

· 综 述 ·

腰痛与胸腰筋膜影像学征像相关性的研究进展[△]

宋明欣, 秦 健, 肖 强*

(山东第一医科大学第二附属医院医学影像科, 山东泰安 271000)

摘要: 胸腰筋膜 (thoracolumbar fascia, TLF) 将脊椎旁肌肉与后腹壁肌肉分开, TLF 的所有层组成一个复合体, 在维持邻近胸腰节段, 尤其是对下腰椎及骶髂关节的稳定有尤为重要的作用。腰椎疾病往往伴发 TLF 的改变, 目前, 并未引起临床的广泛重视, 影像学评价也未形成统一的标准。用影像学准确识别并研究 TLF 的形态改变及功能变化, 对于腰背痛患者临床治疗与预防而言有重要意义。本文就下腰痛患者的 TLF 影像学表现及影像学不足进行了总结, 并对新技术进行了展望, 以期提高对 TLF 影像学表现的认识。

关键词: 胸腰筋膜, 腰背痛, 影像学检查

中图分类号: R681.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 09-0815-04

Research progress of imaging presentation of thoracolumbar fascia related to back pain // SONG Ming-xin, QIN Jian, XIAO Qiang. Department of Imageology, The Second Affiliated Hospital, Shandong First Medical University, Tai'an 271000, China

Abstract: The thoracolumbar fascia (TLF) separates the paravertebral muscles from the posterior abdominal wall muscles, and all layers of the thoracolumbar fascia form a complex that is particularly important in maintaining stability adjacent to the thoracolumbar segment, especially the lower lumbar and sacroiliac joints. Lumbar spine diseases are often accompanied by changes in the TLF. However, the presentations have not attracted widespread clinical attention at present, while imaging evaluation has not formed a unified standard. Accurate identification and study of morphological and functional changes of the TLF by imaging is very critical for the clinical treatment and prevention of low back pain. Therefore, the author summarizes the imaging performance and deficiencies of TLF in patients with lower back pain, and looks forward to new technologies in order to improve our understanding of TLF imaging performance.

Key words: thoracolumbar fascia, low back pain, imaging findings

由于人口老龄化及人们日常工作及生活中不正确的坐姿及站姿, 腰椎疾病患者, 尤其是腰痛患者, 逐渐增多^[1, 2]。但是许多专家学者将腰椎疾病的原因, 大多归因于肌肉和骨骼的改变, 但将骨骼和肌肉衔接起来的筋膜, 却常常被忽视^[3]。筋膜分为浅、深两层, 由腱膜层和筋膜层组成, 属于疏松结缔组织, 遍布人体全身; 合理的影像学检查可以将胸腰筋膜 (thoracolumbar fascia, TLF) 可视化, 通过随访评估腰痛患者的 TLF 的变化, 从而研究其解剖结构的改变与腰痛的相关性, 对临床上进一步预防和治疗腰痛有重要的意义。影像学检查是观察筋膜组织的重要途径, 有助于观测其形态学的改变。现将对 TLF 及其与腰痛相关性影像学研究进展进行综述, 为 TLF 的进一步研究提供参考。

1 胸腰筋膜改变导致下腰痛的机制

众所周知, 腰骶部的椎体在维持身体稳定方面起着核心作用; 然而, 仅靠腰椎椎体并不能承受日常活动所承载的正常负荷, 因此躯干周围复杂的肌筋膜和腱膜带的作用就显得尤为重要^[4]。与胸椎水平相比, 骶椎水平的胸腰筋膜后层 (posterior layer of thoracolumbar fascia, PTLF) 厚度和神经末梢数目均增加^[5]。组织学研究已经证实, 在 TLF 内存在痛觉性游离神经末梢, TLF 的微损伤和炎症可能导致下腰痛^[6, 7]。长期不正确的姿势和负重, 使肌肉长期处于疲劳状态, 平衡失调, 体积减小, 力量不足, 导致筋膜挫伤, 最终导致局部粘连、变性, 产生炎症、水

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.09.09

△基金项目: 山东第一医科大学学术提升计划项目 (编号: 2019Q1017)

作者简介: 宋明欣, 医师, 研究方向: 骨骼肌肉系统疾病及运动损伤的诊断, (电话) 18253806515, (电子信箱) smx980126@163.com

* 通信作者: 肖强, (电话) 0538-6238001, (电子信箱) TYFY8011@126.com

肿,而长期的微损伤和炎症可能会使筋膜增生肥厚。

TLF附着于深部腹肌如腹横肌、内斜肌和外斜肌^[8],这些肌肉功能的减弱都会减少通过TLF的传递的力量,使其长度发生改变,并可能降低脊柱的稳定性,而稳定性的降低和生物力学改变也可能是下腰痛的潜在原因^[9,10]。所以,TLF的微小损伤可能导致下腰痛和进一步的生物力学损伤^[11,12]。

因此,胸腰部筋膜变厚、长度改变及其他形态变化,如水肿、粘连、纤维化等都被证实可能为下腰痛的潜在来源,通过与痛觉性神经支配相关的神经生理基质研究更加证实了——TLF可能(至少部分)是下腰痛的起源^[13]。因此,TLF与腰椎疾病存在着密切的联系,而对腰椎相关疾病中筋膜的研究是必要的,不仅需要研究其疼痛产生的机制,其可视化的影像学诊断可帮助临床进一步诊断疾病的相关来源。

2 胸腰筋膜影像学研究现状

2.1 胸腰筋膜正常影像学表现

目前对腰部疾病诊断常用的影像学方法主要有CT、MRI及超声成像。超声对筋膜的测量具有一定的优势,测量方便快捷,无辐射性,可重复扫描,并且能动态测量筋膜并观察其改变^[14,15],在超声检查中观测为线性高回声层。在一些区域,筋膜亚层很容易被辨认^[16,17]。Chen^[18,19]通过剪切波弹性成像进行动态化测定TLF的刚度,发现超声成像对测定筋膜刚度有一定的可靠性。CT空间分辨率高,能较好地显示腰部邻近肌肉及筋膜的形态、密度等,且检查时间较短,重建速度较快;在CT轴向图像中,筋膜表现为低密度的浅表脂肪组织和深层脂肪组织之间的一条相对高密度的弯曲线。MRI作为一种无辐射、空间分辨率高的影像学检查方式,对筋膜结构及邻近结构的解剖更加可辨,对细微形态差异性辨别也更加可靠,MRI可以清晰显示出脂肪和肌肉之间信号强度的差异,肌肉信号高的患者往往也有高的肌肉筋膜信号^[20],并且MRI易于对肌肉间脂肪平面成像,从而更好地分离出肌肉块和肌肉群。在MR中,筋膜表现为连续的细线状,T1和T2加权序列呈低信号^[16]。PTLF常与竖脊肌的外膜(erector spinae outer membrane, EM)平行,呈背凸弧形;在L₂₋₅水平上TLF与EM被较薄的脂肪信号分开,而L₅S₁上二者肉眼难以分辨^[21]。

2.2 腰背痛患者胸腰筋膜影像学表现

2.2.1 胸腰筋膜厚度改变

由于PTLF与竖脊肌的外膜平行的解剖关系,有研究者通过对TLF及EM进行MRI可视化处理,在MRI轴向和斜轴平面L_{3、4、5}及S₁水平测量TLF和EM的厚度,以观察相应腰椎疾病时EM和TLF的变化。并将一系列表现分别定义为:当筋膜不能与EM区分时则为TLF后方的椎板粘连;当棘间韧带比相应的棘突宽时,被认为是筋膜增厚;当内膜在棘突附近出现压缩和波形改变时,此为筋膜存在齿状突起。椎弓峡部裂、半椎板切除及脊柱侧弯术后EM和FTL会增厚,因此EM和筋膜改变可能是慢性肌筋膜背痛的原因^[21]。这是有学者第一次在MRI上将可见的TLF及EM的变化简要地进行了定性表述,但该研究对象范围较小、评判主观性较大,且除腰椎体之外的小关节是否与筋膜产生相互影响需进一步研究。

Langevin等^[22]在超声探测下发现腰痛患者的TLF回声比健康人群的回声更强,通过超声定量评价了背部结缔组织的结构,经校正体重指数后,与无腰痛患者相比,腰痛患者腰周结缔组织厚度和腰区超声回声强度平均高出25%,与此同时,下腰痛组的剪切应变显著减少约20%。这证实了腰椎活动受限与FTL的增厚有很大的关联。而Chen^[18]进一步缩小范围,测量了L_{3、4}节段的TLF剪切模量,TLF刚度的增加进一步证实了不良体位可能是引起腰背痛的潜在因素之一。

而最近的超声研究也同样表明在慢性疼痛患者中筋膜厚度的增加和关节灵活性的降低之间存在着关联,Wilke^[23]的研究首次表明健康的年轻人和老年人在筋膜厚度上存在实质性差异,即老年人的腰背筋膜平均厚度较年轻人厚约1mm。所以,年龄的差异是潜在影响筋膜的混杂因素,因为年龄通过减少肌肉纤维的数量及其横截面积来影响肌筋膜的肌张力。另一个潜在的因素是性别,雌激素的增加可能会导致肌肉和韧带的松弛和TLF的增厚^[24,25]。

这些研究都表明筋膜厚度的改变与腰背痛有关,此外,增厚的筋膜同样会限制腰椎的活动度;因此对筋膜增厚的机制有集中和针对性的分析,才能找出筋膜导致腰背部疼痛及活动受限的根源。

2.2.2 胸腰筋膜长度的改变

除了TLF的厚度,腰椎旁筋膜较短也与社区成人高强度腰痛和残疾有关,分别调整了年龄、性别和BMI后,筋膜长度与高强度腰痛、残疾之间仍然显著相关,与此同时,与此同时,平均筋膜长度改变也会影响邻近的椎旁肌隔室的横截面积,导致肌肉缺血萎缩^[26,27]。最近一项使用MRI检测TLF长度的研究发

现, 重复性的损伤、主干肌肉的异常活动或 TLF 层内固有结缔组织病理引起的纤维化和粘连可能限制 TLF 的活动, 使其变短, 并也可成为下腰痛的潜在来源^[22]。

因此, 腰背痛患者的 TLF 通常会缩短, 梳理 TLF 长度与腰痛的因果联系: 若 TLF 缩短先于腰痛, 那么临床上便可通过一些手段减少其缩短, 从而在减轻慢性腰痛方面发挥一定的作用。

2.2.3 胸腰筋膜的炎性改变

腰部浅筋膜位于 TLF 的后部, 其炎症渗出同时刺激 TLF 的肌筋膜疼痛触发点, 因而引起腰痛症状。腰背部浅筋膜炎在 CT、MRI 矢状位易于观测, 尤其是在 MRI 上; 腰部浅筋膜在 CT 上明显增粗, 呈边界模糊不清的网絮状, 横断位上部分腰椎棘突后方三角形脂肪间隙密度也有增高, 或者呈现结节样的外观。而在 MRI 上, T2 压脂像上易于观察, 呈特征性“灯带状”高信号改变, 而常规 T1、T2 像上难以辨别, 根据其累积的范围, 将其分为条状、片状、积液型及混合型四类^[28]。然而疾病初期水肿程度较轻时容易漏诊, 从而找不到疼痛的源头。在临床工作中, 有学者对筋膜炎患者冲击波治疗后的腰痛症状得以缓解^[29], 因此在影像学诊断时注意筋膜的变化, 对于疼痛治疗及病因的检出有较大意义。

2.2.4 胸腰筋膜的其他形态改变

骨质疏松性压缩性骨折患者经皮椎体成形术后常伴随腰背痛^[30]。Yan 等^[31]通过选取经皮椎体成形术后腰痛患者, 评估在 MRI 上的筋膜水肿即 T2 压脂像高信号及水肿的程度并根据临床上体格检查来判断 TLF 是否损伤; 观察发现疼痛减轻和残疾改善程度良好的组别 TLF 水肿损伤程度较低, 这更加证实了 TLF 损伤水肿可能与经皮椎体成形术后的腰背痛有关。但是目前 TLF 的损伤机制并未完全明确, 在疼痛发生时进行连续性的 MRI 断层扫描可能有助于分析 TLF 的损伤机制。

Jeong 等^[32]分析胸腰椎术后人群的 MRI 矢状位的 TLF 图像, 定义 TLF 矢状面上某节段的突起为“下垂”。脊柱内固定手术组比非内固定手术组更易发生 TLF “下垂”, 这可能是由于筋膜可能以平滑肌样的方式主动收缩来影响肌肉骨骼动力学, 而 TLF 在腰椎手术中可能因损伤筋膜而使其丧失这种收缩能力, 随后因其冗余性而表现出下垂, 因此更容易导致腰椎邻近节段疾病的产生, 从而加重病情。

众所周知, 肌肉的横截面积与肌肉强度有着密切的联系, 且呈正相关。Kang 等^[33]使用 MRI 评价了

腰椎退行性后凸 (lumbar degenerative kyphosis, LDK) 患者组和慢性下腰痛 (chronic low back pain, CLBP) 患者组竖脊肌、多裂肌脂肪萎缩程度及 TLF 外观的差异。69% 的 LDK 患者在 L₅S₁ 水平的 TLF 较平坦, 而 CLBP 患者的 TLF 较少表现为平坦的外观, 这一比例仅为 LDK 患者的 1/3。学者们考虑可能由于腰椎间盘突出症患者骶骨倾斜, 竖脊肌及多裂肌变小, 从而导致其覆盖的筋膜表现为较平坦的外观。这为 MRI 通过观测 TLF 的平坦程度来预测肌肉萎缩或肌力成为可能。

3 小结与展望

目前腰痛患者影像学表现研究尚有不足。影像学检查方法有其各自的局限性: 超声虽然可以动态监测, 但其显示图像粗糙, 范围局限, 图像不连贯, 并且对检查者经验和技术要求较高。CT 的辐射量大, 重建图像伪影较多; MRI 价格昂贵, 成像时间慢、原理复杂, 并且对检测人群要求较高, 不能动态监测且姿势局限。另外, 深层筋膜与浅层筋膜的早期改变, 在影像学诊断中难以观测, 容易漏诊, 从而无法早期检出病因, 无法及时治疗, 导致患者就诊时间延长。

当前人们对筋膜的认识还较为片面, 对筋膜的解剖研究也只局限在尸体与动物解剖^[34, 35], 因此影像学对于观测活体筋膜并清楚筋膜层次的结构及不同层次间痛觉传导过程, 意义重大。随着影像科医师与临床医师对腰背筋膜影像学表现的认识加深, 诊断的正确率将会进一步提高。利用新兴技术, 比如通过机器学习与放射组学发现肉眼无法识别的疾病特征。这些独特的影像学特征, 有助于预测各种疾病的预后和治疗反应, 为个性化治疗提供有价值的信息^[36]。同时, 放射科医师可以将影像学发现与潜在的机制联系起来, 通过系统性的总结归纳 TLF 的影像学表现, 进一步帮助指导临床医师预测和治疗腰痛, 以缓解患者的疼痛。

参考文献

- [1] Hoy D, Brooks P, Blyth F, et al. The epidemiology of low back pain [J]. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 2010, 24 (6): 769-781.
- [2] 李浩曦, 谢湘涛, 陈源, 等. 壮族中青年办公室人员非特异性腰痛调查 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (7): 613-618.
- [3] Stecco C, Macchi V, Porzionato A, et al. The fascia: the forgotten structure [J]. *Ital J Anat Embryol*, 2011, 116 (3): 127-138.
- [4] Bredow J, Lohrer L, Oppermann J, et al. Pathoanatomic risk factors

- for instability and adjacent segment disease in lumbar spine: how to use topping off [J]. *Biomed Res Int*, 2017, 2017 : 2964529.
- [5] Marpalli S, Mohandas Rao KG, Venkatesan P, et al. The morphological and microscopical characteristics of posterior layer of human thoracolumbar fascia: a potential source of low back pain [J]. *Morphologie*, 2021, 105 (351) : 308-315.
- [6] Wilke J, Schleip R, Klingler W, et al. The lumbodorsal fascia as a potential source of low back pain: a narrative review [J]. *Biomed Res Int*, 2017, 2017 : 5349620.
- [7] Schilder A, Hoheisel U, Magerl W, et al. Sensory findings after stimulation of the thoracolumbar fascia with hypertonic saline suggest its contribution to low back pain [J]. *Pain*, 2014, 155 : 222-231.
- [8] Willard FH, Vleeming A, Schuenke MD, et al. The thoracolumbar fascia: anatomy, function and clinical considerations [J]. *J Anat*, 2012, 221 (6) : 507-536.
- [9] Almeida S, Eapen C, Krishnan S. Association of thoraco-lumbar fascia length in individuals with non-specific low back pain- an observational study [J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2020, 24 (4) : 581-587.
- [10] Newell E, Driscoll M. The examination of stress shielding in a finite element lumbar spine inclusive of the thoracolumbar fascia [J]. *Med Biol Eng Comput*, 2021, 59 (7-8) : 1621-1628.
- [11] Mense S. Innervation of the thoracolumbar fascia [J]. *Eur J Transl Myol*, 2019, 29 (3) : 8297.
- [12] Panjabi MM. A hypothesis of chronic back pain: ligament subfailure injuries lead to muscle control dysfunction [J]. *Eur Spine J*, 2006, 15 (5) : 668-676.
- [13] Sinhorm L, Amorim MDS, Ortiz ME, et al. Potential nociceptive role of the thoracolumbar fascia: a scope review involving in vivo and ex vivo studies [J]. *J Clin Med*, 2021, 10 (19) : 4342.
- [14] Cheung WK, Cheung JPY, Lee WN. Role of ultrasound in low back pain: a review [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2020, 46 (6) : 1344-1358.
- [15] Kondrup F, Gaudreault N, Venne G. The deep fascia and its role in chronic pain and pathological conditions: a review [J]. *Clin Anat*, 2022, 35 (5) : 649-659.
- [16] Lancerotto L, Stecco C, Macchi V, et al. Layers of the abdominal wall: anatomical investigation of subcutaneous tissue and superficial fascia [J]. *Surg Radiol Anat*, 2011, 33 (10) : 835-842.
- [17] Pirri C, Ricci V, Stecco C, et al. Clinical and ultrasound examination of the thoracolumbar fascia: the hands and the probe together [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2021, 100 (10) : e157-e158.
- [18] Chen B, Zhao H, Liao L, et al. Reliability of shear-wave elastography in assessing thoracolumbar fascia elasticity in healthy male [J]. *Sci Rep*, 2020, 10 (1) : 49-57.
- [19] Chen B, Liu C, Lin M, et al. Effects of body postures on the shear modulus of thoracolumbar fascia: a shear wave elastography study [J]. *Med Biol Eng Comput*, 2021, 59 (2) : 383-390.
- [20] Karino K, Kono M, Kono M, et al. Myofascia-dominant involvement on whole-body MRI as a risk factor for rapidly progressive interstitial lung disease in dermatomyositis [J]. *Rheumatology (Oxford)*, 2020, 59 (7) : 1734-1742.
- [21] Adamietz B, Schonberg SO, Reiser M, et al. Visualization of the epimysium and fascia thoracolumbalis at the lumbar spine using MRI [J]. *Radiologe*, 2021, 61 (Suppl 1) : 49-53.
- [22] Langevin HM, Stevens-Tuttle D, Fox JR, et al. Ultrasound evidence of altered lumbar connective tissue structure in human subjects with chronic low back pain [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2009, 10 : 151.
- [23] Wilke J, Macchi V, De Caro R, et al. Fascia thickness, aging and flexibility: is there an association [J]. *J Anat*, 2019, 234 (1) : 43-49.
- [24] Vita M, Sedlackova Z, Herman M, et al. Influence of female hormones on fascia elasticity: An elastography study [J]. *Clin Anat*, 2019, 32 (7) : 941-947.
- [25] Kirilova- Doneva M, Pashkouleva D, Stoytchev S. Age-related changes in mechanical properties of human abdominal fascia [J]. *Med Biol Eng Comput*, 2020, 58 (7) : 1565-1573.
- [26] El-Monajjed K, Driscoll M. A finite element analysis of the intra-abdominal pressure and paraspinal muscle compartment pressure interaction through the thoracolumbar fascia [J]. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*, 2020, 23 (10) : 585-596.
- [27] Ranger TA, Teichtahl AJ, Cicuttini FM, et al. Shorter lumbar paraspinal fascia is associated with high intensity low back pain and disability [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016, 41 (8) : E489-493.
- [28] 彭源, 陈朝晖. 腰部浅筋膜炎 48 例 CT、MRI 诊断结果分析 [J]. *武警医学*, 2020, 31 (6) : 520-522, 526.
- [29] 孔莉, 张红. 冲击波治疗腰背肌筋膜疼痛综合征近期疗效观察及康复指导 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21 (9) : 948-949.
- [30] 赵鹏, 慈元, 李志君, 等. 经皮椎体支架成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (4) : 314-318.
- [31] Yan Y, Xu R, Zou T. Is thoracolumbar fascia injury the cause of residual back pain after percutaneous vertebroplasty? A prospective cohort study [J]. *Osteoporos Int*, 2015, 26 (3) : 1119-1124.
- [32] Jeong YM, Shin MJ, Lee SH, et al. Sagging posterior layer thoracolumbar fascia: can it be the cause or result of adjacent segment diseases [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2013, 26 (4) : E124-129.
- [33] Kang CH, Shin MJ, Kim SM, et al. MRI of paraspinal muscles in lumbar degenerative kyphosis patients and control patients with chronic low back pain [J]. *Clin Radiol*, 2007, 62 (5) : 479-486.
- [34] Barker JP, Yang Y, Matz J, et al. The iliopsoas fascia: a cadaveric anatomical study [J]. *J Orthop Trauma*, 2021, 35 (6) : 333-338.
- [35] Fede C, Petrelli L, Guidolin D, et al. Evidence of a new hidden neural network into deep fasciae [J]. *Sci Rep*, 2021, 11 (1) : 12623.
- [36] Rastegar S, Vaziri M, Qasempour Y, et al. Radiomics for classification of bone mineral loss: a machine learning study [J]. *Diagn Interv Imaging*, 2020, 101 (9) : 599-610.

(收稿:2022-09-28 修回:2022-12-27)
(同行评议专家: 张 强 付存磊)
(本文编辑: 宁 桦)