavin M, Ed R, May C, et al. Intra-articular dislocation of the patella[J]. Case Rep Orthop, 2013, 2013: 535803.

[9] David B, Keen SF, Shin JR, et al. Recurrent locked knee caused by an impaction fracture following inferior patellar dislocation: a case report[J]. J Med Cas Rep, 2011, 5: 347.

[10] Jonathan H, Neil W, Scott M. Inferior intra-articular dislocation of the patella in elderly patient[J]. J Knee Surg Am 1999, 12(3): 169-171.

[11] Adeeyemi M, Hamid A, Allcock S. Inferior dislocation of the patella [J]. Injury, 1998, 29(8): 650.

(收稿日期: 2019-05-23 本文编辑: 连智华)

• 综述 •

成人肱骨远端低位通髁骨折的诊疗进展

花克涵, 查晔军, 陈辰, 卢帅, 孙伟桐, 公茂琪, 蒋协远
(北京积水潭医院创伤骨科, 北京 100035)

【摘要】 肱骨远端低位通髁骨折在成年人中罕见, 国内外报道较少, 年龄呈双峰分布, 多为老年人和年轻人。骨折线由内上髁延伸至外上髁, 位置很低, 为简单横行骨折, 属于关节外、关节囊内骨折。标准肘关节正侧位 X 线片及 CT 平扫能够明确诊断。非手术治疗仅限于完全无移位骨折、无法耐受麻醉或晚期老年痴呆的患者。切开复位内固定是一线治疗方法, 方式以平行及垂直双钢板为主, 也有研究采用平行加垂直的“双柱 4 板”固定方式以及“十”字交叉双全螺纹螺钉固定。另外, 有些特制后外侧柱钢板有外侧支撑作用, 可置入横行螺钉。而全肘关节置换仅作为内固定失效后的补救措施。目前针对肱骨远端低位通髁骨折多为回顾性研究, 证据等级较低。因此, 亟需进行前瞻性随机对照研究, 针对不同内固定方式或全肘关节置换治疗低位通髁骨折的生物力学属性及临床疗效进行更进一步的研究。

【关键词】 肱骨骨折; 骨折固定术; 综述

中图分类号: R683.4

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.08.020

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Progress on diagnosis and treatment of low transcondylar fractures of distal humerus HUA Ke-han, ZHA Ye-jun, CHEN Chen, LU Shuai, SUN Wei-tong, GONG Mao-qi, and JIANG Xie-yuan. Department of Traumatic Orthopaedics, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

ABSTRACT Low transcondylar fractures of the distal humerus in adults is rarely seen and reported in literatures. It has a bimodal distribution in terms of age, affecting the elderly and younger patients. The fracture is characterized by a very low transverse intra-capsular and extra-articular fracture lines extending from the level of lateral epicondyle to medial epicondyle.

基金项目: 国家重点研发计划资助(编号: 2017YFC0110603); 北京积水潭医院“学科新星”计划专项经费资助(编号: XKXX201604); 北京市医院管理局“登峰”计划专项经费资助(编号: DFL20150401)

Fund program: National Key R&D Program of China (No. 2017YFC01106 03)

通讯作者: 蒋协远 E-mail: jxy0845@sina.com

Corresponding author: JIANG Xie-yuan E-mail: jxy0845@sina.com

Standard elbow plain films and CT scans are crucial and indispensable for diagnosis. Conservative treatment is suitable for undisplaced fractures, patients who are intolerant of anesthesia, or people with advanced dementia. Open reduction and internal fixation (ORIF) is preferred. Parallel and orthogonal plate fixation are widely adopted while some researchers preferred criss-cross-type screw fixation or bicolumnar 90–90 plating. In addition, some customized posterolateral plates are specially designed to be able to insert a transverse screw, functioning as lateral support. However, most of the recent researches conducted on low transcondylar fractures of the distal humerus are retrospective studies with relatively lower level of evidence compared to prospective and randomized controlled ones which remain a vacancy in this field. Therefore, further studies comparing the biomechanical properties and clinical prognosis of different configurations of internal fixation or total elbow arthroplasty for the treatment of low transcondylar fractures are needed in the future.

KEYWORDS Humeral fracture; Fracture fixation; Review

肱骨远端低位通髁骨折是肱骨远端骨折中较为罕见的一种类型,骨折线经由肱骨远端外上髁横行贯穿鹰嘴和冠状突窝,延伸至内上髁,简而言之是位于内、外上髁水平的简单横行骨折,属于非关节内骨折,但属于关节囊内骨折,创伤骨科协会(Orthopedic Trauma Association, OTA)分型为 13A 2.3。临床主要倾向于手术治疗(如钢板螺钉内固定、肘关节置换等),但在具体手术方式的选择及优劣性上仍未达成共识。本文旨在对低位通髁骨折的研究现状进行回顾分析与归纳总结。

1 流行病学

肱骨远端骨折在儿童中较为常见,研究较为完整,成年人较为罕见,发病率约为每年 5.7/100 000,男女比例基本相当^[1]。肱骨远端骨折大约占所有骨折的 2%,占肱骨相关骨折的 1/3,而低位通髁骨折是一种更为少见的分型,约占肱骨远端骨折的 9%,占所有骨折的 0.18%^[2-3]。患者年龄分布呈现双峰趋势,多见于 12~19 岁年轻人高能量损伤(如车祸、高处坠落、工业意外等)和 80 岁以上老年人低能量损伤(不慎摔倒),后者更多见且合并骨质疏松,常为站立高度摔倒^[2-4]。

2 外科解剖

肘关节是一个单轴合页关节,通过肱桡关节和上尺桡关节发挥旋转功能,通过肱尺关节实现铰链样屈伸活动,两种活动基本相互独立。肱骨由骨干部向远端延伸并呈倒“Y”形分开,内外侧分别偏离骨干轴线约 45°和 20°,形成内、外侧柱结构以及内、外上髁的骨性凸起。滑车位于内外侧柱之间,三者形成三角形结构维持肱骨远端骨性稳定性,并与尺骨鹰嘴半月切迹形成屈戌关节,关节面占 270°。而肱桡关节对位关节面占 180°,后方无关节软骨覆盖且骨面相对平坦,适合放置钢板^[5]。

肱骨远端形态具有外翻、内旋、前倾的特点。在冠状面上,滑车轴相对于肱骨长轴外翻 4°~8°。配合尺骨活动后,外翻角增大到 10°~17°,即提携角。在矢状面上,肱骨远端逐渐向前下方曲性延伸形成 35°~

40°的前倾角,外侧柱及肱骨外上髁向前方倾斜,而内侧柱与内上髁与肱骨干同轴,从而形成滑车轴 3°~8°的内旋。滑车上方为鹰嘴窝(后)和滑车窝(前),屈伸时分别与相对应尺骨结构形成嵌套结构,维持关节稳定^[5]。

除了骨性结构外,韧带和肌肉也是稳定关节的重要结构。内(尺)侧副韧带复合体包括前、后、横 3 部分,3 者位置关系虽有解剖变异,但其中前束抵抗外翻及稳定关节作用最强并且影像学最易辨认。外侧副韧带复合体包括桡侧副韧带,外侧尺侧副韧带和环状韧带,其中外侧尺侧副韧带是最主要的抵抗后外侧旋转不稳定的结构。而肌肉直接决定了各个方向上的活动能力,屈曲运动主要依靠肱肌、肱二头肌和肱桡肌,伸直运动主要依靠肱三头肌和肘肌,屈伸的范围在 0°~150°;旋前运动范围在 0°~75°,主要依靠旋前圆肌和旋前方肌;旋后运动范围 0°~85°,主要依靠肱二头肌和旋后肌。

3 骨折分型

AO/ASIF 分型是目前肱骨远端骨折最常用的分类方法,分型较为全面,包括 A(关节外)、B(部分关节内)、C(完全关节内)3 大类;根据骨折类型、粉碎情况、严重程度等分为 A1-3, B1-3, C1-3 等 9 个组,再将每组按不同骨折形态细分为 3 个亚组,共 27 个亚组,61 个小类^[6]。肱骨远端低位通髁骨折属于关节外骨折,关节囊内骨折,是横行的简单干骺端骨折。因此,AO 分型为 13A 2.3。AO/ASIF 分型内容详细,分类全面,基本涵盖肱骨远端骨折的全部形态学特点。但该分型结构复杂,种类繁多,记忆相对困难,临床应用有一定局限性。

目前国内外文献尚无针对肱骨低位通髁骨折的特殊骨折分型,仅有早在 1989 年 Perry 等^[4]首次报道该骨折时将其分为 4 种类型:A 型—无移位;B 型—简单移位;C 型—T 型骨折;D 型—骨折伴前脱位。A 和 B 型仅存在横行骨折线,由内上髁延伸至外上髁;而 C 型和部分 D 型中包含累及关节面的垂直骨折线,不属于本文所述的骨折类型。这种分型强调

远端骨折块与近端的相对位置,进一步细化了 AO 分型,虽然其仅针对低位通髁或髁间骨折,适用范围较为局限,但仍为临床决策(保守或手术)以及手术方案的制定提供了良好的基础。

4 影像学评估

标准肘关节前后位及侧位 X 线片(图 1)对于肱骨远端骨折明确诊断及排除合并损伤至关重要,尤其对于低位通髁骨折,通过分析骨折线走行及分布基本能够明确临床诊断。拍摄前后位时,肘关节伸直位且前臂中立/旋后位放置于拍摄平面上(或屈曲 40°,避免鹰嘴对肱骨远端成像的遮挡^[7]),可见由内上髁延伸至外上髁的横行骨折线,多数情况下走行为外下到内上,内侧较外侧位置稍高,可能是由于内上髁突起角度大,较外侧形态陡峭,更难由尖端向外侧柱劈裂。拍摄侧位时,肘关节屈曲 90°,前臂保持中立位,同时肩关节外展 90°,由上至下摄片,可见由前向后短斜行或水平行骨折线,走行方向不固定,但是其与水平面向下的夹角越大,远端骨折块体积就越小,内固定手术难度也就越大,远端骨折块的稳定性也就越差,术后内固定物失效的风险也就越高。

X 线片有时因患者体位不标准、姿势受限、石膏影遮挡等原因,摄片显示骨折线并不清晰,难以分辨。因此,电子计算机断层扫描(computed tomography, CT)(图 1)对于明确诊断至关重要。肘关节 CT 平扫能够更加具体地明确骨折是否累及关节面、关节对合状态以及骨折粉碎情况,并进一步指导手术方案的制定。通常来说,CT 横断面能够除外髁间骨折,而冠状位及矢状位断层扫描能够准确描述骨折线在内外上髁的走行,减少由于 X 线前后位上骨性结构重叠遮挡或摄片不标准导致的漏诊或错诊。

Doornberg 等^[8]令 5 名观察者对 30 例肱骨远端关节内骨折进行二维及三维 CT 影像学评估,发现三

维 CT 能够显著提高骨折分型的观察者内及观察者间的可信度,而在骨折特征描述(Kappa2D=0.554, Kappa3D=0.79)及临床决策制定(Kappa2D=0.62, Kappa3D=0.75)方面,三维 CT 仅能显著提高观察者内可信度而对观察者间可信度无明显提升。由此可见,低位通髁骨折是简单横行骨折,无关节面受累,无严重粉碎骨块,三维 CT 及重建的作用其实并不大,二维 CT 足以明确诊断。但不可否认的是,三维 CT 能够直观地评估骨折远端骨块大小及形态,全面立体地描述骨折线走行,对手术方式的选择和制定有一定程度的帮助。

5 治疗

5.1 非手术治疗

肱骨低位通髁骨折采取非手术治疗的原则与大多数肱骨远端骨折相同,仅限于完全无移位骨折、无法耐受麻醉或晚期老年痴呆的患者。保守治疗方式应采取长臂后托石膏/支具屈肘 90°固定,为避免肘关节僵硬,制动最好不超过 2 周,此后改换为功能性支具同时加强肘、肩、腕的康复锻炼^[1]。对于因合并症而无法手术的复杂骨折,可采取骨袋疗法,即屈肘 60°制动 2~3 周后行功能锻炼^[9]。Aitken 等^[10]回顾性分析了 40 例采用骨袋行保守治疗的对功能要求较低的老年肱骨远端骨折的短-中期预后,认为保守治疗对于低需求老年患者既能够避免较大的手术风险,同时能够达到可接受的关节功能。

但是,手术治疗仍然是绝大部分患者的最佳选择,预后明显优于保守治疗。Nauth 等^[1]汇总分析了 Zagorski 等^[11]和 Srinivasan 等^[12]的研究,发现非手术治疗相比手术治疗更倾向于出现不可接受的预后结果(RR=2.8),而手术治疗对于达到解剖复位、缓解疼痛、促进关节活动度恢复方面明显优于非手术治疗。因此,对于肱骨远端低位通髁骨折,只要身体条件及



图 1 低位通髁骨折患者的肘关节正位(1a)侧位(1b)X 线片及 CT 冠状面(1c)

Fig.1 AP X-ray (1a), lateral X-ray (1b) and coronal view of CT scan (1c) of low transcondylar fracture from a typical patient

皮肤软组织情况允许,均应积极采取手术治疗,而保守治疗只针对完全无移位骨折、无法耐受麻醉以及晚期老年痴呆等无法耐受手术的患者。

5.2 手术治疗

5.2.1 手术方式的选择及治疗难点 早在 1989 年, Perry 等^[4]通过较为详尽的案例系列的形式,对 11 例低位通髌骨折的手术治疗及预后进行了回顾性分析。纳入的病例中有 2 例为本文研究范围(B 型—简单移位),均采用内外侧柱交叉双空心螺钉固定。术后随访骨折均愈合,均未出现严重并发症。屈曲基本恢复,伸直稍受限,1 例出现旋前受限(60°)。虽然该研究纳入的病例数较少,随访数据欠完整,但首次明确了低位通髌骨折的定义,提供了便捷有效的分型,奠定了手术治疗低位通髌骨折的基础。

对于年轻人来说,切开复位钢板螺钉稳固肱骨远端双柱结构始终是金标准,但伴随而来的术后并发症,如肘关节僵硬、骨不愈合、延迟愈合、感染、内固定失效、尺神经麻痹等,严重影响术后关节功能恢复以及患者对日常生活的满意度。而老年患者本身骨质相对薄弱,易发生脆性骨折,且多表现为干骺端粉碎,加之其皮肤及软组织条件较差,合并症较多,术中复位难度较大,难以完全恢复关节面对合,而出现术后不愈合、内固定失效等并发症的发生率更高,整体预后相对较差。因此,随着肘关节半限制性假体的出现与迅速发展,全肘关节置换逐渐成为治疗肱骨远端骨折的重要手段,有进一步取代切开复位内固定的趋势^[13]。Mckee 等^[14]在一项针对 42 例 65 岁及以上患者的多中心、前瞻性、随机对照试验中发现,全肘关节置换组(total elbow arthroplasty, TEA)在 2 年随访中 MEPS 评分(mayo elbow performance score, MEPS)均优于 ORIF 组(open reduction and internal fixation, ORIF), DASH 评分(disability of the arm, shoulder, and hand, DASH)在 6 周、6 个月优于 ORIF 组,而术后 12、24 个月随访时比较无显著性差异。因此,认为对于内固定难以稳定维持的复杂、粉碎、关节内的肱骨远端骨折,TEA 优于 ORIF。

因此,TEA 的应用越来越广泛,适应证也在不断扩大。通常上来说,TEA 术后患肢负重理论上不得超过 5 kg,虽然不影响日常生活起居,但对于体力劳动者、健身教练、运动员等需要上肢力量的职业来说,无疑是很大的打击。笔者认为,对于肱骨低位通髌骨折来说,选择合适的手术方法至关重要,需要严格把握适应证,综合考虑各方面因素,尤其是对于年轻患者。因此,TEA 不一定是最好的选择

近些年来,随着对手术入路和技巧的不断更新与完善、操作精细度的不断提升以及解剖锁定板的

广泛应用,ORIF 治疗老年肱骨远端骨折的效果在逐步提升,并发症发生率也在不断下降。Egol 等^[15]回顾性分析了 20 例 AO 分型 13B 或 13C 的 60 岁以上的患者,结果发现 TEA 与 ORIF 组在肘关节活动范围、MEPS 评分、DASH 评分方面均无显著性差异。这就表明,通过解剖复位、坚强内固定、早期活动,ORIF 同样能够在肘关节活动度及功能评分方面达到优秀临床结果,TEA 不一定是最优或最先的选择。另外,有研究表明^[16],急性创伤后 I 期行 TEA 的术后并发症发生率高达(21.5±9.2)%。也有研究表明^[17],I 期 TEA 与内固定失败后行 TEA 功能预后及并发症发生率并无显著性差异。

笔者认为,对于本文所述的简单横行骨折,I 期行 ORIF 仍然是治疗的金标准,尤其是对于年轻患者,TEA 并不作为首选,但内固定失效后 TEA 不失为一种很好的补救措施。而对于骨折粉碎、骨质疏松、年龄较大、对功能要求不高而且依从性较好的患者,TEA 是很好的选择,一定程度上降低了内固定失效或骨不愈合的风险。另外,低位通髌骨折线与 TEA 术中对肱骨远端的截骨位置及方向类似,因此,在某种程度上避免了摆锯截骨时造成局部坏死的风险,缩短了手术时间,降低了假体周围感染及假体失效的可能。但目前国内外并无对比 TEA 和 ORIF 治疗低位通髌骨折的相关研究,有待进一步探索。

由于低位通髌骨折特殊的损伤位置及趋于双峰的好发年龄,采用 ORIF 也始终是一个临床难题^[2-4]。主要有以下几个方面原因:(1)低位通髌虽不累及关节面,但属于关节囊内骨折,其严重程度不亚于关节内骨折,复位及固定时对解剖知识及手术技巧要求很高。(2)依照 O'Driscoll 提出的治疗原则^[18],远端骨块置入足够多的螺钉。但低位通髌骨折远端骨折块体积小,难以植入 2 枚以上螺钉,稳定性相对较差,内固定容易失效。(3)骨折好发年龄分布呈双峰趋势,合并骨质疏松的老年患者较多,术中植入螺钉或预钻孔道时很可能造成劈裂甚至粉碎,造成不同程度骨缺损,内固定失效率高,骨不易愈合。(4)影响骨折愈合的不仅是骨质强度及内固定的稳定程度,更取决于局部血供^[2,19]。骨内及骨外血管构成内、外、后 3 个节段动脉弓,内侧弓由尺侧上、下副动脉和尺侧返动脉后支组成,外侧弓由桡动脉和中副动脉、桡侧返动脉及骨间返动脉组成,后侧弓由内外侧弓的分支组成,而低位通髌骨折恰好位于动脉弓之间存在的相对缺乏血供的“分水岭区”——滑车、鹰嘴窝、冠状突窝^[19]。总而言之,对成人肱骨低位通髌骨折,ORIF 是首选治疗,但由于其损伤位置的特殊性,导致血供缺乏以及内固定植入难度大,是较棘手的临

床难题,亟需临床研究对其手术策略、内固定方式、术后康复、预后评估等各方面进行全面系统的研究。

5.2.2 生物力学研究 正因为 ORIF 手术难度大且术后不愈合或延迟愈合发生率高,导致其临床疗效不确切,预后相对较差,目前国内外研究主要针对不同内固定种类及构型的临床疗效。目前仅有 1 篇生物力学研究对比不同内固定方式治疗低位通髌骨折的稳定性及强度^[20]。该研究利用尸体骨通过分析轴向和屈伸应力时内固定失效时应力-时间曲线比较 4 种不同内固定方式:(1) 外侧柱定制钢板(ONI 钢板)加内侧柱空心螺钉,其中通过 ONI 钢板可从外上髌稍下方横行植入 1 枚螺钉,至滑车内侧壁。(2) 垂直双锁定钢板。(3) 外侧柱重建钢板加内侧柱空心螺钉。(4) “十”字交叉双螺钉。结果发现垂直双钢板组内固定失效时所需应力最大,因此,稳定性与强度最佳,但与 ONI 组比较差异无统计学意义,且前两组明显优于后两组,而“十”字交叉双螺钉组的稳定性与强度最差。

由此可见,临床中治疗肱骨远端骨折最常用的垂直双钢板对于低位通髌骨折依旧能够达到坚强的固定。但是,该研究主要目的是探究 ONI 组的效果,因此在样本量选择及试验设计方面略有缺陷,且试验组中没有设置应用较为广泛的平行双钢板,缺乏与临床相关研究的匹配。如果单纯从内固定强度的角度出发,生物力学试验可以采用人工骨,样本量大,均一度高,误差较小,可重复性高。另外,轴向、屈曲、扭转应力均应考虑在内,更全面地模拟正常肘关节术后功能锻炼及日常生活动作。

5.2.3 内固定方式的选择

(1) “十”字交叉双螺钉。虽然“十”字交叉双螺钉在生物力学试验中稍逊一筹,但也有文献报道其临床疗效令人满意且关节功能恢复较好。Paryavi 等^[21]首次介绍了该方法治疗低位通髌骨折的临床疗效,结果发现骨折均愈合,术后关节屈伸范围 22°~114°,未出现严重并发症。但该研究为回顾性,完整随访患者仅 4 例,且平均随访时间仅 10.6 周,因此无法判断内固定远期失效可能及远期关节功能恢复情况。但该研究详细介绍了“十”字交叉双螺钉的手术方法和技巧,对后续相关研究奠定了坚实的基础。基于 Paryavi 的研究, Park 等^[3]回顾性分析了 10 例采用“十”字交叉双螺钉治疗的低位通髌骨折患者,平均随访 26.8 个月,骨折均愈合且未出现严重术后并发症,末次随访 MPES 评分平均 93.8,关节功能良好,由此说明该术式的近期及远期预后均令人较为满意,但样本量的局限性使其证据等级较低。

相比于其他内固定方式,“十”字交叉双螺钉属

于较微创的手术方式,避免了传统后正中入路对软组织及骨膜的大面积剥离,减少了对局部血供的影响,降低骨折不愈合及延迟愈合的风险。因此,对于局部皮肤软组织条件较差的患者较为适用。但正如生物力学试验所示,“十”字交叉双螺钉的固定方式最令人担心的问题是其内固定构型的强度及稳定性。虽然临床中使用全螺纹空心钉对远近骨折块进行锁定固定,而非拉力螺钉或半螺纹空心钉的加压固定,一定程度上降低了术后康复过程中退钉及断钉的风险。因其构型抗旋转及屈伸应力弱于抗轴向应力,关节相应活动过程中的反复应力会导致螺钉松动、折端移位,从而引起骨不愈合甚至畸形愈合,但由于肘关节周围有丰富的肌肉、韧带等软组织结构且术中并未破坏,因此,上述研究中能获得较为优秀的临床预后结果。

(2) 特殊后外侧钢板。在 Shimamura 等^[20]介绍的 ONI 钢板(外侧柱定制钢板)之前, Imatani 等^[22]就将治疗桡骨远端骨折的“AO 小 T 板”依据外侧柱解剖结构进行手工预弯及修剪磨锉,制作成类似的钢板构型,置于外侧柱后方,其钢板孔中同样包括 1 枚可由外上髌偏下方置入、恰好达到滑车内侧壁的横行螺钉,配合骨折近端的与之不平行的锁定螺钉加强固定,而内侧柱由 1/3 管形板或 1 枚拉力螺钉固定。该研究中 12 例患者平均随访 30.1 个月,均愈合且未出现严重并发症,关节屈伸和前臂旋前旋后功能良好,末次随访改良 Cassebaum 评分为 17.67 分。由此可见,这种改良的内固定方式也能取得较为理想的关节功能和临床预后。

但是该钢板本身是为治疗桡骨远端骨折设计的,形态扁平并且强度相对较差,加之手工预弯过程中可能会反复调整钢板形态进一步降低钢板强度。因此,钢板断裂等远期内固定失效可能性大。另外,肱骨远端骨折结构形态复杂,非特定部位解剖型钢板难以通过手工预弯达到与骨面的完美贴合,也会影响内固定的稳定性和强度。因此,该研究强调这枚横行螺钉的重要性,通过骨断层切片分析骨小梁分布确定螺钉进出位置均为骨质强度较高的区域,靠近滑车轴,螺钉的长度就显得尤为重要,既要足够长提高稳定性,同时又不能损伤关节面,是这种内固定方式的核心与难点。之后出现的 ONI 钢板保留了重要的横行螺钉,且依据解剖结构设计,无需反复预弯,与骨面贴合良好,在生物力学试验中能够达到与垂直双钢板同样的稳定性及强度。理论上讲,这种内固定方式类似于将平型双钢板和垂直双钢板的在外侧柱的构型进行融合,形成平行垂直钢板复合体,近折端部分起到后外侧钢板的作用,而远折端部分起

到外侧平行钢的固定效果,但两者的整合是否能够达到“1+1>2”的作用以及其临床适应证还需进一步研究。

(3)双柱 4 板。考虑到肱骨远端特殊的解剖结构以及低位通髁骨折手术治疗的难度及预后不确定性,有些医生也尝试了非传统的内固定构型。Leigey 等^[23]在固定低位通髁骨折时将 4 块钢板分别置于内侧、后内侧、外侧及后外侧,研究纳入 3 例患者,骨折均愈合,未出现感染、尺神经麻痹、慢性疼痛等并发症且未接受二次手术,虽然末次随访关节活动功能良好,但平均随访仅 2.7 个月,不足以说明问题。该研究虽然提出了一种新的内固定方式,但其所需的术野暴露需求高,手术时间长,软组织及骨膜剥离面积大,术后出现骨不愈合或感染风险高,并且所需手术费用较高。另外其病例数太少,缺乏明显统计学意义,而且关节功能恢复相比其他研究无明显优势(平均关节屈伸范围 20°~118.3°),加之其主要应用强度稍差的重建钢板。因此,笔者认为该方法不是十分理想,不推荐临床常规使用。

(4)平行/垂直双钢板 Simone 等^[2]回顾性分析了 14 例采取 ORIF 的低位通髁骨折患者,其中 11 例采用平行双钢板,1 例采用垂直双钢板,1 例采用外侧单钢板,1 例采用内侧单钢板治疗,平均随访 11 个月,术后关节活动度及整体预后虽然较为良好,但不愈合及延迟愈合发生率为 29%,并发症发生率高达 50%(包括不愈合、深部感染、伤口裂开、骨化性肌炎)。但是,并发症的高发生率也可能与研究纳入病例数较少、患者入组时间差别较大、手术方式不统一以及患者平均年龄较大(71 岁)有关。即便如此,该研究仍为 ORIF 尤其是平行双钢板的内固定方式治疗低位通髁骨折提供了很好的临床证据支持。但国内尚无针对肱骨远端低位通髁的生物力学研究,临床研究也很少。王勇等^[24]回顾性分析了采用平行双钢板经肱三头肌两侧入路治疗的 8 例低位通髁骨折,平均随访 19.1 个月,骨折均愈合且无明显关节活动受限。2 例患者在随访中出现远端螺钉松动,末次随访时关节活动功能良好,平均 MEPS 评分 88.1,优良率为 88%。

两项研究病例数均较少,受个体差异影响较大,在并发症发生率方面无可比性,但由于肱骨低位通髁骨折线位置的特殊性,出现骨不愈合、延迟愈合等并发症的风险很高,具体疗效仍需大规模临床研究进一步证实。由此可见,平行双钢板固定低位通髁骨折或许是一种较为理想的内固定方式。目前国内外文献尚无比较平行、垂直双钢板治疗低位通髁骨折的生物力学或临床研究,但根据既往国内外对于肱

骨远端骨折的钢板构型分析,平行双钢板在生物力学试验中稳定性及强度由于垂直双钢板,也有生物力学试验发现,当折端之间存在间隙时平行双钢板优于垂直双钢板,当骨折块相接触时两者无显著性差异,而多数临床研究却发现两者在临床疗效及并发症发生率方面无统计学差异^[25]。

临床上,垂直双钢板的构型更为常见,绝大多数骨科医生对此入路及手术技巧熟悉,主要用于肱骨髁间骨折中,通过分别从内侧及后外侧固定分离及旋转的骨块,起到交叉锁定及抵抗旋转的作用,尤其适用于伴有冠状面剪切的肱骨远端骨折。而平行双钢板相对应用较少,更适合远端骨折块较小的骨折,因其能够在远端植入较长螺钉,如“钳子”般固定远端骨块,提高稳定性,且不易损伤肱骨小头及滑车关节面。因此,平行与垂直双钢板的构型均具有较好的强度和稳定性,但对于低位通髁骨折来说,前者可能更具有优势,但其科学性仍需进一步生物力学试验、大样本量临床研究以及长期功能随访以明确。

6 结论

综上所述,目前国内外针对肱骨远端低位通髁骨折的文献较少,且均为回顾性研究,纳入病例数较少,最多的也仅有 14 例,且均为无对照组的病例报道,尚无对比不同内固定方式稳定性及强度的病例对照研究。根据现有的生物力学研究结果及临床证据来看,ORIF 是低位通髁骨折的一线治疗方式,TEA 仅作为内固定失效后的补救措施。内固定方式主要推荐平行双钢板或垂直双钢板,对于难以耐受较长时间手术、皮肤软组织条件稍差、经济条件一般的高龄患者,“十”字交叉双全螺纹螺钉固定或许不失为一种可靠的治疗手段。而类似 ONI 钢板的平行垂直钢板复合体虽然在生物力学试验中证实了较好的稳定性及强度,并且在临床研究中也获得了较理想的疗效,但是仍需要更多的临床试验对其进行进一步的研究。总而言之,目前针对肱骨远端低位通髁骨折的生物力学及临床研究相对匮乏,尚无前瞻性随机对照研究,证据等级较低,未来仍需对 ORIF 及 TEA 治疗低位通髁骨折的生物力学属性及临床疗效进行更进一步的研究与探索。

参考文献

- [1] Nauth A, McKee MD, Ristevski B, et al. Distal humeral fractures in adults[J]. J Bone Joint Surg Am, 2011, 93(7): 686-700.
- [2] Simone JP, Streubel PN, Sanchez-Sotelo J, et al. Low transcondylar fractures of the distal humerus: results of open reduction and internal fixation[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2014, 23(4): 573-578.
- [3] Park JS, Kim YT, Choi SJ. Crisscross-type screw fixation for transcondylar fractures of distal humerus in elderly patients[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2015, 135(1): 1-7.
- [4] Perry CR, Gibson CT, Kowalski MF. Transcondylar fractures of the

- distal humerus[J]. *J Orthop Trauma*, 1989, 3(2):98-106.
- [5] Charles M, Court-Brown JDH, Margaret MM. *Rockwood and Greens Fractures in Adults*[M]. 8th Editioned, 2015:1229-1283.
- [6] Marsh JL, Slongo TF, Agel J, et al. Fracture and dislocation classification compendium-2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee[J]. *J Orthop Trauma*, 2007, 21(10 Suppl):S1-133.
- [7] Beazley JC, Baraza N, Jordan R, et al. Distal humeral fractures-current concepts[J]. *Open Orthop J*, 2017, 11:1353-1363.
- [8] Doornberg J, Lindenhovius A, Kloen P, et al. Two and three-dimensional computed tomography for the classification and management of distal humeral fractures. Evaluation of reliability and diagnostic accuracy[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2006, 88(8):1795-1801.
- [9] Mighell MA, Stephens B, Stone GP, et al. Distal humerus fractures: open reduction internal fixation[J]. *Hand Clin*, 2015, 31(4):591-604.
- [10] Aitken SA, Jenkins PJ, Rymaszewski L. Revisiting the 'bag of bones': functional outcome after the conservative management of a fracture of the distal humerus[J]. *Bone Joint J*, 2015, 97-B(8):1132-1138.
- [11] Zagorski JB, Jennings JJ, Burkhalter WE, et al. Comminuted intra-articular fractures of the distal humeral condyles. Surgical vs. nonsurgical treatment[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1986, (202):197-204.
- [12] Srinivasan K, Agarwal M, Matthews SJ, et al. Fractures of the distal humerus in the elderly: is internal fixation the treatment of choice[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2005, (434):222-230.
- [13] Mansat P, Bonneville N, Rongieres M, et al. The role of total elbow arthroplasty in traumatology[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2014, 100(6 Suppl):S293-S298.
- [14] McKee MD, Veillette CJ, Hall JA, et al. A multicenter, prospective, randomized, controlled trial of open reduction-internal fixation versus total elbow arthroplasty for displaced intra-articular distal humeral fractures in elderly patients[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2009, 18(1):3-12.
- [15] Egol KA, Tsai P, Vazques O, et al. Comparison of functional outcomes of total elbow arthroplasty vs plate fixation for distal humerus fractures in osteoporotic elbows[J]. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 2011, 40(2):67-71.
- [16] Githens M, Yao J, Sox AH, Bishop J. Open reduction and internal fixation versus total elbow arthroplasty for the treatment of geriatric distal humerus fractures: a systematic review and Meta-analysis[J]. *J Orthop Trauma*, 2014, 28(8):481-488.
- [17] Prasad N, Dent C. Outcome of total elbow replacement for distal humeral fractures in the elderly: a comparison of primary surgery and surgery after failed internal fixation or conservative treatment[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2008, 90(3):343-348.
- [18] O'Driscoll SW. Optimizing stability in distal humeral fracture fixation[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2005, 14(1 Suppl S):186S-194S.
- [19] Kimball JP, Glowczewskie F, Wright TW. Intraosseous blood supply to the distal humerus[J]. *J Hand Surg Am*, 2007, 32(5):642-646.
- [20] Shimamura Y, Nishida K, Imatani J, et al. Biomechanical evaluation of the fixation methods for transcondylar fracture of the humerus: ONI plate versus conventional plates and screws[J]. *Acta Med Okayama*, 2010, 64(2):115-120.
- [21] Paryavi E, O'Toole RV, Frisch HM, et al. Use of 2 column screws to treat transcondylar distal humeral fractures in geriatric patients[J]. *Tech Hand Up Extrem Surg*, 2010, 14(4):209-213.
- [22] Imatani J, Ogura T, Morito Y, et al. Custom AO small T plate for transcondylar fractures of the distal humerus in the elderly[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2005, 14(6):611-615.
- [23] Leigey DF, Farrell DJ, Siska PA, et al. Bicolumnar 90-90 plating of low-energy distal humeral fractures in the elderly patient[J]. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*, 2014, 5(3):122-126.
- [24] 王勇, 蒋建农, 都斌, 等. 经肱三头肌两侧入路平行双钢板内固定治疗通髁型肱骨远端骨折[J]. *中华创伤杂志*, 2016, 32(8):710-713.
- Wang Y, JIAN JN, DU B, et al. Parallel double plates fixation by bilateral triceps brachii approach for the treatment of transcondylar fractures of distal humerus[J]. *Zhonghua Chuang Shang Za Zhi*, 2016, 32(8):710-713. Chinese.
- [25] Lee SK, Kim KJ, Park KH, et al. A comparison between orthogonal and parallel plating methods for distal humerus fractures: a prospective randomized trial[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2014, 24(7):1123-1131.

(收稿日期:2018-10-27 本文编辑:李宜)