

肱骨干骨折内固定治疗临床研究与比较

刘智 凌超 李连华

摘要 肱骨干骨折是临床常见骨折,手术内固定成为该类骨折的主要治疗方法,其适应证逐步扩大。钢板固定和髓内钉固定是目前肱骨干骨折手术治疗的主流,主要包括传统的切开复位钢板内固定、闭合复位髓内钉内固定及经皮微创钢板内固定(MIPO)。哪种术式更有效可靠,目前仍存在较多争议。该文对近几年发表的钢板和髓内钉治疗肱骨干骨折文献进行归纳并作一综述。

关键词 肱骨干骨折;内固定;接骨板;髓内钉

DOI doi:10.3969/j.issn.1673-7083.2013.01.006

肱骨干骨折是临床常见骨折,一般指肱骨外科颈以下2 cm至肱骨髁上2 cm之间的骨折,约占所有骨折的3%^[1,2],亦有学者研究数据为1%~5%^[3]。非手术治疗肱骨干骨折在20世纪70年代曾流行一时,取得了90%以上骨折临床愈合率及功能恢复率^[3]。近年随着内固定器械和手术技术的改进,以及对解剖复位、功能恢复要求的提高,手术内固定逐渐成为肱骨干骨折治疗的主要方法,适应证逐步扩大。目前钢板固定和髓内钉固定已成为肱骨干骨折手术治疗的主流,至于哪种术式更有效可靠,仍存在较多争议。

1 切开复位钢板内固定治疗

尽管手术技术种类繁多,切开复位钢板内固定(ORIF)仍然为肱骨干骨折治疗的金标准。目前临床常用钢板类型有传统(普通)钢板、动力加压钢板(DCP)、有限接触动力加压钢板(LC-DCP)及现今流行的锁定加压钢板(LCP)^[4]。钢板固定的优势依旧明显,术者可以直视骨折断端,从而对骨折进行解剖复位;钢板固定坚强,抗弯及抗旋转能力可靠,文献报道其骨折愈合率为92%~100%^[5-9];此外,钢板内固定不会出现肩关节或者肘关节损伤,术后允许立即进行肩肘关节锻炼,从而保证患肢有比较好的活动功能。

Kirin等^[5]报道1992年1月至2009年12月期间经标准DCP或LCP内固定治疗420例肱骨干骨折患者,其中141例患者接受前内侧钢板,279例患者接受前外侧钢板,结果显示全部患者均无术中及术后并发症发生,无感染和内固定失效,接受前内侧钢板的141例患者均无桡神经损伤;认为DCP或LCP术式简单、安全、有效、省时,应大力推荐。Idoine等^[6]报道1997年至2007年期间经切开复位DCP内固定治疗96例肱骨干骨折患者,其中82例为多发伤,最终97.7%患者获得骨性愈合,平均愈合时间16.9周。Pagonis等^[7]报道1984年至2011年期间应用DCP或LC-DCP治疗182例老年骨质疏松性肱骨干骨折患者,获得92.7%骨折愈合率及功能满意率,其结果与其他研究相近。Lin等^[8]报道1982年1月至2006年8月期间采用松质骨植骨结合DCP内固定治疗86例肱骨干骨折分别经DCP、髓内钉、外固定架固定的无菌性骨不连患者,术后平均随访38个月显示所有骨不连患者均获得骨折愈合,愈合率为100%,平均愈合时间为18周,末次随访时所有患者均获得100%肩肘关节功能优良率。

Connolly等^[9]近期报道对46例肱骨干开放骨折患者行急诊DCP内固定,术后平均随访37.5周显示所有患者均获得一期骨折愈合,无患者行二次手术,无深部感染、骨不连及医源性桡神经损伤发生;最后结论认为,肱骨干开放骨折急诊行切开复位DCP内固定安全有效。

ORIF劣势主要为切口较大,广泛切开会大范围剥离骨膜、破坏血运、加重软组织损伤,易造成骨折不愈合、术后感染,具有较高的血管神经损伤发生率,尤其对桡神经有潜在的医源性损伤风险,且钢板内固定属于偏心固定,存在应力遮挡效应。20世纪80年代至21世纪初,文献报道ORIF骨不连发生率为2%~10%,感染率为2%~4%,医源性桡神经损伤率为0%~5%^[10]。Wang等^[11]报道肱骨干骨折经ORIF术后桡神经麻痹发病率为4.2%,而有报道称术后桡神经麻痹发病率达到6.5%。2011年美国一项大型研究^[12]纳入7391例经ORIF治疗的肱骨干骨折患者,分析结果显示术后明确并发症诊断并接受内固定取出术患者有755例(达10.2%),所有并发症类型中骨不连和内固定物失效发生率最高,分别达到17.5%和16.2%,成为主要并发症类型,而感染、再骨折和关节功能障碍发生率则分别为9.8%、6.9%和6.0%。

成人肱骨干骨折ORIF术中,大多首选4.5 mm型号DCP。锁定钢板应用于肱骨干骨折,仍存在争议^[1]。对于骨质正常及简单骨折患者,无论从生物力学角度还是经济方面考虑,普通钢板仍是有效的手术内固定物选择。O'Toole等^[13]制作肱骨干中段粉碎性骨折模型并分别应用锁定钢板和非锁定钢板,最后得出两者无生物力学差别的结论;锁定钢板及螺钉价格昂贵,是非锁定内固定系统的5倍。然而对于骨质差的患者,锁定钢板则存在明显优势,锁定钢板在骨质疏松性骨折患者中的固定强度明显优于非锁定钢板^[14]。

2 髓内钉固定治疗

闭合复位髓内钉内固定属于骨干轴心固定,应力分布均匀,其应力遮挡作用小;对软组织、骨膜剥离少,可以保护骨折断端血运和生物结构,提高骨折愈合率,且医源性桡神经损伤概率大大降低。目前髓内钉已成为治疗股骨干骨折和胫骨骨折的金标准。早期治疗肱骨干骨折的髓内钉主要有Flexible钉、Kirschner钉、Rush钉及Ender钉,但由于抗旋转和轴向压缩能力较差,已逐渐淘汰。目前临床上常用的髓内钉为交锁髓内钉^[1],其手术方式主要有顺行进针和逆行进针。随着对髓内钉手术适应证及禁忌证的不断理解,尤其是手术技术的改良、内植物设计

的改进,髓内钉技术也取得了优良的效果。

Cuny 等^[15]应用顺行髓内钉治疗 104 例肱骨干骨折患者取得良好效果,无医源性桡神经损伤和感染病例,亦无内固定失败。Rommens 等^[16]对 99 例急性肱骨干骨折患者进行非扩髓髓内钉内固定,结果 96.7% 顺行髓内钉固定患者获得优良肩关节功能,95.6% 逆行髓内钉固定患者获得优良肘关节功能,最终总的结果是 93.5% 患者获得优良结果。Tsourvakas 等^[17]对 51 例肱骨干骨折患者行顺行髓内钉内固定术,最终获得 95.8% 骨折愈合率及 91.3% 满意的功能结果。Pretell 等^[18]应用交锁髓内钉治疗病理性肱骨干骨折患者 21 例(22 处骨折),平均随访 22.7 个月显示疼痛视觉模拟评分(VAS)从平均 89.5 分降至 14.5 分,术后 6 周绝大多数患者获得满意的日常功能恢复和疼痛缓解,所有患者无内固定及手术相关并发症发生;结论认为,交锁髓内钉是一种安全、快速、有效治疗病理性肱骨干骨折患者的方法。

然而,交锁髓内钉使用过程中的并发症也有较多报道。顺行髓内钉固定最主要的并发症是进针点处肩袖等组织的损伤、肩峰下撞击所致疼痛和功能障碍,以及骨折延迟愈合、骨不连等。有文献报道,交锁髓内钉置入后肩关节疼痛发生率达 41%,骨不连发生率为 0%~33%,顺行穿钉肩关节功能障碍发生率为 7%~12%^[19]。O'Donnell 等^[19]对 33 例顺行髓内钉术后肱骨干骨折患者行肩关节 MRI 检查,发现 21 例(63.6%)异常,主要包括肩峰下滑囊炎、肩袖部分撕裂、冈上肌腱断裂、肩锁关节炎及喙突骨折。

部分学者采用逆行髓内钉方式,以减少对肩关节功能的影响。Ma 等^[20]对 21 例肱骨干骨折患者行逆行髓内钉治疗,获得 90.4% 骨折愈合率、83.6% 肩关节功能满意率和 88.6% 肘关节功能满意率。Hollister 等^[21]应用改良进针点逆行髓内钉技术治疗 16 例肱骨干骨折患者,所有患者无医源性骨折和桡神经损伤等并发症,且获得良好的肩肘关节功能。逆行髓内钉的缺陷主要是进钉口较大致髌上强度降低,易发生术中中和术后髌上骨折、术后肘关节功能障碍以及神经损伤等风险,文献^[21]报道其医源性骨折发生率为 2%~14%,桡神经损伤率为 3%~15%。顺行钉在肱骨近端骨折有优势,逆行钉在肱骨远端骨折有优势^[22]。无论是顺行髓内钉还是逆行髓内钉,其在应用中的学习曲线较长这一问题不应被忽视^[23]。

3 髓内钉与传统钢板比较

Putti 等^[24]对 34 例肱骨干骨折患者分别随机应用顺行髓内钉和 DCP 治疗,所有患者至少随访 24 个月,结果显示髓内钉组并发症发生率高于 DCP 组,但两组的功能结果均恢复良好。Singiseti 等^[25]进行一项前瞻性研究对比顺行髓内钉和 DCP 在治疗肱骨干骨折方面的疗效,结果显示 DCP 组骨折愈合优良率较高,且愈合时间较短;同时认为,两种固定方式均取得可预见的结果,未见哪种固定方式有明显优势。

Khan 等^[26]比较顺行髓内钉和 DCP 治疗肱骨干骨折在肩关节功能、桡神经损伤及感染等并发症方面的不同,两组各 30 例,结果显示 IMN 组有 11 例术后发生中至重度肩关节功能障碍,其中 8 例患者年龄在 50 岁以上,这种

年龄相关性有统计学差异,而 DCP 组仅有 1 例术后发生重度肩关节功能障碍,与 IMN 组有统计学差异;在感染和桡神经损伤等并发症方面,两组间无统计学差异;最后得出结论,顺行髓内钉不适用于治疗老年肱骨干骨折患者。

Kurup 等^[27]研究得出的结论则是,髓内钉治疗肱骨干骨折术后肩关节撞击和肩关节活动范围受限发生率高,与 DCP 治疗相比有统计学差异,因此髓内钉固定者较 DCP 固定者行内固定取出术频率更高。Ouyang 等^[28]报道的研究结论与 Kurup 的结论相一致。Li 等^[29]在研究报道中也认为,髓内钉组术后肩关节功能评分、肩关节活动范围及旋转畸形改善程度均较 DCP 组差,但髓内钉组和 DCP 组在术后感染、骨不连、骨折延迟愈合、桡神经损伤、医源性骨折以及内固定失效等并发症方面的差异无统计学意义。

但 Chen 等^[30]最近报道一项队列研究,认为髓内钉治疗肱骨干骨折较之钢板治疗更为流行,且手术时间更短,两者在术后并发症及术后 1 年死亡率方面无显著统计学差异。

与上述研究几乎同一时期,Heineman 等^[31]报道一项 Meta 分析并得出结论,交锁髓内钉和钢板固定治疗肱骨干骨折在骨不连、感染、神经损伤、再手术率及总并发症发病率等方面的差异,均无显著统计学意义。

4 经皮微创钢板内固定治疗

经皮微创钢板内固定术(MIPO)更符合生物学固定理念,既可保留钢板固定牢靠、抗旋转强的优势,又能最小程度地避免切开复位内固定术的并发症。MIPO 技术手术切口小,可以远离骨折断端,从而避免骨折断端暴露,因此理论上可以获得更高的骨折愈合率、更低的感染率以及减少植骨需要。早期 MIPO 技术主要应用于下肢骨折,现在逐渐扩展至肱骨干骨折。

Kobayashi 等^[32]应用 LCP 结合 MIPO 技术治疗 14 例肱骨干骨折患者,平均随访 14 个月,所有患者均恢复正常的肩关节功能和肘关节功能。Concha 等^[33]报道应用 MIPO 技术治疗 35 例肱骨干骨折患者,平均随访 12 个月,骨折愈合率达到 91%(32 例),末次随访时所有患者主动肘关节活动度为 114°,其中 20 例患者恢复了全肘关节活动。Shin 等^[34]应用 MIPO 技术治疗 21 例急性肱骨干骨折患者,美国洛杉矶加州大学(UCLA)肩关节功能评分优 17 例、良 3 例,Mayo 肘关节功能评分平均 97.5 分;因此认为,应用 MIPO 技术治疗肱骨干骨折安全有效,可以获得满意的骨折愈合率,感染率极低,而选择合适的手术适应证、深刻理解和掌握血管神经解剖及娴熟的手术操作技术,是避免潜在并发症的有效方式。

An 等^[35]和 Oh 等^[36]近期对应用 MIPO 技术和传统 ORIF 治疗肱骨干骨折进行对比(两组研究存在异同),在骨折愈合时间和肩肘关节功能恢复方面,两组研究均认为 MIPO 技术和传统 ORIF 间无统计学差异,但 An 等研究显示 MIPO 组和 ORIF 组患者在骨折愈合时间方面差距较大(分别为 15 周和 21 周);在平均手术时间方面,An 等研究认为两者间无统计学差异,而 Oh 等研究则认为两者间存在统计学差异。An 等研究显示 ORIF 组患者医源性桡神经损伤发病率为 31.3%,而 MIPO 组为 0%;因

此得出结论,MIPO技术在缩短骨折愈合时间和降低医源性桡神经损伤等方面较传统ORIF的优势明显,故可以有效治疗肱骨干骨折。Oh等则通过比较研究认为,无论何种骨折类型,MIPO技术在治疗肱骨干骨折方面均为一种有效方法;MIPO技术和传统ORIF在肱骨干骨折的治疗中的临床和影像学结果具有可比性,MIPO技术能减少手术时间和围手术期并发症;还推论,MIPO技术在减少功能障碍方面要明显优于髓内钉固定。

赵隆队等^[37]报道一项回顾性分析研究,比较MIPO固定与髓内钉固定治疗肱骨干中下段骨折的疗效,结果显示两组骨折平均愈合时间分别为12.9周和13.8周,差异无统计学意义;两组骨不连发生率分别为0%、16.0%,桡神经损伤率分别为0%、8%,平均Constant肩关节功能评分分别为90.6分、85.6分,平均Mayo肘关节功能评分分别为91.1分、89.3分;结论认为,MIPO技术治疗肱骨干骨折具有创伤小、术中出血量少、骨性愈合快及肩肘功能恢复好等优点,同时能减少医源性桡神经损伤风险。

5 结语

综上所述,肱骨干骨折手术治疗方式尚存争议。传统的切开复位钢板内固定与闭合复位髓内钉固定仅在切口大小及肩肘关节功能方面有所区别,在骨折愈合率、感染、神经损伤等其他方面并无明显差异。MIPO技术克服了传统钢板和髓内钉的劣势并吸取两者的优点,但其在应用中的学习曲线较长,需要更多实践经验及相应设备,且术者暴露于放射线时间长。因此,骨科医师可以根据自身经验、设备条件及患者要求选择手术固定方式。

参考文献

- Walker M, Palumbo B, Badman B, et al. Humeral shaft fractures: a review[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2011, 20(5):833-844.
- Carroll EA, Schweppe M, Langfitt M, et al. Management of humeral shaft fractures[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2012, 20(7):423-433.
- Spiguel AR, Steffner RJ. Humeral shaft fractures[J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2012, 5(3):177-183.
- 张保中,常晓. 肱骨干骨折内固定器械的选择[J]. 中华创伤杂志, 2010, 26(9):777-779.
- Kirin I, Jurisic D, Grebic D, et al. The advantages of humeral anteromedial plate osteosynthesis in the middle third shaft fractures[J]. Wien Klin Wochenschr, 2011, 123(3-4):83-87.
- Idoine JD 3rd, French BG, Opalek JM, et al. Plating of acute humeral diaphyseal fractures through an anterior approach in multiple trauma patients[J]. J Orthop Trauma, 2012, 26(1):9-18.
- Pagonis T, Ditsios K, Christodoulou A, et al. Outcome of surgical treatment for complicated humeral shaft fractures in elderly adults with osteoporosis[J]. J Am Geriatr Soc, 2012, 60(4):795-796.
- Lin CL, Fang CK, Chiu FY, et al. Revision with dynamic compression plate and cancellous bone graft for aseptic nonunion after surgical treatment of humeral shaft fracture[J]. J Trauma, 2009, 67(6):1393-1396.
- Connolly S, McKee MD, Zdero R, et al. Immediate plate osteosynthesis of open fractures of the humeral shaft[J]. J Trauma, 2010, 69(3):685-690.
- Cole PA, Wijedicks CA. The operative treatment of diaphyseal humeral shaft fractures[J]. Hand Clin, 2007, 23(4):437-448.
- Wang JP, Shen WJ, Chen WM, et al. Iatrogenic radial nerve palsy after operative management of humeral shaft fractures[J]. J Trauma, 2009, 66(3):800-803.
- Lovald S, Mercer D, Hanson J, et al. Complications and hardware removal after open reduction and internal fixation of humeral fractures[J]. J Trauma, 2011, 70(5):1273-1278.
- O'Toole RV, Andersen RC, Vesnovsky O, et al. Are locking screws advantageous with plate fixation of humeral shaft fractures? A biomechanical

- analysis of synthetic and cadaveric bone[J]. J Orthop Trauma, 2008, 22(10):709-715.
- Miranda MA. Locking plate technology and its role in osteoporotic fractures[J]. Injury, 2007, 38(Suppl 3):S35-S39.
- Cuny C, Irrazi M, Jonescu N, et al. The long Telegraph nail for humeral fractures[J]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 2007, 93(6):564-570.
- Rommens PM, Kuechle R, Bord T, et al. Humeral nailing revisited[J]. Injury, 2008, 39(12):1319-1328.
- Tsourvakas S, Alexandropoulos C, Papachristos I, et al. Treatment of humeral shaft fractures with antegrade intramedullary locking nail[J]. Musculoskelet Surg, 2011, 95(3):193-198.
- Pretell J, Rodriguez J, Blanco D, et al. Treatment of pathological humeral shaft fractures with intramedullary nailing. A retrospective study[J]. Int Orthop, 2010, 34(4):559-563.
- O'Donnell TM, McKenna JV, Kenny P, et al. Concomitant injuries to the ipsilateral shoulder in patients with a fracture of the diaphysis of the humerus[J]. J Bone Joint Surg Br, 2008, 90(1):61-65.
- Ma TH, Xiang M, Deng YZ, et al. Retrograde locked intramedullary nail for the treatment of middle or distal fractures of humeral shaft[J]. Zhongguo Gu Shang, 2010, 23(9):657-659.
- Hollister AM, Saulsbery C, Odom JL, et al. New technique for humerus shaft fracture retrograde intramedullary nailing[J]. Tech Hand Up Extrem Surg, 2011, 15(3):138-143.
- Mahaisavariya B, Jiamwatthanachai P, Aroonjarattham P, et al. Mismatch analysis of humeral nailing: antegrade versus retrograde insertion[J]. J Orthop Sci, 2011, 16(5):644-651.
- Iacobellis C, Agro T, Aldegheri R. Locked antegrade intramedullary nailing of humeral shaft fractures[J]. Musculoskelet Surg, 2012, 96(2):67-73.
- Putti AB, Uppin RB, Putti BB. Locked intramedullary nailing versus dynamic compression plating for humeral shaft fractures[J]. J Orthop Surg(Hong Kong), 2009, 17(2):139-141.
- Singiseti K, Ambedkar M. Nailing versus plating in humerus shaft fractures: a prospective comparative study[J]. Int Orthop, 2010, 34(4):571-576.
- Khan AS, Afzal W, Anwar A. Comparison of shoulder function, radial nerve palsy and infection after nailing versus plating in humeral shaft fractures[J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2010, 20(4):253-257.
- Kurup H, Hossain M, Andrew JG. Dynamic compression plating versus locked intramedullary nailing for humeral shaft fractures in adults[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2011, 6:CD005959.
- Ouyang H, Xiong J, Xiang P, et al. Plate versus intramedullary nail fixation in the treatment of humeral shaft fractures: an updated meta-analysis[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2012, [Epub ahead of print].
- Li Y, Wang C, Wang M, et al. Postoperative malrotation of humeral shaft fracture after plating compared with intramedullary nailing[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2011, 20(6):947-954.
- Chen F, Wang Z, Bhattacharyya T. Outcomes of nails versus plates for humeral shaft fractures: a medicare cohort study[J]. J Orthop Trauma, 2012, [Epub ahead of print].
- Heineman DJ, Poolman RW, Nork SE, et al. Plate fixation or intramedullary fixation of humeral shaft fractures[J]. Acta Orthop, 2010, 81(2):216-223.
- Kobayashi M, Watanabe Y, Matsushita T. Early full range of shoulder and elbow motion is possible after minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures[J]. J Orthop Trauma, 2010, 24(4):212-216.
- Concha JM, Sandoval A, Streubel PN. Minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures: are results reproducible? [J]. Int Orthop, 2010, 34(8):1297-1305.
- Shin SJ, Sohn HS, Do NH. Minimally invasive plate osteosynthesis of humeral shaft fractures: a technique to aid fracture reduction and minimize complications [J]. J Orthop Trauma, 2012, 26(10):585-589.
- An Z, Zeng B, He X, et al. Plating osteosynthesis of mid-distal humeral shaft fractures: minimally invasive versus conventional open reduction technique[J]. Int Orthop, 2010, 34(1):131-135.
- Oh CW, Byun YS, Oh JK, et al. Plating of humeral shaft fractures: comparison of standard conventional plating versus minimally invasive plating[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2012, 98(1):54-60.
- 赵隆队,王钢. 经皮微创接骨板技术与髓内钉固定治疗肱骨干骨折的疗效比较[J]. 中华创伤骨科杂志, 2011, 13(6):544-548.

(收稿:2013-01-05)

(本文编辑:边佑)