

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.11.037

View this article at: <https://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2022.11.037>

腕关节镜辅助治疗手舟骨骨不连的治疗进展

吕利军^{1,2} 综述 彭伟³, 常艳艳⁴, 李闯兵¹, 刘鹏², 樊博¹, 高秋明¹ 审校

(1. 中国人民解放军联勤保障部队第九四〇医院骨科中心, 兰州 730050; 2. 甘肃中医药大学第一临床医学院, 兰州 730000; 3. 武警甘肃总队医院康复科, 兰州 730000; 4. 白银市第一人民医院中心手术室, 白银 甘肃 730900)

[摘要] 手舟骨骨折是腕骨骨折中最常见的骨折。由于该部位解剖结构复杂、血供特殊及诊断存在困难等原因, 手舟骨骨折后易出现骨折延迟愈合甚至发生骨不连, 导致腕关节功能受限。尽管国内外对于手舟骨骨不连的治疗有多种手术方式, 但仍存在较大争议。近年来, 随着微创技术不断发展, 腕关节镜技术取得良好的临床应用。研究证明腕关节镜辅助内固定植骨技术治疗手舟骨骨不连具有并发症低、高愈合率及改善腕关节功能等优势。

[关键词] 舟骨; 骨不连; 内固定; 腕关节镜; 骨移植

Progress of arthroscopic-assisted treatment for scaphoid nonunion

LÜ Lijun^{1,2}, PENG Wei³, CHANG Yanyan⁴, LI Chuangbin¹, LIU Peng², FAN Bo¹, GAO Qiuming¹

(1. Orthopedic Center, The 940th Hospital of Joint Service Support Force of Chinese People's Liberation Army, Lanzhou 730050; 2. First Clinical Medical College, Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730000; 3. Rehabilitation Department, Gansu Armed Police Corps Hospital, Lanzhou 730000; 4. Central Operating Room, Baiyin First People's Hospital, Baiyin Gansu 730900, China)

Abstract Scaphoid fracture is the most common fracture in wrist fracture. Due to the complicated anatomical structure, special blood supply and difficulty in diagnosis, it is prone to delayed union or even nonunion after scaphoid fracture, leading to limited wrist function. Although there are many surgical methods for the treatment of scaphoid nonunion at home and abroad, there is still much controversy. In recent years, with the continuous development of minimally invasive technology, wrist arthroscopy has achieved good clinical application. It has been proved that arthroscopic-assisted bone grafting and internal fixation in the treatment of scaphoid nonunion has the advantages of low complications, high healing rate, and improvement of wrist joint function.

Keywords scaphoid bone; bone nonunion; internal fixation; wrist arthroscopy; bone grafting

收稿日期 (Date of reception): 2022-07-09

通信作者 (Corresponding author): 高秋明, Email: gaoqm001@sohu.com

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金 (31800812); 甘肃省青年科技基金 (20JRSRA593); 军队医学科技青年培育计划孵化项目 (20QNYPY069); 甘肃省自然科学基金 (21JR11RA001)。This work was supported by the National Natural Science Fund (31800812), Gansu Youth Science and Technology Fund (20JRSRA593), Incubation Project of Military Science and Technology Youth Cultivation Program (20QNYPY069), and the Natural Science Foundation of Gansu Province (21JR11RA001), China.

腕关节是手部的中心关节, 它对人手部的精细动作和力量动作起到及其重要的作用, 腕关节损伤会引起手部功能障碍。手舟骨是手腕中活动性最强的骨骼, 具有复杂的三维结构, 是腕部骨折最常见的部位, 其近端部与腰部是最易发生骨不连的部位。由于该部位体积小、形态复杂、血供差及骨折后未合理治疗, 导致骨折延迟愈合、骨不连等, 引起腕骨塌陷、腕关节不稳定、功能受限。对于手舟骨骨不连的治疗国内外有开放手术、腕关节镜辅助内固定植骨技术2种方式, 但存在较大争议。随着微创技术不断发展, 腕关节镜辅助内固定植骨技术治疗关节内骨折得到广泛应用。因腕关节镜手术创伤小、恢复快、可同期处理腕部其他病变, 所以腕关节镜治疗手舟骨骨折与骨不连已在国内外临床治疗中普遍开展。

1 手舟骨骨不连概述

1.1 流行病学与解剖学特征

手舟骨骨折是最常见的腕骨骨折, 占有腕骨骨折的50%~80%, 手舟骨骨折的不愈合率为10%~15%^[1]。手舟骨不愈合可导致腕部畸形、塌陷、缺血性坏死等, 甚至导致腕部功能丧失, 严重影响患者生活。在我国, 据河北三院对本院成人腕骨骨折流行病学调查^[2], 腕骨骨折占全部手部骨折的5.99%, 占全部骨折的1.10%, 手舟骨骨折占腕骨骨折的72.99%。在国外, 美国每年手舟骨骨折发病率为12.8%^[3]、英国为12.4%^[4]。手舟骨是呈S形弯曲的不规则椭圆体, 它的血供由桡动脉的分支逆向进行供血, 桡动脉掌侧, 有3个中等大小的分支, 背侧有4个中等大小的动脉分支, 桡侧有数个小分支分布至舟状结节^[5]。背侧分支对手舟骨的血液供应是最重要的, 来自掌侧掌间弓的较小分支和从桡动脉到手舟骨结节的小分支是手舟骨的第2大血液供应。近端70%~80%的舟状骨由背侧分支供血, 而远端20%~30%由掌侧分支灌注^[6]。桡动脉分支远、近端血管区域之间不存在骨内吻合, 对主要背侧供应的损害不能通过掌侧供应来补偿, 血管进入手舟骨的区域受到软骨的限制。因此, 手舟骨血管薄弱, 骨折后发生骨折延迟愈合、骨不连风险极高, 尤其以手舟骨腰部及近端更为显著。

1.2 手舟骨骨不连病理学基础与分型

跌倒时手腕过度背伸桡偏是导致手舟骨骨折的主要原因, 当手舟骨骨折未及早发现时, 生物

力学负荷与不稳定的血液供应会导致骨不连^[7]。骨吸收与异常活动是导致手舟骨驼背畸形的病理学基础, 最终导致手舟骨骨不连晚期塌陷。手舟骨骨不连的病理学基础是血供与稳定性, 因手舟骨血供受到周围软骨的限制, 近端无滋养血管供血, 血供极其薄弱。手舟骨与桡骨及其他腕骨关节面参与腕关节活动, 骨折后血供差、骨块移位、强剪切力, 是手舟骨腰部、近端骨折后易发生骨不连的原因^[8]。目前手舟骨骨折按照骨折稳定性及骨折愈合情况进行Herbert-Fisher分型^[9](表1), Slade等^[10]对骨不连再次进行分型, 分为I~VI级[I级: 手舟骨早期不愈合(4~12周); II级: 纤维性愈合; III级: 骨硬化骨折间隙<1 mm; IV级: 部分骨吸收和硬化, 骨折间隙与硬化带<5 mm; V级: 广泛的骨吸收、囊性变、骨折间隙>5 mm; VI级: 骨折块间假关节形成、关节不稳定、驼背畸形、晚期腕关节炎], 以供临床医师选择。

表1 手舟骨骨折改良Herbert-Fisher分型

Table 1 Improved Herbert-Fisher classification of scaphoid fracture

Herbert-Fisher分型	描述
A型(急性稳定性)	A1: 结节骨折 A2: 手舟骨中或者远端1/3无移位横形骨折
B型(急性不稳定性)	B1: 远端1/3斜行骨折 B2: 移位或者分离骨折 B3: 近端1/3骨折 B4: 经手舟骨的月骨周围脱位骨折 B5: 粉碎性骨折
C型(骨折延迟愈合)	经石膏固定术后延迟愈合达到6周以上
D型(骨不连)	D1: 纤维连接稳定 D2: 假关节形成不稳定 D3: 腕骨不稳定假关节硬化形成 D4: 手舟骨近极缺血坏死

1.3 手舟骨骨不连的治疗方法及趋势

手舟骨骨不连若不积极治疗, 容易导致腕中间体/嵌体背伸不稳定、进行性塌陷, 严重可引起腕关节炎, 腕关节功能受限, 影响患者生活质量。目前国内外学者均建议手术治疗, 以降低骨

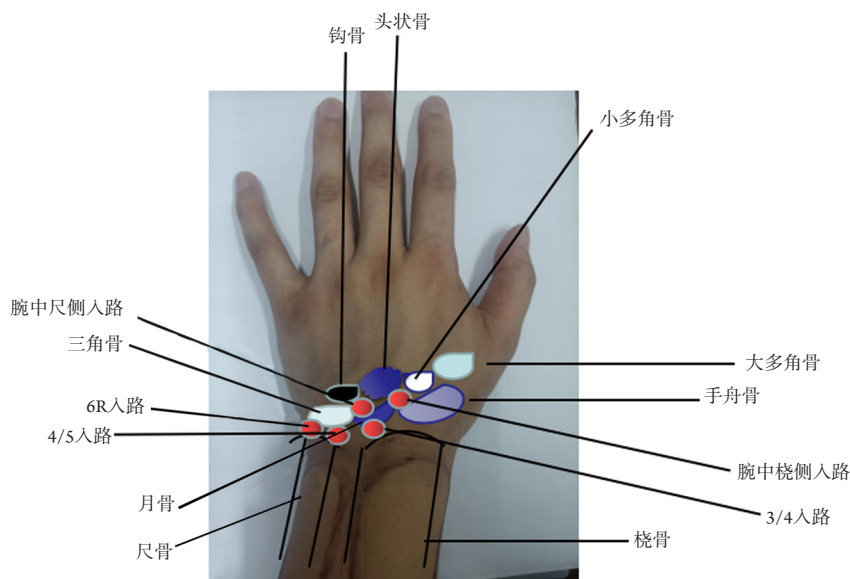


图1 手舟骨骨不连腕关节镜入路图3/4、4/5、6R入路、腕中尺侧入路、腕中桡侧入路

Figure 1 Wrist arthroscopic approach for scaphoid nonunion figure 3/4, 4/5, 6R approach, ulnar approach in middle wrist, radial approach in middle wrist

腕关节镜内固定植骨技术治疗手舟骨骨不连具有愈合率高、并发症少、术后恢复快等优势，故须总结手术操作要点以及注意事项。操作要点^[24-25]：1)术前须对腕关节镜手术入路使用记号笔进行详细标识，标记出桡骨、尺骨以及腕关节间隙，有利于通道的建立。2)对于手舟骨骨块的复位可以借助克氏针或者探针进行撬拨复位，使前臂旋后尺偏腕关节背伸有利于骨折复位。3)彻底清创，不残留硬化骨，松开止血带可见辣椒征，若条件允许使用磨钻进行操作。4)骨折断端的固定可选择克氏针、Herbert螺钉及空心加压螺钉，因后者尾端带有头端，故最好选择埋头螺钉，避免损伤软骨，发生骨性关节炎。5)术中确定手舟骨骨不连的骨折断端。需要注意的是^[26-27]：腕部周围血管神经丰富，防止发生损伤；手舟骨较小，固定时选择合适型号的内固定材料，避免骨块碎裂；植骨时暂时关闭腕关节镜出入水口，避免骨块的流失及进入桡腕关节腔。

2.3 内固定材料和骨移植材料的选择

腕关节镜辅助内固定植骨技术的临床应用已较为常见，但内固定材料及固定方式选择较多，选用何种材料及方式，效果最好、愈合最佳，仍存在许多争议。对于内固定方式的选择有克氏针、空心拉力螺钉、Herbert螺钉(埋头钉)、螺

纹针(记忆合金)以及新型可吸收螺钉，包括聚乳酸、聚乙交酯、镁螺钉^[28-29]等。Hegazy等^[30]通过关节镜下治疗手舟骨骨不连，比较克氏针与Herbert螺钉内固定之间差异，89例患者接受松质骨移植，Herbert螺钉($n=46$)或多根克氏针($n=43$)内固定，结果表明：克氏针组愈合率为98%，螺钉组愈合率为89%，克氏针组与螺钉组的平均愈合时间和手术持续时间分别为12周、15周和45分钟、66分钟。尽管2种固定方式的手舟骨愈合率没有显著差异，但克氏针手术具有愈合时间短、要求低、费用低的优点。Kim等^[31]报道关节镜下非血管化植骨与内固定治疗骨不连，克氏针松质骨更有优势。对于骨折块小而脆弱的骨碎片或移植物和空间不足而导致手舟骨螺钉置入困难的患者，克氏针内固定是一种备用选择。然而，关于其稳定性、安全性和治疗结果的争议仍然存在。Engel等^[32]将95例骨不连患者接受了空心加压螺钉($n=80$)与克氏针($n=15$)2种内固定方式治疗进行比较，克氏针内固定和空心加压螺钉内固定之间的骨愈合和功能结果没有显著差异，但数据表明克氏针内固定是安全可靠的，且具有良好的骨愈合率和功能。目前可吸收螺钉在手舟骨骨不连治疗中已应用，Feeley等^[28]在荟萃分析中报道了聚乳酸可吸收螺钉与传统的手舟骨固定方法有相同的愈合率，因其费用昂贵，目前临床应用仍比较

缺乏,但其应用潜力巨大。金属内固定物需要二次去除,但对于可吸收螺钉,不需要去除,软骨损伤小,可以使应力屏蔽丧失,并能够降解,是替代传统金属内固定材料的一种不错的选择^[33]。总之,对于内固定材料的选择方面,因地制宜,根据患者经济情况、年龄,以及骨折类型、功能需求等综合因素确定。

手舟骨骨不连腕关节镜下辅助内固定植骨是不可或缺的步骤,植骨材料有同种异体骨以及自体骨移植。根据有无血供可以分为带血管的骨移植物、吻合血管的骨移植物、不带血管的骨移植物。但对于关节镜下辅助内固定植骨材料主要为不带血管的移植物,包括自体的皮质骨与松质骨移植物,同种异体骨。目前国内外主流植骨材料主张使用自体骨(排异反应小、费用低、利于骨折愈合)。位置表浅、周围无血管神经便于获取,并发症较少,故为临床最常用取骨部位。Wichelhaus等^[34]使用自体髂骨移植物治疗手舟骨骨不连,愈合良好。Ek等^[35]使用生物型可吸收螺钉联合桡骨移植物治疗手舟骨近端骨不连,取得了较好的治疗效果。Neder等^[36]将32例中15例手舟骨骨不连患者采用尺骨鹰嘴骨移植螺钉加压固定的方式治疗骨不连,获得了较好治疗效果。使用尺骨鹰嘴骨移植具有减少手术麻醉,切口小、易暴露和瘢痕隐蔽等特点,但不适于手舟骨大段骨缺损、驼背样畸形的患者。Janowski等^[37]对于桡骨与髂骨骨移植物治疗手舟骨骨不连进行比较,结果显示无统计学差异,两者均可以治疗骨不连。Kim等^[38]比较皮质松质骨移植和松质骨移植在骨愈合率、舟状骨解剖恢复和腕部功能方面是否存在差异,与皮质松质骨移植相比,松质骨移植比皮质松质骨移植更早进行骨愈合,并且当采用无头加压螺钉内固定和骨移植治疗手舟骨不愈合时,舟状骨畸形和腕部功能的恢复相似。从上述所知,对于骨移植物的选择,倾向于自体骨,取骨部位以髂骨为主,并且松质骨愈合率更高,以供临床选择。

2.4 手舟骨骨不连腕关节镜辅助治疗优劣势

随着微创技术的迅速发展,腕关节镜辅助治疗手舟骨骨不连的优劣势归纳如下^[23-24]:1)腕关节镜即是检查手段也是治疗手段,能够直视下进行腕关节的评估,观察骨折移位、塌陷、关节软骨、韧带损伤等情况,更好的评估骨不连部位,制订具体的治疗方案。2)腕关节镜治疗对韧带结构和手舟骨的血供损伤最小,能够保留原韧带提供稳定性及血供。3)腕关节镜微创,减少瘢痕形

成。4)对于手舟骨骨不连合并韧带损伤、TFCC损伤及其他并发症,能够一起进行处理,更大限度恢复手部功能。5)腕关节镜下清创更为清楚、彻底,可直视下处理硬化骨,观察出血情况,更好的把握处理硬化骨的范围。6)能够微创化进行骨缺损区域的植骨,多次进行通道下的手术操作,避免医源性损伤,可以提前给予功能锻炼,有助于进行术后功能恢复。但是腕关节镜辅助治疗手舟骨骨不连仍有它的一些缺陷^[39-40]:1)腕关节镜治疗手舟骨骨不连必须把握它的适应证,并非适合每一个病例,对于Slade分型V、VI级的患者是禁忌的。2)腕关节镜手术器械精密,费用昂贵,对于基层医院的开展困难。3)该技术对主刀医师手术操作要求高,学习曲线长。4)手术过程中需进行生理盐水灌注,有发生骨筋膜室综合征的可能。5)腕关节镜检查后的并发症发生率为1.2%~5%,包括浅表或深部感染、伸肌腱损伤、手部皮肤感觉障碍、腕关节僵硬或复杂的局部疼痛综合征。因此,对于腕关节镜辅助治疗手舟骨骨不连,手术效果好,并发症少,但手术操作技术要求更高,需熟练掌握腕关节解剖结构,手术操作要点以及手术器械的使用方法,以减少腕关节镜带来的不足。

3 结语

腕关节镜技术不仅是辅助检查技术,更是治疗手舟骨损伤的有效替代方法。对于治疗手舟骨骨不连的关键之处是彻底清创、解剖复位、内固定、充分植骨、保持血供。腕关节镜技术不仅可以完全达到治疗手舟骨骨不连关键要求,并且能够保留腕部基本韧带及关节囊,保持了腕部的本体感觉及正常的腕关节功能。虽然腕关节镜对于治疗手舟骨骨不连存在一些相对禁忌证,但del Piñal^[41]和Delgado-Serrano等^[42]对手舟骨骨不连驼背畸形、不稳定、假关节形成患者行腕关节镜技术联合松质骨内固定植骨技术进行治疗,腕关节功能均获得良好的治疗效果。然而,该治疗样本量不大,需要更长、更多的随访和前瞻性比较研究来证实这些结果。

对于腕关节镜技术,术者需要熟练掌握腕关节周围解剖,反复模拟关节镜操作练习,才能够获得良好的治疗效果。对于开放式显微外科技术、腕关节融合技术、腕关节置换技术,我们也不能丢弃,因为它们可以治疗关节镜下无法修复的手舟骨骨不连合并骨关节炎的患者。只有对手舟骨骨折患者早诊断、早治疗才能避免发生手舟

骨骨不连、手舟骨塌陷、腕关节创伤性关节炎, 从而避免腕关节融合及置换, 进而提高患者的生活质量。

参考文献

- Li C, Peng Z, Zhou Y, et al. The progress in the classification and treatment of scaphoid nonunion[J/OL]. *Surgeon*, 2022, 20(5): e231-e235. [2022-10-15]. <https://doi.org/10.1016/j.surge.2022.05.006>
- 刘松, 陈伟, 朱燕宾, 等. 2003年至2012年河北医科大学第三医院成人腕骨骨折的流行病学调查与分析[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2017, 19(11): 973-977.
LIU Song, CHEN Wei, ZHU Yanbin, et al. Epidemiological analysis of adult carpal fractures at The Third Affiliated Hospital to Hebei Medical University from 2003 through 2012[J]. *Chinese Journal of Orthopaedic Trauma*, 2017, 19(11): 973-977.
- Chan JJ, Xiao RC, Hasija R, et al. Epidemiology of hand and wrist injuries in collegiate-level athletes in the United States[J/OL]. *J Hand Surg Am*, 2021, [Epub ahead of print].
- Garala K, Taub NA, Dias JJ. The epidemiology of fractures of the scaphoid: impact of age, gender, deprivation and seasonality[J]. *Bone Joint J*, 2016, 98-B(5): 654-659.
- Herrera Ortiz AF, Guevara SZ, Ramírez SM, et al. What is the role of ultrasonography in the early diagnosis of scaphoid fractures?[J]. *Eur J Radiol Open*, 2021, 8: 100358.
- Artuso M, Protais M, Soubeyrand M. Arthroscopic proximal carpal row replacement by semitendinosus and gracilis graft (CARPUS Row Plasty Using the Semitendinosus: CARPUS procedure). An anatomical study of 16 cases[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2022, 108(7): 103124.
- Lee YM, Hwang ZO, Park JM, et al. Double trapezia sign: a new radiologic sign of scaphoid nonunion[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(40): e22460.
- Tsumura T, Matsumoto T, Matsushita M, et al. Correction of humpback deformities in patients with scaphoid nonunion using 1,2-intercompartmental supraretrinacular artery pedicled vascularized bone grafting with a dorsoradial approach[J]. *J Hand Surg Am*, 2020, 45(2): 160.e1-160.e8.
- Bergman S, Petit A, Rabarin F, et al. Preiser's disease or avascular osteonecrosis of the scaphoid: an updated literature review[J]. *Hand Surg Rehabil*, 2021, 40(4): 359-368.
- Slade JF 3rd, Dodds SD. Minimally invasive management of scaphoid nonunions[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2006, 445: 108-119.
- 何信坤. 两种术式治疗腕舟骨骨不连的临床对比研究——腕舟状骨骨折不连接的治疗进展[D]. 宁波: 宁波大学, 2018.
HE Xinshen. Clinical comparative study of two kinds of surgical treatment for scaphoid nonunion——progress in the treatment of scaphoid nonunion[D]. Ningbo: Ningbo University, 2018.
- Slutsky DJ, Trevare J. Use of arthroscopy for the treatment of scaphoid fractures[J]. *Hand Clin*, 2014, 30(1): 91-103.
- Jegal M, Kim JS, Kim JP. Arthroscopic management of scaphoid nonunions[J]. *Hand Surg*, 2015, 20(2): 215-221.
- Wong WY, Ho PC. Minimal invasive management of scaphoid fractures: from fresh to nonunion[J]. *Hand Clin*, 2011, 27(3): 291-307.
- 滕晓峰, 袁辉宗, 陈宏. 腕关节镜治疗舟骨骨折不愈合进行性塌陷的效果[J]. *中华创伤杂志*, 2018, 34(9): 787-792.
TENG Xiaofeng, YUAN Huizong, CHEN Hong. Application of wrist arthroscopy in treating scaphoid nonunion advanced collapse[J]. *Chinese Journal of Trauma*, 2018, 34(9): 787-792.
- Pinto HB NETTO, Oliveira SR, Pereira FC, et al. Wrist arthroscopy: basic tips for dry arthroscopic exploration[J]. *Acta Ortop Bras*, 2017, 25(6): 291-294.
- 张驰. 腕关节镜辅助下切开复位掌侧锁定接骨板内固定治疗桡骨远端关节内粉碎性骨折[D]. 长春: 吉林大学, 2017.
ZHANG Chi. Arthroscopic-assisted open reduction and volar plate fixation to treat the comminuted intra-articular fracture of the distal radius[D]. Changchun: Jilin University, 2017.
- 丁海波, 陆芸. 腕关节镜辅助治疗桡骨远端骨折研究进展[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2020, 34(10): 1341-1345.
DING Haibo, LU Yun. Research progress in the treatment of distal radius fractures assisted by wrist arthroscopy[J]. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 2020, 34(10): 1341-1345.
- Hsiung W, Huang HK, Wang JP, et al. Arthroscopic realignment and osteosynthesis of unstable scaphoid nonunion with cancellous bone graft from the ipsilateral radius[J]. *Int Orthop*, 2021, 45(1): 191-197.
- Kang HJ, Chun YM, Koh IH, et al. Is arthroscopic bone graft and fixation for scaphoid nonunions effective?[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2016, 474(1): 204-212.
- Waitayawinyu T, Lertcheewan W, Boonyasirikool C, et al. Arthroscopic treatment of scaphoid nonunion with olecranon bone graft and screw fixation leads to union and improved outcomes[J]. *Arthroscopy*, 2022, 38(3): 761-772.
- Lamon B, Ardouin L, Bellemère P, et al. Arthroscopic bone grafting for scaphoid nonunion: a retrospective study of 42 cases[J]. *J Hand Surg Asian Pac Vol*, 2021, 26(4): 545-554.
- 滕晓峰, 胡瑞斌, 陈宏. 腕关节镜辅助治疗腕舟骨骨不连的初步疗效分析[J]. *中华手外科杂志*, 2014, 30(1): 28-30.
TENG Xiaofeng, HU Ruibin, CHEN Hong. Arthroscopic assisted treatment of scaphoid nonunion: preliminary outcomes analysis[J]. *Chinese Journal of Hand Surgery*, 2014, 30(1): 28-30.

24. Cognet JM, Louis P, Martinache X, et al. Arthroscopic grafting of scaphoid nonunion - surgical technique and preliminary findings from 23 cases[J]. *Hand Surg Rehabil*, 2017, 36(1): 17-23.
25. Ecker J. Scaphoid union: the role of wrist arthroscopy[J]. *Hand Clin*, 2017, 33(4): 677-686.
26. Lee YK, Choi KW, Woo SH, et al. The clinical result of arthroscopic bone grafting and percutaneous K-wires fixation for management of scaphoid nonunions[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(13): e9987.
27. 齐伟亚, 刘波, 朱辉, 等. 腕关节镜下植骨经皮内固定治疗假关节型舟骨骨折不愈合[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020, 22(8): 730-732. QI Weiya, LIU Bo, ZHU Hui, et al. Treatment of pseudoarticular scaphoid nonunion with bone graft and percutaneous fixation under wrist arthroscopy[J]. *Chinese Journal of Orthopaedic Trauma*, 2020, 22(8): 730-732.
28. Feeley A, Feeley I, Ni Fhoghlú C, et al. Use of biomaterials in scaphoid fracture fixation, a systematic review[J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2021, 89: 105480.
29. Waris E, Ashammakhi N, Kaarela O, et al. Use of bioabsorbable osteofixation devices in the hand[J]. *J Hand Surg Br*, 2004, 29(6): 590-598.
30. Hegazy G, Seddik M, Abd-Elghany T, et al. Treatment of unstable scaphoid waist nonunion with cancellous bone grafts and cannulated screw or Kirschner wire fixation[J]. *J Plast Surg Hand Surg*, 2021, 55(3): 167-172.
31. Kim JY, Lee SL, Park SY, et al. A comparison of non-vascularized bone grafting and internal fixation in the treatment of unstable scaphoid waist nonunion[J]. *J Hand Surg Asian Pac Vol*, 2021, 26(4): 697-704.
32. Engel H, Xiong L, Heffinger C, et al. Comparative outcome analysis of internal screw fixation and Kirschner wire fixation in the treatment of scaphoid nonunion[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2020, 73(9): 1675-1682.
33. Kang IG, Kim J, Park S, et al. PLLA membrane with embedded hydroxyapatite patterns for improved bioactivity and efficient delivery of growth factor[J]. *Macromol Biosci*, 2020, 20(10): e2000136.
34. Wichelhaus A, Emmerich J, Mittlmeier T. A case of implant failure in partial wrist fusion applying magnesium-based headless bone screws[J]. *Case Rep Orthop*, 2016, 2016: 7049130.
35. Ek ET, Wang K. Fixation of ultrasmall proximal pole scaphoid fractures using bioabsorbable osteochondral fixation nails[J]. *J Hand Surg Am*, 2017, 42(9): 758.e1-758.e4.
36. Neder AT Jr, Franceschini ET, Pardini AG Jr, et al. Treatment of scaphoid nonunion with olecranon bone graft and compression screw[J]. *Acta Orthop Bras*, 2016, 24(3): 159-163.
37. Janowski J, Coady C, Catalano LW 3rd. Scaphoid fractures: nonunion and malunion[J]. *J Hand Surg Am*, 2016, 41(11): 1087-1092.
38. Kim JK, Yoon JO, Baek H. Corticocancellous bone graft vs cancellous bone graft for the management of unstable scaphoid nonunion[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2018, 104(1): 115-120.
39. 陈宏, 滕晓峰. 腕关节镜在治疗腕舟骨骨不连进行性塌陷的临床应用[C]. 2016年浙江省手外科暨显微外科学学术年会论文汇编, 2016: 73. CHEN Hong, TENG Xiaofeng. Clinical application of wrist arthroscopy in the treatment of progressive collapse of scaphoid nonunion[C]. *Compilation of Papers of the 2016 Zhejiang Annual Conference on Hand Surgery and Microsurgery*, 2016: 73.
40. 李强, 柳权哲, 杨光, 等. 腕关节镜下植骨内固定治疗陈旧性舟骨骨折[J]. *中华手外科杂志*, 2016, 32(6): 409-412. LI Qiang, LIU Quanzhe, YANG Guang, et al. Arthroscopic bone grafting with screw internal fixation for treatment of old scaphoid fractures[J]. *Chinese Journal of Hand Surgery*, 2016, 32(6): 409-412.
41. del Piñal F. Dry arthroscopy and its applications[J]. *Hand Clin*, 2011, 27(3): 335-345.
42. Delgado-Serrano PJ, Jiménez-Jiménez I, Nikolaev M, et al. Arthroscopic reconstruction for unstable scaphoid non-union[J]. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*, 2017, 61(4): 216-223.

本文引用: 吕利军, 彭伟, 常艳艳, 李闯兵, 刘鹏, 樊博, 高秋明. 腕关节镜辅助治疗手舟骨骨不连的治疗进展[J]. *临床与病理杂志*, 2022, 42(11): 2843-2849. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.11.037

Cite this article as: LÜ Lijun, PENG Wei, CHANG Yanyan, LI Chuangbin, LIU Peng, FAN Bo, GAO Qiuming. Progress of arthroscopic-assisted treatment for scaphoid nonunion[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2022, 42(11): 2843-2849. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2022.11.037