

- 88(4):227—235.
- [27] Loisel AE, Bragdon GA, Jacobson JA, et al. Remodeling of murine intrasynovial tendon adhesions following injury: MMP and neotendon gene expression [J]. *J Orthop Res*, 2009, 27(6): 833—840.
- [28] De Mello Malheiro OC, Giacomini CT, Justulin LA Jr, et al. Calcaneal tendon regions exhibit different MMP-2 activation after vertical jumping and treadmill running [J]. *Anat Rec (Hoboken)*, 2009, 292(10):1656—1662.
- [29] Nagase H, Visse R, Murphy G, et al. Structure and function of matrix metalloproteinases and TIMPs [J]. *Cardiovasc Res*, 2006, 69(3):562—573.
- [30] Arnoczky SP, Lavagnino M, Egerbacher M, et al. Matrix metalloproteinase inhibitors prevent a decrease in the mechanical properties of stress-deprived tendons: an in vitro experimental study [J]. *Am J Sports Med*, 2007, 35(5):763—769.
- [31] Gardner K, Arnoczky SP, Caballero O, et al. The effect of stress-deprivation and cyclic loading on the TIMP/MMP ratio in tendon cells: an in vitro experimental study [J]. *Disabil Rehabil*, 2008, 30(20—22):1523—1529.
- [32] Westling J, Gottschall PE, Thompson VP, et al. ADAMTS4 (aggrecanase-1) cleaves human brain versican V2 at Glu405-Gln406 to generate glial hyaluronate binding protein [J]. *Biochem J*, 2004, 377(Pt 3):787—795.
- [33] Kashiwagi M, Enghild JJ, Gendron C, et al. Altered proteolytic activities of ADAMTS-4 expressed by C-terminal processing[J]. *J Biol Chem*, 2004, 279(11):10109—10119.
- [34] Corps AN, Jones GC, Harrall RL, et al. The regulation of aggrecanase ADAMTS-4 expression in human Achilles tendon and tendon-derived cells [J]. *Matrix Biol*, 2008, 27(5):393—401.
- [35] 陈峰.物理疗法对肱骨外上髁炎的远期影响[J].*中国康复医学杂志*,2008,23(10):944—945.
- [36] Gaida JE, Alfredson L, Kiss ZS, et al. Dyslipidemia in Achilles tendinopathy is characteristic of insulin resistance[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2009, 41(6):1194—1197.
- [37] Píróg KA, Jaka O, Katakura Y, et al. A mouse model offers novel insights into the myopathy and tendinopathy often associated with pseudoachondroplasia and multiple epiphyseal dysplasia[J]. *Hum Mol Genet*, 2010, 19(1):52—64.
- [38] Damuth E, Heidebaugh J, Malani PN, et al. An elderly patient with fluoroquinolone-associated achilles tendinitis [J]. *Am J Geriatr Pharmacother*, 2008, 6(5):264—268.
- [39] Pullatt RC, Gadarla MR, Karas RH, et al. Tendon rupture associated with simvastatin/ezetimibe therapy[J]. *Am J Cardiol*, 2007, 100(1):152—153.
- [40] Collins M, Raleigh SM. Genetic risk factors for musculoskeletal soft tissue injuries[J]. *Med Sport Sci*, 2009, 54:136—149.

· 综述 ·

核心肌力理论在运动健身和康复中的应用进展*

曹立全¹ 陈爱华² 谭思洁^{1,3}

随着体育运动的发展,人们对力量素质的认识不断进步,力量素质的分类也越来越细致。20世纪90年代初期,美国等西方国家的学者开始重新审视躯干肌肉在体育运动中的特殊作用,他们从运动解剖学、运动生理学、运动生物力学和康复医学等不同角度对躯干肌肉进行深入研究,提出了“核心肌群”的概念,并由此引伸出核心力量理论。核心力量的定义是指附着于脊柱、骨盆、髋关节等骨骼上并在运动或静止状态中起到保持身体基本姿势、维持姿势稳定与平衡的核心肌肉之间协调配合、共同作用而产生的合力^[1]。需要指出的是,核心力量有别于传统的“躯干力量”和“腰腹力量”,核心力量更强调在稳定核心部位(腰椎-骨盆-髋关节)、核心部位与上下肢运动相结合及预防运动损伤时的功能性力量。核心力量对于预防运动损伤^[2]、改善因长期姿势异常引起的腰

痛等症状^[3]及提高运动竞技成绩^[4—8]等方面有重要的意义。但目前对于核心力量的认识尚不深入,特别是核心力量在反映大众体质健康状况以及将核心力量训练应用于临床康复训练的突出作用尚未被相关人员重视,本文从核心力量的基本概念和作用以及训练方法等方面对现有关于核心力量的研究报道进行综述,旨在更好地将核心力量训练应用于运动健身和运动康复。

1 核心力量的基本概念

核心力量这一概念的提出最早源于对核心稳定性的研究。德国、美国、挪威等国家学者整合“脊柱稳定性”^[9]、“动态腰椎稳定”^[10]等概念提出了“核心稳定性”的概念,其是指人体在运动中控制骨盆和躯干部位肌肉的稳定,使力量的产生、

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2011.01.023

* 基金项目:国家科技支撑计划课题(2006BAK33B01)

1 天津体育学院,300381; 2 兰州大学体育部; 3 通讯作者

作者简介:曹立全,男,硕士研究生; 收稿日期:2010-07-24

传递和控制达到最佳化的一种能力。核心稳定性是核心力量训练的结果^[1]。考虑到核心力量的特殊作用,黎涌明等^[1]将核心力量定义为:附着于脊柱、骨盆、髋关节等骨骼上并在运动或静止状态中起到保持身体基本姿势、维持姿势稳定与平衡的核心肌肉在神经支配下协调配合、共同作用而产生的合力。其中,核心肌肉主要是指附着在腰椎-骨盆-髋关节联合体(lumbar-pelvic-hip, LPH)上的腹直肌、腹外斜肌、腹内斜肌、腹横肌、胸腰筋膜、腰方肌、髂腰肌、臀大肌、臀中肌和竖脊肌等 29 块肌肉^[11]。在目前关于核心力量的研究中对核心区域的定位仍有争议,如从解剖学角度考虑,大多数学者将核心区域定义为腰椎-骨盆-髋关节^[12-16],但也有学者认为核心区域应当包括胸廓和整个脊柱^[17]。因而,进一步深入探讨并就核心区域的位置达成共识是未来开展核心力量研究的重要工作之一。

1.1 核心区域的重要性

身体重心是指身体各个环节所受重力的合力作用点^[18]。人体在参与活动时,不论动态姿势还是静态姿势,身体重心位置的变化幅度一般维持在核心部位范围,而身体重心位置的变化与姿势稳定和平衡直接相关,可见加强核心力量训练有助于保持姿势稳定,完成既定的动作任务。

外界负重及身体的主要重量经核心区域至下肢传向支撑面,同时地面反作用力经下肢传至核心区域进而分散至身体不同部位,因而核心部位起着至关重要的枢纽作用。另外,人体处于站立或坐姿时,身体重力借助骨盆与股骨形成的立弓或坐弓传递至支撑面,此时核心部位又起着桥形的梁架作用。研究指出,相比于其他部位,正常人核心部位的负荷量是最大的^[19]。

人体参与完成的大多数运动都是多关节、多肌群参与的全身性运动,在运动过程中,核心区域是四肢及头部的运动平台,其平衡稳定性直接影响位于身体远端肢体的运动,同时还负有控制全身姿势正确与否的重任。因而,加强核心力量对于有效完成运动动作具有十分重要的意义。

1.2 核心肌群的训练方法

核心肌群主要是指核心区域肌肉,数量较多、深浅不一、大小不等。因而,一般的力量训练很难全面均衡发展人体核心部位的肌肉,尤其是一些深层小肌群不能得到有效刺激。因此,核心肌群的力量训练时选取合适的训练方式显得尤为重要。

目前,关于核心力量的训练多采用不稳定训练。其理论依据为,动态不稳定的支撑环境增加了对中枢神经系统的刺激进而提高了中枢神经系统动员肌纤维参与收缩的能力(即中枢激活提高)。核心力量训练的关键是借助动态不稳定的支撑面创造一个动态的训练环境。由于身体在不稳定的支撑面上姿势难以保持稳定状态、重心位置难以固定不变,身体

必须不断地调整姿势以控制身体重心和姿势的平衡与稳定,此时核心肌群的工作负荷变大,神经-肌肉系统的刺激效果增强。有研究指出:在地面上和在不稳定的支撑面(健身球、平衡板等)上进行同样的身体练习时,在不稳定支撑面环境下核心肌群的肌肉放电频率和运动单位电位更高,表明这些肌肉接受的刺激更大,训练效果更好^[20-21]。Jari 等^[22]借助表面肌电图监测患者在康复训练过程中不同姿势(平躺、侧躺、俯卧、站姿和坐姿)下核心肌群的肌肉电活动情况,结果表明平躺姿势做成桥动作和俯卧姿势抬高下肢动作时,脊柱旁伸肌群的肌电活动最大。Paul 等^[23]通过观察 8 位健康大学生在完成 4 个核心稳定动作时的肌肉电活动情况,发现跪姿状态下将一侧上肢与对侧下肢抬离地面时,腹直肌的收缩程度小于维持脊柱稳定的肌肉的收缩,提示该动作较其他动作有更高的稳定性指标,适合作为腹斜肌和深层核心肌肉的力量训练。另有研究指出,在瑞士球上进行徒手练习时,腹部肌肉的电活动较稳定环境中练习时增加了 27.9%^[20]。Behm 等^[24]对比 3 种不同稳定条件下负重深蹲时比目鱼肌、竖棘肌腰段和骶段的肌肉电活动,不同条件下肌肉电活动出现明显差异,其中站在充气垫上时肌电活动最大、地面次之,有杠铃牵引保护条件下最小,这也进一步提示:不稳定条件下运动对核心肌群的刺激更有效,肌肉需要募集更多的运动单位参与动作完成,有助于肌肉力量的训练。Kohler 等^[25]比较 30 名健美运动员分别在稳固的板凳和瑞士球上完成相同最大相对强度的肩部推举动作,结果发现:随着工作条件不稳定性的增加,外部负荷逐渐下降,该作者建议在不稳定的状态下进行核心力量训练时应当选择较轻的负荷。Willardson 等^[26]在研究中也得出了类似的结果。

由此可见,核心力量的训练要点之一就是有效地增加不稳定条件。在不稳定的状态下运动时一方面需要克服外界负荷做功,另一方面还需要额外增加做功来维持身体姿势的稳定,这能更有效地刺激神经中枢加强对肌肉的控制,能更有效地针对核心区肌肉进行训练。

目前国内外在核心力量应用于竞技运动中的研究中取得了一定成果,其在提高运动成绩、预防运动损伤等方面的作用已被广泛认可。王卫星^[27]认为在竞技体育中核心力量的作用是:稳定脊柱、骨盆;提高身体控制能力和平衡能力;提高运动时由核心区向四肢肌群及其他肌群的能量输出;预防运动中的损伤;降低能量消耗;提高身体的变向和位移速度。

近年来,核心力量的概念也被应用于大众健身运动。杨彩云^[28]对 50 名健康大学生进行 16 周核心力量训练后,发现腹直肌、髂腰肌、竖脊肌、腰方肌和腹内、腹外斜肌等肌群及胸腰筋膜组成的核心区的力量和肌肉协调性都有显著性提高。Goodman 制定以健身球作为训练器材对健身爱好者进行 10 周核心力量训练,与传统力量练习相比,核心力量训练后

身体平衡能力、协调能力、本体感受能力、运动知觉能力、力量及关节活动范围都有显著提高^[29]。8名男性青少年,年龄(15.5±1.4)岁,进行持续6周,每周2次的健身球核心稳定性训练,结果同样显示受试者的躯干稳定性得到明显提高^[30]。Cosio-Lima等^[31]对两组女性受试者共30例分别进行5周核心稳定性练习和常规地面平衡练习,并利用肌电图仪、Cybex等速测力系统及平衡测试系统进行检验,结果发现在核心肌肉屈伸活性、腰腹及膝关节峰力矩、身体两侧的平衡能力3项指标上核心练习组均高于对照组。

目前所应用的核心力量康复训练方法如按肌肉的收缩方式可分为:静力性练习(等长)、动力性练习(等张)和静-动组合练习(等张-等长)。按练习的方式主要分为:悬吊、垫子或地面上的训练。悬吊训练突出了运动感觉综合训练,强调在不平稳状态下进行闭链运动以达到对感觉运动器官的最佳诱发效果^[32]。一些研究者采用悬吊练习法对腰痛患者进行核心肌力康复训练,主要手段有俯卧位、仰卧位、侧卧位肘支撑、髋部和双踝分别用弹性吊带吊离治疗床,并进行等长收缩动作及下半身左右侧屈、前屈后伸和旋转等动作的悬吊运动,使患者获得明显的康复效果^[33-34]。训练方法见图1。

图1 悬吊核心训练^[34]



有代表性的垫上或地面康复训练是普拉提(Pilates)训练法,它采用低冲击性伸展运动训练身体核心部位肌肉耐力,主要是垫上徒手或者搭配健身球来进行运动。Kristin和Elizabeth^[35]的研究指出,腰痛患者非常适合在垫上平躺、侧卧或者俯卧做彼拉提斯核心运动,因脊椎在承受最小的压力下,可以减轻下背部肌肉与周边软组织的张力,能单一地动员到腹横肌,使深层核心肌肉获得最佳的训练效果。Lee和Neil的研究中均采用了垫上普拉提运动方法进行康复训练,并取得了良好的效果^[36-37]。

尽管核心力量的重要性已被众多学者所重视,但目前缺乏评估普通人群核心力量的有效方法。现有评价方法多借助身体平衡性与核心区肌肉耐力间接评估核心力量。有人通过单腿站立、单腿下蹲、俯卧静力肘撑和矢状面、额状面、横向身体倾斜六个动作而制定的4级评分系统对40名男子运动员进行核心稳定性评价,Weir等^[38]发现,该4级评分系统并不能有效评价运动员的核心力量。另外,“八级连桥”也是竞技运动训练中用来评价核心力量的方法之一,但这些方法测试过程复杂、动作难度大,并不适合于评价普通大众人群的

核心力量。因而,研究简单有效且能客观地评估大众人群的核心力量,以及指导大众参与核心力量训练的方法仍待探讨。

2 核心力量在维持体质健康中的意义

2.1 核心力量与预防损伤

良好的核心力量能够改善身体姿势,降低日常活动及运动中受伤的风险,不良的身体姿势导致人体核心稳定性下降,当核心稳定性较弱时,人体肌肉发生代偿反应及协同支配反应增加。例如,上举手臂时腰部屈度增大是典型的代偿现象;臀大肌的主要作用是伸髋和稳定脊柱,臀大肌薄弱常引起臀部扁平,此时机体常借助腘绳肌协同支配来部分代偿臀大肌的功能。而日常活动或体育运动中,一般由数块或数群肌肉协调工作参与完成一个动作,且这些肌群多为多关节肌。多关节肌由于跨过多个关节,工作时可能会出现“主动不足”和“被动不足”,而发生这种现象的实质是肌力不足和肌肉伸展不足,因而当核心力量下降时可能增加损伤的风险。同时,人体部分环节的压力增加或过度使用将大大增加受伤的几率。王冬月^[39]研究指出核心力量训练可以有效改善含胸驼背等不良身体姿势。另有研究发现,髋部核心肌群薄弱和由此带来的髋/躯干姿势改变与膝关节损伤有关^[40]。而增加核心力量可以有效预防这类损伤的发生,如Willardson^[2]对运动员进行5周核心力量训练后,发现运动员的本体感觉和反应能力都有显著提高,提示其下肢发生损伤的风险降低。另外,在临床康复中,针对膝关节前侧疼痛和髌骨软化的患者在其康复计划中都强调核心力量的训练^[40-41]。Hodges与Richardson以针刺式电极比较躯干与四肢肌肉的反应时间,结果发现正常人由上肢或下肢启动的动作中,躯干肌肉会比四肢先收缩,而最早收缩的是核心肌群中的腹横肌,这提示核心肌群在保护机制中起着重要作用^[42]。因此,可以推断核心肌肉力量薄弱是导致人体运动损伤的重要原因,良好的核心力量可以有效预防损伤的发生。

2.2 核心力量训练对腰痛的预防及治疗作用

腰痛是严重影响人类健康的常见综合征。近半数腰痛患者有意减少体育活动,1/5患者的日常生活活动能力明显受限,极大降低了患者的生存质量。调查发现,澳大利亚80%的成年人有腰痛的经历,其已成为致残和误工的主要原因之一^[43]。在中国,白领及长期从事坐姿工作的人腰痛发病率约为18%,且呈显著上升趋势^[44]。Waddle^[45]指出,医学的发展并没有解决腰痛问题,甚至使其恶化,腰痛是20世纪医学卫生的灾难和未解的谜团。已有研究证实,核心力量训练有助于缓解腰痛并有一定的治疗作用,卢玮^[34]运用悬吊核心训练方法(sling exercise therapy, SET)与传统力量训练方法对慢性腰痛患者进行对比研究发现两者均能有效缓解慢性腰痛,改善

失能状况,但 SET 训练功能改善的效果优于力量训练。Karen 等^[46]以表面肌电图检测 20 位腰痛患者肌肉活动模式,研究结果显示,腰痛患者腹肌活动的减少造成了腹背肌群收缩不协调与肌肉萎缩。邱慧薇^[47]在其研究报告中指出,核心力量运动是控制慢性腰痛非常有效的治疗方法,并可以减少约 70% 的背痛复发率。曾雅莉^[48]对 12 名腰痛患者进行 12 周核心力量训练后,前后对照发现核心力量训练在对患者改善日常生活功能、降低疼痛指数、增加核心肌群控制能力及减少睡眠困扰方面有显著性提高。

在预防腰痛的发生方面,选择持续参加合适的运动训练具有重要作用,特别是对预防复发有着极为重要的意义^[49]。美国运动医学会及康复医学会大力提倡核心力量训练,即以局部脊椎稳定运动为基础,加入更多的核心力量功能性训练,帮助身体找回核心保护机制的记忆,使腰痛患者日常生活功能限制得到改善、降低疼痛程度并从稳固核心来达到预防和减少腰痛发生的目的^[50]。

2.3 核心力量训练应用于妊娠期妇女的重要性

怀孕是女性在人生阶段会经历的一个过程,妊娠期女性的生理、解剖及内分泌系统的变化往往会导致孕妇在妊娠期出现骨骼肌不适、疼痛,甚至压迫受伤。另外,妊娠期妇女的身体重心向前上方移动,为保持身体姿势稳定,抵抗重心转移后造成的姿势不稳,孕妇腰椎往往出现适应性前凸。这种代偿性腰椎前凸的机制使膝关节出现过度伸张且使腰椎-骨盆联合部位所受压力增加^[51-52]。妊娠期女性适时进行中等强度有氧运动,可增强机体各器官系统的适应能力,减轻体重增长速度、缓解骨骼肌不适症状,且有助于减轻下肢浮肿及身体负荷加重所产生的疲劳。而研究也显示,保持良好的肌肉力量,既有利于胎儿的生长发育,亦有利于分娩过程的顺利进行。

核心力量训练可有效增强核心部位肌群的力量,增加腰椎的稳定性和控制力,避免腰椎活动过大或超出可控范围。同时,适度核心力量训练可使后腹部肌肉张力与弹性、腹内压得到改善,这不仅有利于顺利分娩,还因为肌肉收缩力更好而有助于产后恢复。有研究表明,将悬吊核心训练方法应用于治疗产后骨盆疼痛,能显著减轻疼痛、改善功能、提高生存质量^[53]。可见,妊娠期妇女加强核心力量训练具有十分重要的意义,但目前将核心力量应用于妊娠期妇女的研究报道有限,而且孕妇在核心力量训练时对安全要求较高,因此核心力量训练应用于孕妇人群还需要大量研究。

3 展望

核心力量是同上下肢力量并列的在人们日常生活、工作、健身时不可缺少的力量能力。核心力量训练具有发展肌肉力量、身体灵敏性、神经肌肉协调能力和平衡性的特殊作

用,同时也有对身体姿势的优化及预防损伤的作用。目前,关于核心力量的研究多集中在探讨如何应用核心力量训练提高运动员竞技成绩以及核心训练方式方法等,对于如何将核心力量训练应用于普通大众健身并指导不同年龄人群开展核心力量训练关注较少。更为重要的是,关于核心力量指标的选取、测试与评价上仍不明确。尽管核心力量训练最早起源于康复训练中,但现阶段康复计划的制订和实施中仍缺少核心力量训练这一内容,这可能与核心力量的研究尚不透彻有关,这将是未来关注的重点之一。

参考文献

- [1] 黎涌明, 于洪军, 资薇, 等. 论核心力量及其在竞技体育中的训练——起源·问题·发展[J]. 体育科学, 2008, 28(4): 19—29.
- [2] Willardson JM. Core stability training: applications to sports conditioning programs [J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2007, 21(3): 979—985.
- [3] 侯艾云. 腰背肌锻炼对预防腰椎间盘突出症复发的意义[J]. 中国临床康复, 2003, 7(4): 638—639.
- [4] Stray Pedersen JJ, Magnussen R, Kuffel E, et al. 吊索训练对高水平足球运动员平衡能力、踢球速度和躯干(肌肉力量)稳定性的改善[J]. 北京体育大学学报, 2007, 30(6): 858—860.
- [5] Seiler S, Skaanes PT, Krkesola G. Effects of sling exercise training on maximal clubhead velocity in junior golfers [J]. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2006, 38(5): 286—295.
- [6] 孟献峰. 核心力量训练对提高女子短跑运动员竞技能力的研究[J]. 山东体育学院学报, 2009, 81(4): 66—67.
- [7] 杜震城. 击剑运动员的核心力量训练 [J]. 体育科研, 2007, 28(6): 72—74.
- [8] 严蓓, 王珂. 游泳运动员核心力量练习方法的创新研究[C]. 第 4 届全国青年体育科学学术会议论文摘要汇编, 2005.
- [9] Pop MH, Panjabi M. Biomechanical definitions of spinal instability[J]. Spine, 1985, 10(3): 255—256.
- [10] San Francisco Spine Institute. Dynamic lumbar stabilization program [M]. San Francisco: San Francisco Spine Institute, 1989.
- [11] Goodman PJ. Connecting the Core [J]. NACA's Performance Training Journal, 2004, 3(6): 10—14.
- [12] King MA. Core stability: creating a foundation for functional [J]. Athl Therapy Today, 2000, 5(2): 6—13.
- [13] Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, et al. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2005, 13(5): 316—325.
- [14] Willardson JM. Core stability training: applications to sports conditioning programs [J]. J Strength Condit Res, 2007, 21(3): 979—985.
- [15] Samson KM, Michelle A, Sandrey A. Core stabilization training program for tennis athletes[J]. Athl Therapy Today, 2007, (5): 41—46.
- [16] Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening [C]. The American Congress of Rehabilitation Medicine and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation, 2004, 85(1): 86—92.
- [17] Lust KR. The effects of a six week open kinetic chain/closed

- kinetic chain and open kinetic chain/close kinetic chain/core stability strengthening program in baseball[D]. Thesis submitted to the school of physical education at west Virginia university in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science in athletic training, 2007.
- [18] 《运动生物力学》编写组.运动生物力学[M].第3版.北京:高等教育出版社,2000.
 - [19] 秦志华,潘杏平.身体中部练习方法及重要性[J].山东体育学院学报,2002,18(1):95—96.
 - [20] Anderson K, Beam DG. Trunk muscle activity increases with unstable squat movements [J]. Canadian Journal of Applied Physiology, 2005, 30(1):33—45.
 - [21] Anderson KG, Beam DG. Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability [J]. J Strength Cond Res, 2004, 18(3):637—640.
 - [22] Arokoski JP, Valta T, Kankaanpää M, et al. Activation of lumbar paraspinal muscles during therapeutic exercises in chronic low back pain patients [J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2004, 85(5):823—832.
 - [23] Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercises on and off a Swiss ball[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2005, 86(2):242—249.
 - [24] Behm DG, Leonard AM, Young WB, et al. Trunk muscle electromyography activity with unstable and unilateral exercises [J]. J Stre Cond Reser, 2005, 19(1):193—201.
 - [25] Kohler JM, Flanagan SP, Whiting WC. Muscle activation patterns while lifting stable and unstable loads on stable and unstable surfaces[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2010, 24(2):313—321.
 - [26] Willardson JM, Fontana FE, Bessel E. Effect of surface stability on core muscle activity for dynamic resistance exercises [J]. Int J Sports Physiology Perform, 2009, 4(1):97—109.
 - [27] 王卫星.核心力量的作用及方法[J].中国体育教练员,2008,15(2):12—15.
 - [28] 杨彩云.悬吊训练技术在核心力量训练中的实验研究[J].洛阳师范学院学报,2009,28(5):85—87.
 - [29] Goodman PJ. The “Core” of the workout should be on the ball[J]. NACA's Performance Training Journal, 2003, 2(5): 9—25.
 - [30] Stodden DF, Campbell BM, Moyer TM. Comparison of trunk kinematics in trunk training exercises and throwing[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2008, 22(1):112—118.
 - [31] Cosio-Lima LM, Reynolds KL, Winter C, et al. Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women [J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2003, 17(4):721—725.
 - [32] 周瑾.吊索训练对高水平足球运动员平衡能力、踢球速度和躯干(肌肉力量)稳定性的改善[J].北京体育大学学报,2007,30(6):858—860.
 - [33] 曹明辉.悬吊运动疗法结合中频电疗治疗下背痛的疗效观察[J].中国乡村医药杂志,2009,16(10):34.
 - [34] 卢玮.悬吊运动训练对慢性腰痛患者疼痛及静态平衡能力的影响[D].北京体育大学硕士学位论文.
 - [35] Smith K, Smith E. Integrating pilates-based core strengthening into older adult fitness programs: implications for practice[J]. Topics in Geriatric Rehabilitation, 2005, 21(1):57—67.
 - [36] Herrington L, Davies R. The influence of pilates training on the ability to contract the transversus abdominis muscle in asymptomatic individuals [J]. Journal of Bodywork Movement Therapies, 2005, 9(1):52—57.
 - [37] Neil AS, Jane H, Jeffery RB. The effect of pilates training on flexibility and body composition: An observational study [J]. Archives of physical medicine and rehabilitation, 2004,85(12):1977—1981.
 - [38] Weir A, Darby J, Inklaar H, et al. Core stability: inter- and intraobserver reliability of 6 clinical tests [J]. Clin J Sport Med, 2010, 20(1):34—38.
 - [39] 王冬月.核心力量训练与人体形态美的塑造[J].山东体育学院学报,2009,25(6):81—83.
 - [40] Mc Comet J, Ther G. The physical therapist's approach to patellofemoral disorders[J]. Clin Sports Med, 2002, 21(3):363—387.
 - [41] Malone T, Davies G, Walsh WM. Muscular control of the patella[J]. Clin Spots Med, 2002, 21(3):349—362.
 - [42] Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb[J]. Physical Therapy, 1997, 77(2):132—144.
 - [43] Walker BF, Muller R, Grant WD. Low back pain in Australian adults: prevalence and associated disability [J]. J Manipulative Physiology Therapy, 2004, 27(4):238—244.
 - [44] 金克峙, Sorock G, Courtney T, 等. 坐位和重体力工作人群腰背痛流行病学调查[J].环境与职业医学, 2002, 19(1):27—30.
 - [45] Waddle G. Low back pain: a twentieth century health care enigma[J]. Spine, 1996, 21(24):2820—2825.
 - [46] Newcomer KL, Jacobson TD, Gabriel DA, et al. Muscle activation patterns in subjects with and without low back pain[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2002, 83(6):816—821.
 - [47] 邱慧薇.核心康复运动[J].常春月刊,2004,250:38—41.
 - [48] 曾雅莉.彼拉提斯核心运动介入对下背痛患者的效果探讨[D].国立屏东教育大学硕士学位论文,2006.79.
 - [49] 侯艾云.腰背肌锻炼对预防腰椎间盘突出症复发的意义[J].中国临床康复,2003,7(4):638—639.
 - [50] 邱俊傑.慢性下背痛治疗新观念——核心康复运动[J].台北市医师公会会刊,2004,48(2):54—59.
 - [51] Westlake L. Training the pregnancy PT client[J]. Special Populations, 1999: 31.
 - [52] Hall CM, Brody LT. Therapeutic exercise: Moving toward function [M]. Second Edition, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
 - [53] Stuge B, Laerum E, Kirkesola G, et al. The efficacy of a treatment program focusing on specific stabilizing exercises for pelvic girdle pain after pregnancy: a randomized controlled trial[J]. Spine, 2004, 29(4):351—359.