

· 综 述 ·

成人肱骨干骨折的治疗进展

张鹏¹, 方敏², 万春友¹

(1. 天津市天津医院, 天津 300211; 2. 天津医科大学代谢病医院, 天津 300070)

摘 要 非手术治疗、切开复位钢板内固定、经皮微创钢板内固定、髓内钉内固定、外固定支架外固定等是目前治疗成人肱骨干骨折的常用方法。其中肱骨干骨折内固定的技术和材料近年来有很大改进,但骨折愈合率、愈合时间和桡神经损伤等并发症问题仍是临床医生主要关心的问题。成人肱骨干骨折的各种治疗方法各具优缺点,临床医生可根据患者自身情况、骨折类型及自己的经验进行选择。但关于哪种方法是成人肱骨干骨折的最佳治疗方法,目前仍存在较大的争议。本文从非手术治疗、手术治疗及各种治疗方法的比较 3 个方面就成人肱骨干骨折的治疗进展进行了综述。

关键词 肱骨干骨折;成年人;骨折固定术;综述

肱骨干骨折临床常见,约占所有骨折的 3%,占肱骨骨折的 13% ~ 20%,且发病率随年龄增长而增加^[1-2]。肱骨干骨折常见的致伤原因包括交通事故、跌伤或其他暴力损伤等。肱骨干骨折的主要治疗方法有非手术治疗及切开复位钢板内固定、髓内钉内固定、外固定支架外固定等。非手术治疗曾被认为是肱骨干骨折治疗的金标准^[3-5]。手术治疗则主要针对开放性骨折、病理性骨折、多发骨折、合并桡神经或血管损伤及非手术治疗失败导致骨折延迟愈合或不愈合的肱骨干骨折患者^[6-7]。近年来,肱骨干骨折的手术治疗更加注重微创、保护骨折局部血运、弹性固定或生物学固定,除常规的钢板和髓内钉内固定及外固定支架外固定外,生物固定和微创手术已在临床被广泛接受^[8]。但对于哪种方法才是成人肱骨干骨折的最佳治疗方法,目前仍存争议。本文从非手术治疗、手术治疗及各种治疗方法的比较 3 个方面就成人肱骨干骨折的治疗进展进行综述。

1 非手术治疗

非手术治疗肱骨干骨折愈合率高^[6,9]和上肢功能恢复好^[10-11],曾被认为是肱骨干骨折的最佳治疗方法^[12]。肱骨干骨折的非手术治疗方法包括石膏夹板固定、悬挂石膏固定及功能性支具固定等。Swellengrebel 等^[13]对 75 例采用非手术治疗的成人肱骨干远端骨折患者进行了随访,接受功能性支具固定治疗的 51 例患者获得了平均 7 个月的随访,接受肘上石膏固定治疗的 24 例患者,接受了平均 4 个月的随访;结果

发现所有患者骨折均愈合,肘关节屈曲度功能性支具组平均为 130°、石膏组平均为 127°,肘关节内翻角支具组平均为 9°、石膏组平均为 7°;认为这 2 种非手术治疗方法治疗成人肱骨干骨折都是有效的。但石膏和夹板固定的范围通常包括患肢的肘部和肩部,长期制动会导致关节僵硬。功能性支具是预制的聚丙烯套管,安装在患者身上以包围上臂,并使用可调节粘带压紧软组织,不限制肩部或肘部运动,可避免并发关节僵硬。通过对采用功能性支具固定治疗的肱骨干骨折患者的疗效进行观察,Kapil 等^[14-16]认为该方法治疗肱骨干骨折,骨折愈合率高,肘关节活动度能恢复至接近正常,肩关节活动可能会部分受限,骨折的畸形愈合角度通常在功能和外观上可以接受。

但也有学者质疑非手术治疗肱骨干骨折的疗效^[11,17-18]。Matsunaga 等^[11]进行了 1 项等级为 I 级的随机对照研究,研究共纳入 110 例患者,最终 94 例患者获得 1 年以上的随访(功能性支具组 44 例,微创桥接钢板内固定组 50 例),结果表明微创桥接钢板组患肢功能恢复优于功能性支具组,且微创桥接钢板组骨折复位更好、愈合率更高。Denard 等^[17]对功能性支具外固定(非手术组)和加压钢板内固定(手术组)治疗成人肱骨干骨折的疗效进行了比较,结果手术组的骨折不愈合率和畸形愈合率明显低于非手术组,认为在某些临床情况下,肱骨干骨折采用加压钢板内固定治疗较采用功能性支具外固定治疗疗效更好。Ali 等^[18]认为对于肱骨近端 1/3 骨折,骨折不愈合发生的概率更高,建议放宽这个部位骨折的手术适用范围。非手术方法治疗成人肱骨干骨折在临床应用的

限制确实存在,在选择时应谨慎考虑^[6]。

2 手术治疗

Huttunen 等^[19]的研究表明,在芬兰,肱骨干骨折的手术治疗率在 1987—2009 年增加了 1 倍。近年来,成人肱骨干骨折的手术治疗率一直在稳步增长,手术治疗在年轻女性患者中及大型医疗机构中更常见^[20]。

2.1 切开复位钢板内固定 肱骨干骨折治疗的目标是恢复上肢力线、促进骨折愈合、恢复患肢功能。尽管目前内固定方法有很多,切开复位钢板内固定仍然是手术治疗成人肱骨干骨折的金标准^[21]。切开复位钢板内固定治疗成人肱骨干骨折,具有可直视下操作、固定可靠、可保护桡神经、不骚扰邻近的肩和肘关节的优点,且该技术的固定原理基于加压原理,骨折不愈合率较低,并发关节僵硬的概率小。但术中激惹、骨折碎块挤压及局部骨痂和软组织瘢痕形成等会造成术后并发桡神经麻痹,其发生率可达 5.1%^[22]。

围绕桡神经保护和对骨折的坚强固定,切开复位钢板内固定治疗成人肱骨干骨折的手术方式有多种。Kumar 等^[23]采用前外侧入路前内侧钢板内固定治疗肱骨中段骨折患者 54 例,根据骨折愈合和患肢功能恢复结果评价疗效,良 37 例、优 12 例,认为该方法可避免医源性桡神经损伤、手术时间短、疗效好。Kirin 等^[24]也强烈推荐该方法用于肱骨干骨折的治疗。Saha 等^[25]采用单锁定加压钢板内固定治疗肱骨干远端 1/3 骨折患者 28 例,骨折均愈合,患肢功能评价结果优 10 例、好 15 例,无深部感染、骨折畸形愈合、内固定失败及神经损伤等并发症发生。Lee 等^[26]采用双锁定加压钢板治疗肱骨干远端 1/3 骨折患者 29 例,疗效满意;认为该方法软组织侵入少,双钢板固定更可靠,有利于患者术后早期功能锻炼。

2.2 微创经皮钢板内固定 肱骨干骨折微创经皮钢板内固定,是基于肱骨干前侧能提供相对安全的部位用于钢板植入,采用远、近端有限切开,经皮插入钢板的骨折固定方法^[27]。微创经皮钢板内固定术最先用于下肢骨折的治疗,并且已被证明可降低骨折的不愈合率和再次手术率^[28-29]。微创经皮钢板内固定术用于成人肱骨干骨折的治疗有减少软组织剥离、降低骨折不愈合率和桡神经损伤的风险、术后可早期功能锻炼等优点,但由于肱骨解剖结构复杂,也有手术难度较大的缺点。

Huri 等^[30]采用前方入路微创顺行插入锁定钢板的方法治疗肱骨中段骨折患者 14 例,并进行了平均 17.8 个月的随访,疗效满意。Shen 等^[31]研究发现采用微创经皮钢板内固定和切开复位锁定加压钢板内固定治疗肱骨中远段骨折,均能取得良好的疗效,且两种方法的疗效相当。Zhao 等^[32]采用微创前外侧入路钢板内固定治疗肱骨远端 1/3 骨折患者 28 例,随访结果显示只有 1 例患者骨折延迟愈合,疗效评价优 27 例、好 1 例。对于临床医生来说,如何在处理肱骨远端 1/3 骨折时避免医源性桡神经损伤是一个巨大的挑战。Chang 等^[33]通过小切口复位经外侧皮下锁定加压钢板内固定治疗肱骨远端 1/3 骨折患者 38 例,无感染、螺钉或钢板断裂及桡神经损伤等并发症发生;认为该方法具有固定可靠、有利于患肢功能恢复、不损伤桡神经、钢板去除方便等优点。微创经皮钢板内固定对骨折采用的是间接复位,有骨折复位不良、畸形愈合或不愈合等风险。为了对骨折进行良好的复位,Lee 等^[34]采用单臂外固定支架辅助前方入路微创经皮钢板内固定术治疗肱骨干骨折,随访发现 29 例患者中 28 例患者骨折愈合,愈合时间平均为 19.1 周,冠状面成角平均 1.3°、矢状面成角平均 1.2°。由于疗效良好,微创经皮钢板内固定术已成为治疗成人肱骨干骨折的热门选择。

2.3 髓内钉内固定 自上世纪 90 年代髓内钉内固定用于肱骨干骨折的治疗以来,该方法已被证明可较好地保护软组织和恢复上肢力线。Pautasso 等^[35]对 75 例肱骨干骨折和 20 例肱骨近端骨折患者行顺行穿钉髓内钉内固定治疗,平均术后 57 d 骨性骨痂形成。刘兴华等^[36]对不同入路带锁髓内钉内固定治疗肱骨干骨折的疗效进行了比较,发现顺行穿钉可能会影响部分肩关节功能,但其并发症发生率低于逆行穿钉。随着内固定材料的发展,亦有更多类型的髓内钉用于成人肱骨干骨折的治疗中。Garnavos 等^[37]用 Garnavos 钉治疗了 63 例创伤性和 8 例病理性肱骨干骨折,在最后的随访中,创伤性骨折患者患肢功能均已恢复到受伤前水平。Garnavos 钉主钉是空心有凹面的方形的钉,可提供足够的旋转和轴向稳定性,顺行穿钉时不需要近端锁定螺钉固定,逆行穿钉时大多也不需要远端锁定螺钉固定。Upadhyay 等^[38]采用顺行穿钉弹性髓内钉内固定治疗肱骨干骨折患者 25 例,骨折均愈合,平均愈合时间为 14.98 周,上肢功能评价结

果优良 22 例、中度 2 例和差 1 例。Verma 等^[39]采用闭合复位 2 枚弹性髓内钉内固定治疗成人肱骨干骨折患者 20 例, 65% 的患者上肢功能障碍评分正常, 15% 的患者功能略差评分略高于正常, 20% 的患者因骨折不愈合而无法计算评分。髓内钉内固定切口小、骨折采用闭合复位、对骨折端干扰小, 且并发神经损伤的风险小, 但对于斜形和螺旋形骨折, 易并发骨折不愈合, 应谨慎应用。

2.4 外固定支架外固定 外固定支架外固定侵入性较小, 通常用于多发伤患者肱骨干骨折的损伤控制, 作为治疗肱骨干骨折的主要方法的有效性评价较少。Costa 等^[40]通过采用外固定支架外固定治疗肱骨干骨折患者 109 例, 骨折的愈合率为 97.2%, 愈合时间平均为 99.2 d, 末次随访时肩关节功能评分 85.6 分、Mayo 肘关节功能指数 97.4 分、上肢功能障碍评分 7.4 分。Basso 等^[41]采用一种新型单边外固定器治疗肱骨干骨折患者 47 例, 平均随访 50.4 个月, 末次随访时, 患者 Constant 肩关节功能评分 81.5 分, 生活质量评价 44 例为优、3 例为差。Tartaglia 等^[42]采用外固定支架外固定治疗肱骨远端 1/3 骨折患者 65 例 (开放性骨折 12 例), 骨折均愈合, 愈合时间平均 11 周; 末次随访时, 肘关节屈曲平均 132.6°、伸直平均 6.4°, 上肢功能障碍评分平均 14.7 分, 依据 Cassebaum 评分评价肘关节功能优 31 例、良 24 例、一般 6 例、差 4 例。Scaglione 等^[43]对 85 例采用外固定支架外固定治疗的肱骨干骨折患者的疗效进行了观察, 认为该方法治疗肱骨干骨折可维持骨折端的稳定, 有利于骨折愈合和患肢功能恢复, 可取得良好的疗效。

3 各种治疗方法的比较

肱骨干骨折的各种治疗方法各具优缺点。Ristic 等^[44]比较了非手术与不同的手术方法治疗肱骨干骨折的疗效, 结果发现石膏固定组患者肘部挛缩和功能恢复不满意者最多; 外固定支架外固定对复杂骨折尤其是开放性肱骨干骨折疗效好, 但康复期较长; 切开复位内固定组功能评分低于髓内钉组; 认为由于固定牢靠、骨折愈合和功能恢复快, 髓内钉内固定疗效最佳。Gonçalves 等^[45]对切开复位内固定、微创经皮钢板内固定、髓内钉内固定和外固定支架外固定治疗肱骨干骨折的疗效进行了比较, 结果表明采用这几种方法均可取得较高的骨折愈合率和较低的术后并发症发生率, 且几种方法骨折愈合时间的组间差异没有统

计学意义, 认为各种骨折固定技术各有其优缺点, 在进行肱骨干骨折治疗时可适当选择。Zhao 等^[46]对切开复位内固定、微创经皮钢板内固定、滑动加压钢板内固定、髓内钉内固定及外固定支架外固定治疗肱骨干骨折的疗效进行了 Meta 分析, 结果表明切开复位内固定比微创经皮钢板内固定并发桡神经麻痹的风险高 ($OR = 2.83$), 滑动加压钢板内固定在预防并发症方面比髓内钉内固定好 ($OR = 0.31$), 其他方面几种方法之间无显著差异; 但累积排名曲线下面积分析结果显示微创经皮钢板内固定组几乎所有评价指标均有较高的分值, 而外固定支架外固定组的大多数评价指标的分值最低; 认为微创经皮钢板内固定可推荐为肱骨干骨折的最佳治疗方法, 髓内钉内固定也值得推荐但应注意并发症。Kulkarni 等^[47]比较了髓内钉内固定、切开复位内固定和微创经皮钢板内固定 3 种术式治疗肱骨干骨折的疗效, 与其他两组相比, 髓内钉内固定组骨折愈合更快, 微创经皮钢板内固定组功能恢复更好、骨折愈合率更高, 也主张将微创经皮钢板内固定作为手术治疗肱骨干骨折的最佳治疗方法。Zhao 等^[48]经过研究也认为与髓内钉内固定和切开复位内固定相比, 微创经皮钢板内固定是手术治疗肱骨干骨折的首选方法。但 Benegas 等^[49]研究发现顺行穿钉髓内钉内固定和微创经皮钢板内固定治疗移位的肱骨干骨折, 术后肩关节功能的恢复无明显差异。Smejkal 等^[50]的研究也发现这两种方法在术后功能评价和并发症发生率方面无明显差异。Lian 等^[51]研究发现, 与髓内钉内固定相比, 微创经皮钢板内固定手术时间短、术后肩关节功能改善更明显; 认为两种方法治疗肱骨干骨折均可取得较好的疗效, 但对于复杂骨折微创经皮钢板内固定是更好的选择。Davies 等^[52]对这两种方法治疗肱骨干骨折的术后并发症发生率进行了比较, 髓内钉组并发症发生率为 53%, 微创钢板组为 7%, 也推荐微创经皮钢板内固定作为治疗肱骨干骨折的最佳方法。

Kim 等^[53]对微创经皮钢板内固定与切开复位内固定治疗肱骨干骨折的疗效进行了比较, 认为在手术操作熟练的情况下, 前者治疗肱骨干骨折与后者一样安全、有效。微创经皮钢板内固定治疗肱骨干骨折最大的优势似乎是减少并发症, 尤其是降低医源性桡神经麻痹发生的风险^[52,54-57]。但 Esmailieh 等^[58]的研究表明与切开复位内固定相比, 微创经皮钢板内固

定治疗肱骨干骨折骨折愈合快,但两者在切口感染、骨折不愈合和医源性桡神经损伤等并发症发生率方面的差异并无统计学意义。

Chapman 等^[59]对锁定加压钢板内固定和髓内钉内固定治疗肱骨干骨折的疗效进行了比较,发现术后髓内钉组肩部疼痛缓解和肩关节活动范围较锁定加压钢板组差,而锁定加压钢板组肘部活动范围较差(尤其是对肱骨远端 1/3 骨折的患者),两组肘部疼痛的差异无统计学意义;认为对于需要手术治疗的肱骨干骨折,髓内钉内固定和锁定加压钢板内固定均能实现维持骨折端的稳定和促进骨折愈合。Bisaccia 等^[60]对比髓内钉内固定(26 例)、锁定加压钢板内固定(32 例)及外固定支架外固定(21 例)治疗成人肱骨干骨折的疗效,发现外固定支架外固定手术时间最短、术中出血量最少,但 3 组患者住院时间、术后美国肩肘外科医生评估量表评分、SF-36 健康调查简表评分的组间差异均无统计学意义。Fan 等^[61]的研究表明,与锁定加压钢板内固定相比,在成人肱骨干骨折的治疗中,髓内钉内固定术中出血少、手术时间和住院时间短、骨折愈合快,两者的骨折愈合率和患肢功能恢复情况则相当,但锁定加压钢板内固定术后并发症的发生率较高。Wali 等^[62]对顺行穿钉髓内钉内固定和动力加压钢板内固定治疗肱骨干骨折的疗效进行了比较,结果表明髓内钉组术后肩关节并发症较多,但手术时间和住院时间短、术中失血少。Changulani 等^[63]研究发现与动力加压钢板内固定相比,髓内钉内固定治疗肱骨干骨折,骨折愈合快、术后并发症发生率低,认为髓内钉内固定是治疗肱骨干骨折骨折更好的方法。而 Raghavendra 等^[64]的研究则表明两种方法在骨折愈合时间方面没有差异,且因为骨折愈合率高、患肢功能恢复好,加压钢板内固定仍应是大部分肱骨干骨折的首选治疗方法。Singiseti 等^[65]的研究也表明在成人肱骨干骨折骨折的治疗中动力加压钢板内固定疗效更好。Li 等^[66]研究发现在成人肱骨干骨折骨折中,髓内钉内固定组患肢功能恢复较切开复位内固定组差,关节运动范围小且有旋转畸形。Zarkadis 等^[67]的研究则表明,对于急性创伤性肱骨干骨折患者,切开复位内固定是比髓内钉内固定更佳的选择。

4 小 结

成人肱骨干骨折的治疗方法有很多,各种方法各

具优缺点,临床医生可根据患者自身情况、骨折类型及自己的经验进行选择。虽然非手术治疗曾被认为是肱骨干骨折的最佳治疗方法,也有很多学者推荐微创经皮钢板内固定作为治疗肱骨干骨折的最佳方法,但关于哪种方法是成人肱骨干骨折的最佳治疗方法仍存在较大的争议,还需要更多的多中心大样本的临床研究证实。

5 参考文献

- [1] BERGDAHL C, EKHOLM C, WENNERGREN D, et al. Epidemiology and patho-anatomical pattern of 2,011 humeral fractures; data from the Swedish Fracture Register[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2016, 17: 159.
- [2] IGBIGBI P S, MANDA K. Epidemiology of humeral fractures in Malawi[J]. Int Orthop, 2004, 28(6): 338-341.
- [3] EKHOLM R, PONZER S, TÖRNKVIST H, et al. The Holstein-Lewis humeral shaft fracture; aspects of radial nerve injury, primary treatment, and outcome[J]. J Orthop Trauma, 2008, 22(10): 693-697.
- [4] TOIVANEN J A, NIEMINEN J, LAINE H J, et al. Functional treatment of closed humeral shaft fractures[J]. Int Orthop, 2005, 29(1): 10-13.
- [5] SARMIENTO A, ZAGORSKI J B, ZYCH G A, et al. Functional bracing for the treatment of fractures of the humeral diaphysis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2000, 82(4): 478-486.
- [6] WALKER M, PALUMBO B, BADMAN B, et al. Humeral shaft fractures; a review[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2011, 20(5): 833-844.
- [7] CLEMENT N D. Management of humeral shaft fractures; Non-Operative versus operative[J]. Arch Trauma Res, 2015, 4(2): e28013.
- [8] PERREN S M. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology[J]. J Bone Joint Surg Br, 2002, 84(8): 1093-1110.
- [9] PIDHORZ L. Acute and chronic humeral shaft fractures in adults[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2015, 101(1 Suppl): 41-49.
- [10] SHIELDS E, Sundem L, Childs S, et al. Factors predicting patient-reported functional outcome scores after humeral shaft fractures[J]. Injury, 2015, 46(4): 693-698.
- [11] MATSUNAGA F T, TAMAOKI M J, MATSUMOTO M H, et al. Minimally invasive osteosynthesis with a bridge plate versus a functional brace for humeral shaft fractures; a ran-

- domized controlled trial[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2017, 99(7):583–592.
- [12] UPDEGROVE G F, MOURAD W, ABOUD J A. Humeral shaft fractures[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2018, 27(4): e87–e97.
- [13] SWELLENGREBEL H J C, SAPER D, YI P, et al. Nonoperative treatment of closed Extra – Articular distal humeral shaft fractures in adults; a comparison of functional bracing and Above – Elbow casting[J/OL]. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 2018, 47(5). <https://www.mdedge.com/surgery/article/197518/shoulder-elbow/nonoperative-treatment-closed-extra-articular-distal-humeral>. DOI:10.12788/ajo.2018.0031.
- [14] KAPIL MANI K C, GOPAL SAGAR D C, RIJAL L, et al. Study on outcome of fracture shaft of the humerus treated non – operatively with a functional brace[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2013, 23(3):323–328.
- [15] SHIELDS E, SUNDEM L, CHILDS S, et al. The impact of residual angulation on patient reported functional outcome scores after non – operative treatment for humeral shaft fractures[J]. *Injury*, 2016, 47(4):914–918.
- [16] CRESPO A M, KONDA S R, EGOL K A. Set it and forget it: diaphyseal fractures of the humerus undergo minimal change in angulation after functional brace application[J]. *Iowa Orthop J*, 2018, 38:73–77.
- [17] DENARD A Jr, RICHARDS J E, OBREMSKEY W T, et al. Outcome of nonoperative vs operative treatment of humeral shaft fractures: a retrospective study of 213 patients[J/OL]. *Orthopedics*, 2010, 33(8). <http://doi.org/10.3928/01477447-20100625-16>.
- [18] ALI E, GRIFFITHS D, OBI N, et al. Nonoperative treatment of humeral shaft fractures revisited[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2015, 24(2):210–214.
- [19] HUTTUNEN T T, KANNUS P, LEPOLA V, et al. Surgical treatment of humeral – shaft fractures: a register – based study in Finland between 1987 and 2009[J]. *Injury*, 2012, 43(10):1704–1708.
- [20] SCHOCH B S, PADEGIMAS E M, MALTENFORT M, et al. Humeral shaft fractures: National trends in management[J]. *J Orthop Traumatol*, 2017, 18(3):259–263.
- [21] LIVANI B, BELANGERO W, MEDINA G, et al. Anterior plating as a surgical alternative in the treatment of humeral shaft non – union[J]. *Int Orthop*, 2010, 34(7):1025–1031.
- [22] DAYEZ J. Internal screwed plate for recent fractures of the humeral diaphysis in adults[J]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 1999, 85(3):238–244.
- [23] KUMAR B S, SORAGANVI P, SATYARUP D. Treatment of middle third humeral shaft fractures with anteromedial plate osteosynthesis through an anterolateral approach[J]. *Malays Orthop J*, 2016, 10(1):38–43.
- [24] KIRIN I, JURIŠIĆ D, GREBIĆ 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.
- [25] SAHA M K, ISLAM S S, ALAM S, et al. Evaluation of fixation for distal humeral diaphyseal fracture by locking compression plate[J]. *Mymensingh Med J*, 2019, 28(1):60–69.
- [26] LEE J K, CHOI Y S, SIM Y S, et al. Dual plate fixation on distal third diaphyseal fracture of the humerus[J]. *Int Orthop*, 2017, 41(8):1655–1661.
- [27] TETSWORTH K, HOHMANN E, GLATT V. Minimally invasive plate osteosynthesis of humeral shaft fractures: current state of the art[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2018, 26(18):652–661.
- [28] FAROUK O, KRETTEK C, MICLAU T, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: preliminary results of a cadaver injection study[J]. *Injury*, 1997, 28(suppl 1):7–12.
- [29] STOFFEL K, DIETER U, STACHOWIAK G, et al. Biomechanical testing of the LCP – how can stability in locked internal fixators be controlled? [J]. *Injury*, 2003, 34(suppl 2):B11–B19.
- [30] HURI G, BIÇER Ö S, ÖZTÜRK H, et al. Functional outcomes of minimal invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) in humerus shaft fractures: a clinical study[J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2014, 48(4):406–412.
- [31] SHEN L, QIN H, AN Z, et al. Internal fixation of humeral shaft fractures using minimally invasive plating: comparative study of two implants[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2013, 23(5):527–534.
- [32] ZHAO W, QU W, FU C, et al. Antero – lateral minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) with the radial nerve exploration for extra – articular distal – third diaphyseal fractures of the humerus[J]. *Int Orthop*, 2017, 41(9):1757–1762.
- [33] CHANG H, YAO Z L, HOU Y L, et al. Lateral subcutaneous locking compression plate and small incision reduction for distal – third diaphyseal humerus fractures[J]. *Orthop*

- Surg, 2018, 10(3): 218 – 226.
- [34] LEE H J, OH C W, OH J K, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fracture: a reproducible technique with the assistance of an external fixator[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2013, 133(5): 649 – 657.
- [35] PAUTASSO A, LEA S, ARPAIA A, et al. Six – year experience with antegrade intramedullary nail for the treatment of proximal and diaphyseal humeral fractures[J]. Musculoskelet Surg, 2018, 102(Suppl 1): 67 – 74.
- [36] 刘兴华, 孙林, 蒋协远, 等. 不同入路带锁髓内针固定对肱骨干骨折疗效的影响[J]. 中华医学杂志, 2007, 87(13): 902 – 905.
- [37] GARNAVOS C, LASANIANOS N, KANAKARIS N K, et al. A new modular nail for the diaphyseal fractures of the humerus[J]. Injury, 2009, 40(6): 604 – 610.
- [38] Upadhyay A S, Lil N A. Use of Titanium elastic nails in the adult diaphyseal humerus fractures[J]. Malays Orthop J, 2017, 11(2): 53 – 59.
- [39] VERMA A, KUSHWAHA S S, KHAN Y A, et al. Clinical outcome of treatment of diaphyseal fractures of humerus treated by Titanium elastic nails in adult age group[J]. J Clin Diagn Res, 2017, 11(5): RC01 – RC04.
- [40] COSTA G G, ALOJ D C, CERBASI S, et al. External fixation as a definitive treatment for humeral shaft fractures: radiographic and functional results with analysis of outcome predictors[J]. J Orthop Trauma, 2019, 33(7): 354 – 360.
- [41] BASSO M, FORMICA M, CAVAGNARO L, et al. Unilateral external fixator in the treatment of humeral shaft fractures: results of a single center retrospective study[J]. Musculoskelet Surg, 2017, 101(3): 237 – 242.
- [42] TARTAGLIA N, VICENTI G, CARROZZO M, et al. The treatment of distal third humeral diaphyseal fractures: Is there still a place for the external fixation? [J]. Musculoskelet Surg, 2016, 100(Suppl 1): 45 – 51.
- [43] SCAGLIONE M, FABBRI L, Dell’ Omo D, et al. The role of external fixation in the treatment of humeral shaft fractures: a retrospective case study review on 85 humeral fractures[J]. Injury, 2015, 46(2): 265 – 269.
- [44] RISTIĆV, MALJANOVIĆM, ARSIĆM, et al. Comparison of the results of treatment of humeral shaft fractures by different methods[J]. Med Pregl, 2011, 64(9/10): 490 – 496.
- [45] GONÇALVES F F, DAU L, GRASSI C A, et al. Evaluation of the surgical treatment of humeral shaft fractures and comparison between surgical fixation methods[J]. Rev Bras Ortop, 2018, 53(2): 136 – 141.
- [46] ZHAO Y, WANG J, YAO W, et al. Interventions for humeral shaft fractures: mixed treatment comparisons of clinical trials[J]. Osteoporos Int, 2017, 28(11): 3229 – 3237.
- [47] KULKARNI V S, KULKARNI M S, KULKARNI G S, et al. Comparison between antegrade intramedullary nailing (IMN), open reduction plate osteosynthesis (ORPO) and minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in treatment of humerus diaphyseal fractures[J]. Injury, 2017, 48(Suppl 2): 8 – 13.
- [48] ZHAO J G, WANG J, MENG X H, et al. Surgical interventions to treat humerus shaft fractures: a network meta – analysis of randomized controlled trials[J]. PLoS One, 2017, 12(3): e0173634.
- [49] BENEGAS E, FERREIRA NETO A A, GRACITELLI M E, et al. Shoulder function after surgical treatment of displaced fractures of the humeral shaft: a randomized trial comparing antegrade intramedullary nailing with minimally invasive plate osteosynthesis [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2014, 23(6): 767 – 774.
- [50] SMEJKAL K, LOCHMAN P, DĚDEK T, et al. Surgical treatment of humeral diaphyseal fractures[J]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech, 2014, 81(2): 129 – 134.
- [51] LIAN K J, WANG L, LIN D S, et al. Minimally invasive plating osteosynthesis for mid – distal third humeral shaft fractures[J]. Orthopedics, 2013, 36(8): E1025 – E1032.
- [52] DAVIES G, YEO G, META M, et al. Case – Match controlled comparison of minimally invasive plate osteosynthesis and intramedullary nailing for the stabilization of humeral shaft fractures[J]. J Orthop Trauma, 2016, 30(11): 612 – 617.
- [53] KIM J W, OH C W, BYUN Y S, et al. A prospective randomized study of operative treatment for noncomminuted humeral shaft fractures: conventional open plating versus minimal invasive plate osteosynthesis [J]. J Orthop Trauma, 2015, 29(4): 189 – 194.
- [54] HOHMANN E, GLATT V, TETSWORTH K. Minimally invasive plating versus either open reduction and plate fixation or intramedullary nailing of humeral shaft fractures: a systematic review and meta – analysis of randomized controlled trials[J]. Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 2016, 25(10): 1634 – 1642.
- [55] HU X Q, XU S Q, LU H G, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis vs conventional fixation techniques for surgically treated humeral shaft fractures: a meta – analysis[J]. J Orthop Surg Res, 2016, 11: 59.
- [56] QIU H, WEI Z, LIU Y, et al. A bayesian network meta –

analysis of three different surgical procedures for the treatment of humeral shaft fractures[J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(51): e5464.

- [57] YU B F, LIU L L, YANG G J, et al. Comparison of minimally invasive plate osteosynthesis and conventional plate osteosynthesis for humeral shaft fracture: a meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(39): e4955.
- [58] ESMAILIEJAH A A, ABBASIAN M R, SAFDARI F, et al. Treatment of humeral shaft fractures: minimally invasive plate osteosynthesis versus open reduction and internal fixation[J]. Trauma mon, 2015, 20(3): e26271.
- [59] CHAPMAN J R, HENLEY M B, AGEL J, et al. Randomized prospective study of humeral shaft fracture fixation: intramedullary nails versus plates[J]. J Orthop Trauma, 2000, 14(3): 162-166.
- [60] BISACCIA M, MECCARIELLO L, RINONAPOLI G, et al. Comparison of plate, nail and external fixation in the management of diaphyseal fractures of the humerus [J]. Med Arch, 2017, 71(2): 97-102.
- [61] FAN Y, LI Y W, ZHANG H B, et al. Management of humeral shaft fractures with intramedullary interlocking nail versus locking compression plate [J]. Orthopedics, 2015, 38(9): e825-e829.
- [62] WALI M G, BABA A N, LATOO I A, et al. Internal fixation of shaft humerus fractures by dynamic compression plate or

interlocking intramedullary nail: a prospective, randomised study[J]. Strategies Trauma Limb Reconstr, 2014, 9(3): 133-140.

- [63] CHANGULANI M, JAIN U K, KESWANI T. Comparison of the use of the humerus intramedullary nail and dynamic compression plate for the management of diaphyseal fractures of the humerus. A randomised controlled study[J]. Int Orthop, 2007, 31(3): 391-395.
- [64] RAGHAVENDRA S, BHALODIYA H P. Internal fixation of fractures of the shaft of the humerus by dynamic compression plate or intramedullary nail: a prospective study [J]. Indian J Orthop, 2007, 41(3): 214-218.
- [65] SINGISETTI K, AMBEDKAR M. Nailing versus plating in humerus shaft fractures: a prospective comparative study[J]. Int Orthop, 2010, 34(4): 571-576.
- [66] 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.
- [67] ZARKADIS N J, EISENSTEIN E D, KUSNEZOV N A, et al. Open reduction - internal fixation versus intramedullary nailing for humeral shaft fractures: an expected value decision analysis [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2018, 27(2): 204-210.

(收稿日期: 2019-04-25 本文编辑: 杨雅)

· 简 讯 ·

《中医正骨》2019 年广告业务范围及收费标准

■ 医疗、科研、教学单位及药械生产营销企业介绍

■ 用于骨伤科医疗、科研、教学的器械设备介绍

■ 用于骨伤科医疗、科研、教学的中西药物及中间体介绍

■ 各种形式的骨伤科讯息, 如书刊征订、招生启事、会议通知等

| 刊登位置 | 印刷规格 | 版面 | 每期收费标准(元) | 半年收费标准(元) | 全年收费标准(元) |
|------|---------------|-------|-----------|-----------|-----------|
| 封二 | 大 16 开彩色铜版纸印刷 | 全版 | 9 000 | 54 000 | 75 600 |
| 封三 | 大 16 开彩色铜版纸印刷 | 全版 | 8 000 | 48 000 | 67 200 |
| 封底 | 大 16 开彩色铜版纸印刷 | 全版 | 10 000 | 60 000 | 84 000 |
| 前插页 | 大 16 开彩色铜版纸印刷 | 全版 | 7 000 | 42 000 | 58 800 |
| 后插页 | 大 16 开彩色铜版纸印刷 | 全版 | 6 000 | 36 000 | 50 400 |
| 内文图文 | 大 16 开黑白铜版纸印刷 | 全版 | 3 000 | 18 000 | 25 200 |
| | 大 16 开黑白铜版纸印刷 | 1/2 版 | 1 800 | 10 800 | 15 120 |
| 内文文字 | 大 16 开黑白铜版纸印刷 | 全版 | 3 000 | 18 000 | 25 200 |
| | 大 16 开黑白铜版纸印刷 | 1/2 版 | 1 800 | 10 800 | 15 120 |