

• 综述 •

桡骨远端 Die-punch 骨折的研究进展

李晨飞,孔令德(综述),张冰*(审校)

(河北医科大学第三医院手外科,河北 石家庄 050051)

[摘要] 桡骨远端 Die-punch 骨折是由于轴向暴力传入月骨,月骨撞击月骨窝引起的一种关节内骨折。X线结合 CT 检查对于 Die-punch 骨折的诊断及分型有重要意义。目前 Die-punch 骨折最主流的治疗模式是切开复位钢板内固定术。随着科技的进步,3D 打印、腕关节镜等技术逐步开始应用于治疗 Die-punch 骨折,为桡骨远端 Die-punch 骨折的治疗提供了新的方案和手段。本文就 Die-punch 骨折的损伤机制、骨折分型及治疗方案进行综述。

[关键词] 桡骨骨折;治疗;综述文献 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2023.07.021

[中图分类号] R683.41

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-3205(2023)07-0856-04

桡骨远端骨折约占全身骨折的 1/6,其中关节内骨折约占 1/4,是临床实践中常见的骨折之一^[1]。Die-punch 骨折是桡骨远端骨折中较少见的一种关节内骨折^[2]。绝大部分的桡骨远端 Die-punch 骨折是高能损伤引起的不稳定骨折,加之患者群体中年轻人较多,对腕关节功能要求普遍较高,切开复位内固定能够提供更好的关节稳定性,成为了目前 Die-punch 骨折的主流治疗方式^[3]。因桡骨远端 Die-punch 骨折解剖复位难度高、并发症多,目前仍然是骨科医生经常需要面临的一大难题。笔者回顾了近期国内外对于桡骨远端 Die-punch 骨折的部分研究,对 Die-punch 骨折的研究进展和治疗现状进行综述。

1 损伤机制

在早期对于桡骨远端骨折机制的报告中,骨折的类型主要取决于腕关节落地瞬间的位置以及手与前臂的夹角^[4]。随着科技水平的提高,采用有限元模型分析了桡骨远端 Die-punch 骨折的生物力学机制,轴向暴力会导致月骨冲击月骨窝引起月骨窝关节面骨折,随着应力的增加先引起月骨窝塌陷,当月骨窝塌陷>1 mm 时,应力开始向尺侧偏移,应力增加最初的 8 倍时,塌陷可达 2 mm,故高能损伤是造成 Die-punch 骨折的重要因素^[5-6]。奚彬等^[7]对

桡骨远端 Die-punch 骨折的损伤机制进行了讨论,轴向暴力是引起 Die-punch 骨折的主要因素,当轴向暴力较大时会造成双柱 Die-punch 骨折,一定的轴向暴力合并旋转暴力会引起关节面型双柱 Die-punch 骨折,桡腕关节处尺偏位遭受轴向暴力时部分水平分应力传递到桡侧柱,导致干骺端水平面的骨折,引起干骺端型双柱 Die-punch 骨折。

2 骨折分型

桡骨远端骨折有多种类型划分方法,Melone 分类Ⅱ型和 Fernandez 分类Ⅲ型均称为 Die-punch 骨折,在 AO 分型中,Die-punch 骨折可能为 B 型或 C 型骨折^[8-9]。然而仅仅依靠这些传统的分型并不足以很好地指导桡骨远端 Die-punch 骨折的治疗。因此,最近提出的尺桡骨远端骨折“三柱理论”^[10],并参照 AO 分型,将 Die-punch 骨折的单柱和双柱骨折进行了细化。单柱骨折即骨折仅累及中间柱,只造成桡骨远端尺侧半关节面骨折,而双柱骨折同时累及中间柱和桡侧柱,造成桡骨远端尺侧半与桡侧半关节面均骨折。丁玲等^[11]研究回顾了 9 年内诊断为 Die-punch 骨折的患者 498 例,对其性别、发生率、年龄等进行比较,指出单柱骨折好发于青壮年,且相对于双柱骨折更为罕见,双柱骨折好发于各年龄段,且老人与儿童多见。Ma 等^[12]回顾性分析了 45 例中间柱 Die-punch 骨折病例,在报道中依据 X 线以及 CT 影像学特征将单柱骨折分为掌侧型、背侧型、劈裂型和塌陷型,并由 2 位资深的影像学医生进行了双盲试验,在该试验中仅依赖于 X 线对于 Die-punch 骨折的诊断有 15.6% 分类错误,11.1% 漏诊,而 X 线结合 CT 检查对 Die-punch 骨折的诊断准确率为 100%。因此,对于桡骨远端关节内骨折

[收稿日期] 2022-10-10

[基金项目] 河北省政府资助专科能力建设和专科带头人培养项目

[作者简介] 李晨飞(1997-),男,河北井陉人,河北医科大学第三医院医学硕士研究生,从事手外科疾病诊治研究。

* 通信作者。E-mail: zhangbingdr@126.com

来说,CT 检查对骨折的诊断以及确定骨折分型均具有重要意义。Zhang 等^[13]回顾了 71 例桡骨远端 Die-punch 骨折病例,术后患者的总体并发症发生率为 22.5%,其中塌陷型 Die-punch 骨折的并发症发生率显著高于掌侧型(39.3% vs. 10.5%, $P=0.008$)或劈裂型(39.3% vs. 12.5%, $P=0.011$)。将双柱型 Die-punch 骨折分为干骺端型、关节面型和混合型三类,发现双柱骨折的预后与单柱骨折有相似之处,即中间柱的塌陷会导致并发症发生率的增高,双柱 Die-punch 骨折的几乎所有的腕关节创伤性关节炎均发生在中间柱塌陷的干骺端型和混合型这两种分型中^[14-15]。这种基于三柱理论的 Die-punch 骨折分型可以更好地反映骨折的损伤机制,对 Die-punch 骨折的诊断、治疗以及预后提供更好的指导。

3 治疗方案

3.1 非手术治疗 桡骨远端骨折的非手术治疗主要为牵引复位、石膏固定、定期随诊。在桡骨远端无移位或轻微移位骨折的治疗中,非手术治疗具有费用较少,不留手术瘢痕等优势,并且仍可以取得较高的患者满意度^[16]。但由于桡骨远端 Die-punch 骨折的特殊损伤机制,凹陷的关节面通常需要在直视下撬拨复位,非手术治疗很难达到解剖复位的效果,再加上年轻的患者群体,非手术治疗很可能无法提供令患者满意的预后,甚至可能会导致腕关节半脱位、创伤性关节炎、腕管综合征等并发症。因此,目前只有当患者年龄较大,生活中可以接受腕关节部分功能的丧失且较为轻微的单柱 Die-punch 骨折会采用非手术治疗,而绝大多数桡骨远端 Die-punch 骨折仍需依赖手术治疗。

3.2 切开复位内固定

3.2.1 手术入路 桡骨远端 Die-punch 骨折的手术入路主要有掌侧入路、背侧入路及掌背侧联合入路等。Wichlas 等^[17]回顾了桡骨远端骨折患者 285 例,其中采用掌入路 225 例,背侧入路 60 例,掌侧组并发症发生率为 3.6%,背侧组并发症发生率为 16.8%。其主要原因是在背侧入路中,内固定物与伸肌腱直接接触,容易引起腱鞘炎、肌腱磨损甚至断裂,因此在目前的临床实践中最常用的手术入路是掌侧入路。然而对于背侧移位、粉碎性关节内骨折,掌侧入路难以达到解剖复位的效果,即使采用翻转桡骨干的方法复位骨折块,也必然对周围软组织造成较大创伤。张海龙等^[18]对 35 例采用背侧入路治疗的桡骨远端 Die-punch 骨折患者进行了回顾分

析,平均随访 12.7 个月,随访期间患者未出现腕部畸形、肌腱断裂、骨折畸形愈合、内固定失败等并发症,末次随访时进行腕关节功能 Gartland-Werley 评分,其中优 22 例,良 10 例,可 3 例。因此,在背侧移位的 Die-punch 骨折的治疗中,必要时选择背侧入路直视下复位背侧骨折块,同时注意对肌腱鞘管以及神经的保护,是有利于腕关节功能恢复的^[19]。至于掌背侧联合入路,可以有效地降低术后矢状面骨折块发生移位的风险,更有利于恢复下尺桡关节的稳定性,但其手术难度高,创伤大,一般仅在掌侧及背侧均出现粉碎性骨折时采用^[20]。

3.2.2 内固定 桡骨远端骨折内固定的方法主要有 3 种,克氏针、髓内针和钢板螺钉固定系统。单独应用克氏针经皮穿刺内固定相比于钢板螺钉内固定系统来说,手术更加简便,对患者的损伤较小,费用也较少。但是在对桡骨远端 Die-punch 骨折的治疗中,克氏针经皮穿刺内固定往往由于肌腱的位置,移位的骨折块与解剖位置的变化等种种因素无法达到最佳位置^[21]。因此,克氏针是治疗桡骨远端骨折 AO 分型中 A2、A3 和 B1 型骨折的首选方式,而几乎不单独应用于桡骨远端 Die-punch 骨折的治疗。而髓内针固定系统是将髓内针钻入桡骨髓腔来对骨折进行固定,主要应用于稳定的桡骨远端关节外骨折,对于复杂的关节内骨折特别是出现关节面塌陷的骨折其无法提供足够的稳定性,也无法恢复关节面的平整,因此髓内钉固定系统并不适用于桡骨远端 Die-punch 骨折的治疗。

对于钢板螺钉系统,锁定加压钢板对于桡骨远端 Die-punch 骨折的治疗效果要明显优于普通的 T 型或 L 型钢板。Zhang 等^[22]对 57 例桡骨远端 Die-punch 骨折患者进行了研究,其中行非锁定钢板治疗 32 例,锁定钢板治疗 25 例,与非锁定钢板组比较,锁定钢板组患者的径向缩短显著减少了 1.5 mm (0.7 mm vs. 2.2 mm, $P<0.001$)。并且在锁定钢板组中获得良好关节复位(关节面移位 <2 mm)的患者比例要 $>$ 非锁定钢板组($P=0.037$)。锁定加压钢板系统的优势主要体现在其独特的设计上,万向孔设计为复杂的关节内骨折提供了更加安全可靠的生物力学稳定性,其桥接固定方式有效地保证了骨折端骨与软组织的血供,为手腕的早期功能锻炼提供了必要的条件从而有效地减少了并发症的发生。崔崑等^[23]回顾了桡骨远端 Die-punch 骨折病例 22 例,所有患者均采用切开复位锁定钢板内固定,平均随访时间 13 个月,所有患者骨折均愈合良好,无内固定断裂失效,腕关节 Gartland-Werley 评

分:优8例,良12例,可2例。Yu等^[24]回顾了应用锁定钢板手术的桡骨远端 Die-punch 骨折的患者37例,所有患者均在术后6~14周达到骨愈合。末次随访时评估腕关节活动度,与对侧未受伤的腕关节比较,患侧腕关节活动度分别为屈曲84.2%、伸直87.0%、旋前92.2%和旋后94.5%,受伤肢体的平均握力为对侧未受伤肢体的86%,腕关节 Gartland-Werley 评分结果优良率为83.8%,其中优21例,良10例、可4例、差2例。总之,锁定钢板在桡骨远端 Die-punch 骨折的治疗中,能够恢复关节面的平整,减少了创伤性关节炎的发生,其临床疗效令人满意。

3.2.3 骨植入物 在较大的轴向暴力或者患者自身骨质较为疏松等因素的影响下,桡骨远端 Die-punch 骨折患者不但容易发生粉碎性骨折并且还可能造成干骺端的严重压缩。因此,Die-punch 骨折经常需要采用自体骨或者人工骨移植来支持骨折的固定,并恢复关节面的平整。最常见的自体骨移植来自髂骨、股骨远端、胫骨近端以及腓骨的骨皮质或松质。自体骨移植的主要优势是排异反应发生率低,但是自体骨移植会延长手术时间,可能会引起取骨区的疼痛、出血和感染等并发症,并且自体骨移植可以安全获取的骨量是有限的。由于自体骨移植的种种缺陷,近年来人工骨的研究逐步深入、应用逐渐广泛。相对于自体骨移植,人工骨移植可以避免取骨对患者带来的不利影响,但是普遍认为人工骨移植发生排他反应发生率要高于自体骨移植。Ferracini等^[25]对采用人工骨移植的桡骨远端骨折患者19例进行了平均2年的随访,在随访期间进行X线及CT检查,所有患者植入的人工骨与骨均在逐步融合,并未出现任何与人工骨移植相关并发症或不良反应。由此可见,人工骨的发展已经较为成熟,未来可能会更广泛地应用于 Die-punch 骨折的治疗。

3.2.4 3D打印 近年来,3D打印技术逐渐成熟,国内外均有运用3D打印来辅助治疗复杂粉碎性桡骨远端骨折的研究。其主要方式是应用3D打印技术制造出几乎与患者骨折完全相同的桡骨远端 Die-punch 骨折模型,通过模型使医生和患者对于骨折的类型和程度有更为清晰、直观的认识,再根据模型在术前选择合适的钢板,并进行模拟手术。因为术者在术前就对骨折的类型与位置有了清晰的认识,提前明确了手术计划,所以可以更为精确地进行手术操作,有效地减少了手术时间,降低了术中出血量以及术中透视次数。但在 Langerhuizen 等^[26]的前瞻性研究中,试验组和对照组的术后腕关节活动度

与影像学结果差异无统计学意义,在平均随访13个月后进行腕关节 Cooney 评分,3D组 Cooney 评分平均值为 (86.38 ± 14.12) 分,与常规组的 (85.95 ± 15.22) 分相比差异无统计学意义($P > 0.05$)。因此,3D打印在桡骨远端 Die-punch 骨折手术中的应用,对于患者的预后是否有帮助还需要更多更充分的研究来证明。此外,该技术成本高,缺乏足够的临床证据证明其作用,目前很难在临床实践中普及。

3.3 腕关节镜 腕关节镜作为各种腕关节疾病的辅助治疗工具,可以更为直观地观察关节内的情况并进行照明和放大,可以直接显示关节面的复位情况以及软组织的损伤情况,这一点与术中透视相比更具有优势。对于腕关节塌陷 >2 mm的年轻患者,特别推荐应用腕关节镜,这非常符合桡骨远端 Die-punch 骨折的特点。腕关节镜还可以处理游离的骨折片、清理血肿,如果出现舟月韧带、月三角韧带以及三角纤维软骨盘的损伤,可以在关节镜下I期修复。并且,应用腕关节镜还有利于减少手术创伤,保护骨膜和血供,缩短恢复腕关节功能所需的时间。Cheng等^[27]对12例桡骨远端 Die-punch 骨折患者进行腕关节镜辅助下切开复位内固定治疗,术后随访12个月行腕关节 Cooney 评分,优10例,良1例,可1例。Yang等^[28]对50例腕关节镜辅助下行切开复位钢板内固定的桡骨远端 Die-punch 骨折患者进行了研究,术后随访18个月,所有患者均愈合良好,腕关节 Cooney 评分高于手术前,其中优33例,良13例,可3例,差1例。因此,采用腕关节镜辅助治疗桡骨远端 Die-punch 骨折疗效显著,是理想的治疗方法之一。但是腕关节镜由于其技术复杂难懂、患者花费高等原因,在大部分基层医院尚未普及。

4 总结与展望

桡骨远端 Die-punch 骨折作为一种较为严重的关节内骨折,其手术难度大,患者的并发症多,预后差。但是随着研究的深入,骨科医生对于 Die-punch 骨折的理解越来越成熟,更多新技术应用于 Die-punch 骨折的治疗,使得 Die-punch 骨折的治疗局面不断好转。但在现有的桡骨远端 Die-punch 骨折的研究中,仍有一些不足之处。第一,桡骨远端 Die-punch 骨折好发于青中年,而其他类型的桡骨远端骨折更多见于老年人,其具体原因尚不明确。第二,Die-punch 骨折因其独特的损伤机制、年轻的患者群体,其并发症发生率及其影响因素是否与其他类型的桡骨远端骨折有所不同?目前仍缺乏相关

的研究来解释这 2 个问题,需要在未来的桡骨远端 Die-punch 骨折的研究中格外关注。

[参考文献]

- [1] Diaz-Garcia RJ, Oda T, Shauver MJ, et al. A systematic review of outcomes and complications of treating unstable distal radius fractures in the elderly[J]. J Hand Surg Am, 2011,36(5):824—835.
- [2] Scheck M. Long-term follow-up of treatment of comminuted fractures of the distal end of the radius by transfixation with Kirschner wires and cast[J]. J Bone Joint Surg Am, 1962, 44-A:337—351.
- [3] 殷渠东,顾三军,芮永军,等.不同类型桡骨远端 Die-punch 骨折的治疗效果分析[J]. 中华手外科杂志, 2015,31(6):445—447.
- [4] Nigst H. Fractures of the distal radius in the adult: anatomy, trauma mechanisms, fracture types, and typical associated injuries (author's transl)[J]. Unfallheilkunde, 1979, 82(1): 1—6.
- [5] Anderson DD, Deshpande BR, Daniel TE, et al. A three dimensional finite element model of the radiocarpal joint: distal radius fracture step-off and stress transfer[J]. Iowa Orthop J, 2005, 25: 108—117.
- [6] Baratz ME, Des Jardins JD, Anderson DD, et al. Displaced intra-articular fractures of the distal radius: the effect of fracture displacement on contact stresses in a cadaver model[J]. J Hand Surg Am, 1996, 21(2): 183—188.
- [7] 奚彬,杨莹,李冬成,等.桡骨远端双柱 die-punch 骨折影像学类型:骨折分型及力学机制[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(27): 4405—4409.
- [8] Melone Jr CP. Distal radius fractures: patterns of articular Fragmentation[J]. Orthop Clin North Am, 1993, 24(2): 239—253.
- [9] Fernández DL. Fractures of the distal radius: operative treatment[J]. Instr Course Lect, 1993, 42: 73—88.
- [10] Rikli DA, Regazzoni P. Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases[J]. J Bone Joint Surg Br, 1996, 78(4): 588—591.
- [11] 丁玲,唐文,高慧秋,等.两类桡骨远端 die-punch 骨折的影像学比较[J]. 中国临床解剖学杂志, 2020, 38(1): 83—87.
- [12] Ma Y, Yin Q, Rui Y, et al. Image classification for Die-punch fracture of intermediate column of the distal radius[J]. Radiol Med, 2017, 122(12): 928—933.
- [13] Zhang B, Hu P, Cheng XD, et al. Volar, splitting, and collapsed type of die-punch fracture treated by volar locking plate (VLP): a retrospective study[J]. Orthop Surg, 2020, 12(3): 869—877.
- [14] Li D, Liu Y, Li D, et al. Identification of a novel three-column classification for double-column die-punch fractures of the distal radius[J]. Exp Ther Med, 2020, 19(3): 1871—1877.
- [15] Zhou J, Tang W, Li D, et al. Morphological characteristics of different types of distal radius die-punch fractures based on three-column theory[J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 390.
- [16] Vabo S, Steen K, Brudvik C, et al. Patient-reported outcomes after initial conservative fracture treatment in primary healthcare—a survey study[J]. BMC Prim Care, 2022, 23(1): 191.
- [17] Wichlas F, Haas NP, Disch A, et al. Complication rates and reduction potential of palmar versus dorsal locking plate osteosynthesis for the treatment of distal radius fractures[J]. J Orthop Traumatol, 2014, 15(4): 259—264.
- [18] 张海龙,管国平,易进,等.背侧入路内固定治疗桡骨远端双柱 Die-punch 骨折[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36(5): 528—529.
- [19] Hamada Y, Gotani H, Hibino N, et al. Surgical strategy and techniques for low-profile dorsal plating in treating dorsally displaced unstable distal radius fractures[J]. J Wrist Surg, 2017, 6(2): 163—169.
- [20] 魏小康,王传舜,李豪青.经掌背侧联合入路内固定术与掌侧入路万向锁定加压钢板内固定术治疗桡骨远端骨折的效果[J]. 上海医学, 2021, 44(5): 343—347.
- [21] Chia B, Catalano LW, Glickel SZ, et al. Percutaneous pinning of distal radius fractures: an anatomic study demonstrating the proximity of K-wires to structures at risk[J]. J Hand Surg Am, 2009, 34(6): 1014—1020.
- [22] Zhang X, Hu C, Yu K, et al. Volar locking plate (VLP) versus non-locking plate (NLP) in the treatment of die-punch fractures of the distal radius: an observational study[J]. Int J Surg, 2016, 34: 142—147.
- [23] 崔崑,王秀会,付备刚,等.掌侧锁定钢板治疗桡骨远端 Die-punch 骨折的疗效分析[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2018, 15(3): 33—35.
- [24] Yu L, Zhang X, Zhang B, et al. Outcomes of volar locking plate (VLP) fixation for treatment of die-punch fracture of the distal radius: A retrospective single-surgeon study[J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(33): e16796.
- [25] Ferracini R, Bistolfi A, Guidotti C, et al. Bone loss in distal radial fractures treated with a composite xenohybrid bone substitute: a two years follow-up retrospective study[J]. Materials (Basel), 2020, 13(18): 4040.
- [26] Langerhuizen DWG, Doornberg JN, Janssen MMA, et al. Do 3-D printed handheld models improve surgeon reliability for recognition of intraarticular distal radius fracture characteristics? [J]. Clin Orthop Relat Res, 2020, 478(12): 2901—2908.
- [27] Cheng YB, Yang S. Wrist arthroscopy assisted open reduction and bone graft through bone window internal fixation for the treatment of distal radius Die-punch fractures[J]. Zhongguo Gu Shang, 2019, 32(8): 731—735.
- [28] Yang S, Xiang W, Cheng YB, et al. Wrist arthroscopic treatment of Die-punch fracture of distal radius[J]. Zhongguo Gu Shang, 2020, 33(1): 59—63.

(本文编辑:赵丽洁)