

•综述•

锤状指畸形研究进展

景森浩 邹宾 郭旺 常紫东 梁开鑫 薛超 李永平

摘要 Verdan I区伸肌腱解剖结构窄而薄,韧性差,位置表浅,很容易发生撕裂或从止点处撕脱骨折,导致远端指间关节主动伸展功能障碍,如不能及时给予适当干预,可能会引发锤状指畸形,甚至造成晚期创伤性关节炎或鹅颈指畸形,既影响伸指功能,又影响美观。该文就伸肌腱I区的解剖结构、损伤机制以及锤状指畸形诊断、分型及治疗的研究进展进行综述。

关键词 锤状指;伸肌腱;鹅颈指;远端指间关节;肌腱损伤

DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2022.05.009

锤状指,又称为“棒球指”,常见的受伤机制与体育活动有关,通常为手指末端受到直接的外力冲击,也可能与日常生活中的低能量损伤有关,这些损伤将造成指伸肌腱止点撕裂或撕脱骨折,从而出现手指末节屈曲畸形,既影响伸指功能,又影响美观。保守治疗对大多数早期锤状指畸形有效,而手术干预则适用于保守治疗无效或1个月以上未予治疗的锤状指畸形。对术中无法直接缝合的腱性锤状指畸形需行伸肌腱止点重建术,以恢复正常伸肌机制;伴有超过1/3远节指骨关节面的撕脱骨折或脱位者一般需及早手术复位固定。目前关于锤状指的手术适应证及治疗方案仍存较大争议。

1 解剖结构

手指的伸展机制较为复杂,手外在肌腱与手内在肌腱极为巧妙的分布与配合是手指正常发挥伸展功能的基础。指伸肌腱在近节指骨背侧分为3条腱束:1条中央束止于中节指骨基底和关节囊,可控制近端指间关节伸展;2条外侧束在中节指骨背面逐渐靠拢,最后汇合为1条,并在远节指骨近端形成终末肌腱止点,可控制远端指间关节伸展。有研究指出,这3条腱束是维持手指抓握力量的关键部件^[1]。

张磊等^[2]研究发现,指伸肌腱止点呈长方形,薄约3~4 mm,宽度接近末节指骨的宽度,止点近端紧贴关节面后缘。刘志刚等^[3]取正常国人

新鲜尸体的指伸肌腱终腱进行拉伸试验,结果表明腱中部是终腱的强度危险区(薄弱区)。此外,Verdan I区伸肌腱位于手指背侧的浅表位置,肌腱与皮肤之间缺乏足够的皮下组织,因此很容易造成肌腱损伤。

2 损伤机制

大多数锤状指畸形是由腱性损伤引起,而远节指骨关节面撕脱骨折仅占1/3^[4]。腱性锤状指主要由低能量损伤造成,可影响中指和无名指,而骨性锤状指主要由高能量损伤造成,可影响无名指和小指,两种损伤中拇指受累均较为罕见^[5]。损伤以30~40岁男性的优势手多见^[6-8]。一项前瞻性研究结果表明,腱性锤状指患者平均年龄比骨性锤状指大17岁^[5]。

远端指间关节在过屈或过伸时受到外力冲击,可导致末端伸肌腱撕裂或撕脱骨折,从而造成畸形^[7,9-10]。冲击试验结果表明,终腱损伤类型与外力速度有关,负荷快时,终腱强度小于骨质,损伤以终腱断裂为主;负荷慢时,损伤则以终腱止点骨撕脱为主^[3]。慢性损伤会破坏屈伸力量之间的微妙平衡,可造成近端指间关节过度伸展、远端指间关节伸展滞后的鹅颈指畸形^[11]。虽然大多数锤状指是外伤所致,但有学者提出某些个体可能存在遗传倾向,此观点目前仍未得到证实^[12]。

3 诊断

锤状指的诊断相对简单。患者主诉常为关节疼痛、畸形和主动伸指功能受限^[7,10];病史常显示为损伤的典型机制,即远端指间关节强迫屈曲或过度伸展;体格检查可发现远端指间关节主动伸

基金项目:山西省自然科学基金(201801D121079)

作者单位:030001 太原,山西医科大学第二医院骨科

通信作者:李永平 E-mail: liyp328@126.com

展滞后,但可以被动伸展^[10]。

X 线检查对于评估损伤程度和指导治疗尤为重要,有助于确定选择手术治疗或保守治疗。侧位 X 线片检查对于确定远端指间关节是否存在撕脱性骨折以及评估关节受累和半脱位程度至关重要^[8,10,13]。一项生物力学研究发现,骨折块累及面积小于关节面 43% 的锤状指通常不会发生远端指骨向掌侧半脱位;而骨折块累及面积超过关节面 52% 的锤状指将可能发生半脱位^[14]。Ramponi 等^[10]指出,对于可疑锤状指应予单指 X 线检查,而不应予整个手部的 X 线检查,后者容易忽略对远端指间关节的完整性评估。对于有明确的低能量损伤和锤状指畸形病史的患者,则没有必要进行 X 线检查^[5]。近年来高频超声检查在急性闭合性锤状指损伤诊断中应用逐渐广泛。与 X 线检查相比,高频超声检查能更清楚地显示损伤的伸肌腱,甚至骨碎片^[15]。

儿童和青少年的 Seymour 骨折是一种开放性移位的关节外的远端指骨骨骺旁骨折,伴有上覆甲床的撕裂,治疗通常是手术干预,其在急性损伤时的表现类似于锤状指,在诊断儿童和青少年锤状指时,应注意与其相鉴别^[16]。

4 分型

锤状指分型对治疗方式的选择具有关键性的指导意义。根据损伤部位不同,锤状指可分为腱性锤状指和骨性锤状指;根据受伤时间长短不同,锤状指可分为急性锤状指(<4 周)和慢性锤状指(>4 周)^[4]。目前使用最广泛的是 Doyle 分型。① I 型为闭合性损伤,末端伸肌腱失去连续性,伴或不伴有远节指骨背侧基底部的小撕脱骨折。② II 型为关节或周围撕裂所致的开放性肌腱损伤。③ III 型也是开放性损伤,但涉及深部软组织损伤以及皮肤和肌腱实质的丢失。④ IV 型为锤状骨折,其又可分为 3 种亚型。IV A 型为儿童远节指骨骨骺损伤;IV B 型为骨折块累及 20%~50% 关节面的成人远节指骨骨折;IV C 型为骨折块累及 50% 以上关节面的成人远节指骨骨折。Wehbe 等^[6]根据骨折块大小和有无远端指间关节半脱位提出自己的分类系统:① I 型为仅有骨折而无远端指间关节半脱位;② II 型为撕脱骨折合并半脱位;③ III 型为骨骺损伤。该分类可根据关节面受累程度进一步分为 A 亚型(<30%)、B 亚型(30%~60%)和 C 亚型(>60%)。Yang 等^[17]根据骨折块累及关节面的程度、骨折块厚度(骨折块中部矢状面的厚度)和损伤

时间是否超过 2 周将锤状指分为 3 型,并按照该分型制定合适的手术方案,取得了良好的临床效果。

5 治疗

早期诊断和适当干预对于降低畸形程度和恢复正常功能至关重要。治疗的目标是恢复手指末端正常伸展功能的解剖结构,最大限度地减轻伸肌滞后,防止鹅颈指畸形发生^[7,18]。

5.1 非手术治疗

最早 Wehbe 等^[6]认为,非手术治疗可以作为绝大多数锤状指的首选治疗方案。随着对锤状指研究不断深入,目前认为非手术治疗一般适用于急性 Doyel I 型及骨折块<1/3 关节面的损伤,治疗方法通常为夹板外固定。夹板种类丰富,其中 Stack 夹板、泡沫铝质夹板、定制热塑性夹板等较为常用。近期设计的一种黏在指甲上的背侧胶合夹板与 Stack 夹板疗效没有明显差异,但能使指尖保持自由,防止僵硬^[19]。另一项研究则发现,与定制矫形器相比,预制矫形器会增加皮肤并发症发生风险,但两者在治疗成功率和预后方面没有明显差异^[20]。

很多学者建议将远端指间关节固定于过伸位。Vernet 等^[19]对背侧胶合夹板进行研究后发现,过伸位固定并没有取得更好效果,且对伸展滞后没有影响,因此其益处尚未得到证实。此外,大多数学者建议夹板佩戴时间应为 6~8 周^[8,21-22],还有学者建议应额外在夜间佩戴夹板^[22]。但 Gruber 等^[23]的一项前瞻性研究表明,在治疗结束时额外夜间佩戴夹板对伸肌滞后并没有改善作用。Goto 等^[21]先采用掌侧铝质夹板对 26 例骨性锤状指患者固定 6 周,然后采用胶带对其捆扎 2 周,结果显示临床效果良好。目前,保守治疗期间严格佩戴夹板 6~8 周已达成共识,是否应额外夜间佩戴夹板仍无定论。

在医师指导下正确佩戴夹板至关重要,过早移除夹板和屈曲远端指间关节会延迟愈合,因此有必要通过适当的健康教育确保患者良好的依从性^[8]。此外,在夹板固定过程中,对骨性锤状指进行影像学随访也十分必要,有助于预防继发性关节半脱位发生^[24]。目前关于锤状指的非手术治疗方案仍没有金标准,具体执行情况主要取决于患者的依从性及接诊医师的建议。

5.2 手术治疗

早期严格佩戴夹板的保守治疗对大多数锤状指有效,但对于保守治疗无效或 1 个月以上未予

治疗的锤状指,一般建议手术治疗。

5.2.1 肌腱缝合

当断端较平整且远端肌腱残端 >0.2 cm时,可直接缝合肌腱断端。内缝合技术可以精确地恢复骨-腱完整性。Jiang等^[25]对内缝合技术进行改良,在远节指骨基底部斜向钻孔并将肌腱断端与骨骼紧密缝合,可以有效防止缝线松动,并避免损伤真皮或神经血管等问题。van Royen等^[26]在局麻下行经皮肤肌腱皮肤融合术治疗腱性锤状指,无需开放手术及克氏针固定远端指间关节,但是存在皮肤感染、缝线断裂风险。

5.2.2 伸肌腱止点重建

某些情况下,伸肌腱从止点完全脱离、远端肌腱残端 <0.2 cm或撕裂成丝带状,则需要行伸肌腱止点重建术。最经典的传统术式是抽出钢丝法,但其容易发生钢丝脱出而导致复位丢失^[27]。Lu等^[13]在远端指间关节过伸 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 位置增加1根克氏针固定,可提供稳定的环境和适当的伸肌腱张力,使加强的张力一直保持到骨折愈合,避免了复位丢失和钢丝断裂,取得良好的临床疗效。Mitek微骨锚是近年来用于伸肌腱止点重建的一种新兴术式,具有操作简单、固定牢靠、对软组织损伤小等优点,可以保证术后早期活动,防止肌腱粘连和关节僵硬,但同时由于其缝合部位更接近于甲根部,容易引发指甲畸形、感染和皮肤坏死等问题^[28]。在远端指间关节的骨骼及其他解剖结构未受损的情况下,肌腱移植也是一种不错的选择。Zhao^[29]采用改良掌长肌腱移植术,进行环绕插入,弥补肌腱缺陷,同时解决了伸肌腱止点重建和固定问题,此方法操作简单,复发率低,疗效佳。Liu等^[30]用部分指深屈肌腱移位重建伸肌腱附着点,将腱-骨愈合转变为腱-腱愈合,此法操作简单且愈合快,较抽出钢丝法、微骨锚更经济,但存在肌腱与骨隧道磨损断裂风险。

5.2.3 复位固定

当锤状指骨折块撕脱超过远节指骨关节面 $1/3$ 时,无论伴或不伴有关节脱位,通常主张手术复位固定。伸直阻挡克氏针经皮固定(也称石黑法或改良石黑法)是目前国内外最常用的治疗方法,通过1枚或多枚克氏针伸直阻挡撕脱的骨折块,保持骨折块复位,另1枚克氏针贯穿远端指间关节以稳定关节维持复位,是一种操作简单、微创、可间接解剖复位的技术。当骨折块存在旋转时, Karshoğlu

等^[31]在改良石黑法的基础上提出一种将针头作为操作杆的经皮旋转复位术,可实现骨折的精准复位。在骨碎片较大时,克氏针直接固定可作为替代技术,具有手术时间短、针位感染率低、对甲床损伤小等优点^[32]。但是上述用于固定远端指间关节的跨关节克氏针可能会导致医源性甲床损伤、骨碎片旋转,甚至骨关节炎。Delta接线技术则巧妙降低了这些风险,并可对骨碎片间接施加压力,具有创伤小、操作简单、不损伤关键解剖结构、允许远端指间关节早期活动等优点^[33]。然而, Chee等^[18]通过比较研究发现, Delta接线技术临床疗效不如伸直阻挡克氏针固定法。钩板固定技术已被证实是一种可靠、安全、允许早期活动的方法。但 Vester等^[34]对38例接受钩板固定患者的满意度调查结果显示,钩板固定技术存在指甲畸形和外观美容度不足的缺陷。Wang等^[35]通过改变皮肤切口和螺钉位置及剥离软组织,避免了皮肤坏死、甲床畸形和钢板松动等并发症发生。Mukasa等^[36]首次将钩板用于治疗较为罕见的拇指骨性锤状指,也获得较好疗效。此外,外固定器、螺钉固定、张力带固定等也可用于治疗锤状指骨折。

5.2.4 鹅颈指畸形矫正

慢性锤状指导致的鹅颈指畸形会使手指功能丧失,手指握力减弱^[11]。一项生物力学研究显示,螺旋斜支持带韧带(SORL)重建技术较Fowler中央腱束切开术更有利于鹅颈指畸形矫正,特别是存在近端指间关节过伸畸形时,可以降低Fowler中央腱束切开术后畸形逆转风险^[37]。Durand等^[38]提出一种使用指深屈肌半肌腱转移重建SORL的改良技术,其主要优点是不需要远端缝合,且肌腱的长度允许近端牢固内固定。Latief等^[11]还报道了1例采用外侧束技术进行SORL重建治疗慢性锤状指引起的鹅颈指畸形,但该技术的安全性和有效性有待进一步研究。

6 结语

目前非手术治疗对大多数锤状指的效果相对肯定,但手术治疗的术后并发症发生率仍相当高,如何减少术后并发症及提高患者满意度仍是目前须解决的问题。指伸肌腱中央束和外侧束被认为是维持手指抓握力量的关键部件^[1],从现有的临床研究结果看,无论是保守治疗还是手术治疗,都缺少对手指抓握力量的随访研究。此外,目前关于儿童及青少年的锤状指研究相对较少,其手术

治疗的适应证、有效性和并发症发生率尚不清楚,因此对儿童及青少年的锤状指畸形仍须进一步探索、研究。

参考文献

- [1] Wei Y, Zou Z, Qian Z, et al. Biomechanical analysis of the effect of the finger extensor mechanism on hand grasping performance[J]. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, 2022, 30: 360-368.
- [2] 张磊, 霍永鑫, 杜晓健, 等. 指深屈肌腱及伸肌腱止点的解剖研究[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2019, 37(6): 614-618.
- [3] 刘志刚, 王国君, 于家傲. 指伸肌腱终腱损伤的生物力学研究[J]. *中华手外科杂志*, 2002, 18(1): 52-54.
- [4] Trickett RW, Brock J, Shewring DJ. The non-operative management of bony mallet injuries[J]. *J Hand Surg Eur Vol*, 2021, 46(5): 460-465.
- [5] Giddins G. Tendinous and bony mallet finger: mechanisms of injury[J]. *J Hand Surg Eur Vol*, 2021, 46(6): 682-684.
- [6] Wehbe MA, Schneider LH. Mallet fractures[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1984, 66(5): 658-669.
- [7] McGhee S, Gonzalez J, Nadeau C, et al. Mallet finger injuries: the signs, symptoms, diagnosis and management[J]. *Emerg Nurse*, 2020, [Epub ahead of print].
- [8] Khera B, Chang C, Bhat W. An overview of mallet finger injuries[J]. *Acta Biomed*, 2021, 92(5): e2021246.
- [9] Kootstra TJM, Keizer J, van Heijl M, et al. Delayed extension block pinning in 27 patients with mallet fracture[J]. *Hand (N Y)*, 2021, 16(1): 61-66.
- [10] Ramponi DR, Hellier SD. Mallet Finger[J]. *Adv Emerg Nurs J*, 2019, 41(3): 198-203.
- [11] Latief W, Enggra N. Spiral oblique retinacular ligament reconstruction using lateral band technique to treat swan neck deformity due to chronic mallet finger: a case report[J]. *Int J Surg Case Rep*, 2021, 81: 105811.
- [12] Lamarin GA, Matthew MK. The diagnosis and management of mallet finger injuries[J]. *Hand (N Y)*, 2017, 12(3): 223-228.
- [13] Lu YH, Wu CC, Hsieh CP. A modified pull-out wire technique for acute mallet fracture of the finger[J]. *Indian J Orthop*, 2018, 52(6): 611-615.
- [14] Wada T, Oda T. Mallet fingers with bone avulsion and DIP joint subluxation[J]. *J Hand Surg Eur Vol*, 2015, 40(1): 8-15.
- [15] Wang T, Qi H, Teng J, et al. The role of high frequency ultrasonography in diagnosis of acute closed mallet finger injury[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 11049.
- [16] Kiely AL, Nolan GS, Cooper LRL. The optimal management of Seymour fractures in children and adolescents: a systematic review protocol[J]. *Syst Rev*, 2020, 9(1): 150.
- [17] Yang Y, Zhang WG, Li ZZ, et al. Anatomical and clinical study of a new mallet fracture classification method[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2020, 133(6): 657-663.
- [18] Chee WH, Gunasagaran J, Ahmad TS. A comparison of delta wire technique versus extension block pinning in the treatment of bony Mallet finger[J]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2020, 52(3): 176-181.
- [19] Vernet P, Igeta Y, Facca S, et al. Treatment of tendinous mallet fingers using a Stack splint versus a dorsal glued splint[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2019, 29(3): 591-596.
- [20] Witherow EJ, Peiris CL. Custom-made finger orthoses have fewer skin complications than prefabricated finger orthoses in the management of mallet injury: a systematic review and meta-analysis[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2015, 96(10): 1913-1923.e1911.
- [21] Goto K, Naito K, Nagura N, et al. Outcomes of conservative treatment for bony mallet fingers[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2021, 31(7): 1493-1499.
- [22] Nagura S, Suzuki T, Iwamoto T, et al. A comparison of splint versus pinning the distal interphalangeal joint for acute closed tendinous mallet injuries[J]. *J Hand Surg Asian Pac Vol*, 2020, 25(2): 172-176.
- [23] Gruber JS, Bot AG, Ring D. A prospective randomized controlled trial comparing night splinting with no splinting after treatment of mallet finger[J]. *Hand (N Y)*, 2014, 9(2): 145-150.
- [24] Thillemann JK, Thillemann TM, Kristensen PK, et al. Splinting versus extension-block pinning of bony mallet finger: a randomized clinical trial[J]. *J Hand Surg Eur Vol*, 2020, 45(6): 574-581.
- [25] Jiang B, Wang P, Zhang Y, et al. Modification of the internal suture technique for mallet finger[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(6): e536.
- [26] van Royen K, Muneer M, Tsai TM. Percutaneous tenodesis for mallet fingers: an office-based procedure[J]. *Tech Hand Up Extrem Surg*, 2020, 25(1): 56-58.
- [27] 刘斌, 胡学斌, 陶红波, 等. Thompson 法与抽出钢丝法重建伸肌腱止点治疗陈旧性锤状指的效果比较[J]. *中国当代医药*, 2020, 27(23): 88-91.
- [28] Huang Y, Wu K, Shi H, et al. Kirschner wire fixation versus suture anchor technique for mallet finger: a meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(11): e24996.
- [29] Zhao L. The treatment of Doyle types II and III mallet finger with the encircling fixation of a transplanted palmaris longus tendon[J]. *Asian J Surg*, 2021, [Epub ahead of print].
- [30] Liu H, Li R, Yuan C, et al. Treatment of tendinous mallet finger deformity with a part of the flexor digitorum profundus tendon[J]. *ANZ J Surg*, 2020, 90(11): 2325-2328.
- [31] Karshioğlu, Uzun M, Tetik C, et al. Derotation of the mallet piece: a crucial point in mallet fracture surgery[J]. *Hand Surg Rehabil*, 2018, [Epub ahead of print].
- [32] Ozturk T, Erpala F, Zengin EC, et al. Comparison of interfragmentary pinning versus the extension block technique for acute Doyle type 4c mallet finger[J]. *Hand Surg Rehabil*, 2022, 41(1): 131-136.
- [33] Garg BK, Rajput SS, Purushottam GI, et al. Delta wiring technique to treat bony mallet finger: no need of transfixation pin[J]. *Tech Hand Up Extrem Surg*, 2020, 24(3): 131-134.
- [34] Vester H, Schul L, von Matthey F, et al. Patient satisfaction after hook plate treatment of bony avulsion fracture of the distal phalanges[J]. *Eur J Med Res*, 2018, 23(1): 35.
- [35] Wang WC, Hsu CE, Yeh CW, et al. Functional outcomes and complications of hook plate for bony mallet finger: a retrospective case series study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22(1): 281.

- [36] Mukasa F, Tomita Y, Hirasawa H, et al. Hook plate technique for bony mallet thumb[J]. Case Rep Orthop, 2019, 2019: 3538405.
- [37] Deml C, Baradaran A, Chen N, et al. Fowler central slip tenotomy or spiral oblique retinacular ligament reconstruction? A cadaveric biomechanical study in swan-neck deformity[J]. Hand (N Y), 2020, 15(5): 620-624.

- [38] Durand S, Christen T, Papastergiou N. Spiral oblique retinacular ligament procedure using flexor digitorum profundus hemi-tendon transfer: anatomical basis and clinical application[J]. J Hand Surg Am, 2021, 46(11): 1023.e1-1023.e7.

(收稿日期: 2022-05-12)

(本文编辑: 富饶)

《国际骨科学杂志》投稿、邮购

《国际骨科学杂志》创刊于 1964 年,是国家级医学学术类期刊,入编中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)、中国学术期刊统计源期刊、中国期刊全文数据库收录期刊等,由国家卫计委、上海市卫计委主管,上海市医学科学技术情报研究所主办。

《国际骨科学杂志》以广大骨科及相关临床医师、教学人员和研究人员为读者对象,贯彻理论与实践、普及与提高相结合的办刊宗旨,主要介绍国内外骨科领域的临床和基础研究的新理论、新方法、新技术和新成果。栏目设置包括综述、论著、专题报告、学术争鸣、专利介绍、病例报告、新技术新概念、国外来访者报告及信息报道等。目前本刊的 5 年影响因子为 1.052(《中国期刊引证研究报告·2014 年版》),居“国际医学系列期刊”前茅。欢迎广大作者投送稿件!来稿若符合录用标准,均可在 6 个月内发表。

投稿通道: 官方网站 <http://gjgkx.paperopen.com> 注册后投稿或发送电子邮件至 intjorthop@163.com。同时需将打印稿 2 份、作者单位推荐(介绍)信、作者简介(出生年月、学位、技术职称、研究方向、联系手机号码)等邮寄至上海市建国西路 602 号《国际骨科学杂志》编辑部,邮编 200031。来稿需标明是否为省部级以上基金资助项目并注明编号,以便优先审稿。

本刊历史悠久、内容翔实、可读性强,深受广大骨外科及相关学科临床医生、教研人员的欢迎和好评。本刊为双月刊,大 16 开本,每单月 25 日出版。邮局发行代号:4 268(定价:12.00 元,全年 72.00 元)。编辑部全年接受个人邮购,免收邮费。

投稿、邮购联系电话:021-33262069(直线)