

第一跖骨头下籽骨的解剖及生物力学研究进展

张永超, 桑志成

(中国中医科学院望京医院, 北京 100102)

【摘要】 第一跖骨头下籽骨位于足拇短屈肌腱内, 是足部最重要的籽骨, 对于保持人体正常承重和足部正常生物力学具有重要意义。由于其在 外翻的发生中扮演重要角色, 是近年来足踝外科研究的热门。其解剖及生物力学等研究是各种临床研究的基础。本文就第一跖骨头下籽骨的解剖及生物力学国内外最新研究进行概述。

【关键词】 足; 籽骨; 解剖学; 生物力学; 综述文献

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2011.01.027

Research progress on anatomy and biomechanics of the sesamoids below the head of the first metatarsal ZHANG Yong-chao, SANG Zhi-cheng. Wangjing Hospital of China Academy of Chinese Medicine Sciences, Beijing 100102, China

ABSTRACT The sesamoids below the head of the first metatarsal located within flexor pollicis brevis muscle tendon and are the most important sesamoids of the foot. They are vitally important to normal weight bearing and foot mechanics. Because they play an important role in occurrence of pollex valgus, therefore, they are popular in the studies of foot and ankle surgery. Studies on anatomy and biomechanics of the sesamoids are the basic of kinds of clinical study. The following is a summary of the international and domestic reference data of recent years on anatomy and biomechanics of the sesamoids below the head of the first metatarsal.

KEYWORDS Foot; Sesamoid bone; Anatomy; Biomechanics; Review literature

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2011, 24(1): 88-90 www.zggszz.com

“籽骨”这一术语是由 Galen 于 1933 年首先提出来的^[1]。第一跖趾关节籽骨是位于第一跖骨头下拇短屈肌内外侧头内的两块籽骨。内侧籽骨称胫侧籽骨 (tibial hallux sesamoid, THS), 外侧籽骨称腓侧籽骨 (fibular hallux sesamoid, FHS)。两者分别与第一跖骨头构成跖籽关节。由于第一跖趾关节籽骨与功能有密切的关系, 因此被认为是足部最重要的籽骨。同时, 据统计籽骨发病率约为 9.8%^[2], 籽骨病变是前足疼痛的常见原因^[3], 严重的影响着人们的正常生活, 尤其是体育运动员、舞蹈演员, 经常饱受籽骨病变的困扰。近年来, 随着对前足, 特别是第一跖列功能紊乱认识的提高, 跖骨头下籽骨的研究越来越受到人们的重视。为了更好的为临床服务, 提高籽骨病变的诊断、治疗水平, 现将第一跖骨头下籽骨的基础研究概况综述如下。

1 籽骨的发育

在妊娠第 8 周籽骨在拇短屈肌中出现, 胎儿期第 12 周籽骨软骨化。Brenner 等^[4]通过观察了从 12~38 周不同发育阶段的用 plastination-histology 法处理的 22 只足发现, 籽骨在第一阶段 (12 周) 就已经从关节囊发育, 成束的胶原纤维已经深深地植入籽骨软骨关节囊侧, 在跖侧只有肌腱的内部纤维植

入籽骨。Dharap 等^[5]对阿拉伯人 X 线研究认为女性在 8 岁时开始籽骨骨化、男性 9 岁时开始, 男女均在 10 岁时完成, 并且发现不同人群存在显著差异。

2 籽骨的解剖

2.1 籽骨出现概率 第一跖骨头下籽骨的出现率几乎为 100%。Dharap 等^[5]通过对 522 只足的 X 线研究发现第一跖骨头下均存在籽骨。

籽骨缺如非常罕见, 关于籽骨缺如的报道也仅见几例。Yildirim 等^[6]报道了 1 例先天性外侧籽骨缺如的患者。Kanatl 等^[7]报道了 1 例 17 岁男孩, 右脚第一跖趾关节跖面疼痛, 伴有先天性胫侧籽骨缺损。王旭等^[8]观察 438 足部正、斜位 X 线片发现籽骨先天性缺如 7 足, 约占 1.60%, 其中胫腓侧全部缺如 4 足, 单纯胫侧缺如 3 足。这种缺如可能与灵长类人科籽骨消失的普遍趋势有关。

相对于籽骨缺如来说, 多分籽骨较常见, 但是对于多分籽骨的发生概率的研究结果存在较大差异。有些研究结果显示两分籽骨的发生率为 13.5%~25%^[9-10]。还有人^[2]观察了 984 名土耳其受试者的 X 线检查显示: 2.7% 趾二分籽骨。而另一项针对土耳其人的调查研究总共包括了 371 名无前足疾病患者的 602 只脚的 X 线片, 结果显示: 第一序列出现籽骨分裂的概率为 4.0%^[11]。Munuera 等^[12]观察了 474 只足的 X 线片发现: ①研究足中 14.6% 至少有一块分裂籽骨, 最容易分裂的是内侧籽骨, 而其中单侧分隔最常见; ②未发现男女、左右脚籽骨分裂的发生率有区别; ③有籽骨分裂现象的人第一跖骨的突起和长度比无此现象的人要明显; ④与正常人相比较, 患有外翻的人二分内侧籽骨的发病率明显提高。

基金项目: 国家中医药管理局中医药科学技术研究专项课题 (编号: 06-07LP45)

Fund programs: Supported by State Administration of Traditional Chinese Medicine for the Study of Science and Technology of Traditional Chinese Medicine (No: 06-07LP45)

通讯作者: 桑志成 E-mail: sangzhch@126.com

国内报道的多籽骨的出现率比土耳其受试者的出现率高。王旭等^[8]观察 438 足部正、斜位 X 线片发现二分籽骨 31 足,占 7.1%,其中纵裂 1 足,余为横裂。胫腓侧籽骨均为二分籽骨 1 足,单纯腓侧籽骨二分 2 足,单纯胫侧二分籽骨 27 足,三分籽骨 1 足,占 2.56%,单纯胫侧籽骨发育不良 1 足。

2.2 籽骨大小 胫侧籽骨与腓侧籽骨的大小目前尚无定论。一般胫侧籽骨较腓侧籽骨大,腓侧籽骨相对较圆。Theumann 等^[13]通过观察测量 12 具尸体的第一跖趾关节 MR 影像发现籽骨的形状在正位片多为椭圆形,胫腓侧籽骨的平均矢状面长 1.2 cm,冠状面长 0.8 cm。

2.3 跖籽关节及周围解剖 两块籽骨位于跖骨头下方的籽骨沟内,被籽骨嵴分开。籽骨嵴可限制两块籽骨纵向运动,保证籽骨系统的内在稳定性^[14]。两粒籽骨分别与第一跖骨头的两个沟状籽骨关节面构成跖籽关节。跖籽关节为滑膜关节,关节面覆盖有透明软骨,其边缘被关节囊附着。

两块籽骨除了与跖骨头构成跖籽关节的部分,其余部分均包绕在肌腱中。籽骨周围的软组织解剖非常复杂,籽骨周围主要的肌肉与韧带有以下:①拇短屈肌;起于内侧楔骨,止于趾近节趾骨底。其内侧头包绕胫侧籽骨,外侧头包绕腓侧籽骨。②拇展肌;起于胫侧籽骨,与拇展肌的肌腱相联合,止于近节趾骨基底。③拇收肌;其斜头起于 2、3、4 跖骨基底,止于腓侧籽骨和第一跖趾关节的关节囊。其横头起于第三、四跖趾关节囊(偶见起于第五跖趾关节囊)和横跖韧带,附着于腓侧籽骨、第一跖趾关节囊以及近节趾骨基底外侧表面^[15]。④内侧跖籽骨韧带;起于第一跖骨头,止于胫侧籽骨内侧面。⑤外侧跖籽骨韧带;起于第一跖骨头,止于腓侧籽骨。⑥籽骨间韧带;连接于两块籽骨之间。内、外侧籽骨韧带和籽骨间韧带汇聚到一起附于跖板。⑦内侧趾籽骨间韧带;起于足第一趾近节趾骨基底,止于胫侧籽骨。⑧外侧趾籽骨间韧带;起于足第一趾近节趾骨基底,止于腓侧籽骨。第一跖趾关节关节囊在跖面增厚,被称为跖板。籽骨间韧带是跖板的中央部分,内、外侧跖/趾籽骨间韧带是关节囊的增厚部分。⑨跖骨间韧带;将腓侧籽骨连在第二跖骨颈^[16-17]。⑩拇长屈肌腱;通过两籽骨之间的沟槽止于趾远节趾骨的腹侧基底部。此沟起到滑轮样作用,并保护此肌腱滑动时不受压迫和摩擦。这些韧带形成纤维软骨板样结构,和籽骨嵴共同维持籽骨的位置的相对稳定。

2.4 籽骨血供 第一跖趾关节籽骨的骨性血供很复杂,目前认为主要是骨外,大部分来自几个部分:①足近端血管,经过拇短屈肌供应籽骨的 1/3~2/3。②足底血管,主要来自足底动脉和第一跖底动脉。③少部分血供来自籽骨远端^[18]。虽然籽骨近端与远端血供之间存在一条吻合支,但是籽骨远端的血供非常微弱,这可能导致骨折后延迟愈合或者缺血性坏死。

第一跖底动脉在籽骨的血供中具有重要意义。Rath 等^[19]研究了 22 只成人足的标本发现:①第一跖底动脉有一个内侧分支供应内侧籽骨;②第一跖底动脉的主干远端沿着外侧籽骨的外侧继续其走向,并对外侧籽骨进行血液供应,供血动脉在足底的远极面附近穿透籽骨;③第一跖底动脉是内侧和外侧籽骨的主要动脉来源。第一跖底动脉沿外侧籽骨的跖面外侧走行,在进行软组织手术,如外翻手术时,这条动脉处于高危状态。

3 正常籽骨生物力学及功能

趾籽骨系统通常要传送高达身体 50% 的重量,在抬脚

离地时传送的负荷上升至 300%,因此籽骨对正常负重和足部力学来说是至关重要的。籽骨的主要作用:①分担第 1 跖骨头负重,减少对跖骨头的冲击;②抬高第 1 跖骨头,保护拇长屈肌;③在跖趾关节活动中充当滑轮,增加拇长屈肌腱的力臂;④充当应力传导的枢纽,将各种屈肌力汇聚止于趾;⑤作为内侧纵弓的组成,参与跖腱膜的“绞盘机制”^[14, 20-21]。

人体体重 50% 要通过“趾”传向地面,参与这种传递的跖趾关节、趾骨、籽骨及周围的软组织被统称为趾复合结构^[17]。籽骨位于跖趾关节和足部的负重轴线,正常步态周期中有大于体重 3 倍的力通过籽骨。胫侧籽骨位于跖骨头下,其承担体重的大部分。在这种复合结构中,胫侧籽骨受到 3 种力,即跖骨头的垂直压力;屈肌腱的纵向牵引力;第一跖趾关节背屈时屈肌腱拉紧,籽骨对跖骨头的压力。腓侧籽骨位于一、二跖骨头之间,受力较胫侧籽骨小。

为了明确籽骨位置和长度与第一跖趾关节背屈之间的关系,Munuera 等^[22]对 115 例正常和 68 例轻度僵硬者进行足部摄片,测量双侧籽骨与跖骨头前缘的距离、双侧籽骨长度以及第一跖趾关节背屈度,结果正常与轻度僵硬者籽骨长度存在显著性差异,籽骨与跖骨头前缘距离无统计学差异,双侧籽骨长度与跖趾关节背屈度之间呈轻到中度的负相关。

4 籽骨切除后生物力学的改变

在许多籽骨病变中的治疗中需要切除胫侧或腓侧籽骨,有的需要两侧全切。目前,对于籽骨能否切除,切多少的问题还存在争议。现在大多数学者都认为籽骨切除的短期疗效显著,但是从长远来看,主张单侧籽骨切除应慎重,尽量避免双侧切除。

籽骨切除的短期疗效得到了一些学者的肯定。Lee 等^[23]通过独立胫侧籽骨清除术后趾矫正和功能预后评估发现术后患者疼痛等症状明显缓解,功能明显提高,未发现第一跖趾关节足底压力任何改变,90% 患者可恢复所有术前运动,由此其认为对于顽固性胫侧籽骨炎来说,通过细致的手术技术,同时修复软组织,独立胫侧籽骨清除术能够避免趾排列错乱和畸形导致的生物力学改变。Tagoe 等^[24]通过籽骨全切的中期研究认为籽骨切除术后临床症状和患者的满意度有了很大提高,对于中度关节炎患者籽骨全切是一种有益的中期手术。尤其是近年来随着关节镜技术的发展,关节镜下籽骨切除得到了很好的发展^[25],通过关节镜方法,开放性籽骨清除术的术后并发症可以降低到最小^[26]。

从远期疗效来说,由于籽骨切除之后破坏了籽骨周围的力学平衡,可以导致很多足部疾病,绝大多数学者还是反对籽骨切除。Aper 等^[27-28]研究了籽骨切除对拇长屈肌腱和拇短屈肌腱瞬时力臂的影响,发现胫侧籽骨远侧部分切除或整个切除对拇短屈肌的有效瞬时作用力臂影响不大,只有当双侧籽骨切除时拇短屈肌的有效瞬时作用力臂才明显下降,这种下降在跖趾关节背屈 15° 前程度较小(2.4%~4.3%),背屈 25~50° 范围内下降程度较大(22.4%~29.2%),当整个胫侧籽骨或腓侧籽骨切除及双侧籽骨全切时拇长屈肌瞬时力臂明显下降,进而强调籽骨的切除首先考虑远侧半切除。朱越峰等^[29]通过第一跖骨头下籽骨切除术前对前足第一序列功能的生物力学影响的研究发现:①第一跖骨头下胫腓侧籽骨远侧半切除对趾屈曲力影响很小,临床中对于籽骨横行骨折及多籽骨伴籽骨炎患者可行籽骨半切除术;②胫/腓侧籽骨单侧全切除和

胫腓双侧籽骨全切除术对趾屈曲力量有明显影响, 所以手术切除单侧籽骨应慎重, 应尽量避免切除双侧籽骨。因为切除了屈肌腱的支点并部分松动了肌腱使短屈肌力量减弱导致趾背屈力量大于跖屈, 籽骨切除术主要术后并发症是趾“扳机样畸形”。由于趾内外侧肌力失衡, 外翻的发病率也会提高^[30]。

结语

总之, 籽骨在足踝外科中具有重要作用。近年来越来越受到足踝医生的重视, 关于籽骨的研究也越来越多。但是由于籽骨解剖、功能的复杂性, 籽骨的很多基础问题的研究结果存在较大的差异, 需要进一步证实。因此, 今后关于籽骨的基础研究需要不断深入, 以期为临床诊断、治疗提供更大的帮助。

参考文献

- [1] Inge GAL, Ferguson AB. Surgery of the sesamoid bones of the great toe. An anatomic and clinical study, with a report of forty-one cases [J]. Arch Surg, 1933, 27: 466-488.
- [2] Coskun N, Yuksel M, Cevener M, et al. Incidence of accessory ossicles and sesamoid bones in the feet; a radiographic study of the Turkish subjects [J]. Surg Radiol Anat, 2009, 31(1): 19-24.
- [3] Cohen BE. Hallux sesamoid disorders [J]. Foot Ankle Clin, 2009, 14(1): 91-104.
- [4] Brenner E, Gruber H, Fritsch H. Fetal development of the first metatarsophalangeal joint complex with special reference to the intersesamoidal ridge [J]. Ann Anat, 2002, 184(5): 481-487.
- [5] Dharap AS, Al-Hashimi H, Kassab S, et al. Incidence and ossification of sesamoid bones in the hands and feet; a radiographic study in an Arab population [J]. Clin Anat, 2007, 20(4): 416-423.
- [6] Yildirim Y, Saygi B. Congenital absence of the lateral sesamoid [J]. J Am Podiatr Med Assoc, 2006, 96(1): 78-81.
- [7] Kanatli U, Ozturk AM, Ercan NG, et al. Absence of the medial sesamoid bone associated with metatarsophalangeal pain [J]. Clin Anat, 2006, 19(7): 634-639.
- [8] 王旭, 朱越峰, 顾湘杰, 等. 跖骨头下籽骨形态变异分析 [J]. 复旦学报(医学版), 2004, (5): 505-508.
Wang X, Zhu YF, Gu XJ, et al. Analysis of heteromorphosis of sesamoids below head of metatarsal bone [J]. Fu Dan Xue Bao (Yi Yue Ban), 2004, (5): 505-508. Chinese.
- [9] Brenner E. The intersesamoidal ridge of the first metatarsal bone: anatomical basics and clinical considerations [J]. Surg Radiol Anat, 2003, 7: 11.
- [10] Grace DL. Sesamoid problems [J]. Foot Ankle Clin, 2000, 5(3): 609.
- [11] Kiter E, Akkaya S, Kilic BA, et al. Distribution of the metatarsophalangeal sesamoids in Turkish subjects [J]. J Am Podiatr Med Assoc, 2006, 96(5): 437-441.
- [12] Munuera PV, Domínguez G, Reina M, et al. Bipartite hallucal sesamoid bones; relationship with hallux valgus and metatarsal index [J]. Skeletal Radiol, 2007, 36(11): 1043-1050.
- [13] Theumann NH, Pfirrmann CW, Mohana Borges AV, et al. Metatarsophalangeal joint of the great toe: normal MR, MR arthrographic, and MR bursographic findings in cadavers [J]. J Comput Assist Tomogr, 2002, 26(5): 829-838.
- [14] Anwar R, Anjum SN, Nicholl JE. Sesamoids of the foot [J]. Orthopaedics Current, 2005, 19: 40-48.
- [15] Arakawa T, Tokita K, Miki A, et al. Anatomical study of human adductor hallucis muscle with respect to its origin and insertion [J]. Ann Anat, 2003, 185(6): 585-592.
- [16] Wong YS. Influence of the abductor hallucis muscle on the medial arch of the foot; a kinematic and anatomical cadaver study [J]. Foot Ankle Int, 2007, 28(5): 617-620.
- [17] Demond BT, Cory JW, McBryde A Jr. The hallucal sesamoid complex [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2006, 14(13): 745-753.
- [18] Cohen BE. Hallux Sesamoid Disorders [J]. Foot Ankle Clin, 2009, 14(1): 91-104.
- [19] Rath B, Notermans HP, Frank D, et al. Arterial anatomy of the hallucal sesamoids [J]. Clin Anat, 2009, 22(6): 755-760.
- [20] 温建民, 桑志成, 钟洪刚, 等. 正常足与外翻足前足承重比例与跖骨头下压力的研究 [J]. 中国骨伤, 2003, 16(11): 641-643.
Wen JM, Sang ZC, Zhong HG, et al. The study of the changes of bearing ratio and plantar pressure under forefoot of hallux valgus foot [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2003, 16(11): 641-643. Chinese with abstract in English.
- [21] 钮文格, 顾晓东, 徐俊刚, 等. 跖骨骨折 43 例手术治疗体会 [J]. 中国骨伤, 2007, 20(9): 636.
Niu WG, Gu XD, Xu JG, et al. Surgical treatment of metatarsal fractures; a report of 43 cases [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2007, 20(9): 636. Chinese with abstract in English.
- [22] Munuera PV, Domínguez G, Lafuente G. Length of the sesamoids and their distance from the metatarsophalangeal joint space in feet with incipient hallux limitus [J]. J Am Podiatr Med Assoc, 2008, 98(2): 123-129.
- [23] Lee S, James WC, Cohen BE, et al. Evaluation of hallux alignment and functional outcome after isolated tibial sesamoidectomy [J]. Foot Ankle Int, 2005, 26(10): 803-809.
- [24] Tagoe M, Brown HA, Rees SM. Total sesamoidectomy for painful hallux rigidus; a medium-term outcome study [J]. Foot Ankle Int, 2009, 30(7): 640-646.
- [25] Riley J, Selner M. Internal fixation of a displaced tibial sesamoid fracture [J]. J Am Podiatr Med Assoc, 2001, 91(10): 536-539.
- [26] Chan PK, Lui TH. Arthroscopic fibular sesamoidectomy in the management of the sesamoid osteomyelitis [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006, 14(7): 664-667.
- [27] Aper RL, Saltzman CL, Brown TD. The effect of hallux sesamoid excision on the flexor hallucis longus moment arm [J]. Clin Orthop Relat Res, 1996, (325): 209-217.
- [28] Aper RL, Saltzman CL, Brown TD. The effect of hallux sesamoid resection on the effective moment of the flexor hallucis brevis [J]. Foot Ankle Int, 1994, 15(9): 462-470.
- [29] 朱越峰, 顾湘杰, 李连生, 等. 第一跖骨头下籽骨切除术对前足第一序列功能的生物力学影响 [J]. 中国矫形外科杂志, 2005, 13(1): 40-41.
Zhu YF, Gu XJ, Li LS, et al. Biomechanical effect of the sesamoid resection below the head of the first metatarsal on the function of the first ray in forefoot [J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Zai Zhi, 2005, 13(1): 40-41. Chinese.
- [30] Okuda R, Kinoshita M, Yasuda T, et al. Postoperative incomplete reduction of the sesamoids as a risk factor for recurrence of hallux valgus [J]. Bone Joint Surg Am, 2009, 91(7): 1637-1645.

(收稿日期: 2010-02-23 本文编辑: 王宏)