

基于腰部多裂肌的生物力学和病理形态学研究 探讨腰部疾患的诊治

王伟¹, 周红海², 陈龙豪³, 陆延³

(1. 广西中医药大学第一附属医院, 广西 南宁 530023;

2. 广西中医骨伤科生物力学与损伤修复重点实验室, 广西 南宁 530001;

3. 广西中医药大学骨伤学院, 广西 南宁 530001)

摘要 腰部多裂肌对于维持腰椎稳定至关重要。近年来, 关于腰部多裂肌的生物力学研究及病理形态学研究不断深入, 取得了一定的研究成果。本文对腰部多裂肌的生物力学和病理形态学研究进展进行了综述, 并基于这些研究成果从多裂肌的角度探讨腰部疾患的诊治, 为腰部疾患的诊治提供新的思路和方法。

关键词 腰椎; 椎旁肌; 多裂肌; 生物力学现象; 病理形态学

多裂肌位于骶骨至第 2 颈椎之间, 对于稳定脊柱关节起着重要的作用。腰部多裂肌是腰椎旁肌的重要组成部分, 具有独特的生物力学特征, 对于维持腰椎稳定至关重要。慢性腰痛、腰椎间盘突出症、退行性腰椎滑脱症等多种腰部疾患与腰部多裂肌的生物力学改变和病理形态学特征有关^[1]。近年来, 关于腰部多裂肌的生物力学研究和病理形态学研究不断深入, 取得了一定的研究成果。本文对腰部多裂肌的生物力学和病理形态学研究进展进行了综述, 并基于这些研究成果从多裂肌的角度探讨腰部疾患的诊治, 以期腰部疾患的诊治提供新的思路和方法。

1 腰部多裂肌的生物力学研究

1.1 腰部多裂肌的生物力学特征 腰椎旁肌对腰椎的稳定至关重要, 腰部多裂肌是腰椎旁肌的重要组成部分。腰部多裂肌的横截面积大, 肌纤维数量多、长度短, 肌肉力量强^[2-3]。脊柱生物力学模拟实验结果表明, 腰部多裂肌的收缩能够降低中性区的范围, 发挥维持腰椎稳定的作用^[4]。Ward 等^[5]的研究结果表明, 腰部多裂肌的松弛肌节长度(2.06 mm)小于胸最长肌(2.17 mm)与髂肋肌(2.19 mm), 但其弹性模量(91.3 kPa)是胸最长肌(62.8 kPa)与髂肋肌(58.8 kPa)的近 2 倍。腰部多裂肌于腰椎两侧各有 5 束肌纤维, 可分为浅肌纤维和深肌纤维。浅肌纤维

跨越 3~5 个节段椎体, 具有控制多节段椎体运动的作用; 深肌纤维跨越 2 个节段椎体, 具有较大的被动张力^[6-7]。腰部多裂肌的被动张力能够通过肌筋膜的传递发挥稳定腰椎和控制姿势的作用^[8]。相较于浅肌纤维, 深肌纤维稳定腰椎的作用更强。

腰部多裂肌在维持姿势平衡方面发挥重要作用, 其生物力学参数随着姿势改变而发生变化。Chan 等^[9]采用肌骨超声研究健康成人在不同体位时腰部多裂肌的生物力学参数变化, 结果显示健康成人在从仰卧位至站立位、站立前屈 25°位、站立前屈 45°位的过程中, 腰部多裂肌的刚度逐渐增加; 而腰部多裂肌的横截面积从仰卧位至站立位逐渐增大至最大值, 从站立位至站立前屈 25°位、站立前屈 45°位的过程中逐渐减小。Shaikh 等^[10]采用 MRI 研究健康成人在站立、负重 8 kg 站立、站立屈曲 45°、坐位屈曲 45°、坐位直立、坐位伸展 45°、仰卧等姿势下多裂肌的生物力学参数变化, 结果显示 L₃~L₄、L₄~L₅、L₅~S₁ 节段的多裂肌的横截面积均发生改变, 由站立位到站立前屈 45°位, 横截面积减少 19%; 仰卧位到坐位前屈 45°位, 横截面积减少 18%。人体在由直立位至前屈 45°位过程中, 多裂肌由静息状态逐渐被牵拉至紧张状态。当人体位于前屈 45°位时, 多裂肌的横截面积较小、刚度较大、弹性较小。

1.2 腰部多裂肌的生物力学改变对脊柱稳定性的影响 腰部多裂肌的生物力学改变会影响腰椎的曲度、椎间应力, 进而影响脊柱的稳定性。腰部多裂肌收缩, 横截面积增大, 引起骨盆前倾, 进而导致腰椎前凸

基金项目: 国家自然科学基金项目(81660800); 广西壮族自治区研究生教育创新计划项目(YCBZ2021078)

通讯作者: 周红海 E-mail: 1310803699@qq.com

角增大^[11-12]。Bruno 等^[13]研究发现,在体外选择性激活胸腰部多裂肌能够导致胸椎后凸角增大,进而引起椎体压缩负荷增加,从而增加椎体发生应力性骨折的风险。Wilke 等^[14]研究发现,在体外于中立位刺激腰部多裂肌,腰部多裂肌收缩导致相应节段椎间盘内的压力增加。

2 腰部多裂肌的病理形态学研究

2.1 腰部多裂肌的病理形态学特征 腰部多裂肌病理形态学特征主要包括肌纤维类型改变、肌肉萎缩、脂肪浸润等。在健康成人的腰部多裂肌中,Ⅰ型肌纤维(慢缩型肌纤维)的占比较高;而在慢性腰痛患者的腰部多裂肌中,部分Ⅰ型肌纤维向Ⅱ型肌纤维(快缩型肌纤维)转化,并且出现萎缩的Ⅱ型肌纤维和非特异性纤维(靶样纤维、小成角纤维和虫蚀样纤维)^[15]。Zhao 等^[16]比较了腰椎间盘突出症患者患侧和正常侧多裂肌的病理形态学特征,结果显示患侧的Ⅰ型肌纤维和Ⅱ型肌纤维数量均少于正常侧,且患侧Ⅱ型肌纤维的强度较弱,靶样纤维、小成角纤维和虫蚀样纤维等类型的肌纤维数量增加。Mannion 等^[17-18]研究发现,腰痛患者多裂肌中Ⅱb型肌纤维(酵解型肌纤维)的占比显著高于Ⅰ型肌纤维,导致其抗疲劳性降低。Miki 等^[19]研究 L₄₋₅椎间盘退变患者的腰部多裂肌横截面积变化,结果显示腰部相应节段的多裂肌出现萎缩。Sun 等^[20]研究发现,脊柱侧弯患者的多裂肌在顶椎处存在显著的不对称性萎缩。腰部多裂肌萎缩会导致腰椎在矢状面的稳定性下降,进而可能诱发椎体滑脱^[21]。Ogon 等^[22]采用磁共振波谱法分析慢性腰痛患者多裂肌的脂肪含量,结果显示多裂肌肌细胞内脂质水平显著升高。Chua 等^[23]回顾性分析了因椎管狭窄症而行微创减压术患者的病例资料,显示术后患者多裂肌存在不同程度的萎缩和脂肪浸润,且导致患者腰椎运动功能障碍。腰部多裂肌的病理形态学改变导致其易疲劳,稳定腰部和控制姿势的能力下降,易诱发多种腰部疾患。

2.2 腰部多裂肌病理形态学改变的影响因素 腰部多裂肌发生病理形态学改变的影响因素较多,主要包括椎间关节移位、肌筋膜疼痛触发点、肌肉的废用和去神经支配、骨关节炎等。Özcan - Ekşi 等^[24]研究发现,腰部多裂肌的不对称性萎缩与慢性腰痛患者的椎间关节移位密切相关。椎间关节移位导致多裂肌单侧肌肉因异常牵拉而处于被动牵张状态,初期会出现

局部水肿,而长期处于被动牵张状态会导致肌肉功能障碍,另一侧肌肉则因长期处于放松状态而呈现萎缩。肌筋膜疼痛触发点会累及多裂肌导致其刚度增加,而刚度增加是肌肉萎缩的重要表征^[25]。Cui 等^[26]研究发现,肌肉正常部分的弹性模量为(7 078.24 ± 482.92) Pa,而肌筋膜疼痛触发点所在部位肌肉的弹性模量为(13 379.57 ± 1 069.75) Pa,提示肌筋膜疼痛触发点所在部位肌肉刚度增加。Sun 等^[27]研究发现,L₄₋₅腰椎间盘突出症患者的 L₃ ~ S₁ 节段多裂肌呈现萎缩和脂肪浸润,认为废用和去神经支配是导致其发生的主要原因。Hodges 等^[28]通过建立动物神经根损伤模型探讨去神经支配对相应肌肉的影响,结果显示在切断 L₃ 神经根后 72 h, L₄、L₅、S₁ 水平的多裂肌横截面积分别减少了 13%、20%、12%。此外,Xu 等^[29-31]研究发现,多裂肌萎缩和脂肪浸润与椎间关节骨关节炎密切相关。

3 基于腰部多裂肌生物力学和病理形态学研究诊治腰部疾患

腰部多裂肌对于腰椎稳定至关重要,而多数腰部疾患与腰椎失稳密切相关。临床上诊治腰部疾患,应关注多裂肌的生物力学和病理形态学改变。通过腰部稳定功能和姿势控制测试及影像学检查,对腰部多裂肌的状态进行综合评价,进而有针对性地制定治疗和康复方案。对于腰椎间盘突出症、慢性腰痛患者,通过中医正骨手法纠正椎间关节移位、解除神经卡压,消除其对多裂肌的不利影响;再通过对腰部多裂肌进行牵张治疗增强多裂肌的收缩能力,强化其稳定腰椎和控制姿势的作用。对于腰部多裂肌的牵张治疗,首先使患者保持坐位前屈 45°位,再逐渐增加患者侧屈和旋转角度以增加多裂肌的牵张力度,然后突然施以旋转力,使多裂肌被快速牵张。对于腰椎滑脱、腰椎曲度减小的患者,选择腰部多裂肌抗疲劳训练,如呼吸训练、腰部抗阻训练或平衡训练等,激活多裂肌本体感觉,提高其肌力和耐力,降低脂肪浸润率,强化其稳定腰椎的作用^[32]。然而,对于多裂肌肌纤维类型改变,需要采用针对多裂肌的激活方法才能实现肌纤维类型的改良^[33]。对于肌筋膜疼痛触发点累及腰部多裂肌而诱发多裂肌萎缩的患者,可运用针刺、手法等治疗方法消除肌筋膜疼痛触发点,降低肌肉局部张力,恢复肌肉弹性^[34-35]。此外,在进行腰椎手术治疗时,应选择合适的手术入路,尽可能保持腰部多

裂肌及其筋膜的完整性,避免发生术后肌肉萎缩^[36]。腰椎手术后应注重腰部多裂肌生物力学功能重建,在术后进行抗疲劳训练以避免发生多裂肌功能障碍^[37]。

4 小 结

腰部多裂肌具有独特的生物力学特征,在维持腰椎稳定方面发挥重要作用。多种腰部疾患的发生、发展与腰部多裂肌的生物力学改变和病理形态学特征有关。腰部多裂肌的生物力学改变会影响腰椎的曲度、椎间应力,进而影响脊柱的稳定性。腰部多裂肌的病理形态学特征主要包括肌纤维类型改变、肌肉萎缩、脂肪浸润等,椎间关节移位、肌筋膜疼痛触发点、肌肉的废用和去神经支配、骨关节炎等均是影响腰部多裂肌发生病理形态学改变的因素。因此,临床上诊治腰部疾患,应对腰部多裂肌的状态进行综合评价,针对不同的病因采取有针对性的治疗方案,提高腰部多裂肌的肌力和耐力,增强其稳定腰椎的作用,从而提高腰部疾患的治疗效果。

参考文献

- [1] 丁浚哲,鲁世保,孔超. 重视腰椎疾病患者人群的椎旁肌退行性改变[J]. 中国骨与关节杂志,2020,9(4):242-245.
- [2] WARD S R, KIM C W, ENG C M, et al. Architectural analysis and intraoperative measurements demonstrate the unique design of the multifidus muscle for lumbar spine stability[J]. J Bone Joint Surg Am, 2009, 91(1):176-185.
- [3] ROSATELLI A L, RAVICHANDIRAN K, AGUR A M. Three-dimensional study of the musculotendinous architecture of lumbar multifidus and its functional implications[J]. Clin Anat, 2008, 21(6):539-546.
- [4] WILKE H J, WOLF S, CLAES L E, et al. Stability increase of the lumbar spine with different muscle groups. A biomechanical in vitro study[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1995, 20(2):192-198.
- [5] WARD S R, TOMIYA A, REGEV G J, et al. Passive mechanical properties of the lumbar multifidus muscle support its role as a stabilizer[J]. J Biomech, 2009, 42(10):1384-1389.
- [6] FREEMA M D, WOODHAM M A, WOODHAM A W, et al. The role of the lumbar multifidus in chronic low back pain: a review[J]. PM & R, 2010, 2(2):142-146.
- [7] MACINTOSH J E, VALENCIA F, BOGDUK N, et al. The morphology of the human lumbar multifidus[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 1986, 1(4):196-204.
- [8] MASI A T, NAIR K, EVANS T, et al. Clinical, biomechanical, and physiological translational interpretations of human resting myofascial tone or tension[J]. Int J Ther Massage Bodywork, 2010, 3(4):16-28.
- [9] CHAN S T, FUNG P K, NG N Y, et al. Dynamic changes of elasticity, cross-sectional area, and fat infiltration of multifidus at different postures in men with chronic low back pain[J]. Spine J, 2012, 12(5):381-388.
- [10] SHAIKH N, ZHANG H, BROWN S H M, et al. The effect of posture on lumbar muscle morphometry from upright MRI[J]. Eur Spine J, 2020, 29(9):2306-2318.
- [11] BAILEY J F, MILLER S L, KHIEU K, et al. From the international space station to the clinic: how prolonged unloading may disrupt lumbar spine stability[J]. Spine J, 2018, 18(1):7-14.
- [12] SNIJDERS C J, HERMANS P F, NIESING R, et al. Effects of slouching and muscle contraction on the strain of the iliolumbar ligament[J]. Man Ther, 2008, 13(4):325-333.
- [13] BRUNO A G, BURKHART K, ALLAIRE B, et al. Spinal loading patterns from biomechanical modeling explain the high incidence of vertebral fractures in the thoracolumbar region[J]. J Bone Miner Res, 2017, 32(6):1282-1290.
- [14] WILKE H J, WOLF S, CLAES L E, et al. Influence of varying muscle forces on lumbar intradiscal pressure: an in vitro study[J]. J Biomech, 1996, 29(4):549-555.
- [15] DEMOULIN C, CRIELAARD J M, VANDERTHOMMEN M. Spinal muscle evaluation in healthy individuals and low-back-pain patients: a literature review[J]. Joint Bone Spine, 2007, 74(1):9-13.
- [16] ZHAO W P, KAWAGUCHI Y, MATSUI H, et al. Histochemistry and morphology of the multifidus muscle in lumbar disc herniation: comparative study between diseased and normal sides[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2000, 25(17):2191-2199.
- [17] MANNION A F, WEBER B R, DVORAK J, et al. Fibre type characteristics of the lumbar paraspinal muscles in normal healthy subjects and in patients with low back pain[J]. J Orthop Res, 1997, 15(6):881-887.
- [18] 姜美驰,肖京,饶毅,等. 腰背肌筋膜痛综合征核心肌群的表面肌电信号与肌纤维类型的相关性分析[J]. 中国骨伤, 2019, 32(6):544-548.
- [19] MIKI T, NAOKI F, TAKASHIMA H, et al. Associations between paraspinal muscle morphology, disc degeneration, and clinical features in patients with lumbar spinal stenosis[J/OL]. Prog Rehabil Med, 2020, 5[2022-01-03]. <https://www.ncbi.>

- nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7429555/.
- [20] SUN X Y, KONG C, ZHANG T T, et al. Correlation between multifidus muscle atrophy, spinopelvic parameters, and severity of deformity in patients with adult degenerative scoliosis: the parallelogram effect of LMA on the diagonal through the apical vertebra [J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14 (1): 276.
- [21] WANG G, KARKI S B, XU S, et al. Quantitative MRI and X-ray analysis of disc degeneration and paraspinal muscle changes in degenerative spondylolisthesis [J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2015, 28 (2): 277–285.
- [22] OGON I, IBA K, TAKASHIMA H, et al. Magnetic resonance spectroscopic analysis of multifidus muscle lipid contents and association with nociceptive pain in chronic low back pain [J]. *Asian Spine J*, 2021, 15 (4): 441–446.
- [23] CHUA M, HOCHBERG U, REGEV G, et al. Gender differences in multifidus fatty infiltration, sarcopenia and association with preoperative pain and functional disability in patients with lumbar spinal stenosis [J]. *Spine J*, 2022, 22 (1): 58–63.
- [24] ÖZCAN – EKŞİ E E, EKŞİ M Ş, TURGUT V U, et al. Reciprocal relationship between multifidus and psoas at L4 – L5 level in women with low back pain [J]. *Br J Neurosurg*, 2021, 35 (2): 220–228.
- [25] JAFARI M, BAHRPEYMA F, MOKHTARI – DIZAJI M, et al. Novel method to measure active myofascial trigger point stiffness using ultrasound imaging [J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2018, 22 (2): 374–378.
- [26] CUI J, ZHOU R, TIAN N, et al. Correlation between lower lumbar multifidus muscles fatty atrophy and corresponding level degenerative diseases in patients with low back pain using MRI [J]. *Chin J Acad Radiol*, 2021, 4 (1): 63–70.
- [27] SUN D, LIU P, CHENG J, et al. Correlation between intervertebral disc degeneration, paraspinal muscle atrophy, and lumbar facet joints degeneration in patients with lumbar disc herniation [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2017, 18 (1): 167.
- [28] HODGES P, HOLM A K, HANSSON T, et al. Rapid atrophy of the lumbar multifidus follows experimental disc or nerve root injury [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31 (25): 2926–2933.
- [29] XU W B, CHEN S, FAN S W, et al. Facet orientation and tropism: associations with asymmetric lumbar paraspinal and psoas muscle parameters in patients with chronic low back pain [J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2016, 29 (3): 581–586.
- [30] 罗昕, 李玉花, 尚群, 等. MRI 检查腰部多裂肌退变与关节突关节骨性关节炎的临床分析 [J]. *医学影像学杂志*, 2019, 29 (9): 1616–1619.
- [31] 张军. 腰部多裂肌磁共振数据与关节突关节退变的相关性 [J]. *颈腰痛杂志*, 2021, 42 (1): 103–106.
- [32] ANOUK A, JONAS V, SJOERD S, et al. High intensity training increases muscle area occupied by type II muscle fibers of the multifidus muscle in persons with non-specific chronic low back pain: a pilot trial [J]. *Appl Sci*, 2021, 11 (8): 3306.
- [33] JAMES G, MILLECAMP S M, STONE L S, et al. Multifidus muscle fiber type distribution is changed in mouse models of chronic intervertebral disc degeneration, but is not attenuated by whole body physical activity [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2021, 46 (23): 1612–1620.
- [34] 吕莹, 戴德纯, 姜慧娜, 等. 电针对不同多裂肌脂肪浸润率腰椎间盘突出症疗效的影响 [J]. *中国针灸*, 2021, 41 (6): 593–597.
- [35] WANG – PRICE S, ZAFEREO J, COUCH Z, et al. Short-term effects of two deep dry needling techniques on pressure pain thresholds and electromyographic amplitude of the lumbosacral multifidus in patients with low back pain – a randomized clinical trial [J]. *J Man Manip Ther*, 2020, 28 (5): 254–265.
- [36] MANSOUR A M, TAREK A, AMR A. Paraspinal muscle damage in intermuscular and conventional lumbar spinal fixation: a comparative study [J]. *Interdiscip Neurosurg*, 2021, 26 (4): 101284.
- [37] PROTASIEWICZ – FALDOWSKA H, WISNIEWSKA T, ZABOROWSKA – SAPETA K, et al. The influence of specialist kinesitherapy on the spinal function after fenestration surgeries [J]. *Polish Annals of Medicine*, 2010, 17 (1): 36–43.

(收稿日期: 2022-02-05 本文编辑: 吕宁)