doi:10.11659/jjssx.11E018027

·基础研究·

踝关节深层胫距后韧带的解剖学和 MRI 研究

张 程,郑国涛,曹希武,谢晨学,吴 帅,王玉杰,边劲松 (南方医科大学附属沧州市人民医院骨科,河北 沧州 061000)

[摘 要] **目的** 对踝关节深层胫距后韧带(dPTTL)进行解剖学和 MRI 观测,为深层胫距后韧带损伤后的诊断及修复重建提供依据。**方法** 34 例成人尸体踝关节标本,分别测量 dPTTL 的长度、宽度、厚度,观察其在踝关节不同体位下的松弛-紧张变化规律,另选取我院无外伤史的 36 例成人踝关节 MRI,对 dPTTL 的影像学表现进行观测。**结果** dPTTL 的长度为(13.6±2.8)mm;胫骨附着点处的宽度为(8.6±1.2) mm、厚度为(5.1±1.8) mm;中间处的宽度为(10.3±2.8) mm、厚度为(8.3±1.6) mm;距骨止点处的宽度为(12.4±2.3) mm、厚度为(10.8±2.1) mm;dPTTL 在踝关节跖屈位、中立位时均为松弛状态,踝关节背伸 10°左右时为紧张状态,dPTTL 在踝关节 MRI 中出现率 100%,在冠状位及横断位 MRI 能清晰显示。**结论** 踝关节 MRI 能为 dPTTL 的损伤提供重要的诊断及治疗依据,修复重建踝关节深层胫距后韧带时,应该参照解剖学数据,综合考虑其长宽厚以及松紧变化规律等因素,从而提高修复重建的效果。

[关键词] 踝关节;胫距后韧带;重建;解剖学;磁共振成像;修复

[中图分类号] R323.7+2 [文献标识码] A [收稿日期] 2018-11-13

Anatomical and MRI research of deep posterior tibiotalar ligament of ankle

ZHANG Cheng, ZHENG Guo-tao, CAO Xi-wu, XIE Chen-xue, WU Shuai, WANG Yu-jie, BIAN Jin-song (Department of Orthopaedics Cangzhou People's Hospital Affiliated to Southern Medical University, Cangzhou Hebei 061000, China)

Abstract: Objective The anatomical and MRI observations of the dPTTL of the ankles were performed to provide a basis for the diagnosis and reconstruction of the dPTTL injury. **Methods** The length, width, thickness of dPTTLs in ankle of 34 adult cadavers were measured, relaxation-tension variation of dPTTLs were observed and measured, the MRI of adult ankle joint in 36 cases without trauma history in our hospital were selected and the imaging findings of dPTTL were observed. **Results** The mean length of dPTTL was (13.6±2.8)mm; the mean width of tibial attachment of dPTTL was (8.6±1.2)mm, and the mean thickness was (5.1±1.8)mm; the mean of the middle of dPTTL was(10.3±2.8)mm, and the mean thickness was (8.3±1.6)mm; the mean width of talus attachment of dPTTL was (12.4±2.3)mm, and the mean thickness was (10.8±2.1)mm; dPTTL was relaxed state when the ankle plantarflexion and neutral position, however, dPTTL was tension when ankle dorsiflexion about 10°. The incidence of dPTTL in the ankle joint MRI was 100%, and the dPTTL can be clearly displayed in the coronal and axial images. **Conclusion** Ankle joint MRI can provide important diagnostic and therapeutic basis for dPTTL

[通信作者] 边劲松,E-mail: bjs0183@163.com

[15] 赵晓芳,刘 伟,邹天南,等.一期经腹直肌旁前路病灶消除后路内固定治疗腰骶椎结核[J].中国实用医药,2009,4(5):61-62. doi:10.14163/j.cnki.11-5547/r.2009.05.124.

[16] Wang WJ, Chen WK, Yan YG, et al. Application of anterior debridement and reconstruction with anatomical screw-plate fixation for lumbosacral tuberculosis: a 2-year-plus follow-up[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(26): e7103. doi:10.1097/MD.0000000000007103.

[17] Lou F, Zhang ZH, Sun D, et al. One-Stage Anterior approach with arch plate to treat lumbosacral tuberculosis[J]. Orthop Surg, 2015, 7(4): 354-358. doi:10.1111/os.12203.

[18] Li JH, Zhang ZH, Shi T, et al. Surgical treatment of lumbosacral tuberculosis by one-stage debridement and anterior instrumentation with allograft through an extraperitoneal anterior approach[J]. J Orthop Surg Res, 2015, 10: 62. doi:10.1186/s13018-015-0204-x.

[19] 柏光泽,孔清权,李 伟,等.骶正中动、静脉解剖变异对脊柱腰骶椎前路手术的临床意义[J].华西医学,2011,26(9):1336-1338.

[20] 刘发平,吴学晖,罗 飞,等.腰骶部腹侧血管解剖参数的测定及 L_5-S_1 前路钢板研制[J].第三军医大学学报,2008,30(7):637-640. doi:10.16016/j.1000-5404.2008.07.013.

[21] 段光超,张 辉,金国华.下腰椎前侧方血管神经的应用解剖学研究[D].南通大学,2006. doi:10.19460/j.cnki.0253-3685.2007.04.01.

[22] 赵 奕,张忠君,李 鹏,等.胎儿脐静脉与大脑中动脉拉伸力学特性的对比分析[J].生物医学工程研究,2014,33(4):255-258. doi:10.19529/j.cnki.1672-6278.2014.04.011.

[23] 张忠君,左春玲,马洪顺,等.升主动脉拉伸试验研究[J].试验技术与试验机,2004,44(3):71-72. doi:10.3969/j.issn.1674-3407.2004.03.028.

(编辑:左艳芳)

injury. When repair and reconstructe dPTTL of ankle, the anatomical data should be consulted, the length, width, thickness of dPTTL and relaxation- tension variation of dPTTL were considered to improve the effect of repairment and reconstruction.

Keywords: ankle joint; posterior tibiotalar ligament; reconstruction; anatomy; MRI; reconstruction

踝关节内侧副韧带分为深浅两层,深层包括深层胫距前韧带(deep anterior tibiotalar ligament, dATTL)和深层胫距后韧带(deep posterior tibiotalar ligament, dPTTL)两束[1-4],其中 dPTTL 是踝关节内侧主要的稳定结构,其作用主要是限制距骨向外翻倾斜和踝关节背伸,断裂后会导致内踝严重不稳[5-6]。临床上常常采用缝合锚钉技术和自体移植物重建技术来修复重建 dPTTL,而无论是哪一种修复方式都需要一定的解剖学资料作为参考。目前 dPTTL 的损伤通常需要踝关节 MRI 进行诊断,MRI 检查具有较高的软组织分辨率,已经逐渐被作为踝关节内侧副韧带损伤后诊断的金标准。既往关于 dPTTL 单独的解剖及 MRI 报道偏少,多是在踝关内侧副韧带解剖及影像学研究中提及,本研究单独对其解剖学特点及 MRI 表现进行描述,旨在为深层胫距后韧带损伤后的诊断及修复重建提供全面、准确的参考依据。

1 材料与方法

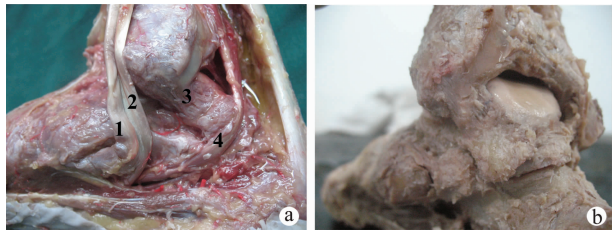
1.1 dPTTL 的解剖学观测

采用 34 例成人尸体踝关节标本,其中福尔马林固定标本 30 例,新鲜冷冻标本 4 例,每例标本均保留至踝关节以上 30 cm,排除关节明显退变、畸形及关节损伤。其中男 18 例,女 16 例;左侧 15 例,右侧 19 例;年龄 37 ~ 82 岁,平均 56 岁。

将新鲜标本固定于自制的实验装置上,观察在踝关节不同体位下 dPTTL 松弛 - 紧张变化规律,然后对全部标本进行观察,测量 dPTTL 刚好紧张而不被过度拉伸时踝关节的准确体位,用量角器进行测量(图 1a)。在 dPTTL 刚好紧张而不被过度拉伸的踝关节体位下测量 dPTTL 的长度、宽度和厚度,用游标卡尺(精确度为 0.1 mm)进行测量,对于宽度和厚度的测量采用三段测量法,分别测量 dPTTL 在胫骨起点处、中间处及在距骨止点处的宽度和厚度(图 1b)。对 dPTTL 的长度、宽度和厚度资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,数据采用 SPSS 18.0 软件进行处理。

1.2 dPTTL 的 MRI 分析

从沧州市人民医院的 PACS 系统中随机选取自 2016 年 8 月至 2017 年 8 月的 45 例踝关节 MRI,排除其中 9 例踝关节骨折、韧带损伤及足部畸形病例,纳入 36 例,其中男 20 例,女 16 例;年龄 22 ~ 63 岁,平均 34.5 岁;左侧 17 例,右侧 19 例。



a:新鲜尸体标本 dPTTL 在踝关节背伸位时的紧张而不被过度拉伸状态 1:胫骨后肌肌腱;2:趾长屈肌肌腱;3:深层胫距后韧带;4:蹒长屈肌肌腱;b:陈旧尸体踝关节标本的 dPTTL

图 1 dPTTL 的解剖学观测

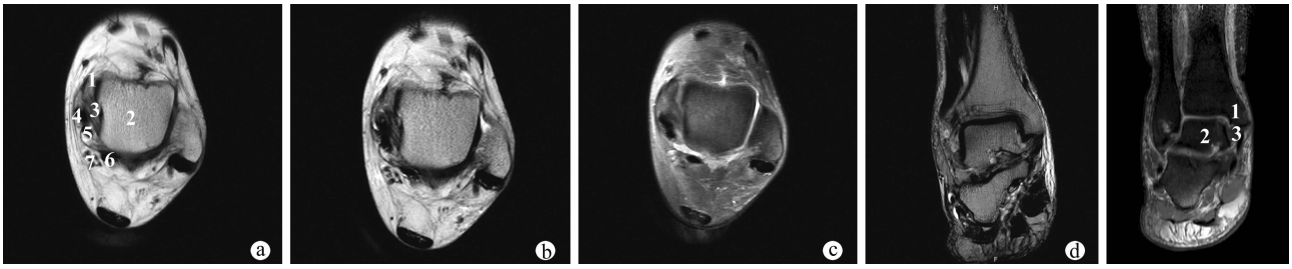
所有样本均由我院影像科同一核磁共振设备完成(PHILIPS 双梯度 3.0T,扫描参数:扫描层厚均为 3 mm,间距 1 mm,矩阵 256 × 182),均采取踝关节自然体位,分别行横断面(T1W-TSE/T2W-TSE/PDW-SPAIR)、冠状面(PDW-SPAIR/T2W-TSE)及矢状面(T1W-TSE/T2W-TSE/PDW-SPAIR)3 种成像平面扫描,由 2 位具有 5 年以上足踝专业的副主任医师对所有 MRI 资料进行分析。

2 结果

所有踝关节标本 dPTTL 均被仔细暴露,出现率达 100%。dPTTL 位于胫弹簧韧带和胫跟韧带的深面,较为粗短,起自内踝后丘部及丘间沟止于距骨内侧面后半部分,跨过胫距关节,远端较近端宽厚,当其紧张时呈近窄远宽的梯形形状。首先对新鲜的标本进行观察,实验中发现,踝关节处于中立位时,dPTTL 整束纤维均呈松弛状态;踝关节从中立位向跖屈位变化过程中,dPTTL 始终呈松弛状态;踝关节从中立位向背伸位变化过程中,dPTTL 从松弛慢慢变得紧张,当达到某一角度时,dPTTL 呈扇形展开,整束纤维达到紧张,而当继续背伸踝关节时,dPTTL 被过度拉伸,直到踝关节不能背伸为止。然后对所有标本进行观察测量,dPTTL 刚好紧张而不被拉胀时踝关节的体位为背伸 10°左右。在 dPTTL 紧张而不被拉胀的情况下测量其长度、宽度和厚度,dPTTL 的长度为(13.6 ± 2.8)mm;胫骨起点处的宽度为(8.6 ± 1.2)mm、厚度为(5.1 ± 1.8)mm;中点处的宽度为(10.3 ± 2.8)mm、厚度为(8.3 ± 1.6)mm;距骨止点处的宽度为(12.4 ± 2.3)mm,厚度为(10.8 ± 2.1)mm。

36 例踝关节 MRI 均观察到 dPTTL,出现率 100%,这与解剖学观察结果相同,dPTTL 在横断面 T1W-

TSE、T2W-TSE 以及 PDW-SPAIR 像上均能显示,韧带信号强度依次递减(图 2a ~ c),冠状面 T2W-TSE、PDW-SPAIR 像上均能显示(图 2d、e),矢状面 T1W-TSE、T2W-TSE、PDW-SPAIR 像上均不能显示,MRI 中能观察到 dPTTL 的走形及形态,与解剖学观察一致,dPTTL 在 MRI 中表现同样是三角韧带中最为粗大的一束,表现为扇形、条索状的低信号,起自内踝后丘部及丘间沟止于距骨内侧面后半部分,远端较近端宽厚。此外,横断面不仅能够清晰地显示 dPTTL,还能显示其周围的肌腱血管神经,而冠状面则能够显示 dPTTL 的全长,并且区分胫距后韧带的浅层和深层。



a:踝关节 MRI 横断面 T1W-TSE 像;b:踝关节 MRI 横断面 T2W-TSE 像;c:踝关节 MRI 横断面 PDW-SPAIR 像;d:踝关节 MRI 冠状面 T2W-TSE 像;e:踝关节 MRI 冠状面 PDW-SPAIR 像 1:内踝尖;2:距骨;3:深层胫距后韧带;4:胫骨后肌肌腱;5:趾长屈肌肌腱;6:蹒长屈肌肌腱;7:胫后血管神经

图 2 dPTTL 的 MRI 表现

3 讨论

随着临床上缝合锚钉技术和自体移植物重建技术修复重建 dPTTL 的逐渐增多,解剖重建的重要性越来越得到人们的重视,熟悉 dPTTL 的解剖学特点是临床实施修复重建的前提[7-10]。既往对于 dPTTL 的解剖多偏向于形态学观察,且多是在整个三角韧带的解剖学研究中提到,而对其单独解剖学特点及 MRI 的研究则相对少见。本实验对 dPTTL 进行了详细的形态学观察和测量、松弛 - 紧张变化规律的研究以及 MRI 影像学分析,为 dPTTL 损伤后的诊断及修复重建提供了参考资料。

dPTTL 的研究相对较晚且相关的研究还落后于膝关节前后交叉韧带和踝关节外侧副韧带,临床上对于 dPTTL 松弛 - 紧张变化规律的研究目前相对少见,所以关于修复重建 dPTTL 术中踝关节体位的要求少有报道。我们研究中发现踝关节在背伸 10°左右时,dPTTL 呈扇形展开,整束韧带紧张而不被过度拉伸,而在跖屈位和中立位时为松弛状态。由此联系缝合锚钉修复重建 dPTTL 术中,在缝合锚钉拉紧、打结时应该将踝关节置于背伸 10°左右,这样可以保证患者在踝关节背伸时的紧张状态且不会导致术后背伸受限;松弛 - 紧张变化规律对自体移植物重建同样有意义,倘若重建后 dPTTL 纤维束的松弛 - 紧张模式与原纤维束不同,纤维束在屈伸踝关节过程中应力过于集中,容易造成移植物的损伤。因此,模拟 dPTTL 纤维束松弛 - 紧张模式进行重建,可以改善移植物在屈伸踝关节过程中的应力状况,防止纤维束在此过程中应力分布不均,避免造成移植物损伤,从而提升 dPTTL 重建效果。

dPTTL 的主要作用是限制距骨外翻倾斜和踝关节背伸,临床上通常采用外翻应力位 X 射线片测量踝关节内侧间隙和距骨倾斜度来判断 dPTTL 有无断裂和术后效果[11-12]。所以在 dPTTL 修复重建时应该考虑到修复后的长度,应该尽量达到等长重建,如果过长势必会造成术后踝关节内侧间隙和距骨倾斜不能被有效矫正,导致踝关节的不稳,增加创伤性关节炎的发生概率。反之,dPTTL 过短,会造成踝关节内侧间隙过小以及踝关节背伸受限。本研究分三段测量 dPTTL 宽度和厚度,而且在其紧张而不被过度拉胀的情况下,这样测量结果更接近实际值,对自体移植物重建技术更有意义,指导术中选择最符合解剖结构的移植物,从而达到解剖重建的效果。目前国内外关于 dPTTL 测量结果有所不同,对于不同学者 dPTTL 的解剖学测量结果之间的差异,除了测量方法的不同及测量误差的干扰外,很可能与所选标本的地域、种族、性别、年龄等差异有关[13-17]。所以笔者认为应该统一测量方法和测量标准,以便数据的比较与分析。

尽管 X 射线和超声经常可用于踝关节韧带损伤的诊断,但由于 MRI 极佳的软组织对比和多平面成像能力,能清晰显示踝关节解剖结构,可直接显示韧带形态和信号改变,已逐渐成为诊断踝关节韧带损伤的金标准,被广泛应用于临床[18-20]。部分临床医师对 dPTTL 解剖结构及影像学表现了解相对较少,且多是在踝关节三角韧带的研究中得知,以往的学者报道横断位与冠状位 MRI 均能观察到此韧带,dPTTL 在 MRI 中出

现率达100%,本研究也证实这一观点[16,21-22]。华佳等[21]在MRI上测量dPTTL的宽度及厚度,而本研究并没有测量MRI上dPTTL的相关参数,我们认为不同层面显示的结果可能不同,无法确定是否可以扫描到dPTTL长度、宽度及厚度的最大值,与解剖学测量相比,意义相对较小。通过MRI能判断dPTTL损伤程度及部位,显示撕裂部位在起点、中间部位还是距骨止点,这对手术方式的选择(直接缝合、锚钉修复或是重建)及预后的判断有着重要的指导意义[23-25]。

总之,本研究实验详细描述了dPTTL的松弛-紧张变化规律、解剖学参数以及MRI特征。松弛-紧张变化规律的研究为dPTTL的修复重建提供了新的思路;长度、宽度及厚度的测量为该韧带的修复重建提供了解剖学依据;MRI表现能指导dPTTL损伤的诊断及手术方式的选择,尤其横断位和冠状位MRI。但是由于本研究受到标本量、年龄阶段局限性等因素的制约,有待与同类解剖研究进一步的比较和论证。

[参考文献]

[1] Savage-Elliott L,Murawski CD,Smyth NA,et al. The deltoid ligament: an in-depth review of anatomy,function,and treatment strategies[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2013,21(6):1316-1327. doi:10.1007/s00167-012-2159-3.

[2] 谢 龙,黄 东,江奕恒,等.踝关节内侧韧带的解剖结构特点及其临床意义[J].2015,33(3):246-248. doi:10.13418/j.issn.1001-165x.2015.03.002.

[3] Campbell KJ, Michalski MP, Wilson KJ, et al. The ligament anatomy of the deltoid complex of the ankle: a qualitative and quantitative anatomical study[J]. J Bone Joint Surg Am, 2014, 96(8):e62. doi: 10.2106/JBJS.M.00870.

[4] Panchani PN, Chappell TM, Moore GD, et al. Anatomic study of the deltoid ligament of the ankle[J]. Foot Ankle Int, 2014,35(9):916-921. doi: 10.11 77/ 1071100714535766.

[5] 毛宾尧.踝内侧韧带损伤[J].中国矫形外科杂志,2016,24(4):368-371. doi: 10.3977/j.issn.1005-8478.2016.04.16.

[6] Gérard R,Unno-Veith F,Fasel J,et al. The effect of collateral ligament release on ankle dorsiflexion: an anatomical study[J]. Foot Ankle Surg, 2011, 17(3):193-196. doi: 10.1016/j.fas.2010.06.004.

[7] 高怡加,黄 枫,劳永生,等.锚钉修复三角韧带后踝关节的稳定性[J].中国组织工程研究,2017,21(19):3011-3016. doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2017.19.010

[8] 高武长,王英振.切开复位内固定踝关节骨折:联合带线锚钉修复三角韧带损伤的意义[J].中国组织工程研究,2016,20(9):1255-1260. doi:10.3969/ j.issn.2095 -434 4.2016.09.006.

[9] 童 琦,吴作培,孙贵新.踝关节三角韧带损伤诊疗进展[J].国际骨科学杂志,2015,36(2):105-108. doi:10.3969/j.issn.1673-7083.2015.02.006.

[10] Lui TH. Technical tips: Reconstruction of deep and superficial deltoid ligaments by peroneus longus tendon in stage 4 posterior tibial tendon dysfunction[J]. Foot and Ankle Surg, 2014,20(4):295-297. doi:10.1016/ j.fas.2014.04.006.

[11] Gill JB,Risko T,Raducan V,et al. Comparison of manual and gravity stress radiographs for the evaluation of supination-external rotation fibular fractures[J]. J Bone Joint Surg Am, 2007,89(5):994-999. doi:10.2106/JBJS.F.01002.

[12] 李洪军,李正维,孙 刚,等.三角韧带损伤的手术治疗[J].中国矫形外科杂志,2006,14(20):1548-1550. doi: 10.3969/j.issn.1005-8478.2006.20.010.

[13] Boss AP, Hintermann B. Anatomical study of the medial ankle ligament complex[J]. Foot Ankle Int, 2002, 23(6):547-553. doi:10.1177/107110070202300612.

[14] Milner CE, Soames RW. Anatomy of the collateral ligaments of the human ankle joint[J]. Foot Ankle Int, 1998, 19(11):757-760. doi:10.1177/10711007980 1901109.

[15] 李洪军,李正维,孙 刚,等.踝关节内侧韧带的应用解剖学研究[J].解剖与临床,2009,14(5):310-312. doi:10.3969/j.issn.1673—7163.2009.05.002.

[16] Won HJ, Won HS, Oh CS,et al. Posterior tibiotalar ligament: an anatomic study correlated with MRI[J]. Clin Anat,2014,27(5):798-803. doi: 10.1002/ca.22302.

[17] 林 浩,徐世明,黄永军,等.踝三角韧带修复重建的解剖与生物力学的基础研究[J].中国临床解剖学杂志,2017,35(3):318-326. doi:10.13418/j.issn. 1001-165 x. 2017.03.017.

[18] 王淑丽,马信龙,徐卫国,等.外踝骨折后三角韧带损伤程度的X线与MRI比较研究[J].中华骨科杂志,2013,33(8):834-841, doi:10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2013.08.009.

[19] 杨清雅,徐志斌,王 进.高频三维超声对三角韧带断裂的诊断价值[J].中华实用诊断治疗杂志,2014,28(10):1024-1025. doi:10.13507/j.issn.1674-3474.2014.10.035.

[20] 蔡吉勇,彭正伟,魏 梅,等.磁共振在平片阴性急性踝关节外伤中的诊断价值[J].局解手术学杂志,2014,23(6):620-622. doi:10.11659 /jjssx.1672 -504 2. 201 406018.

[21] 华 佳,顾海燕,王伟力,等.正常踝关节内、外侧韧带的解剖及其影像学表现[J].解剖学杂志,2017,30(5):609-613. doi:10.3969/j.issn.1001-1633.2007.05.024.

[22] Mengiardi B, Pfirrmann CW, Vienne P, et al. Medial collateral ligament complex of the ankle: MR appearance in asymptomatic subjects[J]. Radiology,2007,242(3):817-824. doi:10.1148 /radiol.2423060055.

[23] Jeong MS,Choi YS,Kim YJ, et al. Deltoid ligament in acute ankle injury: MR imaging analysis[J]. Skeletal Radiol,2014,43(5):655-663. doi:10.1007/s00256-014-1842-5.

[24] Crim J,Longenecker LG. MRI and surgical findings in deltoid ligament tears[J]. AJR,2015,204(1):63-69. doi: 10.2214/AJR.13.11702.

[25] 黄耀渠,樊长姝,秦红卫,等.踝三角韧带不同构成部分急性损伤的MRI诊断[J].临床放射学杂志,2016,35(6):919-923. doi:10.13437/j.cnki.jcr.2016.06.025.

(编辑:左艳芳)