

·综述·

慢性腰痛的物理治疗新进展*

李 鑫¹ 王楚怀^{1,2}

慢性腰痛(chronic low back pain, cLBP)是指腰痛症状持续超过12周的一种临床常见病,具有发病率高、易复发的特点,同时由于患病给患者及国家造成的经济损失巨大^[1],一直是国内外研究的热点。物理治疗主要包括运动疗法和物理因子疗法。目前国内外专家一致认为,运动疗法可以预防cLBP的复发,提高患者生存质量^[1-3]。传统的运动疗法包括核心训练、麦肯基(McKenzie)疗法、腰痛学院(back school)、瑜伽、普拉提、太极等^[2-3]。近年来随着信息技术的发展,国内外学者形成了日益紧密的“交流网”,由此带来的新兴物理治疗技术为cLBP患者的康复治疗 and 预防提供了更多的新思路。本文主要综述近年来动态神经肌肉稳定技术、呼吸训练技术、筋膜手法、脉冲整脊技术等新兴物理治疗技术在cLBP患者康复方面的最新研究进展。

1 动态神经肌肉稳定技术

1.1 动态神经肌肉稳定技术概述

动态神经肌肉稳定技术(dynamic neuromuscular stabilization, DNS)是一种基于运动发育学的科学原理来优化人体运动系统的徒手康复治疗技术^[4]。该技术的研究者认为,人类的运动功能在幼儿期的发育是由遗传基因决定的,并遵循一定的模式。在中枢神经系统发育过程中,所有这些运动模式或肌肉协同作用都会在特定的发展序列中自动发生^[4]。DNS技术强调在静态或维持身体姿势时,机体需要精确的肌肉时序、协调性的运动效率以及抗压负荷的能力,因此可以利用婴儿成长发育过程中的动作模式对cLBP患者的功能障碍进行重新整合,从而重新启动身体机能的运动模式^[4]。这是近几年治疗cLBP的一个新视角,引起了国内外学者对该技术的关注^[5-8]。

1.2 DNS训练应用于慢性腰痛患者的研究

最近的一项荟萃分析为DNS训练在cLBP的治疗提供了很好的依据,该荟萃分析研究结果表明,在治疗cLBP的过程中,DNS训练在减轻疼痛方面比其他干预措施更有效^[9]。Southwell等^[9]记录了5min DNS训练后受试者腹横肌的表面肌电和三维运动数据,结果显示,DNS训练不仅可以成功激

活腹横肌,而且腰椎动态稳定性在训练后得到了极大的改善。徐超等^[7]对cLBP患者进行DNS训练干预,用诊断超声评估治疗前后腹横肌和多裂肌的肌肉厚度,结果显示,8周后腰椎稳定肌肉(腹横肌和多裂肌)的肌肉厚度较治疗前均有明显的改善。Kim等^[8]通过分析MRI的血氧浓度来研究DNS训练在皮质或皮质下对cLBP受试者的影响,结果表明,DNS训练可以激活皮质下丘脑、基底神经节和对侧大脑运动区。这一结果很好的解释了Southwell和徐超等人的研究结果,为临床治疗cLBP提供了重要依据,明确了DNS训练对皮质和皮质下的神经运动控制机制的影响。

2 呼吸训练

2.1 呼吸训练应用于慢性腰痛患者的研究

腰椎稳定性依赖于各肌肉和关节活动精准的动态协调控制,其中一个重要的因素就是腹内压,而膈肌、盆底肌和腹横肌可以调节腹内压,并提供腰椎稳定性^[6]。Kolar等^[9]通过MRI观察cLBP患者和健康人在执行姿势控制任务时膈肌的移动情况,结果显示,当对四肢施加阻力时,cLBP患者的膈肌调节异常,这就增加了脊柱的负荷,成为cLBP的一种潜在发病机制。另一项研究显示,cLBP患者呼吸肌的肌力和耐力明显下降,最大呼气压和呼气耐受时间与腰骶角呈明显负相关,这提示盆底肌和腰痛也存在一定联系^[10]。另外,脊柱稳定性下降导致的cLBP与呼吸异常调节具有共同的功能脑区—大脑岛叶、前扣带皮质和杏仁核,这也是cLBP与呼吸相关性的一个重要神经生理学机制^[11]。最近一项关于呼吸训练对cLBP患者影响的研究结果显示,呼吸训练在改善肺功能、减轻腰部疼痛和提高生存质量方面是有效的,呼吸训练的频率从每天到每周2—3次,持续时间4—8周^[12-13]。一项关于呼吸训练对cLBP影响的荟萃分析显示,呼吸训练可以激活躯干的局部稳定肌,建立适当的腹内压力;还可通过改善本体感觉,促进运动控制,改善患者的疼痛症状及功能障碍;此外,呼吸训练还能调节植物神经功能,改善心理问题^[14]。基于以上这些结果,研究者建议物理治疗师在治疗cLBP患者时应该考虑呼吸训练。

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2021.06.020

*基金项目:国家自然科学基金项目(81772434);广州市科技计划产学研重大专项(201704020122);广东省医学科研基金项目(A2018021)

1 中山大学附属第一医院,广州市,510080; 2 通讯作者

第一作者简介:李鑫,女,硕士研究生; 收稿日期:2019-12-24

2.2 关于呼吸模式及呼吸训练姿势的研究

人体的呼吸模式主要有吸气和呼气模式,在呼吸运动中膈肌是最关键的肌肉^[9],收缩时胸腔底部下移,胸腔垂直径增大,腹外斜肌与辅助吸气肌(如胸锁乳突肌、背阔肌、胸大肌、胸小肌等)收缩使肋骨上提,肋间隙增宽,进而使胸腔前后径加大,胸骨向前上方运动^[10,14]。当向体外呼气时,腹肌是主要的呼气肌,其次是腹内斜肌,肋骨被牵拉向下,使胸腔前后径、容积缩小。同时,由于腹内斜肌收缩,迫使胸腔内器官向上挤压,推动膈肌上升,使胸腔垂直径缩小^[10,14]。Janssens和Ki等^[15-16]的研究主要针对吸气肌进行训练,结果表明该方法可以提高脊柱的本体感觉和降低cLBP的疼痛程度,但是要注意避免过度通气引起呼吸性碱中度。而Badiuk等^[17]的研究是在“Lewit”姿势下正常呼气末嘴巴缩成一个小口(增加吐气的阻力)缓慢吐气,“Lewit”姿势是患者仰卧位,屈髋屈膝90°,双脚踩墙,以骶骨为支点并保持腰椎正常的生理曲度下微微抬起骨盆,表面肌电图结果显示,与传统训练相比,该姿势可以更好地激活腹内斜肌、腹外斜肌和竖脊肌。

3 悬吊训练

3.1 悬吊训练及其原理概述

悬吊技术是以人体运动功能得到持久的改善为目的的主动康复诊疗技术,它通过高水平的神经肌肉功能测试,评估人体运动链及运动机能,以达到重建或改善运动模式^[18]。悬吊技术主要有两种训练方法:①通过局部阶段低负荷、长时间的运动控制,使关节保持在弹性中性区域内^[19],训练关节的本体感觉,重建神经肌肉功能;②测试肌筋膜链,寻找机体的弱链,进行高强度、多次数的进阶训练,增强神经肌肉的运动功能模式^[19]。在训练过程中还会根据患者不同的情况进行振动训练,以增强感觉神经的输入^[20]。该技术最大的特点是无痛、安全、精准^[18]。研究表明,腰痛可能是由于负责脊柱稳定的肌群的运动控制出现异常,而非单纯的肌力和耐力的异常^[21]。另外一项研究报道显示,腰痛患者椎间盘的高度、椎旁韧带的长度和负荷发生变化,本体感受器的适应性下降,从而使本体感觉的输入减少,椎旁肌的神经肌肉反射减弱,因此造成腰椎不稳和姿势控制能力的下降^[22]。关节本体感觉传入的降低导致反射性的关节不稳和姿势反射能力的降低,这就大大增加了腰椎小关节及其周围软组织损伤的可能性^[23]。研究显示,悬吊训练通过设置不同的训练方案来调整训练的难度,增强躯干肌肉的力量和耐力,增强本体感觉输入,激活整体运动控制系统,从而增强脊柱的稳定性、协调性和控制性^[19-20]。

3.2 悬吊训练在慢性腰痛患者的研究

Choi等^[24]通过研究发现,仰卧搭桥、俯卧搭桥的悬吊训练中增加振动,可以使腹内斜肌、腹直肌、多裂肌和竖脊肌运

动明显增多。因此,在悬吊训练过程中增加振动等不稳定因素有利于强化肌力及耐力的训练,促进机体平衡能力的修复,从而达到持续改善肌肉骨骼疾病的效果^[25]。国内学者对悬吊技术治疗cLBP的研究很多,其中一项研究显示,该技术不仅可以降低患者的疼痛和改善功能障碍,并且可以降低复发率和保持较长期效果^[26]。既往研究已经证明,运动可以使大脑运动皮质结构重组^[27]。综上可知,悬吊训练是一种主动的、多肌肉参与的核心稳定训练,因此,进一步的研究可以考虑悬吊训练对cLBP患者大脑运动皮质的可塑性研究。

4 肌筋膜手法

4.1 肌筋膜手法概述

肌筋膜手法(fascial manipulation, FM)是一种作用于肌肉筋膜的徒手治疗技术。这种手法将筋膜视为一个三维连续体,主要是识别作为协调中心的筋膜的特定区域,然后对该区域进行深层的摩擦,这会导致组织变形,使其在横向上拉长,破坏组织中相邻胶原纤维束,进而改变结缔组织的流动性^[28]。筋膜是一种致密结缔组织,大约30%的肌肉纤维有插入或起源于筋膜^[29]。Branchini等^[28]认为,该区域的皮下组织应该保持滑动,避免引起周围肌肉的生物力学不协调。该手法可以恢复筋膜的生理滑动特性,减轻疼痛,增加运动范围,改善日常功能^[30]。

4.2 肌筋膜手法应用于慢性腰痛患者的研究

研究显示,胸腰筋膜紧张可能是引起cLBP的原因^[28,31]。组织学研究表明,胸腰筋膜中存在痛觉神经末梢,而cLBP患者胸腰筋膜相关的神经末梢出现了敏化现象,这可能与胸腰筋膜的微损伤或者炎症有关^[31]。Branchini等^[32]的一项临床随机对照实验结果显示,与其他单独的手法治疗相比,接受筋膜手法的患者中,VAS、Roland-Morris功能障碍调查量表在短期和中期均有显著性意义,临床效果显著改善。由此表明,筋膜手法可以改善cLBP患者症状和功能。Arguisuelas等^[33]的另一项临床随机对照实验结果显示,筋膜手法有助于使cLBP患者缺失的屈曲-放松现象正常化,同时可以显著改善疼痛和功能障碍。目前国外对筋膜的研究比较多,国内还很少。

5 脉冲整脊技术

5.1 脉冲整脊技术概述

脊柱韧带、椎间盘和关节囊的机械感受器构成一个反射弧,因此,椎间盘、韧带、脊柱周围肌肉组织构成了脊柱稳定相关的主要结构^[34]。Christopher^[35]研究团队通过美利奴羊活体动物和人体试验对脉冲整脊的作用机理进行了深入的研究,其2000年的研究是使用电极和不同矢量的力刺激腰椎不同节段,结果显示,侵入性脊柱手法引起神经动作电位振

幅是200—2600mV,非侵入性是800—3500mV,这一研究为脉冲整脊技术治疗腰椎疾病提供了可能性。2005年,Christopher^[36]又发现,对L3进行脉冲整脊可以使临近阶段L1、L2产生相应的脉冲振动反应。在以后几年的试验中,Christopher从脊柱的生物力学和神经物理反应角度进一步研究脉冲整脊的作用力度、方向等参数,并将作用力度分为低、中和高档,其相应的冲击力分别为100N、200N和400N。

5.2 脉冲整脊技术在慢性腰痛患者的研究

张桂芳等^[37]和李驰^[38]分别将该技术结合常规康复治疗并结合鼠神经生长因子,用于治疗腰椎间盘突出症患者,张远洋等^[39]则将该技术结合刃针治疗L3横突综合征,以上研究结果均显示,患者的疼痛程度、腰椎活动度和Oswestry功能障碍指数评分均有明显好转。

6 非手术脊柱减压系统SDS9800

6.1 非手术脊柱减压系统的基本原理

非手术脊柱减压系统(non-surgical spinal decompression system)与传统牵引机器相比,具有以下优点:①牵引过程中避免椎旁肌肉的抵抗:该系统应用非线性对数牵引力曲线,运用每秒13次的闭环式反馈系统,通过减压反馈系统感受器,可以实时感知患者肌肉收缩抵抗,及时反馈并调整牵引力参数,能够最大限度地避免刺激本体感受器,使患者腰背部肌肉,特别是椎旁肌肉始终处于完全松弛或近乎完全松弛状态,避免了其对牵引力的抵抗^[40]。②使椎间盘高压压:通过有效牵引可以使椎间隙最大负压达到-150—-200mmHg,利于突出或者病变的椎间盘回纳^[40]。③精准:通过调整牵引绳的角度、腰部气囊和良好的骨盆、胸部固定,可以使70%—80%的牵引力作用于椎间盘^[40]。

6.2 非手术脊柱减压系统在慢性腰痛患者的研究

Apfel等^[41]选取30例平均年龄65岁的腰椎间盘突出症患者,进行6周治疗后,CT显示椎间盘的高度增加了1.7mm,疼痛明显减轻,椎间盘高度增加和疼痛减轻存在明显相关性。齐雨^[42]研究SDS治疗腰椎间盘突出症的临床疗效,通过表面肌电图分析SDS对椎旁肌肉的影响,结果显示,4周治疗后,SDS治疗组与常规牵引治疗组相比,VAS评分显著降低,JOA评分显著提高,竖脊肌、多裂肌平均振幅和斜率均显著增加。这表明,腰椎间盘突出症患者采用SDS治疗,能够有效减轻患者疼痛感,提高生存质量,且有助于改善椎旁肌肉肌力,促进局部的生物力学平衡,其疗效优于常规牵引。另外,汪仲涵等^[43]的研究结果显示,对腰椎间盘突出症患者进行2周的SDS治疗后,患者的稳定指数降低,稳定极限提高。综上所述可知,SDS治疗可使腰椎间盘突出症患者放松椎旁肌,减轻肌肉疲劳,缓解疼痛症状及功能障碍,提高平衡功能。

7 体外冲击波治疗

7.1 体外冲击波疗法概述

体外冲击波疗法(extracorporeal shock wave therapy, ESWT)是20世纪80年代初德国医生使用高能冲击波击碎泌尿系统结石发展而来,后来的研究发现ESWT可以治疗骨不连、骨折延迟愈合及慢性软组织损伤性疾病,取得了明显的临床效果^[44]。近年来,国内外学者将其用于治疗cLBP取得了一定的治疗效果。体外冲击波疗法主要是通过促进止痛物质释放、产生机械作用力、化学反应、刺激感受器以达到治疗腰椎间盘突出症的目的^[44]。

7.2 体外冲击波疗法在慢性腰痛患者的研究

支世保等^[45]通过手法触诊寻找扳机点,对肌筋膜综合征患者进行ESWT治疗,结果显示90%的患者获得有效治疗,在治疗时患者会感到针刺样和敲击样疼痛,但多数患者可耐受。由于腰背肌筋膜炎疼痛很大程度来源于软组织的粘连,ESWT取得的良好疗效可能是通过高能量在扳机点局部产生对软组织的松解这一机制实现的^[46]。苏文珍等^[47]将发散式ESWT用于治疗腰椎间盘突出症患者,结果显示,实验组止痛效果快、患者功能及生存质量改善明显,缩短了患者的治疗周期,减少了治疗费用。ESWT对改善疼痛有效的原因可能是适量的ESWT损坏疼痛感觉神经,改变细胞周围的化学环境,阻止疼痛信号产生和传播^[46]。但能否取代传统疗法仍需进行进一步大样本的临床对照研究。

8 矫形鞋垫在慢性腰痛患者的研究

矫形鞋垫对cLBP患者的研究是基于足底压力分析和下肢生物力学测量,具体方法为通过鞋垫及增高附件、前足附件、对距下关节中立位塑形等方法针对患者不同的足部问题进行调整^[48]。近年来,很多研究者认为,足部或者踝关节不稳定也是引起腰痛反复发作的原因,例如,Van Daele等^[49]进行了坐位姿势的双重任务研究,健康受试者和cLBP患者均在双足着地和单足着地两种条件下坐于不稳的球面上,在每一种姿势下配合记忆认知作业,比较两组姿势摆动和躯干僵硬(即骨盆运动与躯干运动间的相关系数)的改变情况,结果显示,cLBP组在双足支撑体位下姿势摆动增加,而单足时姿势摆动减少。夏清等^[50]选取单侧下肢放射痛的腰椎间盘突出症患者进行研究,对受试者自然行走时的步态特征及足底压力进行检测,结果显示,前足触地期及全足支撑期明显低于健侧,而前足离地期明显高于健侧,除第5跖骨区域外,患侧足底各区域受力的时间均低于健足,在第4、第5跖骨及足跟外侧区域,患足压力峰值较健足降低。南海鸥等^[51]对cLBP患者在常规物理治疗的前提下进行穿戴式定制矫形鞋垫干预,结果显示,定制矫形鞋垫可矫正cLBP患者部分下肢生物力学异常,减轻腰部疼痛。国内学者将其与针灸推拿相

结合治疗慢性腰肌劳损^[52],将其结合脊柱区核心肌群训练^[53]治疗非特异性下腰痛,结果均显示,实验组在减轻疼痛和改善Oswestry功能障碍评分上有明显改善。Larsen等^[54]进行的一项146例的临床随机对照试验,结果显示,定制的矫形鞋垫可能在预防下腰痛上有一定作用。但是,Chuter等^[55]的荟萃分析显示,矫形鞋垫对下腰痛的治疗和预防作用证据不足。

9 小结

虽然引起腰痛的病因和发病机制还在探索中,但相对明确的是腰椎稳定系统和腰痛的发生息息相关,腰痛的发生也不仅仅与某一个因素有关,而是受多个因素的影响^[56]。以上概述的运动疗法技术通过不同的治疗机制作用于不同的腰椎稳定系统。比如,呼吸训练、悬吊训练、DNS训练主要作用于主动支持系统,非手术脊柱减压系统SDS9800、筋膜手法、脉冲整脊技术主要作用于被动支持系统,矫形鞋垫作用于下肢的生物力线,在这些治疗中有中枢神经系统参与的主要是悬吊训练和DNS。既然腰痛的病因和发病机制是多样的,那么我们的治疗也应该是综合性的,这一观点被国内外的下腰痛治疗指南/共识广泛接受^[2-3]。

随着社会和时代的进步,相信cLBP患者的康复治疗技术会有更大的发展,本文主要针对近年来新兴发展的物理治疗技术进行了概述,以期对临床工作者带来一些思路,由此不断提高cLBP的康复治疗效果。

参考文献

- [1] Kreiner DS, Matz P, Bono CM, et al. Guideline summary review: an evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of low back pain[J]. The Spine Journal, 2020, 20(7):998—1024.
- [2] Foster NE, Anema JR, Cherkwin D, et al. Prevention and treatment of low back pain: evidence, challenges, and promising directions[J]. Lancet, 2018, 391(10137): 2368—2383.
- [3] 周谋望, 岳寿伟, 何成奇, 等. “腰椎间盘突出症的康复治疗”中国专家共识[J]. 中国康复医学杂志, 2017, 32(2): 129—135.
- [4] Frank C, Kobesova A, Kolar P. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation[J]. International Journal of Sports Physical Therapy, 2013, 8(1): 62—73.
- [5] Searle A, Spink M, Ho A, et al. Exercise interventions for the treatment of chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials[J]. Clin Rehabil, 2015, 29:1155—1167.
- [6] Southwell DJ, Hills NF, Mclean L, et al. The acute effects of targeted abdominal muscle activation training on spine stability and neuromuscular control[J]. Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation, 2016, 13(1):19.
- [7] 徐超, 王彦荣, 卢洁, 等. 动态神经肌肉稳定技术(DNS)对非特异性慢性下腰痛患者疼痛强度和腰椎稳定肌肌肉厚度的临床疗效观察[J]. 按摩与康复医学, 2019, 10(11):6—8.
- [8] Kim, Do Hyun, Lee, et al. Cortical or subcortical neural networks during dynamic neuromuscular core stabilization: a fMRI blood oxygen—level dependent (BOLD) analysis[J]. Journal of Medical Imaging and Health Informatics, 2016, 6(7): 1732—1734.
- [9] Kolar P, Sulc J, Kyncl M, et al. Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain[J]. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 2012, 24(4): 352—362.
- [10] 郑建寅, 谢宁, 王善祥. 慢性下腰痛患者呼吸肌功能评价及其相关分析[J]. 颈腰痛杂志, 1999, (4): 269.
- [11] Beeckmans N, Vermeersch A, Lysens R, et al. The presence of respiratory disorders in individuals with low back pain: a systematic review[J]. Manual Therapy, 2016, 26:77—86.
- [12] Anderson BE, Bliven K. The use of breathing exercises in the treatment of chronic, nonspecific low back pain[J]. Journal of Sport Rehabilitation, 2017, 26(5): 452—458.
- [13] 郭娅, 韩冷, 赵娇. 呼吸训练配合核心力量训练对慢性非特异性腰痛潜艇官兵的治疗效果观察[J]. 中国疗养医学, 2020, 29(1):63—65.
- [14] 邹建鹏, 毕鸿雁, 彭伟, 等. 从呼吸角度防治慢性非特异性腰痛理论初探[J]. 按摩与康复医学, 2018, 9(22):1—4.
- [15] Janssens L, McConnell AK, Pijnenburg M, et al. Inspiratory muscle training affects proprioceptive use and low back pain[J]. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2015, 47(1): 12—19.
- [16] Ki C, Heo M, Kim HY, et al. The effects of forced breathing exercise on the lumbar stabilization in chronic low back pain patients[J]. The Journal of Physical Therapy Science, 2016, 28(12): 3380—3383.
- [17] Badiuk BW, Andersen JT, McGill SM. Exercises to activate the deeper abdominal wall muscles: the lewit: a preliminary study[J]. The Journal of Strength and Conditioning Research, 2014, 28(3): 856—860.
- [18] Li X, Liu H, Lin K, et al. Effects of different sling settings on electromyographic activities of selected trunk muscles: a preliminary research[J]. Bio Med Research International, 2020, 2020:1—10.
- [19] 朱小棠, 黎德聪, 陈扬. 悬吊运动疗法治疗慢性下腰痛研究进展[J]. 临床医药文献电子杂志, 2019, 6(44):192—193.
- [20] 王瑞平, 陈卓, 葛亚博. 局部振动结合悬吊训练治疗慢性非特异性腰痛的效果观察[J]. 中国民康医学, 2019, 31(20):112—114.
- [21] Jull GA, Richardson CA. Motor control problems in patients with spinal pain: a new direction for therapeutic exercise[J]. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 2000, 23(2): 115—117.
- [22] Kaigle AM, Holm S, Hansflon T. Experimental instability in the lumbar spine[J]. Spine, 1995, 20: 421—430.
- [23] Gross MT. Effects of recurrent lateral ankle sprains on active and passive judgment of joint position[J]. Physical Therapy, 1987, 67: 1505—1509.

- [24] Choi Y, Kang H. The effects of sling exercise using vibration on trunk muscle activities of healthy adults[J]. The Journal of Physical Therapy Science, 2013,25(10): 1291—1294.
- [25] 邓娇,侯为林,迟慧.悬吊运动训练在颈腰痛康复中的应用研究进展[J].中国临床新医学,2019,12(12):1354—1357.
- [26] 王成秀,徐远红,杨凤翔,等.悬吊运动训练对非特异性下背痛患者远期疗效的临床研究[J].中国康复,2011,(2):103—105.
- [27] Tsao H, Galea MP, Hodges PW. Driving plasticity in the motor cortex in recurrent low back pain[J]. European Journal of Pain,2010,14(8):832—839.
- [28] Casato G, Stecco C, Busin R. Role of fasciae in nonspecific low back pain[J]. European Journal of Translational Myology,2019,29(3):8330.
- [29] Hijikata T, Wakisaka H, Niida S. Functional combination of tapering profiles and overlapping arrangements in nonspanning skeletal muscle fibers terminating intrafascicularly[J]. Anatomical Record, 1993, 236(4): 602—610.
- [30] Stecco A, Meneghini A, Stern R, et al. Ultrasonography in myofascial neck pain: randomized clinical trial for diagnosis and follow-up[J]. Surgical and Radiologic Anatomy, 2014, 36(3): 243—253.
- [31] Wilke J, Schleip R, Klingler W, et al. The lumbodorsal fascia as a potential source of low back pain: a narrative review[J]. Bio Med Research International, 2017, 2017: 5349620.
- [32] Branchini M, Lopopolo F, Andreoli E, et al. Fascial manipulation® for chronic aspecific low back pain: a single blinded randomized controlled trial[J].Version 2. F1000Res, 2015,4:1208.
- [33] Arguisuelas MD, Lisón JF, Doménech-Fernández J, et al. Effects of myofascial release in erector spinae myoelectric activity and lumbar spine kinematics in non-specific chronic low back pain: randomized controlled trial[J]. Clinical Biomechanics,2019,63:27—33.
- [34] Vlaeyen JWS, Maher CG, Wiech K, et al. Low back pain[J]. Nature Reviews Disease Primers, 2018,4(1):52.
- [35] Colloca CJ, Keller TS, Gunzburg R, et al. Neurophysiologic response to intraoperative lumbosacral spinal manipulation[J]. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 2000, 23(7): 447—457.
- [36] Colloca CJ, Keller TS, Harrison DE, et al. Spinal manipulation force and duration affect vertebral movement and neuromuscular responses[J]. Clinical Biomechanics, 2006, 21(3): 254—262.
- [37] 张桂芳,黄焕杰,韩秀兰,等.脉冲整脊技术治疗腰椎间盘突出症的临床疗效观察[J].中国康复医学杂志,2015,(8):804—807.
- [38] 李驰.鼠神经生长因子联合脉冲整脊技术治疗腰椎间盘突出症的临床观察[J].颈腰痛杂志,2017,(3):239—242.
- [39] 张远洋,陈从山,吴雪萍,等.整脊脉冲枪配合刃针治疗腰三横突综合征的疗效观察[J].康复学报,2017,(5):38—41.
- [40] 冯宪煊,白跃宏.非手术脊柱减压系统DRX9000的相关研究进展[J].颈腰痛杂志,2013,(6):511—513.
- [41] Apfel CC, Cakmakkaya OS, Martin W, et al. Restoration of disk height through non-surgical spinal decompression is associated with decreased discogenic low back pain: a retrospective cohort study[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2010, (11): 155—161.
- [42] 齐雨.非手术脊柱减压系统治疗腰椎间盘突出症的疗效观察及表面肌电图分析[J].颈腰痛杂志,2019,40(5):620—622.
- [43] 汪仲涵,张颖,王春方,等.腰椎间盘突出症患者的平衡能力实验学研究[J].解放军预防医学杂志,2019,37(4):21—22.
- [44] 李建奎,宋永伟.体外冲击波疗法治疗腰椎间盘突出症概况[J].中医临床研究,2020,12(1):142—145.
- [45] 支世保,王刚,李莉,等.体外冲击波疗法治疗肌筋膜综合征53例临床观察[J].中国疗养医学,2014,(1):32—33.
- [46] 梁海,钱丽丽,王洪申,等.体外冲击波治疗腰椎间盘突出症的临床观察[J].临床医学工程,2012,19(6):861—862.
- [47] 苏文珍,林永杰,孙立民,等.体外冲击波与传统方法治疗腰椎间盘突出症疗效比较[J].医学与哲学,2014,35(5):30—32.
- [48] 韩秀兰,许轶,王楚怀,等. ICB鞋垫矫治对慢性非特异性下背痛患者的治疗作用[J].中国康复医学杂志,2014,(11):1066—1069.
- [49] Van Daele U, Hagman F, Truijen S, et al. Decrease in postural sway and trunk stiffness during cognitive dual-task in nonspecific chronic low back pain patients, performance compared to healthy control subjects[J]. Spine, 2010,35(5):583—589.
- [50] 夏清,曹娟娟,曹晓光.腰椎间盘突出症患者足底压力的分布特征及重测信度[J].中国康复理论与实践,2015,(3):307—310.
- [51] 南海鸥,王跃文,徐肖倩,等.定制矫形鞋垫对慢性非特异性下背痛患者下肢生物力学指标的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2018,40(12):938—941.
- [52] 石精华.针灸与推拿结合足弓矫正疗法治疗慢性腰肌劳损的临床研究[D].广州中医药大学,2016:1—89.
- [53] 李小金,韩秀兰,成守珍.下肢生物力学矫正联合脊柱区核心肌群训练治疗慢性非特异性下腰痛[J].中国骨科临床与基础研究杂志,2014,(4):233—237.
- [54] Larsen K, Weidich F, Leboeuf-Yde C. Can custom-made biomechanic shoe orthoses prevent problems in the back and lower extremities? a randomized, controlled intervention trial of 146 military conscripts[J]. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 2002, 25(5): 326—331.
- [55] Chuter V, Spink M, Searle A, et al. The effectiveness of shoe insoles for the prevention and treatment of low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2014, (15): 140—147.
- [56] Delitto A, George SZ, Van Dillen L, et al. Low back pain[J]. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 2012, 42(4): A1—A57.