

# 桡骨远端骨折畸形愈合的外科治疗进展

黄子阳<sup>1,2</sup> 谢威<sup>1</sup> 练克俭<sup>1</sup> 林达生<sup>1△</sup>

[关键词] 桡骨远端骨折;畸形愈合;治疗进展

[中图分类号] R683.41 [文献标志码] A

[文章编号] 1005-0205(2022)11-0080-05

桡骨远端骨折畸形愈合是桡骨远端骨折最常见的并发症之一,通常由桡骨远端骨折初次复位不良或后续未有效维持复位导致,严重影响患者的腕关节活动及生活质量。目前其治疗主要依靠矫形手术,主要包括桡骨远端截骨矫形术式、Sauvé-Kapandji 术式、尺骨短缩截骨术以及尺骨头切除术等。但是不同的手术方式对其矫形效果以及腕关节功能改善程度存在较大差异,因此,本文通过检索国内外最新相关文献,对桡骨远端骨折畸形愈合的外科治疗综述如下。

## 1 桡骨远端骨折畸形愈合概述

### 1.1 病因与诊疗

桡骨远端骨折是指距离桡骨远端关节面 3 cm 以内的骨折,该部位处于松质骨与密质骨的交界区,应力集中,是临床上最常见的四肢骨折类型,其发病率约占急诊创伤骨折患者的 17%,占前臂骨折患者的 75%<sup>[1-2]</sup>。桡骨远端骨折畸形愈合是指骨折愈合时发生不同程度的短缩、成角或旋转畸形,其主要原因<sup>[3-4]</sup>是骨折后初次复位不良或后续因没有有效维持复位引起复位丢失。据相关文献报道<sup>[5]</sup>,受伤后的处理方式不同,骨折端畸形愈合的发病率不同,其中保守治疗约 23.5%,手术治疗约 10.1%。然而并不是所有的桡骨远端骨折畸形愈合的患者都需要手术治疗,影像学检查和临床症状是临床决策的重要参考指标。其中影像学检查能够帮助评估患者的畸形严重程度,并且为后续治疗提供重要的参考,而临床症状则是患者就诊的主要原因。因此,目前文献认为对于尽管存在畸形,但是腕关节轻微疼痛、活动度尚可的这类患者可选择保

守治疗<sup>[6]</sup>;手术指征则是明确存在桡骨畸形,并且引起腕关节疼痛,严重影响腕关节功能<sup>[7-9]</sup>。随着当今社会高速发展,人民的生活质量越来越高,人均寿命越来越长,很多桡骨远端骨折畸形愈合的患者希望能够恢复至相对正常的腕关节功能,这也使得桡骨远端骨折畸形愈合的患者选择手术矫形的人数在增加<sup>[10-12]</sup>。

### 1.2 桡骨远端骨折畸形愈合的分类

根据畸形愈合的位置不同,桡骨远端骨折畸形愈合主要分为关节外畸形、关节内畸形、关节内-外混合畸形愈合<sup>[13]</sup>。其中,关节外畸形愈合的桡骨远端骨折最为常见,影像学表现为矢状关节面掌倾角偏离、尺偏角偏离丢失及尺骨变异值的改变<sup>[14]</sup>。关节外畸形愈合分为背侧、掌侧移位畸形,而关节内畸形愈合主要临床表现为下尺桡关节匹配失调,针对不同的类型畸形愈合在临床上选择的手术方式也不同。故畸形愈合的位置不同所导致的临床症状存在部分差异,例如关节外的掌侧、背侧移位畸形表现为腕关节掌屈、背伸受限同时存在旋转障碍,可以采用桡骨远端截骨矫形术纠正移位畸形和改善功能;关节内的畸形主要影响下尺桡关节稳定性差、尺骨撞击综合征以及桡腕关节失调,根据患者的临床症状的严重不同以及预后要求,可以选用 Sauvé-Kapandji 术式、尺骨头切除术(Darrach 术式)、尺骨短缩截骨术、Bowers 术式以及尺骨头假体置换术。

### 1.3 腕关节生物力学变化

桡腕关节面承载了 80% 的腕关节负荷传递的,发生畸形愈合后,会削减桡骨远端表面的受力负荷;相反,尺骨远端表面所接受的负荷会增加,这就打破了腕关节正常力学传递平衡<sup>[15-16]</sup>。有相关文献报道<sup>[17]</sup>,若桡骨短缩约 2.5 mm,尺骨所接受的腕关节负荷将增加 20%;桡骨短缩 4~5 mm 是腕关节产生疼痛、活动受限及握力减退的临界值,此时腕关节的三角纤维软骨复合体(Triangular Fibrocartilage Complex, TFCC)<sup>[18-20]</sup>张力增加、下尺桡关节背侧韧带可能会断裂;桡骨短缩 6~8 mm 时,尺骨头高于桡骨乙

基金项目:国家自然科学基金面上项目(82172477)

福建省自然科学基金面上项目(2019J01144)

<sup>1</sup> 联勤保障部队第九〇九医院(厦门大学附属东南医院)全军骨科中心(福建 漳州,363000)

<sup>2</sup> 厦门大学医学院

△通信作者 E-mail: linds@xmu.edu.cn

状切迹造成尺骨撞击综合征;若桡骨短缩 10 mm,前臂的旋前、旋后活动度分别会下降 47% 和 29%<sup>[21]</sup>。桡骨远端关节面的掌倾角由 10° 转变为背倾 45° 的过程中,尺骨远端所承载腕关节的负荷将增加约 46%<sup>[22]</sup>。综上所述,由于桡骨远端骨折畸形愈合后出现的短缩以及成角畸形将会改变腕关节整体受力负荷,导致腕关节力学平衡被打破,从而引起诸如握力降低、肢体僵硬疼痛等一系列腕关节功能障碍的临床症状<sup>[23-24]</sup>。

## 2 桡骨远端骨折畸形愈合的常见外科治疗术式

### 2.1 桡骨远端截骨矫形术

桡骨远端开放楔形截骨内固定联合植骨术是治疗桡骨远端骨折畸形愈合的最常用的手术方式<sup>[25-27]</sup>。该术式常采用掌侧入路,选择在桡侧腕屈肌腱和桡动脉之间做一长约 6~8 cm 的掌侧切口,逐层暴露至旋前方肌,在其起点切断旋前方肌,并将其拉至尺侧,显露出骨折畸形愈合端;骨刀截骨使截骨部位的桡侧撑开暴露,复位后用 2 枚克氏针临时固定。此时,将解剖型锁定钢板以桡骨远端“分水岭”作为标志进行放置,使其略低于“分水岭”,其远端与桡骨远端吻合。C 臂机透视用于评估桡骨远端复位和骨板放置情况,术中透视见掌侧截骨处骨缺损明显,取部分自体髂骨植入截骨缺损处<sup>[28-29]</sup>。

另外一种截骨矫形的方式为桡骨远端闭合楔形截骨术,该术式要求截骨时注意保留 15°~20° 的掌倾角,并且不要完全截断桡骨对侧骨皮质;把骨块取出之后让其间隙能够闭合,然后对桡骨远端关节面进行调整,尽可能恢复尺倾角至正常范围内,再对楔形骨块进行修剪,然后将碎骨块在尺侧缝隙内嵌入,并用 2 枚克氏针交叉临时固定,用锁定钢板固定;对于部分患者截骨后尺骨变异值仍为正值,需考虑尺骨短缩截骨术<sup>[30]</sup>。Krimmer 等<sup>[31]</sup>在对尺骨撞击综合征的患者行桡骨远端闭合楔形截骨术后疼痛得到明显缓解,并且可以保留下尺桡关节原有的稳定性,认为该术式对周围软组织创伤小、对是否需要植骨的要求不高。Posner 等<sup>[32]</sup>进行了相关研究,结果显示背侧移位畸形的患者治疗过程中可以采用桡骨远端闭合性截骨术,通过术后的随访结果显示,该术式能够改善腕关节活动并且减轻患者的疼痛感。但该术式对于提高患者的握力水平有限,适用于对腕关节功能要求较低的老年患者。

现有研究表明术前通过 3D 打印技术可以多维度了解桡骨远端骨折畸形愈合的结构,以便于术中确定截骨位置、植入骨块的方向及大小,可以预测和优化手术的各个阶段,从而使畸形矫正更安全、更可预测<sup>[33]</sup>。

**2.1.1 背侧移位畸形** 针对严重的背侧移位畸形可以采用背侧入路行桡骨远端截骨矫形术,该入路的优

点在于可以明确骨块移位的方向,并且根据术中背侧骨缺损的大小决定是否进行植骨。Kagan 等<sup>[34]</sup>回顾性比较两组桡骨远端骨折畸形愈合患者,均采用截骨矫形以确定异体骨移植是否影响术后愈合,随访结果表明植骨可以促进截骨骨折端的愈合、提高握力水平并改善腕关节活动范围。Letsch 等<sup>[35]</sup>研究 122 例桡骨远端骨折患者,分别采用掌侧、背侧锁定钢板固定骨折端进行对比研究,得出的结论为背侧的锁定钢板效果优于掌侧钢板,背侧入路的优点在于位置浅显、易充分暴露,从而更便捷、更有效恢复掌倾角、桡骨高度且有利于进行术中植骨。对于手术效果造成影响的主要原因是桡骨背面有较多凸起,这些凸起会导致钢板的黏附性降低;其次是背侧空间比较小、没有软组织或肌肉覆盖,肌腱与钢板之间直接接触会造成摩擦。因此建议对于背侧移位畸形,矫形时可以采用背侧入路截骨矫形并植骨,但锁定钢板固定可放置于掌侧。有部分研究者认为,桡骨远端截骨矫形的掌侧入路与背侧入路比较无显著差异<sup>[36]</sup>。

**2.1.2 掌侧移位畸形** 相比于背侧移位畸形,掌侧移位畸形患者初次骨折端在受到外力冲击时,桡腕关节承受面积负载非常小,这种情况下最常用的是掌侧入路桡骨远端开放截骨矫形术。Kunihiro 等<sup>[37]</sup>在对 28 例桡骨远端骨折畸形的患者进行回顾性研究比较分析得出:掌侧入路优于背侧入路,并且背侧锁定钢板组的并发症发生率高于掌侧锁定钢板组。该掌侧入路的优点在于空间大、软组织覆盖良好、减少了肌腱与钢板的摩擦。关于掌背侧入路术后并发症的比较,有文献报道指出,掌侧入路时相对容易损伤正中神经,术后出现手指麻木等症状<sup>[38]</sup>。

### 2.2 Sauvé-Kapandji 术式

1936 年 Sauvé 和 Kapandji 首次对该手术进行定义,所以称之为 Sauvé-kapandji 术式<sup>[39]</sup>。该术式主要包括尺骨远端部分切除、尺骨假关节形成、下尺桡关节融合固定。目前临床上常用的手术步骤如下:在保留尺骨远端有足够的空间植入固定螺钉的前提下,切除长约 10~14 mm 长的尺骨干,将尺骨头和桡骨乙状切迹相对侧的皮质剔除,通过透视确认整体力线情况符合要求后将空心钉导针穿过尺桡关节插入到桡骨的远端,对深度进行测量后植入空心钉,螺钉数量按照术中的具体情况定,融合下尺桡关节后,保证尺骨干缺损间隙处于 10~12 mm 范围内,根据术中情况采用摆锯对截骨端进行修整。该术式不仅缩短了尺骨本身的长度,还通过重塑的下尺桡关节促进了前臂旋转的功能,缓解了患者腕部尺侧的疼痛;可能产生的并发症包括尺骨远端不稳定、下尺桡关节融合处不愈合、尺神经手背支以及小指伸肌腱断裂等<sup>[40-41]</sup>。王军等<sup>[42]</sup>通过该

术式治疗了 12 例尺骨撞击综合征的患者,术后患者疼痛情况和前臂旋转功能均比术前有明显改善,但是有 3 例患者出现了尺骨近端不稳定。很多临床研究对这种情况进行了分析,希望通过手术解决这种难题。例如王自方等<sup>[43]</sup>对该方式进行改良,病例数 16,所有患者均为桡尺远侧退行性关节,在手术过程中最关键的步骤是在尺骨近端用肌腱进行固定,术后对患者进行 3~7 年的随访,结果未发生尺骨近端残端背侧翘起的情况,表明手术效果较好,患者的尺骨残端固定比较稳定,减轻了患者的疼痛,改善其前臂旋转的功能。但存在的不足之处是这种术式为不可挽救、具有破坏性的,存在一定的手术失败风险<sup>[44-45]</sup>。

### 2.3 尺骨头切除术(Darrach 术式)

1912 年 Darrach 最先开始使用尺骨头切除术并逐渐将其普及。手术的具体方法是将患者腕关节尺侧纵形切口,切开关节囊,将尺骨远端显露出来;剥开尺骨近端骨膜后,在距离尺骨茎突 3~9 cm 处切除尺骨头,打磨残端、留置引流,在处理乙状切迹和最大限度保留骨间膜的前提下,较少切除尺骨;该术式操作简单,可以有效缓解腕部尺侧疼痛,但长期随访表明,由于尺腕关节不再负荷,会影响腕关节的稳定性,从而导致腕骨尺侧偏移,相反桡腕关节受力负荷加大,进一步可引起桡腕关节炎,因此,临床上该术式的选用范围较窄。另外,在术中应注意保护三角纤维软骨复合体、尺侧腕伸肌腱以及骨膜,同时需要注意对骨膜、伸肌支持带进行有效修复,从而提升整体解剖结构的稳定性和改善患者预后。

Darrach 术式主要具备下列优势:手术后效果较好,整个手术过程操作简单并且具有较低的失败率和术后并发症少。在对于患者术后进行随访过程中,其临床效果良好,虽然 Sauvé-Kapandji 手术将患者的尺骨头保存了下来,在整体解剖结构和生物力学角度具有更大的优势,但目前没有相关文献能表明 Sauvé-Kapandji 手术效果比 Darrach 手术优异在哪些方面,因此认为两种手术之间的差异并不是十分显著<sup>[45-47]</sup>。

### 2.4 尺骨短缩截骨术

Chun 以及 Palmer<sup>[48]</sup>最早定义了尺骨短缩截骨术,最开始主要应用在治疗桡骨远端骨折畸形愈合所导致的腕关节尺侧疼痛。手术步骤主要是在距离尺骨远端具有一定距离的部位进行截骨,短缩合适的长度,断端通过钢板固定。有文献报道<sup>[49]</sup>指出钢板的掌侧或尺背侧放置对术后疗效的影响无明显差异,但对于尺背侧钢板要求是低切迹,以避免因内植物不适而摘除。有研究<sup>[50]</sup>指出:横行截骨是最早的尺骨截骨方式,但易出现骨折断端愈合欠佳,存在尺骨旋转移位的可能。随着截骨方式的不断改进,出现了诸如 V

形<sup>[51]</sup>、阶梯状<sup>[52]</sup>及斜行<sup>[53]</sup>截骨等方式,V 形截骨及阶梯状截骨对术者的水平要求较高,如果不能精确地把握好截骨长度,也容易导致骨折端不愈合或者延迟愈合,而对于斜行截骨来说,不仅操作相对简单,能较好的控制截骨长度,减少尺骨旋转移位的发生,还能扩大截骨端的接触面积,有利于尺骨断端的愈合。该术式优点在于可以短缩尺骨、缓解由桡骨远端骨折畸形愈合导致的尺骨撞击综合征带来的疼痛<sup>[54-57]</sup>,同时通过收紧三角纤维软骨复合体附着在尺骨远端的韧带进而促进自我愈合<sup>[58-60]</sup>;缺点在于除了术后骨折断端延迟愈合或不愈合以外,尺骨短缩的长度也需精确把握控制,尺骨过度短缩会增加三角纤维软骨复合体的张力,影响下尺桡关节之间的压力平衡。

### 2.5 Bowers 术式

Bowers 术式为在尺骨头半切后使用筋膜填充的关节成形术。该术式适用于桡骨远端骨折畸形愈合引起的下尺桡关节不稳而三角纤维软骨复合体相对完整的患者;Bowers 术式与 Darrach 术式相比,优点在于保留尺骨柱,提高了尺骨截骨端的稳定性。Sauerbier 等<sup>[61]</sup>在研究尺骨头全切除与半切除之间差异性中证实了这一点,发现 Bowers 术式比 Darrach 术式更能提升下尺桡关节的稳定性。

### 2.6 尺骨头假体置换术

以上各术式均存在不同程度的并发症,例如尺骨截骨后稳定性差、残端痛、握力减退等,一旦失败,能够对其进行挽救的措施只有尺骨头假体置换术<sup>[62]</sup>。Van Schoonhoven 等<sup>[63]</sup>对 23 例行完全或部分切除尺骨头后出现腕关节尺侧疼痛且不稳定的患者,通过行尺头假体置换术对患者进行治疗,术后随访 22 例患者均稳定,腕关节尺侧疼痛及活动受限均得到明显改善,1 例患者由于感染而不得不取出假体。这些结果表明,该术式是一种令人满意的方法,对于下尺桡关节不稳定的患者行尺骨头假体置换术,术后患者的临床症状获得明显的改善。所以,在实际治疗过程中,尺骨头假体置换术主要针对的是慢性下尺桡关节不稳定的,特别是伴随创伤性关节炎或上述术式失败的患者。但目前这些临床报道尚需进行更长时间的随访观察。

## 3 结语

综上所述,对于桡骨远端骨折畸形愈合的外科治疗,笔者认为应根据桡骨远端骨折畸形愈合的严重程度,并结合患者对腕关节功能的期望值,综合考虑手术方式。目前仍然没有多中心、大样本的随机对照研究比较不同手术方式的临床效果;因此,患者究竟能从何种手术方式中获益更多,目前并无定论。本文对桡骨远端骨折畸形愈合的外科治疗方式进行初步的比较和讨论,可为骨科医师临床治疗该疾病提供参考。当然,

预防畸形愈合的重要策略在于该类型骨折的首次治疗,包括良好的初次复位、复位后的有效维持以及密切跟踪随访。

## 参考文献

- [1] COGNET J, MARES O. Distal radius malunion in adults[J]. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 2021, 107(1):102755.
- [2] 姜保国, 张殿英, 傅忠国, 等. 桡骨远端粉碎性骨折及关节内骨折的手术治疗[J]. *中华骨科杂志*, 2002, 22(2): 80-83.
- [3] CLARK D M, HOYT B W, PISCOYA A S, et al. Risk factors for distal radius osteotomy nonunion[J]. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 2021, 148(6):1301-1305.
- [4] ALI M, BROGREN E, WAGNER P, et al. Association between distal radial fracture malunion and patient-reported activity limitations: a long-term follow-up[J]. *Journal of Bone and Joint Surgery: American Volume*, 2018, 100(8): 633-639.
- [5] MATHEWS A L, CHUNG K C. Management of complications of distal radius fractures[J]. *Hand Clinics*, 2015, 31(2):205-215.
- [6] MULDER M A M, VAN EERTEN P V, GOSLINGS J C, et al. Non-operative treatment of displaced distal radius fractures leads to acceptable functional outcomes, however at the expense of 40% subsequent surgeries[J]. *Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research*, 2017, 103(6):905-909.
- [7] HAASE S C, CHUNG K C. Management of malunions of the distal radius[J]. *Hand Clinics*, 2012, 28(2):207-216.
- [8] NYPAVER C, BOZENTKA D J. Distal radius fracture and the distal radioulnar joint[J]. *Hand Clin*, 2021, 37(2):293-307.
- [9] EVANS B T, JUPITER J B. Best approaches in distal radius fracture malunions[J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2019, 12(2):198-203.
- [10] ANDREASSON I, CARLSSON G, KJELLBY-WENDT G, et al. Daily life one year after corrective osteotomy for malunion of a distal radius fracture an interview study[J]. *J Plast Surg Hand Surg*, 2022, 56(1):16-22.
- [11] ANDREASSON I, KJELLBY-WENDT G, FAGEVIK-OLSÉN M, et al. Life has become troublesome-my wrist bothers me around the clock: an interview study relating to daily life with a malunited distal radius fracture[J]. *Disability and Rehabilitation*, 2020, 42(16):2344-2350.
- [12] STIRLING P H C, OLIVER W M, LING TAN H, et al. Patient-reported outcomes after corrective osteotomy for a symptomatic malunion of the distal radius[J]. *The Bone & Joint Journal*, 2020, 102-B(11):1542-1548.
- [13] KARL-JOSEF PROMMERSBERGER T P, MARION MÜHL DORFER J V S. Malunion of the distal radius[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2012, 132(5):693-702.
- [14] OMOKAWA S, ABE Y, MORITOMO J I, et al. Treatment of intra-articular distal radius fractures[J]. *Hand Clin*, 2017, 33(3):529-543.
- [15] DEGEORGE B R, VAN HOUTEN H K, MWANGI R, et al. Outcomes and complications in the management of distal radial fractures in the elderly[J]. *Journal of Bone and Joint Surgery: American Volume*, 2020, 102(1):37-44.
- [16] DIAS R, JOHNSON N A, DIAS J J. Prospective investigation of the relationship between dorsal tilt, carpal malalignment, and capitate shift in distal radial fractures[J]. *Bone Joint J*, 2020, 102-B(1):137-143.
- [17] WERNER F W, PALMER A K, FORTINO M D, et al. Force transmission through the distal ulna: effect of ulnar variance, lunate fossa angulation, and radial and palmar tilt of the distal radius[J]. *J Hand Surg Am*, 1992, 17(3): 423-428.
- [18] HUFLAGE H, LUETKENS K S, KUNZ A S, et al. Improved diagnostic accuracy for ulnar-sided TFCC lesions with radial reformation of 3D sequences in wrist MR arthrography[J]. *European Radiology*, 2021, 31(12):9399-9407.
- [19] FOK M W M, FANG C X, LAU T W, et al. The status of triangular fibrocartilage complex after the union of distal radius fractures with internal plate fixation[J]. *International Orthopaedics*, 2018, 42(8):1917-1922.
- [20] 刘路, 王志新, 陈山林, 等. 三角纤维软骨复合体结构的解剖及磁共振表现比较[J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(12): 836-840.
- [21] COLARIS J, REIJMAN M, ALLEMA J H, et al. Angular malalignment as cause of limitation of forearm rotation: an analysis of prospectively collected data of both-bone forearm fractures in children[J]. *Injury*, 2014, 45(6):955-959.
- [22] NG C Y, MCQUEEN M M. What are the radiological predictors of functional outcome following fractures of the distal radius? [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2011, 93(2):145-150.
- [23] KATT B, SEIGERMAN D, LUTSKY K, et al. Distal radius malunion[J]. *J Hand Surg Am*, 2020, 45(5):433-442.
- [24] KEUCHEL-STROBL T, QUADLBAUER S, JURKOWITZSCH J, et al. Salvage procedure after malunited distal radius fractures and management of pain and stiffness[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140(5):697-705.
- [25] FOK M W, KLAUSMEYER M A, FERNANDEZ D L, et al. Volar plate fixation of intra-articular distal radius fractures: a retrospective study[J]. *J Wrist Surg*, 2013, 2(3): 247-254.
- [26] MULDER M A M, AILLY P N, CLEFFKEN B I, et al. Corrective osteotomy is an effective method of treating

- distal radius malunions with good long-term functional results[J]. *Injury*, 2017, 48(3):731-737.
- [27] LUO T D, NUNEZ F J, NEWMAN E A, et al. Early correction of distal radius partial articular malunion leads to good long-term functional recovery at mean follow-up of 4 years[J]. *Hand (N Y)*, 2020, 15(2):276-280.
- [28] MUGNAI R, TARALLO L, LANCELOTTI E, et al. Corrective osteotomies of the radius: grafting or not? [J]. *World Journal of Orthopedics*, 2016, 7(2):128-135.
- [29] LIU K, MU L, LIU J, et al. Distal radius fracture malunion in an adolescent patient treated with osteotomy and autologous iliac bone grafting: a case report[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(40):e22535.
- [30] 陈虎, 黄成校. 桡骨开口截骨植骨术与闭口式截骨术对桡骨远端畸形愈合的疗效及腕关节功能评价[J]. *创伤外科杂志*, 2017, 19(5):349-353.
- [31] KRIMMER H, UNGLAUB F, LANGER M F, et al. The distal radial decompression osteotomy for ulnar impingement syndrome[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2016, 136(1):143-148.
- [32] POSNER M A, AMBROSE L. Malunited Colles' fractures: Correction with a biplanar closing wedge osteotomy[J]. *The Journal of Hand Surgery*, 1991, 16(6):1017-1026.
- [33] BELLOTI J C, ALVES B V P, FALOPPA F, et al. The malunion of distal radius fracture: corrective osteotomy through planning with prototyping in 3D printing [J]. *Injury*, 2021, 52:S44-S48.
- [34] KAGAN O, KILIÇ A, SABEL A, et al. The role of bone allografts in the treatment of angular malunions of the distal radius[J]. *The Journal of Hand Surgery*, 2011, 36(11):1804-1809.
- [35] LETSCH R, INFANGER M, SCHMIDT J, et al. Surgical treatment of fractures of the distal radius with plates: a comparison of palmar and dorsal plate position [J]. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 2003, 123(7):333-339.
- [36] 陆国海, 郝跃峰, 俞立新, 等. 截骨矫形手术治疗桡骨远端骨折畸形愈合[J]. *中国骨与关节外科*, 2009, 2(4):311-313.
- [37] KUNIHIO OKA T K H T. A comparison of corrective osteotomies using dorsal and volar fixation for malunited distal radius fracture [J]. *International Orthopaedics*, 2018, 42(12):2873-2879.
- [38] FRANCESCHI F, FRANCESCHETTI E, PACIOTTI M, et al. Volar locking plates versus K-wire/pin fixation for the treatment of distal radial fractures: a systematic review and quantitative synthesis[J]. *Br Med Bull*, 2015, 115(1):91-110.
- [39] SEBASTIN S J, LARSON B P, CHUNG K C. History and evolution of the Sauvé-Kapandji procedure[J]. *J Hand Surg Am*, 2012, 37(9):1895-1902.
- [40] 刘生和, 孙鲁源, 柴益民, 等. Sauvé-Kapandji 术的临床应用进展[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2017, 31(9):1131-1134.
- [41] MAEDA A, SUZUKI T, HASEGAWA M, et al. Sauvé-Kapandji procedure with headless compression screw in patients with rheumatoid arthritis [J]. *Mod Rheumatol*, 2018, 28(1):114-118.
- [42] 王军, 刘刚, 黄富国, 等. Sauvé-Kapandji 术治疗创伤性尺骨茎突撞击综合征[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2017, 31(2):155-159.
- [43] 王自方, 明立功, 王新德, 等. 改良 Sauvé-Kapandji 术治疗桡尺远侧关节退行性关节炎的远期疗效[J]. *中华手外科杂志*, 2019, 35(5):370-372.
- [44] KARUPPIAH S V, JOHNSTONE A J. Sauvé-Kapandji as a salvage procedure to treat a nonunion of the distal radius[J]. *The Journal of Trauma*, 2010, 68(5):E123-E125.
- [45] PAPP M, PAPP L, LENKEI B, et al. Long-term results of the Sauvé-Kapandji procedure in the rheumatoid wrist [J]. *Acta Orthopaedica Belgica*, 2013, 79(6):655.
- [46] VERHIEL S, OZKAN S, RITT M, et al. A comparative study between darrach and Sauvé-Kapandji procedures for post-traumatic distal radioulnar joint dysfunction [J]. *Hand (N Y)*, 2021, 16(3):375-384.
- [47] ROULET S, WILLIOT A, SOS C, et al. Comparison of subjective outcomes of darrach and Sauvé-Kapandji procedures at a minimum 2 years' follow-up[J]. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 2021, 107(5):102974.
- [48] CHUN S, PALMER A K. The ulnar impaction syndrome: follow-up of ulnar shortening osteotomy[J]. *The Journal of Hand Surgery*, 1993, 18(1):46-53.
- [49] OZASA Y, IBA K, TAKAHASHI N, et al. Comparative study of dorsal and volar plating for ulnar shortening osteotomy[J]. *The Journal of Hand Surgery Asian-Pacific Volume*, 2020, 25(1):54-58.
- [50] 丛晓斌, 李涛, 季伟, 等. 尺骨短缩截骨治疗特发性尺骨撞击综合征的疗效分析[J]. *中华手外科杂志*, 2013, 29(1):7-9.
- [51] 于宁, 王彦生, 叶放, 等. V 形尺骨短缩截骨术治疗尺骨撞击综合征[J]. *中华手外科杂志*, 2019, 35(5):385-386.
- [52] PAPATHEODOROU L K, SOTEREANOS D G. Step-cut ulnar shortening osteotomy for ulnar impaction syndrome[J]. *JBJS Essent Surg Tech*, 2017, 98(21):1814-1820.
- [53] 黄良库, 杨团民, 李鹏, 等. 尺骨短缩截骨治疗尺骨撞击综合征的疗效分析[J]. *实用手外科杂志*, 2020, 34(2):136-138.
- [54] TEUNISSEN J S, WOUTERS R M, AL SHAER S, et al. Outcomes of ulna shortening osteotomy: a cohort analysis of 106 patients[J]. *J Orthop Traumatol*, 2022, 23(1):1-12.

- proliferation and inhibits apoptosis of interleukin-1 $\beta$ -stimulated chondrocytes via PIM2/VEGF signalling in osteoarthritis[J]. *Phytomedicine*, 2022, 96:153906.
- [23] HUANG X J, XI Y, MAO Z K, et al. Vanillic acid attenuates cartilage degeneration by regulating the MAPK and PI3K/AKT/NF- $\kappa$ B pathways[J]. *Eur J Pharmacol*, 2019, 859:172481.
- [24] WANG J Y, ZHANG L, PAN Y Y, et al. Effects of betulinic acid on synovial inflammation in rats with collagen-induced arthritis [J]. *Int J Immunopathol Pharmacol*, 2020, 34:1-12.
- [25] LIU C F, HE L H, WANG J X, et al. Anti-angiogenic effect of Shikonin in rheumatoid arthritis by downregulating PI3K/AKT and MAPKs signaling pathways [J]. *J Ethnopharmacol*, 2020, 260:113039.
- [26] FENG Z T, YANG T, HOU X Q, et al. Sinomenine mitigates collagen-induced arthritis mice by inhibiting angiogenesis[J]. *Biomed Pharmacother*, 2019, 113:108759.
- [27] XU J, FENG Z T, CHEN S X, et al. Taxol alleviates collagen-induced arthritis in mice by inhibiting the formation of microvessels[J]. *Clin Rheumatol*, 2019, 38(1):19-27.
- [28] AO L M, GAO H, JIA L F, et al. Matrine inhibits synovial angiogenesis in collagen-induced arthritis rats by regulating HIF-VEGF-Ang and inhibiting the PI3K/Akt signaling pathway[J]. *Mol Immunol*, 2022, 141:13-20.
- [29] ZOU Y, HU W F. Investigation of gene expression profiles in a rat adjuvant arthritis model suggests an effective role of triptolide via PI3K-AKT signaling[J]. *Exp Ther Med*, 2019, 17(5):3999-4006.
- [30] YUE M F, ZENG N, XIA Y F, et al. Morin exerts anti-arthritic effects by attenuating synovial angiogenesis via activation of peroxisome proliferator activated receptor- $\gamma$ [J]. *Mol Nutr Food Res*, 2018, 62(21):e1800202.
- [31] JIANG T T, JI C F, CHENG X P, et al.  $\alpha$ -mangostin alleviated HIF-1 $\alpha$ -mediated angiogenesis in rats with adjuvant-induced arthritis by suppressing aerobic glycolysis[J]. *Front Pharmacol*, 2021, 12:785586.
- [32] HE L H, LIU C F, SUN C C, et al. Wu-Tou decoction inhibits angiogenesis in experimental arthritis by targeting VEGFR2 signaling pathway[J]. *Rejuvenation Res*, 2018, 21(5):442-455.
- [33] SUN Z W, SU W W, WANG L Y, et al. Clinical effect of Bushen Huoxue method combined with platelet-rich plasma in the treatment of knee osteoarthritis and its effect on IL-1, IL-6, VEGF, and PGE-2[J]. *J Health Eng*, 2022, 3:9491439.
- (收稿日期:2022-05-01)
- 
- (上接第 84 页)
- [55] ROULET S, GUBBIOTTI L, LAKHAL W, et al. Ulna shortening osteotomy for ulnar impaction syndrome: impact of distal radioulnar joint morphology on clinical outcome[J]. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 2021, 107(5):102970.
- [56] TERZIS A, KOEHLER S, SEBALD J, et al. Ulnar shortening osteotomy as a treatment of symptomatic ulnar impaction syndrome after malunited distal radius fractures [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140(5):681-695.
- [57] TEUNISSEN J S, VAN DER OEST M, SELLES R W, et al. Long-term outcomes after ulna shortening osteotomy: a mean follow-up of six years [J]. *Bone Jt Open*, 2022, 3(5):375-382.
- [58] JAWED A, ANSARI M T, GUPTA V. TFCC injuries: how we treat? [J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2020, 11(4):570-579.
- [59] JUNG H S, KIM S H, JUNG C W, et al. Arthroscopic transosseous repair of foveal tears of the triangular fibrocartilage complex: a systematic review of clinical outcomes[J]. *Arthroscopy*, 2021, 37(5):1641-1650.
- [60] XIAO J Y, LIU B, LI L, et al. Predictors for poor outcome for conservatively treated traumatic triangular fibrocartilage complex tears [J]. *Bone Joint J*, 2021, 103-B(8):1386-1391.
- [61] SAUERBIER M, FUJITA M, HAHN M E, et al. The dynamic radioulnar convergence of the darrach procedure and the ulnar head hemiresection interposition arthroplasty: a biomechanical study [J]. *The Journal of Hand Surgery: British & European Volume*, 2002, 27(4):307-316.
- [62] POUJADE T, BALAGUÉ N, BEAULIEU J Y. Unipolar ulnar head replacement for treatment of post-Darrach procedure instability [J]. *Hand Surgery and Rehabilitation*, 2018, 37(4):225-230.
- [63] VAN SCHOONHOVEN, FERNANDEZ D L, BOWERS W H, et al. Salvage of failed resection arthroplasties of the distal radioulnar joint using a new ulnar head prosthesis [J]. *J Hand Surg Am*, 2000, 25(3):438-446.
- (收稿日期:2022-04-01)