

· 综 述 ·

# 弹簧韧带损伤的研究进展

原帅<sup>1</sup>, 毛海蛟<sup>2</sup>

(1. 宁波大学医学院, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波大学医学院附属医院, 浙江 宁波 315020)

**摘 要** 弹簧韧带 (spring ligament, SL) 即跟舟足底韧带, 国外文献称之为“弹簧韧带复合体”, 是维持足内侧纵弓稳定的重要结构, 其损伤可导致足纵弓丢失以及足外展畸形。SL 损伤的治疗作为平足症矫形手术的补充, 能够有效减少距舟关节半脱位, 在恢复足弓的同时减少骨性手术的需求及相关并发症。为提高临床医师对 SL 损伤的认识, 本文从 SL 的解剖特点、SL 损伤的诊断及治疗 3 个方面, 对 SL 损伤的研究进展进行了综述。

**关键词** 扁平足; 弹簧韧带; 修复外科手术; 综述

弹簧韧带 (spring ligament, SL), 即跟舟足底韧带, 国外文献称之为“弹簧韧带复合体”。SL 具有维持足弓稳定的作用, 其功能受损与成人获得性平足的发生有着密切的关系<sup>[1-3]</sup>。研究显示, 修复、重建损伤的 SL 能有效减少距舟关节半脱位以及对平足症骨性手术的需求<sup>[4]</sup>。然而, 由于 SL 损伤的修复、重建多作为平足症治疗手术的补充, 对于其手术方法的选择以及有效性还存在争议<sup>[1,5-8]</sup>。为提高临床医师对 SL 损伤的认识, 本文对 SL 损伤的研究进展进行了综述。

## 1 SL 的解剖特点

SL 位于跟骨载距突与舟骨之间, 由上内跟舟韧带、下跟舟韧带以及内下斜行跟舟韧带组成<sup>[9]</sup>。上内跟舟韧带起于跟骨载距突前缘, 远端止于舟骨下面和内侧面, 其内侧部分浅表纤维与胫后肌腱的腱鞘有较为密切的联系, 韧带上缘部分纤维软骨化, 与距骨头内侧部分相接; 在 SL 损伤中, 上内跟舟韧带远端损伤最为多见<sup>[10]</sup>。下跟舟韧带起于跟骨前中关节面之间, 止于舟骨跖侧; 内下斜行跟舟韧带起于跟骨前中关节面之间, 止于舟骨结节<sup>[10]</sup>。SL 将舟骨近端关节面和跟骨前中关节面相连接, 起到了支持距骨头的作用<sup>[11]</sup>。

## 2 SL 损伤的诊断

临床上常见的 SL 损伤多继发于胫后肌腱功能不全 (posterior tibial tendon dysfunction, PTTD), 主要表现为内踝后方胫后肌腱走行区疼痛<sup>[12]</sup>。单纯的 SL 损伤较为少见, 主要表现为内踝前疼痛<sup>[1,3]</sup>, 可通过体

格检查与前者相鉴别。三角韧带浅层与 SL 有着相似的走向, 且二者在解剖结构与功能方面存在关联, 诊断时容易混淆<sup>[13]</sup>。

MRI 以及术中观察是目前诊断 SL 损伤的主要方法。采用 MRI 诊断 SL 损伤具有较高的敏感性与特异性<sup>[14]</sup>。相较于下跟舟韧带和内下斜行跟舟韧带, 上内跟舟韧带损伤更为常见, 其在 MRI 的定位也更为准确。上内跟舟韧带的 MRI 诊断通常在冠状位和横轴位上进行, 其退变及损伤主要表现为 T2WI 上相关信号的改变: ①近端厚度 > 5 mm 或远端厚度 < 2 mm; ②部分或完全断裂 (包括胫弹簧韧带于弹簧韧带相交连处的部分或完全断裂)<sup>[10,15-16]</sup>。术中主要通过观察 SL 是否增厚、变薄以及松弛来判断其是否损伤。

## 3 SL 损伤的治疗

**3.1 SL 修复术** SL 修复术只适用于不存在韧带组织退变的急性 SL 损伤。对于韧带纵向撕裂者可直接缝合修复, 韧带松弛者可行折叠短缩缝合修复。手术方式包括切开直视下修复与内镜下修复, 后者可显著减小软组织切开范围, 但有损伤足底内侧神经的风险<sup>[17-18]</sup>。

**3.2 SL 修复增强术** SL 修复术后, SL 的强度会逐渐发生不同程度的减弱<sup>[19]</sup>。为此, 有研究者尝试采用人工材料模拟 SL 中的内上跟舟韧带和下跟舟韧带, 对修复后的 SL 进行加强, 该方法常与跟骨内移截骨术、外侧柱延长术、肌腱转位术等平足矫形手术一同实施。

Acevedo 等<sup>[4]</sup>在直接修复 SL 后采用纤维带 (Arthrex 公司) 对 SL 进行增强保护, 其方法为: 在舟骨内侧由背侧向跖侧建立骨隧道, 纤维带穿过后固定于载

距突。由于纤维带的走行基本模拟了 SL 中内上跟舟韧带和下跟舟韧带解剖走行,从而起到了支持加强 SL 的作用;模拟下跟舟韧带的纤维带作用力更强,因而具有较好的对抗足横向致畸和限制距骨横向移动的作用<sup>[20]</sup>。生物力学研究表明,使用纤维带进行 SL 修复增强后,第一跖距角及距舟角的矫正效果能得到有效维持,而且距舟关节的接触压力也无明显改变<sup>[21]</sup>。此外,采用纤维带进行 SL 增强也有利于术后软组织的恢复<sup>[22]</sup>。

Palmanovich 等<sup>[23]</sup>介绍了另一种修复增强 SL 的方法,直接缝合 SL 后利用上述方法建立舟骨隧道,再于载距突处由远端向近端钻取骨隧道,纤维带穿过后在两隧道间形成“8”字结构,打结后在内踝固定,对 SL 进行增强修复。该作者为了更好地恢复内侧纵弓及减少内侧软组织负荷,将跟骨内移截骨术作为此术式的常规附加操作。与 Acevedo 等<sup>[4]</sup>的方法相比,该方法不易损伤周围及跗骨窝内的神经血管,而且对足内侧起到了类似于三角韧带的悬吊作用。作者采用该方法治疗了 5 例单纯 SL 撕裂的平足症患者,术后随访结果显示患足功能显著改善,且平足症未复发<sup>[1]</sup>。

**3.3 SL 重建术** 对于已发生退变的 SL 损伤,采用重建手术更为合适<sup>[19]</sup>。II b 期 PTTD 需进行矫形手术,以避免平足畸形发展为严重的纵弓塌陷及僵硬性平足症,此类手术中 SL 重建术常作为补充手术<sup>[8,24-25]</sup>。长期持续的胫后肌腱及 SL 功能不全会导致距骨周围关节半脱位及后足力线偏移外翻,此类患者常需行外侧柱延长术、距下关节融合及中足融合术等骨性手术,而采用 SL 重建术能够减少甚至避免使用此类手术<sup>[8]</sup>。目前,多数学者对于将 SL 重建术作为平足症治疗手术的补充持肯定态度,但对于 SL 重建术的重建材料与重建方式的选择存在争议<sup>[6,8,26]</sup>。

对于 SL 重建的研究首先在尸体平足模型上开展。Deland 等<sup>[27-28]</sup>首次在尸体上建立平足模型,并利用三角韧带骨块进行 SL 的重建,术中保留附着于载距突的 SL,将内踝处获得的三角韧带骨块固定于舟骨,术后平足畸形在影像学结果方面有所改善,但该手术在临床研究中未取得成功。Thordarson 等<sup>[26]</sup>分别利用腓骨长肌腱、胫前肌腱以及跟腱进行 SL 重建,结果显示利用腓骨长肌腱进行 SL 重建能更有效地矫正平足畸形。Williams 等<sup>[7]</sup>在临床上利用腓骨长肌腱对 13 例平足患者(14 足)进行了 SL 重建,术

后足踝功能均得到改善,除 1 例患者外其余患者足外翻力量均恢复正常。Lui<sup>[29]</sup>报道 1 例 54 岁女性平足患者,行踇长屈肌转位、距下关节制动术,并利用腓骨长肌腱进行 SL 重建,术后矫正效果显著,患肢内侧纵弓稳定。虽然多数学者对于应用腓骨长肌腱进行 SL 重建以恢复内侧纵弓稳定的作用持肯定态度,但其效果仍需更多的临床实践来观察。

除此之外,研究者还尝试采用踇长屈肌腱和胫后肌腱进行 SL 重建。Lee 等<sup>[30]</sup>利用踇长屈肌腱进行 SL 重建治疗平足症患者 23 例,随访结果良好;其方法为:在第一跖趾关节处切断踇长屈肌腱,随后经内侧楔骨钻取隧道,从跖底穿过到达足背,再经舟骨隧道返回足底,最后于载距突固定;该方法能有效改善 SL 对内侧纵弓的静态支持作用以及胫后肌对中足和纵弓的动力支持作用,且不需要再行趾长屈肌转位术对胫后肌腱进行加强。Ryssman 等<sup>[31]</sup>利用胫后肌腱进行 SL 重建,并行跟骨内移截骨术、趾长屈肌转位术及腓肠肌松解术,随访结果良好,未见疼痛等并发症;其方法是先于胫后肌腱退变处将其切断,保留胫后肌腱舟骨端,随后将其拉紧固定于载距突。

对于 SL 的众多重建方式,多位学者也进行了深入研究对比。Choi 等<sup>[5]</sup>以腓骨长肌腱为材料,在平足模型分别采用 3 种方式重建 SL,包括上内重建、足底重建及上内与足底联合重建,结果显示联合重建效果最佳;研究者认为其原因在于,联合重建后腓骨长肌腱的走行与 SL 中上内跟舟韧带和下跟舟韧带的走行相似,这不仅消除了腓骨长肌腱对足的外展作用,而且能有效矫正距舟关节外展及距下关节外翻,同时该方法对第一跖列跖屈的影响也较小。Baxter 等<sup>[6]</sup>从生物力学角度对比分析了利用腓骨长肌腱进行 SL 解剖重建与非解剖重建(胫舟重建、距舟重建)治疗平足症的疗效,结果显示非解剖重建效果更好。Xu 等<sup>[8]</sup>利用有限元模型比较了 SL 解剖重建与非解剖重建(下跟舟韧带联合胫舟间韧带重建、下跟舟韧带联合跖跟间韧带重建)治疗平足症的效果,结果显示非解剖重建在矫正距舟关节与后足畸形方面更有优势;解剖重建能够矫正足外展畸形和背屈畸形,但对后足外翻的矫正能力不足;2 种重建方式都无法使距舟关节和跟骰关节恢复到正常状态。

## 4 小 结

弹簧韧带作为维持纵弓的重要装置,其重要性不

容忽视。单独的 SL 损伤或是继发于 PTTD 所致的 SL 退变,都可导致足纵弓丢失及足外展畸形。SL 损伤的治疗作为平足症治疗手术的补充,能够有效减少距舟关节半脱位,在恢复足弓的同时减少骨性手术的需要及相关并发症。目前常用的治疗 SL 损伤的方法有 SL 修复术、修复增强术以及重建术。对于 SL 重建术,多数学者建议重建材料选择腓骨长肌腱,重建方式选择非解剖重建。

### 参考文献

- [1] PALMANOVICH E, SHABAT S, BRIN Y S, et al. Novel reconstruction technique for an isolated plantar calcaneonavicular (SPRING) ligament tear: a 5 case series report [J]. Foot (Edinb), 2017, 30: 1-4.
- [2] DESAI K R, BELTRAN L S, BENCARDINO J T, et al. The spring ligament recess of the talocalcaneonavicular joint: depiction on MR images with cadaveric and histologic correlation [J]. AJR Am J Roentgenol, 2011, 196 (5): 1145-1150.
- [3] ORR J D, NUNLEY J N 2nd. Isolated spring ligament failure as a cause of adult-acquired flatfoot deformity [J]. Foot Ankle Int, 2013, 34(6): 818-823.
- [4] ACEVEDO J, VORA A. Anatomical reconstruction of the spring ligament complex: "internal brace" augmentation [J]. Foot Ankle Spec, 2013, 6(6): 441-445.
- [5] CHOI K, LEE S, OTIS J C, et al. Anatomical reconstruction of the spring ligament using peroneus longus tendon graft [J]. Foot Ankle Int, 2003, 24(5): 430-436.
- [6] BAXTER J R, LAMOTHE J M, WALLS R J, et al. Reconstruction of the medial talonavicular joint in simulated flatfoot deformity [J]. Foot Ankle Int, 2015, 36(4): 424-429.
- [7] WILLIAMS B R, ELLIS S J, DEYER T W, et al. Reconstruction of the spring ligament using a peroneus longus autograft tendon transfer [J]. Foot Ankle Int, 2010, 31(7): 567-577.
- [8] XU C, LI M Q, WANG C, et al. Nonanatomic versus anatomic techniques in spring ligament reconstruction: biomechanical assessment via a finite element model [J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 114.
- [9] TANIGUCHI A, TANAKA Y, TAKAKURA Y, et al. Anatomy of the spring ligament [J]. J Bone Joint Surg Am, 2003, 85(11): 2174-2178.
- [10] MENGIARDI B, PINTO C, ZANETTI M. Spring ligament complex and posterior tibial tendon: mr anatomy and findings in acquired adult flatfoot deformity [J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2016, 20(1): 104-115.
- [11] NAZARENKO A, BELTRAN L S, BENCARDINO J T. Imaging evaluation of traumatic ligamentous injuries of the ankle and foot [J]. Radiol Clin North Am, 2013, 51(3): 455-478.
- [12] WEERTS B, WARMERDAM P E, FABER F W. Isolated spring ligament rupture causing acute flatfoot deformity: case report [J]. Foot Ankle Int, 2012, 33(2): 148-150.
- [13] CROMEENS B P, KIRCHHOFF C A, PATTERSON R M, et al. An attachment-based description of the medial collateral and spring ligament complexes [J]. Foot Ankle Int, 2015, 36(6): 710-721.
- [14] YAO L, GENTILI A, CRACCHIOLO A. MR imaging findings in spring ligament insufficiency [J]. Skeletal Radiol, 1999, 28(5): 245-250.
- [15] WILLIAMS G, WIDNALL J, EVANS P, et al. MRI features most often associated with surgically proven tears of the spring ligament complex [J]. Skeletal Radiol, 2013, 42(7): 969-973.
- [16] OMAR H, SAINI V, WADHWA V, et al. Spring ligament complex: illustrated normal anatomy and spectrum of pathologies on 3T MR imaging [J]. Eur J Radiol, 2016, 85(11): 2133-2143.
- [17] LUI T H. Endoscopic repair of the superficial deltoid ligament and spring ligament [J]. Arthrosc Tech, 2016, 5(3): e621-e625.
- [18] LUI T H, MAK C Y D. Arthroscopic approach to the spring (calcaneonavicular) ligament [J]. Foot Ankle Surg, 2018, 24(3): 242-245.
- [19] STEGINSKY B, VORA A. What to do with the spring ligament [J]. Foot Ankle Clin, 2017, 22(3): 515-527.
- [20] PASAPULA C, DEVANY A, FISCHER N C, et al. The resistance to failure of spring ligament reconstruction [J]. Foot (Edinb), 2017, 33: 29-34.
- [21] AYNARDI M C, SALOKY K, ROUSH E P, et al. Biomechanical evaluation of spring ligament augmentation with the fibertape device in a cadaveric flatfoot model [J]. Foot Ankle Int, 2019, 40(5): 596-602.
- [22] COETZEE J C, ELLINGTON J K, RONAN J A, et al. Functional results of open brostrom ankle ligament repair augmented with a suture tape [J]. Foot Ankle Int, 2018, 39(3): 304-310.
- [23] PALMANOVICH E, SHABAT S, BRIN Y S, et al. Anatomic reconstruction technique for a plantar calcaneonavicular (spring) ligament tear [J]. J Foot Ankle Surg, 2015,

- 54(6):1124-1126.
- [24] DELAND J T. Spring ligament complex and flatfoot deformity: curse or blessing? [J]. Foot Ankle Int, 2012, 33(3): 239-243.
- [25] BRODELL J D Jr, MACDONALD A, PERKINS J A, et al. Deltoid - spring ligament reconstruction in adult acquired flatfoot deformity with medial peritalar instability [J]. Foot Ankle Int, 2019, 40(7): 753-761.
- [26] THORDARSON D B, SCHMOTZER H, CHON J. Reconstruction with tenodesis in an adult flatfoot model. A biomechanical evaluation of four methods [J]. J Bone Joint Surg Am, 1995, 77(10): 1557-1564.
- [27] DELAND J T, ARNOCZKY S P, THOMPSON F M. Adult acquired flatfoot deformity at the talonavicular joint; reconstruction of the spring ligament in an in vitro model [J]. Foot Ankle, 1992, 13(6): 327-332.
- [28] DELAND J T. The adult acquired flatfoot and spring ligament complex. Pathology and implications for treatment [J]. Foot Ankle Clin, 2001, 6(1): 129-135.
- [29] LUI T H. Stabilization of medial longitudinal foot arch by peroneus longus transfer [J]. Foot (Edinb), 2016, 27: 22-26.
- [30] LEE W C, YI Y. Spring ligament reconstruction using the autogenous flexor hallucis longus tendon [J]. Orthopedics, 2014, 37(7): 467-471.
- [31] RYSSMAN D B, JENG C L. Reconstruction of the spring ligament with a posterior tibial tendon autograft: technique tip [J]. Foot Ankle Int, 2017, 38(4): 452-456.
- (收稿日期: 2019-08-17 本文编辑: 李晓乐)

## · 简 讯 ·

# 中国中药协会骨伤科药物研究专业委员会/中国中医药研究促进会骨伤科分会 2020 年(洛阳)学术年会暨第三届中国骨伤与药物学术大会(COM2020) 征文延迟截稿通知

受新型冠状病毒肺炎疫情影响,原定于 2020 年 3 月 26—28 日在河南省洛阳市召开的中国中药协会骨伤科药物研究专业委员会/中国中医药研究促进会骨伤科分会 2020 年(洛阳)学术年会暨第三届中国骨伤与药物学术大会(COM2020)拟推迟至 2020 年下半年召开,大会征文截稿时间相应顺延,现将征文事宜再次通知如下:

## 一、征文范围

骨伤科临床、基础、药学、护理等相关领域的学术论文。

## 二、征文要求

1. 论文未在公开发行的刊物上发表,不涉及保密内容,文责自负。
2. 论文要求主题明确、数据准确、语言精练、条理清晰。
3. 论文正文不超过 8000 字,并须附有 400~800 字的结构式摘要,包括目的、方法、结果、结论。勿投综述类论文。
4. 青年论坛投稿,作者年龄须在 45 周岁以下。作者在来稿中请务必注明出生年月。

## 三、投稿方式

本次大会委托《中医正骨》杂志对稿件进行查重初审,投稿请登录《中医正骨》官网([www.zyzgzz.com](http://www.zyzgzz.com))注册作者个人信息,并在论文题名前注明“COM2020 年会投稿”(免审稿费)。集体投稿及 1 位作者多篇投稿的,每篇稿件均需单独上传至杂志网站。本次大会将从投稿论文中评选出若干篇优秀论文进行壁报展示,同时推荐至《中医正骨》杂志审核发表。青年论坛优秀论文,推荐参加大会青年论文演讲比赛,评出一、二、三等奖进行奖励。

## 四、截稿时间

2020 年 7 月 15 日 24:00(以网站投稿上传时间为准)。

## 五、联系人

陈艳梅:15937919318 李晓乐:13783160494

中国中药协会骨伤科药物研究专业委员会

中国中医药研究促进会骨伤科分会

2020 年 2 月 14 日