

脊柱核心稳定性训练对单侧慢性非特异性腰痛 远期治疗效果的研究

李秀明¹, 纵亚², 谢青^{1,2}, 张伟明², 计海彪¹, 化龙昂¹

【摘要】 目的:探讨脊柱核心稳定性训练对单侧慢性非特异性腰痛(CLPB)的远期治疗效果。**方法:**选取单侧CLBP患者42例,随机分为训练组和对照组各21例。2组在初次就诊期间均接受常规康复治疗,训练组在此基础上同时进行腰部核心稳定性训练治疗。于康复治疗前及康复1年后进行VAS评分、简明健康状况调查问卷(SF-36)评分及腰椎MRI检查,使用Image J软件检测MRI图像L₃/L₄及L₅/S₁节段多裂肌的脂肪浸润率(FSF)。**结果:**治疗1年后,较治疗前及对照组治疗后,训练组VAS评分明显降低,SF-36评分均明显提高($P<0.01$),而对照组治疗前后评分对比差异无统计学意义。L₃/L₄及L₅/S₁节段MRI检查结果显示,治疗后训练组L₃/L₄、L₅/S₁节段双侧FSF明显低于对照组($P<0.05$)。治疗前,2组L₃/L₄、L₅/S₁节段患侧FSF明显高于健侧($P<0.05$)。治疗1年后,训练组L₃/L₄、L₅/S₁节段患侧FSF与健侧FSF对比均无统计学差异,对照组L₃/L₄、L₅/S₁节段患侧FSF明显高于健侧($P<0.05$)。**结论:**对CLBP患者行核心稳定性训练,可以减轻患者的疼痛,改善其生活质量,这可能与降低多裂肌的脂肪浸润程度有关。

【关键词】 慢性非特异性腰痛;核心稳定性训练;多裂肌;脂肪浸润

【中图分类号】 R49;R681 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2020.07.005

Long-term efficacy of spinal core stability training for unilateral chronic nonspecific low back pain Li Xiuming, Zong Ya, Xie Qing, et al. Department of Rehabilitation Medicine, North Hospital of Ruijin Hospital Affiliated to Medical College of Shanghai Jiaotong University, Shanghai 201801, China

【Abstract】 Objective: To explore the long-term efficacy of spinal core stability training on chronic non-specific low back pain (CLBP). **Methods:** A total of 42 subjects with unilateral CLBP were randomly divided into the training group ($n=21$) and the control group ($n=21$). Both groups received conventional rehabilitation treatment after the first visit, 3 times a week for 4 weeks. Besides, the training group was treated with the lumbar core stability training at the same period. All subjects were observed for one following year after the initial visit. VAS score, SF-36 score and lumbar spine MRI examination were performed before and 1 year after the treatment in each group. In analyzing the MRI results, total cross-sectional area (tCSA), muscle cross-sectional area (mCSA) and fat cross-sectional area (fCSA) of L3/L4 and L5/S1 segments were measured by Image J. Accordingly, fat signal fraction (FSF) was also calculated as fCSA/tCSA. **Results:** One year after the treatment, VAS scores in the training group were significantly reduced and SF-36 scores were significantly increased as compared with those before and after treatment in the control group ($P<0.01$). However, there was no statistically significant difference in scores before and after treatment in the control group. The MRI results of L3/L4 and L5/S1 segments showed that there was no statistically significant difference in FSF between the two groups before treatment, while the bilateral FSF of L3/L4 and L5/S1 segments in the training group after treatment was significantly lower than that in the control group ($P<0.05$). Before treatment, FSF of the affected side of L3/L4 and L5/S1 was significantly higher than that of the healthy side in the two groups ($P<0.05$). After 1 year of treatment, there was no statistically significant difference in the FSF between the affected side and the healthy side of L3/L4 and L5/S1 segments in the training group, while the FSF of the affected side in the L3/L4 and L5/S1 segments in the control group was significantly higher than that in the healthy side ($P<0.05$). **Conclusion:** Core stability training for CLBP patients can reduce the pain and improve the quality of life of patients, which may be related to the reduction in the degree of fat infiltration of the multifidus muscle.

【Key words】 chronic non-specific low back pain; core stability training; multifidus muscle; fat infiltration

收稿日期:2019-09-05

作者单位:1.上海交通大学医学院附属瑞金医院北院,上海 201801;2.上海交通大学医学院附属瑞金医院,上海 200025

作者简介:李秀明(1984-),女,硕士,主要从事脑卒中及骨关节疾病康复方面的研究。

通讯作者:谢青,ruijin_xq@163.com

慢性非特异性腰痛(chronic non-specific low back pain,CLBP)是一种伴有明显腰部、腰骶部、臀部

疼痛及不适,而又缺乏明确临床病因的疼痛综合征,症状持续时间大于12周,疼痛常反复发作或进行性加重,是康复治疗的难点^[1]。据近期的流行病学报道,大约有80%以上的人会发生腰痛,其中慢性腰痛的患病率约为23%,有11%~12%的人口因腰痛致残误工^[2],因此治疗和预防此类疾病的发生发展尤为重要。CLBP患者,大约有30%~35%表现为腰椎节段性不稳^[3],主要原因是腰腹部局部稳定肌的功能异常和椎间盘的退变。核心稳定性训练即针对脊柱核心稳定肌群的训练。腰椎多裂肌是维持腰椎节段稳定的重要肌肉。一般认为背部肌肉功能障碍会引发疼痛反应,从而最终导致多裂肌脂肪浸润^[4-6]。本研究目的是观察脊柱核心稳定性训练对单侧CLBP的远期治疗效果,基于多裂肌对脊柱运动和稳定性的重要作用,我们假设多裂肌的脂肪浸润可能与腰背痛有关。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2016年1月~2018年12月在上海交通大学附属瑞金医院北院康复科门诊治疗的单侧CLBP患者42例,纳入标准:年龄20~59岁,经临床及影像学检查证实为单侧非特异性腰痛患者且发病时间大于12周,目测类比法(visual analogue scale, VAS)评分 ≤ 5 分;经腰椎CT或者腰椎MRI检查证实无腰椎间盘突出、无脊柱侧弯;体重指数 $< 27 \text{ kg/m}^2$ ^[7];久坐为主要工作方式(每天坐位时间不低于6h)。近3个月未进行物理因子治疗与腰背核心肌训练相关的运动。愿签署知情同意书。排除标准:生命体征不稳定;存在心肺、肝、肾等严重系统性疾病,妊娠、肿瘤病史,有腰部手术病史;存在失语、认知及精神障碍无法遵嘱完成动作指导;有腰椎间盘突出症、腰椎滑脱、类风湿性关节炎、强直性脊柱炎、骨质疏松、脊柱结核、脊柱骨折等病史。有MRI检查禁忌症的患者。脱落标准:因以下原因未完成临床方案的入组病例应视为脱落:患者自行退出(无法耐受,不良反应等);研究者令其退出(依从性差,不良反应等);对照组在观察期间接受手法治疗或核心稳定性训练;训练组不能按要求完成核心稳定性训练;连续3周无法获取患者的反馈信息。患者随机分为训练组和对照组各21例。2组一般资料比较差异无统计学意义。见表1。

表1 2组患者一般资料比较

组别	n	性别 (男/女,例)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	身高 (m, $\bar{x} \pm s$)	体重 (kg, $\bar{x} \pm s$)	病程 (月, $\bar{x} \pm s$)
训练组	21	11/10	37.67 $\pm$ 2.45	1.68 $\pm$ 0.16	67.18 $\pm$ 1.60	10.33 $\pm$ 1.41
对照组	21	11/10	39.43 $\pm$ 2.73	1.70 $\pm$ 0.20	66.71 $\pm$ 2.04	8.57 $\pm$ 1.12

1.2 方法 2组在初次就诊期间均接受常规康复治疗,

每周3次,持续4周;训练组在此基础上同时进行腰部核心稳定性训练,并学习腰部核心肌的自我锻炼方法。所有受试者观察时间为1年。2组在今后随访的11个月中,均会接受每两周一次的电话随访或门诊指导,督促训练组每周至少进行1次的腰部核心稳定性自我训练,必要时2组均可接受除核心稳定性训练的常规治疗(如非甾体抗炎药、物理因子治疗)。所有受试者会分别在康复治疗前及一年后例行1次腰椎MRI检查。本研究已通过瑞金北院伦理委员会的审查。

1.2.1 常规康复治疗 ①中频脉冲电刺激治疗:采用ECM99-IB电脑中频治疗仪,将两对20mm $\times$ 40mm电极片置于腰部相应位置,选择处方1,电流强度以患者耐受为限;每次治疗20min,每周3次。②低频脉冲电刺激治疗:采用日本株式会社HOMERION生产的神经肌电促通仪器(TENS 21),将硅胶极板置于腰部相应位置,选择治疗频率为7,电流强度以患者耐受为限;每次治疗时间15min,每周3次。

1.2.2 核心稳定性训练 核心稳定性训练由同一康复医师及同一位专业治疗师指导,按照循序渐进和个体化的原则进行训练,主要训练动作是桥氏运动和四点跪位练习,详细方案如下:共有8种不同的桥氏运动^[8],其中对称的和非对称的运动均要在稳定和稳定的平面上进行。①仰卧位双侧搭桥:仰卧位,双上肢伸直平放在躯干两侧,双膝关节屈曲90°,双足平放在地面,将骨盆抬起,保持骨盆、躯干和大腿在一条直线上;②仰卧位单侧搭桥:在动作一骨盆抬离平面的基础上,将一侧膝关节全范围伸直抬起,注意仍要保持躯干和大腿在一条直线上。③在动作二的基础上,双臂离地垂直伸展,指尖指向天花板,注意保持一侧下肢膝关节完全伸展。④在双足下各放置一厚约10cm的垫子,完成仰卧位双侧搭桥。⑤一侧足放在垫子上,另一侧膝关节全范围抬起,完成仰卧位单侧搭桥。⑥双足放在体操球上,完成仰卧位双侧搭桥。⑦一侧足放在体操球上,完成仰卧位单侧搭桥。⑧在动作七的基础上,双臂离地垂直伸展,指尖指向天花板,注意保持一侧膝关节完全伸展。

以上每组动作需维持10~15s,重复练习20次。“四点跪位”练习^[9]:床上,手膝跪位。缓慢伸展一侧下肢达到脊柱平行水平,停留10~15s,缓慢返回原位;再同时伸展下肢和对侧上肢,停留10~15s,缓慢返回原位;重复第二个动作,同时髋关节屈曲增加30度。左右交替练习,每侧重复20次。上述核心稳定性训练治疗每日1次,每次训练约30min,每周3次。

1.3 评定标准 分别于治疗前及治疗1年后,由同一

位康复医师盲法对所有患者进行 VAS 评分、简明健康状况调查问卷(The Mos 36-item Short Form Health Survey,SF-36)评分。①VAS 评分:在纸上面划一条 10cm 的横线,横线的一端为 0(表示无痛),另一端为 10(表示剧痛),中间部分按数字从小到大依次表示疼痛程度递增,将有刻度的一面背向患者,患者根据其所感受的疼痛程度在横线上划记号,然后记录作为疼痛的评分,每次评定均进行 3 次,取 3 次的平均值记录。②简明健康状况调查问卷(SF-36)评分:从生理机能、生理职能、躯体疼痛、一般健康状况、精力、社会功能、情感职能以、精神健康、健康变化 9 个方面全面概括了被调查者的生存质量,共 36 个条目,可归纳为 9 个分量表。评分原则是分量表及各条目积分越高,则表示健康状况越佳。评分的标准化:有些条目的原始积分越高,反而健康状况越差,需做正向化,如条目 1:原始积分 1 分表示总体健康状况非常好,5 分表示总体健康状况非常差,则在评分时,转化后原始积分应为“6-转化前原始积分”。原始积分需转化成标准积分(百分制),转化公式为:标准积分=(原始积分-该条目最低分值)×100/(该条目最高分值-该条目最低分值)。③腰椎 MRI 检查方法:对所有受试者进行腰椎 MRI 检查,机型 HDXT 3.0T QE,扫描层厚 4mm。T1W1 扫描参数:TR 560ms,TE 11.45ms;T2W1 扫描参数:TR 2500ms,TE 120.18ms;T2W1 横断面扫描参数:TR 2720ms,TE 119.14ms。图片处理:在横断面运用 Image J 测量软件对 L3/L4 及 L5/S1 节段水平面测量出多裂肌的总横截面积(total cross-sectional area,tCSA),单纯肌肉横截面积(muscle cross-sectional area,mCSA),脂肪浸润横截面积(fat cross-sectional area,fCSA),计算出脂肪浸润率(fat signal fraction,FSF) = fCSA / tCSA^[10]。(基于筋膜平面分离多裂肌和竖脊肌,以关节突关节为界确定多裂肌总面积,设定图片为 8bit,调整灰度域值为 69,选择 Over/Under 模式,通过魔棒工具自动识别脂肪面积)。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 17.0 版统计学软件包对数据进行统计学分析,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,均数间比较采用 *t* 检验。患者一般资料对比采用独立样本 *t* 检验,组内治疗前后对比均采用配对 *t* 检验,组间对比采用独立样本 *t* 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

治疗前,2 组 VAS、SF-36 评分比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗 1 年后,较治疗前及对照组治疗后,训练组 VAS 评分明显降低,SF-36 评分均明显

提高($P < 0.05$),而对照组治疗前后评分对比差异无统计学意义。见表 2。

表 2 2 组患者治疗前后 VAS、SF-36 评分比较 分, $\bar{x} \pm s$

组别	<i>n</i>	VAS		SF-36	
		治疗前	1 年后	治疗前	1 年后
训练组	21	2.82±0.16	1.45±0.23 ^{ab}	571.30±17.40	674.00±17.90 ^{ab}
对照组	21	2.71±0.16	2.38±0.18	582.00±15.60	600.20±15.90

与治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组比较,^b $P < 0.05$

L₃/L₄ 及 L₅/S₁ 节段 MRI 检查结果显示,训练组治疗后 FSF 均明显低于治疗前($P < 0.01$);对照组治疗前后 FSF 比较差异无统计学意义。治疗前 2 组 FSF 比较差异无统计学意义,治疗后训练组 L₃/L₄、L₅/S₁ 节段双侧 FSF 明显低于对照组($P < 0.05$)。治疗前,2 组 L₃/L₄、L₅/S₁ 节段患侧 FSF 明显高于健侧($P < 0.05$)。治疗 1 年后,训练组 L₃/L₄、L₅/S₁ 节段患侧 FSF 与健侧 FSF 对比均无统计学差异,对照组 L₃/L₄、L₅/S₁ 节段患侧 FSF 明显高于健侧($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 2 组患者治疗前后 L₃/L₄ 及 L₅/S₁ 节段 FSF 的比较

组别	时间	L ₃ /L ₄ 节段(FSF %)		L ₅ /S ₁ 节段(FSF %)	
		患侧		健侧	
		患侧	健侧	患侧	健侧
训练组 (<i>n</i> =21)	治疗前	28.4±2.1 ^b	22.9±1.7	31.5±2.5 ^b	24.4±2.3
	1 年后	19.2±1.6 ^{ac}	17.2±1.0 ^{ac}	19.5±1.4 ^{ac}	17.5±1.3 ^{ac}
对照组 (<i>n</i> =21)	治疗前	30.4±2.7 ^b	25.5±1.9	31.5±2.3 ^b	24.7±2.2
	1 年后	31.8±2.7 ^b	24.5±2.0	33.4±2.2 ^b	24.6±2.1

与治疗前比较,^a $P < 0.01$;与同组健侧比较,^b $P < 0.05$;与对照组比较,^c $P < 0.05$

3 讨论

腰痛是最常见的健康问题之一,通常导致患者脊柱功能和社会参与能力的丧失,影响日常活动和生活质量。美国医学研究所(Institute of Medicine)最近估计,慢性疼痛影响着美国约 1 亿成年人,估计每年的成本为 6350 亿美元,其中包括直接医疗支出和工作效率的损失,特别是限制活动的腰痛,其全球终生患病率约为 39%,年患病率为 38%^[11]。美国国立卫生研究院(the National Institutes of Health,NIH)慢性腰痛研究标准工作组建议将慢性腰痛定义为疼痛持续至少 3 个月或在过去 6 个月中至少有一半时间存在腰背疼痛^[12]。由于慢性腰背痛仅有约 15%的个体被诊断出有特定的病因,因此大多数慢性腰痛患者属于非特异性腰痛。大量研究表明,绝对卧床休息对慢性非特异性腰痛的治疗效果不佳,而药物、经皮神经电刺激或间流热疗、电疗等其他治疗只能获得短期的疗效,缺少中期和长期获益的证据^[13]。大多数 LBP 患者都有反复发作的经历^[2],因此本研究选择 1 年为观察节点,初步

探讨核心稳定性训练对 CLBP 的长期疗效。

本研究是一项初步研究,主要评估了单侧 CLBP 患者对核心肌训练的反应及多裂肌 FSF 的变化。由于年龄、疼痛的基线水平、一般生活状况等与患者的预后有关^[14],因此我们还观察了疼痛及生活质量改善的情况。研究数据表明,治疗结束一年后,核心训练组患者不仅疼痛及生活质量均有明显的改善, L_3/L_4 及 L_5/S_1 节段 MRI 检查结果也显示了治疗前后 FSF 有显著性差异。多裂肌是腰椎节段稳定的重要肌肉,是腰椎的动力稳定器,在旋转时强化腰椎前突,拮抗腰椎屈曲。Falla 等^[15]研究发现疼痛可以通过损害肌肉功能来影响肌肉结构。CLBP 患者中多裂肌的变化非常明显。Fortin 等^[4]研究发现许多在 CLBP 患者在新的背痛发生后几天内多裂肌就会发生萎缩,这种萎缩在 MRI 上很容易发现且结果可靠,单侧或双侧均可见萎缩。肌肉萎缩可能是疼痛导致的直接后果,因为与疼痛相关的神经抑制可减少腰肌活动,从而防止组织损伤^[16]。本研究发现,单侧 CLBP 患者疼痛侧较非疼痛侧的多裂肌萎缩明显,脂肪浸润程度不一致,呈单侧疼痛分布, L_3/L_4 及 L_5/S_1 水平均可见这种变化。Hildebrandt 等^[6]在一项横断面研究中,招募了 42 名急性或慢性腰痛患者,观察测量了腰椎矢状面运动范围、动态直立和坐姿控制、矢状面运动控制等指标,并对多裂肌的脂肪浸润程度进行分级,发现腰椎多裂肌中脂肪浸润程度的加重与腰椎屈曲活动度的降低显著相关,脂肪浸润的程度可能是持续非特异性腰痛的预测因素。由此我们推论有效改善 CLBP 患者多裂肌的脂肪浸润程度是康复治疗的重点。

慢性腰痛首选综合性的康复治疗方案,包括腰痛的科普教育,保持积极的心态,短期应用非甾体类抗炎药或者弱阿片类药物、运动疗法和脊柱推拿治疗^[2],由于 CLBP 患者中大约有 30~35% 表现为腰椎节段性不稳,加强腰腹部局部稳定肌的功能越来越受到人们的普遍关注。根据欧洲慢性腰痛管理指南,运动疗法有强有力的证据表明可以减少疼痛和残疾的发生,有助于腰痛患者恢复工作^[17]。我们采用稳定平面和不稳定平面对 CLBP 患者进行核心稳定性训练,综合运用“桥氏练习”和“四点跪位练习”,增加本体感受器的牵张性^[18];其中四点跪姿提供了一个相对低负荷、非抗重力的姿势,当脊柱保持中立位置时,身体可以很容易地获得良好的平衡。Cosio-Lima 等^[19]研究发现人体本体感觉的神经适应性反应最早发生在 4 周,神经适应性反应是躯干力量和平衡反应生在核心肌训练计划早期阶段的生理机制,该反应有助于产生更有效的神经招募模式,促进运动协调和降低神经抑制反射。

考虑到患者长期康复治疗的依从性,本研究选择了 4 周做为患者门诊康复时间的节点,后续的训练主要在家庭和社区完成,鼓励患者接受自我保健的挑战,我们非常严格的跟踪患者,并通过电话激励或门诊随访协助他们完成训练。有效的核心稳定性训练可改变椎旁肌的募集模式,椎旁肌组织会发生组织形态学的变化,常表现为选择性的肌纤维萎缩和脂肪组织增多,从而使肌肉呈现出易疲劳、协调性差的特点,同时肌痉挛和躯干肌肉的反射性抑制也与该特点有关^[20]。核心肌训练有助于加强脊柱的稳定性,改变椎旁肌的募集模式,也更有利于改善腰椎沿身体纵轴旋转的稳定性^[21]。Akhtar 等^[22]在为期 6 周的时间内对 CLBP 患者进行核心稳定性训练,发现核心稳定性训练比常规物理治疗更有效。Majeed 等^[23]前瞻性研究了 73 例 CLBP 患者,发现在社区完成为期 6 周的核心稳定性训练,能有效改善患者的症状。朱雯丽等^[24]选取了 60 例非特异性腰痛患者,发现电针联合核心肌训练的临床临床疗效优于单纯电针治疗,且不易复发。以上研究均肯定了核心稳定性训练对 CLBP 的疗效。

本项研究有几个缺陷,首先我们的样本量较少,且为了确保研究结果的一致性,仅入组了工作方式久坐的成年人。其次只有患者愿意接受 MRI 检查才能开展此项研究,在训练 4 周结束后,2 组患者的疼痛情况均有了明显的改善,大多数患者均不愿意在 1 个月内行 2 次 MRI 检查,故缺少短期疗效与长期疗效的相关比较。目前针对核心稳定性训练的疗效,人们还是存在争议的。Smith 等^[25]认为 CLBP 患者进行核心稳定性训练的短期、中期疗效是确定的,但是从长远看并不能降低腰痛的发生频率。Stevens 等^[9,18]对健康受试者进行“桥氏练习”和“四点跪位练习”,并观察受试者的表面肌电信号,发现其腹肌的肌电信号活性增加,而多裂肌的相对肌电信号却没有明显变化。这是因为以往的研究更倾向依靠表面肌电图检查,通过分析中位频率(median frequency, MF)、平均功率频率(mean power frequency, MPF)、平均振幅值(average electromyography, AEMG)或均值方根(root mean square)等指标来检测肌肉的功能,而由于运动干预并不能同时训练多裂肌的深层、表层纤维,表面电极记录多裂肌的深层肌电信号可能比较困难,故研究结果的一致性有待进一步论证。扩散张量成像(Diffusion Tensor Imaging, DTI)在肌肉微结构方面可以提供更高的灵敏度,下一步的研究可能会考虑结合 DTI,以更好的评估 CLBP 患者进行核心稳定性训练的相关肌群的微结构变化。

对慢性非特异性腰痛患者行核心稳定性训练,减

轻患者的疼痛,从而改善生活质量,可能与降低多裂肌的脂肪浸润程度有关,单侧慢性腰痛患者可出现两侧多裂肌脂肪浸润分布不对称,呈现出单侧疼痛分布。

【参考文献】

- [1] Abenham L, Rossignol M, Valat JP, et al. The role of activity in the therapeutic management of back pain. Report of the international paris task force on back pain[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2000, 25(4Suppl): 1S-33S.
- [2] Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, et al. Non-specific low back pain[J]. Lancet, 2012, 379(9814): 482-491.
- [3] Javadian Y, Akbari M, Talebi GA, et al. Influence of core stability exercise on lumbar vertebral instability in patients presented with chronic low back pain: A randomized clinical trial[J]. Caspian J Intern Med, 2015, 6(2): 98-102.
- [4] Fortin M, Macedo LG. Multifidus and paraspinal muscle group cross-sectional areas of patients with low back pain and control patients: a systematic review with a focus on blinding[J]. Phys Ther, 2013, 93(7): 873-888.
- [5] Rice DA, McNair PJ. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: neural mechanisms and treatment perspectives[J]. Semin Arthritis Rheum, 2010, 40(3): 250-266.
- [6] Hildebrandt M, Fankhauser G, Meichtry A, et al. Correlation between lumbar dysfunction and fat infiltration in lumbar multifidus muscles in patients with low back pain[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2017, 18(1): 12-12.
- [7] Muthukrishnan R, Shenoy SD, Jaspal SS, et al. The differential effects of core stabilization exercise regime and conventional physiotherapy regime on postural control parameters during perturbation in patients with movement and control impairment chronic low back pain[J]. Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol, 2010, 2(1): 13-13.
- [8] Feldwieser FM, Sheeran L, Meana-Esteban L, Sparkes Electromyographic analysis of trunk-muscle activity during stable, unstable and unilateral bridging exercises in healthy individuals[J]. Eur Spine J, 2012, 21(Suppl 2): S171-186.
- [9] Stevens VK, Vleeming A, Bouche KG, et al. Electromyographic activity of trunk and hip muscles during stabilization exercises in four-point kneeling in healthy volunteers[J]. Eur Spine J, 2007, 16(5): 711-718.
- [10] Berry DB, Padwal J, Johnson S, et al. Methodological considerations in region of interest definitions for paraspinal muscles? in axial MRIs of the lumbar spine[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2018, 19(1): 135-135.
- [11] Hoy D, Bain C, Williams G, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain[J]. Arthritis Rheum, 2012, 64(6): 2028-2037.
- [12] Deyo RA, Dworkin SF, Amtmann D et al. Report of the NIH Task Force on research standards for chronic low back pain[J]. J Pain, 2014, 15(6): 569-585.
- [13] Cuenca-Martínez F, Cortés-Amador S, Espí-López GV. Effectiveness of classic physical therapy proposals for chronic non-specific low back pain: a literature review[J]. Phys Ther Res, 2018, 21(1): 16-22.
- [14] Verkerk K, Luijsterburg PA, Heymans MW, et al. Prognosis and course of pain in patients with chronic non-specific low back pain: A 1-year follow-up cohort study[J]. Eur J Pain, 2015, 19(8): 1101-1110.
- [15] Falla D, Farina D. Neuromuscular adaptation in experimental and clinical neck pain. J Electromyogr Kinesiol. [J]. 2008, 18(2): 255-261.
- [16] Rantanen J, Hurme M, Falck B, et al. The lumbar multifidus muscle five years after surgery for a lumbar intervertebral disc herniation [J]. Spine 1993, 18(5): 568-574.
- [17] Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, et al. Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. Eur Spine J, 2006, 15(Suppl 2): S192-300.
- [18] Stevens VK, Coorevits PL, Bouche KG, et al. The influence of specific training on trunk muscle recruitment patterns in healthy subjects during stabilization exercises[J]. Man Ther, 2007, 12(3): 271-279.
- [19] Cosio-Lima LM, Reynolds KL, Winter C, et al. Effects of physio-ball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women[J]. J Strength Cond Res, 2003, 17(4): 721-725.
- [20] Arokoski JP, Valta T, Airaksinen O, et al. Back and abdominal muscle function during stabilization exercises[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82(8): 1089-1098.
- [21] Jubany J, Danneels L, Angulo-Barroso R. The influence of fatigue and chronic low back pain on muscle recruitment patterns following an unexpected external perturbation[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2017, 18(1): 161-161.
- [22] Akhtar MW, Karimi H, Gilani SA. Effectiveness of core stabilization exercises and routine exercise therapy in management of pain in chronic non-specific low back pain: A randomized controlled clinical trial[J]. Pak J Med Sci, 2017, 33(4): 1002-1006.
- [23] Majeed A S, Ts A, Sugunan A, et al. The effectiveness of a simplified core stabilization program (TRICCS—Trivandrum Community-based Core Stabilisation) for community-based intervention in chronic non-specific low back pain[J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 86-86.
- [24] 朱雯丽,徐道明,刘静等. 电针结合核心肌群训练治疗非特异性下腰痛的疗效观察[J]. 中国康复, 2016, 31(4): 283-285.
- [25] Smith BE, Littlewood C, May S. An update of stabilisation exercises for low back pain: a systematic review with meta-analysis [J]. BMC Musculoskeletal Disorders 2014, 15(1): 416-416.