

·临床研究·

实时超声反馈下腹横肌运动控制的研究

张 洲¹ 何树堂² 谭茗丹¹ 于 谦³ 张豪杰¹ 徐智勤¹ 王楚怀^{1,4}

摘要

目的:观察实时超声反馈对腹横肌运动控制的影响,探讨下背痛患者腹横肌运动控制训练的方法。

方法:对33例试验对象随机分组,比较在有无实时超声反馈下两组试验对象腹横肌的收缩率,腰椎稳定性从1级上升至2级所需的训练次数和训练时间是否存在差异。

结果:腹横肌收缩率($P=0.662>0.05$)两组间无差异;训练次数($P=0.018<0.05$)和训练时间($P=0.011<0.05$)两组间存在差异,且训练次数均值试验组(1.5次)小于对照组(3.1次),训练时间均值试验组(13.4min)小于对照组(30.8min)。

结论:实时超声反馈不会增加腹横肌收缩的效率;实时超声反馈能使试验对象用较少的次数,在较短时间内掌握腹横肌收缩的方法。

关键词 实时超声反馈;腹横肌;运动控制

中图分类号:R493 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2017)-10-1124-06

The study of real-ultrasound feedback on the motor control of transversus abdominal muscle/ZHANG Zhou, HE Shutang, TAN Mingdan, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2017, 32(10): 1124—1129

Abstract

Objective: To observe the effect of real-ultrasound feedback on the motor control of transversus abdominal muscle (TrA); To explore the way for patients with low back pain to retraining the motor control of TrA.

Method: Thirty-three subjects were allocated at random to the experimental group and the control group. The experimental group performed the way to contract TrA with real-ultrasound feedback, while the control group performed that alone.

Result: ①Non significant difference was found in TrA contraction-ratio between the groups ($P=0.662>0.05$); ②Significant differences were found in training times ($P=0.018<0.05$) and training time ($P=0.011<0.05$) and the means of both training times (1.5<3.1 times) and training time (13.4<30.8 min) in control group were less than that of experimental group.

Conclusion: The real-ultrasound feedback does not increase the TrA contraction-ratio, however it contributes to make it easy for subjects to master the way to contract TrA.

Author's address Department of Rehabilitation Medicine, The First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou, 510080

Key word real-ultrasound feedback; transversus abdominal muscle; motor control

下背痛是临床常见的一组以下腰、腰骶和臀部疼痛不适为主要症状的综合征。患者常伴随核心稳定肌群运动控制功能障碍,通过运动治疗增强核心

稳定肌群运动控制能够改善症状,因此腰椎稳定性训练在临床上常被用来改善下背痛症状^[1]。腰椎核心稳定肌群包括腹横肌和多裂肌,试验证实腹横肌

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2017.10.007

1 中山大学附属第一医院,510080; 2 中山大学康复治疗学系; 3 南方医科大学康复医学院; 4 通讯作者
作者简介:张洲,男,物理治疗师; 收稿日期:2016-11-11

在肢体产生动作时最先收缩以维持躯干稳定,而下背痛患者的腹横肌发生了不同程度的萎缩和功能障碍^[2]。

仰卧位下的腹横肌运动训练,是常用的训练方式,也是选择性收缩腹横肌的方法^[3],在临床上常被用来重建下背痛患者对腹横肌的运动控制^[4-5]。其具体操作方法为:仰卧位,屈髋,屈膝90°^[6],双手抱肩^[7],脚掌贴紧床面,轻轻地、慢慢地将肚脐拉向脊柱方向,即下腹部轻微凹陷。这种基础的腹横肌训练不仅可以用来进行腹横肌运动控制训练,也可以用来评估腹横肌的运动表现^[8]。腹横肌基础训练不同于其他典型的运动训练,它主要用于提高运动控制,训练中涉及较少的运动单元,并通过相关神经特异性地募集腹横肌。也因为腹横肌是深层肌,无法直接观察和测量其是否收缩和收缩程度,所以临床上针对腹横肌的运动训练很难掌控。肌电图^[9]和MRI^[10]已被用于腹横肌收缩的监测,但因肌电图为有创检查和MRI昂贵、操作烦琐等特点,这两者未能在临床广泛应用于监测肌肉收缩,而只是在科学研究中应用较广。

超声成像技术因其实时、无创和便捷的优点,一经面世就被广泛应用于医学领域,如内科学检查、疾病诊治等。在国内,其在物理治疗,尤其是运动训练方面的应用鲜有报道。部分国外研究结果显示,实时超声下观察腹横肌收缩比在肌电图^[9,11]和MRI^[12]上

观察信度要高。因此部分研究人员提倡用实时超声成像技术增加视觉反馈来进行腹横肌训练^[13-14]。但在国内还没有报道超声观测下进行腹横肌的运动训练。鉴于此种情况,我们引入南澳大利亚大学相关技术。在推广该技术前,我们需要解决,在我国人群中,超声监测下的腹横肌训练能否有效地提高腹横肌收缩,以及能否让健康人群更快地掌握腹横肌收缩的方法。

1 对象与方法

1.1 试验对象

试验对象为健康志愿者。纳入标准:①在至少过去1年中无下背痛;②没有因下背痛就诊病史和(或)影响正常生活工作的经历;③腰椎稳定性达1级标准。排除标准:①下背痛病史或下背部外伤史影响了日常生活和工作;②脊柱手术;③脊柱畸形;④已知的神经肌肉或关节疾病,如腰椎间盘突出症、腰椎小关节不稳、周围神经疾病等;⑤腰椎稳定性0级、2级及以上;⑥癌症病史^[15]。

共招募志愿者39例,经过筛查,有2例因腰椎小关节不稳,1例因腰部肌肉拉伤,3例因周围神经张力过高排除出组。入组33例,随机分为两组,试验组16例和对照组17例,统计学分析结果显示两组试验对象基本资料无显著性差异(表1)。每个试验对象都知晓试验流程并且签署知情同意书。

表1 试验组和对照组一般资料 (x±s)

组别	例数	性别		BMI	体重(kg)	身高(m)	年龄(岁)	运动情况*(h/w)
		男	女					
试验组	16	6	10	20.25±2.12	54.25±7.59	1.63±0.05	21.5±0.8	0.39±1.13
对照组	17	7	10	19.79±2.58	54.41±10.23	1.65±0.06	21.3±1.3	0.47±1.09

注:*“运动情况”指实验对象在过去半年内参加规律性运动训练的情况

1.2 试验流程

试验流程见图1。试验前对试验对象进行宣教,介绍腹横肌的解剖和功能,腹横肌基础训练的方法,并对试验组介绍超声图像反映的组织结构,确保能够让其在图像上准确找到腹横肌。嘱试验对象放松身体,正常呼吸,分别在两次呼吸末截取超声图像,分别称为图像D1和图像D2,静息态图像如图2。

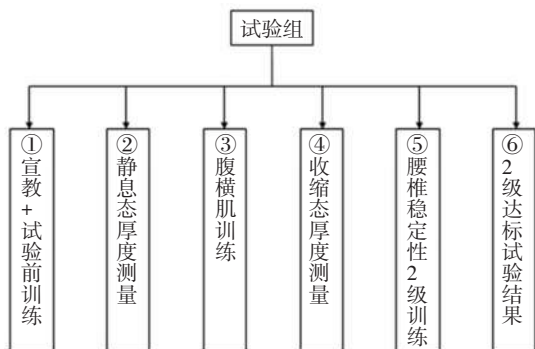
嘱试验对象进行5min腹横肌基础训练^[4],然后休息3min。训练时,试验组需要实时观看超声,维持腹横肌收缩且图像上厚度不变。训练过程中用气

压反馈仪进行监测,气压值需维持在40—42mmHg。

嘱试验对象进行3次腹横肌基础训练,每次维持10s,第三次时(不让试验对象知道在第三次截取图像),分别在两次呼吸末截取超声图像,分别称为图像D3和图像D4,收缩态图像如图3。

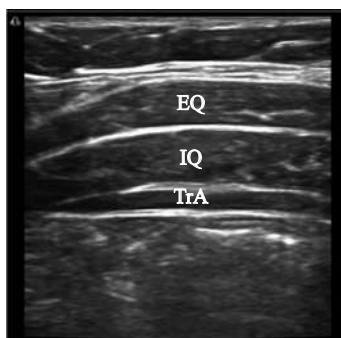
对腰椎稳定性达1级但未达2级的试验对象进行每天上限为30min的稳定性2级训练^[16-17],分3次,每次10min,直至达到2级,记录试验对象训练的次数和训练时间总和。训练时,试验组需要实时观看并维持腹横肌收缩且图像上厚度不变。训练过程

图1 试验流程



注:单一变量为在进行腹横肌训练时对照组无实时超声反馈。

图2 静息状态下超声图像



注:“EQ”指腹外斜肌;“IQ”指腹内斜肌;“TrA”指腹横肌

图3 收缩状态下超声图像



注:“EQ”指腹外斜肌;“IQ”指腹内斜肌;“TrA”指腹横肌

中用气压反馈仪进行监测,气压值需维持在40—42mmHg。

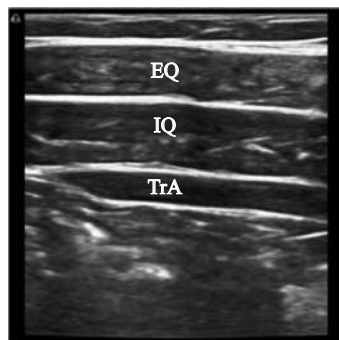
若试验对象达到下列标准:①可以完成腰椎稳定性2级动作5组,每组10个,共50个,两组间休息30s;②肩、骨盆、脊柱不出现代偿动作;③始终仅保持腹横肌收缩,超声图像上不出现腹内、外斜肌代偿收缩;④气压反馈仪气压值维持在40—42mmHg。

则认为其腰椎稳定性达到2级,结束试验。若试验对象出现以下任意一种情况:①在评估过程中因对腹横肌的控制不良或肌耐力不足,不能完成5组共50个2级动作;②观察到肩关节活动(耸肩等)、骨盆活动(前后倾等)、脊柱活动(旋转,侧屈等)等代偿动作;③超声图像上显示未能保持腹横肌收缩和(或)腹内、外斜肌代偿收缩;④压力反馈仪显示气压值<40mmHg,或>42mmHg。则认为其未达到2级。

1.3 超声测量

采用便携式彩色超声系统(uSmart3200T)在试验对象左侧腹壁测量腹横肌厚度(每个试验对象均测量左侧)。超声探头(12L5A, 7.5MHz)置于左侧腋中线上肋弓下缘与髂嵴最高点之间连线的中点的前内侧约25mm处^[15,18-19]。探头方向沿着腹横肌肌纤维方向,调整探头角度,直至在屏幕上可以看到清晰的互相平行的三层肌肉(从上到下,依次为腹外斜肌、腹内斜肌和腹横肌,图4)和筋膜,探头通过耦合剂与皮肤紧密接触,但不能对腹部皮肤施加压力,通过彩笔做记号标记探头位置,确保在每次测量数据时探头均在同一位置^[8-9,16-17,20-22]。

图4 超声图像



注:“EQ”指腹外斜肌;“IQ”指腹内斜肌;“TrA”指腹横肌

为减小操作者间测量误差,操作者A(下称A)控制超声探头,并截取最适位置处的超声图像;操作者B(下称B)时刻纠正试验对象体位,并用气压反馈仪(见下文)监测,防止出现代偿动作(图5)。由B进行腹横肌厚度的测量并汇总(A不参与)。由A用SPSS 20.0统计软件进行试验数据分析(B不参与)。操作者均接受专业技术人员的培训,熟练掌握超声使用及测量方法和气压反馈仪监测方法。

为控制呼吸对腹横肌收缩的影响,告知试验对象在呼气开始(或吸气末)时开始进行腹横肌基础训练,操作者A在呼吸末截取所需图像^[4,8-9]。

1.4 试验过程监测

通过观察,确定试验对象在进行腹横肌运动训练时是否存在肩关节活动(耸肩等)、骨盆活动(前后倾等)、脊柱活动(旋转,侧屈等)等代偿动作^[8,17]。

气压反馈仪(Stabilizer®, Chattanooga Group Inc., Hixson, TN, USA)在临床上用于对肌肉神经控制,如腹横肌等的评估及再教育训练。本试验中应用气压反馈仪对腹横肌训练进行监测,可以确定试验对象是否出现代偿动作,如轻微的体位变化以及腹内外斜肌收缩代偿等,气压反馈仪初始值为40mmHg,允许波动范围为40—42mmHg^[6,23-27]。

通过实时超声监测图像上腹外斜肌、腹内斜肌和腹横肌厚度的变化,若进行腹横肌训练时超声显示腹内、外斜肌厚度增加或腹横肌厚度减小,则说明出现代偿或未达到训练腹横肌的目的。

1.5 数据收集

腹横肌收缩率=(腹横肌收缩态厚度/腹横肌静息态厚度)×100%^[8]。其率值越大,表示试验对象对腹横肌的运动控制能力越高,反之亦然。本试验中分别测量图像D1、D2、D3、D4中腹横肌的厚度2次,测量结果用D11、D12、D21、D22、D31、D32、D41、D42表示,则腹横肌收缩率=(D31+D32+D41+D42)/(D11+D12+D21+D22)×100%。

进阶时间指腰椎稳定性从1级提升至2级所用的时间。其时间越短表示试验对象掌握腹横肌收缩的方法越快,反之亦然。统计试验对象进阶时间和训练次数(每10min为1次)。

2 结果

利用SPSS 20.0,通过“两独立样本资料的 t 检验”方法,试验组和对照组腹横肌收缩率($P=0.662 > 0.05$)无显著性差异;试验组和对照组训练次数($P=0.018 < 0.05$)和训练时间($P=0.011 < 0.05$)存在显著性差异。其中训练次数均值试验组小于对照组($1.5 < 3.1$ 次),训练时间均值试验组小于对照组($13.4 < 30.8$ min),说明试验组能较快掌握腹横肌收缩方法,见表2。

表2 腹横肌收缩率、训练次数、训练时间的比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	腹横肌收缩率	训练次数	训练时间
试验组	56.10%±31.71%	1.5±0.5	13.4±3.2
对照组	50.52%±36.85%	3.1±1.7	30.8±17.3

3 讨论

试验结果显示实时超声反馈能够使试验对象用较少的次数,较快掌握腹横肌收缩的方法。鉴于本试验中试验对象均为健康人,因此该试验结果是否能被实际应用于下背痛患者还需要进一步的研究,但是在目前临床运用腹横肌训练治疗下背痛患者时可以借鉴此试验结果。运动是人体自我平衡的结果,运动控制不仅需要引起肌肉收缩的神经冲动信号,还需要大脑皮质接受相关运动结果的反馈,以据此做出姿势调整,维持平衡状态。物理治疗的最终目的是改善肌力、关节活动度、运动控制、运动模式、平衡、耐力、感知和认知等方面存在的异常,当治疗师执行治疗计划过程中,患者若能接收到实时反馈,知晓自己在运动表现中存在的问题并及时予以纠正或将正确的运动表现加强,则能事半功倍^[28]。

试验结果显示实时超声反馈不会增加腹横肌收缩的效率,结果与之前同类试验结果相同^[4,8,17],然而也已有试验表明实时超声反馈能够增加健康人多裂肌^[29]和盆底肌^[30]的运动控制。根据反馈与运动控制间的关系,反馈可以增加肌肉的收缩表现,也能提高肌肉的运动能力^[28],因此有必要讨论本试验中是否可能存在一些影响因素,可能使试验结果产生偏差。经过分析可能的原因有:①试验对象均来自康复相关专业的同学,平均年龄20岁,对运动控制有一定的理解认识,此因素可能会使试验对象腹横肌收缩平均水平上升;②试验过程中测量腹横肌厚度时,虽然通过2次截取图像,4个测量值求均数来尽可能减小测量误差,使测量结果能够分别代表静息态和收缩态厚度,但仍只反映出两个时间点的厚度,若通过实时超声记录一段可以反映出腹横肌收缩的动态影像,通过一个时间段的统计学分析则可能会更加准确反映出腹横肌收缩的真实情况;③试验过程中发现,大多数男生在起始进行腹横肌基础训练时,除收缩腹横肌外,腹内斜肌也会出现不同程度收缩,导致气压反馈仪示数高于42mmHg,使腹横肌收

缩率整体偏大,可能影响试验结果;④样本量较小亦可能会使结果出现偏移。

有研究显示实时超声反馈对运动控制的增强并没有长远效应^[17],但由于该研究满足条件的试验对象过少($n=2$),故此结果准确性并不高。如何使临床治疗效果长期维持是医务工作者共同思考的问题,实时超声反馈对运动控制的即时增强效应已在一些试验中得到证实,而其长期效应还在进一步研究中。因此探究实时超声反馈对运动控制影响是否能够持久,能够持续多长时间,也将是以后相关领域科学研究的一个方向。

利用超声图像测量腹横肌厚度有良好的组间和组内信度^[31]。另外,超声测量腹横肌的标准差在0.13—0.31mm,这与其他已被认可的测量方法一致,如M型超声测量标准差为0.18—0.66mm^[32]。因此,超声测量是一种可靠的用来测量腹横肌厚度的方法,但实时超声反馈能否用于评估腹横肌运动控制情况还需进一步的研究。

下背痛是临床常见的一组以下背、腰骶和臀部疼痛不适为主要症状的综合征。该病发病机制复杂,但是各种原因所致的下背痛均在不同程度上与腰部肌肉疲劳和运动控制能力下降有着互为因果关系^[33—34]。腰部的疼痛能激发出机体腰部肌肉的保护性痉挛,但这种长时间的保护性痉挛会造成腰背部低代谢环境,血液循环效率差,疼痛物质得不到代谢。因此通过增强腰部肌群的肌力、耐力及运动控制可以改善下背痛患者疼痛和功能障碍症状,达到治疗目的。

目前,针对下背痛患者腰部肌群功能障碍的物理治疗方法有核心稳定肌群运动控制训练^[35]和整体稳定肌群力量及耐力训练。运动控制训练主要针对腹横肌和多裂肌等深层肌肉,力量及耐力训练主要针对腹直肌,腰方肌,竖脊肌等浅层肌肉。研究结果显示核心稳定肌群运动控制训练较整体稳定肌群力量及耐力训练能更有效地改善下背痛患者疼痛和功能障碍症状^[36]。因此探究如何增强运动控制训练的效果,如本文用到的实时超声反馈,将很有意义。

综上所述,实时超声反馈不会增加腹横肌收缩的效率,但实时超声反馈能够使试验对象较快掌握腹横肌收缩的方法。因本试验中试验对象均为健康

人,因此该试验结果是否能被应用于下背痛患者还需要进一步的研究。

参考文献

- [1] Rackwitz B, de Bie R, Limm H, et al. Segmental stabilizing exercises and low back pain. What is the evidence? A systematic review of randomized controlled trials[J]. Clin Rehabil, 2006, 20(7):553—567.
- [2] Hodges PW, Richardson CA. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb[J]. J Spinal Disord, 1998, 11(1):46—56.
- [3] Urquhart DM, Hodges PW, Allen TJ, et al. Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises[J]. Man Ther, 2005, 10(2):144—153.
- [4] Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM, et al. The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2005, 35(6):346—355.
- [5] Foster N. Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: scientific basis and clinical approach[J]. Journal of the Canadian Chiropractic Association, 1999, 44(2):247—248.
- [6] Park DJ, Lee SK. What is a suitable pressure for the abdominal drawing-in maneuver in the supine position using a pressure biofeedback unit?[J]. J Phys Ther Sci, 2013, 25(5):527—530.
- [7] Richardson C, Hides J. Chapter 14—local segmental control[J]. Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization, 2004:185—220.
- [8] Pulkovski N, Mannion AF, Caporaso F, et al. Ultrasound assessment of transversus abdominis muscle contraction ratio during abdominal hollowing: a useful tool to distinguish between patients with chronic low back pain and healthy controls?[J]. Eur Spine J, 2012, 21(Suppl 6):S750—759.
- [9] McMeeken JM, Beith ID, Newham DJ, et al. The relationship between EMG and change in thickness of transversus abdominis[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2004, 19(4):337—342.
- [10] Gildea JE, Hides JA, Hodges PW. Morphology of the abdominal muscles in ballet dancers with and without low back pain: a magnetic resonance imaging study[J]. J Sci Med Sport, 2014, 17(5):452—456.
- [11] Hodges PW, Pengel LH, Herbert RD, et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging[J]. Muscle Nerve, 2003, 27(6):682—692.
- [12] Hides J, Wilson S, Stanton W, et al. An MRI investiga-

- tion into the function of the transversus abdominis muscle during "drawing-in" of the abdominal wall[J]. *Spine*, 2006, 31(6):E175—E178.
- [13] Hides J, Richardson C, Jull G, et al. Ultrasound imaging in rehabilitation[J]. *Aust J Physiother*, 1995, 41(3):187—193.
- [14] Hides J A, Richardson C A, Jull G A. Use of real-time ultrasound imaging for feedback in rehabilitation[J]. *Manual Therapy*, 2003, 3(3):125—131.
- [15] Critchley D. Instructing pelvic floor contraction facilitates transversus abdominis thickness increase during low-abdominal hollowing[J]. *Physiother Res Int*, 2002, 7(2):66—75.
- [16] Chon SC, Chang KY, You JS. Effect of the abdominal draw-in manoeuvre in combination with ankle dorsiflexion in strengthening the transverse abdominal muscle in healthy young adults: a preliminary, randomised, controlled study [J]. *Physiotherapy*, 2010, 96(2):130—136.
- [17] Henry SM, Westervelt KC. The use of real-time ultrasound feedback in teaching abdominal hollowing exercises to healthy subjects[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2005, 35(6): 338—345.
- [18] Critchley D J, Coutts F J. Abdominal Muscle Function in Chronic Low Back Pain Patients, Measurement with real-time ultrasound scanning[J]. *Physiotherapy*, 2002, 88(6): 322—332.
- [19] Misuri G, Colagrande S, Gorini M, et al. In vivo ultrasound assessment of respiratory function of abdominal muscles in normal subjects[J]. *Eur Respir J*, 1997, 10(12): 2861—2867.
- [20] Lükens J, Boström KJ, Puta C, et al. Using ultrasound to assess the thickness of the transversus abdominis in a sling exercise[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2015, (16):203.
- [21] Saliba SA, Croy T, Guthrie R, et al. Differences in transverse abdominis activation with stable and unstable bridging exercises in individuals with low back pain[J]. *N Am J Sports Phys Ther*, 2010, 5(2):63—73.
- [22] Teyhen DS, Rieger JL, Westrick RB, et al. Changes in deep abdominal muscle thickness during common trunk-strengthening exercises using ultrasound imaging[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2008, 38(10):596—605.
- [23] Lima PO, Oliveira RR, Moura Filho AG, et al. Concurrent validity of the pressure biofeedback unit and surface electromyography in measuring transversus abdominis muscle activity in patients with chronic nonspecific low back pain[J]. *Rev Bras Fisioter*, 2012, 16(5):389—395.
- [24] von Garnier K, Köveker K, Rackwitz B, et al. Reliability of a test measuring transversus abdominis muscle recruitment with a pressure biofeedback unit[J]. *Physiotherapy*, 2009, 95(1):8—14.
- [25] Cynn HS, Oh JS, Kwon OY, et al. Effects of lumbar stabilization using a pressure biofeedback unit on muscle activity and lateral pelvic tilt during hip abduction in sidelying [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2006, 87(11):1454—1458.
- [26] Jull G, Richardson C, Toppenberg R, et al. Towards a measurement of active muscle control for lumbar stabilisation [J]. *Aust J Physiother*, 1993, 39(3):187—193.
- [27] Richardson C, Jull G, Toppenberg R, et al. Techniques for active lumbar stabilisation for spinal protection: A pilot study[J]. *Aust J Physiother*, 1992, 38(2):105—112.
- [28] Hartveld A, Hegarty J R. Augmented Feedback and physiotherapy practice contribution[J]. *Physiotherapy*, 1996, 82(8): 480—490.
- [29] Van K, Hides JA, Richardson CA. The use of real-time ultrasound imaging for biofeedback of lumbar multifidus muscle contraction in healthy subjects[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2006, 36(12):920—925.
- [30] Dietz HP, Wilson PD, Clarke B. The use of perineal ultrasound to quantify levator activity and teach pelvic floor muscle exercises[J]. *International Urogynecology Journal*, 2001,12(3): 166—168;discussion, 168—169.
- [31] Shechtman O. Foundations of Clinical Research: applications to practice, 2nd Edition, Leslie Gross Portney, Mary P. Watkins. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ (2000), 752 pages. \$60[J]. *Journal of Hand Therapy*, 2001, 14(3): 221.
- [32] Kidd AW, Magee S, Richardson CA. Reliability of real-time ultrasound for the assessment of transversus abdominis function[J]. *J Gravit Physiol*, 2002, 9(1):131—132.
- [33] Mannion AF. Fibre type characteristics and function of the human paraspinal muscles: normal values and changes in association with low back pain[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 1999, 9(6):363—377.
- [34] De Luca CJ. Use of the surface EMG signal for performance evaluation of back muscles[J]. *Muscle Nerve*, 1993, 16(2):210—216.
- [35] Ferreira PH, Ferreira ML, Maher CG, et al. Specific stabilisation exercise for spinal and pelvic pain: a systematic review[J]. *Aust J Physiother*, 2006, 52(2):79—88.
- [36] Gomes-Neto M, Lopes JM, Conceição CS, et al. Stabilization exercise compared to general exercises or manual therapy for the management of low back pain: A systematic review and meta-analysis[J]. *Phys Ther Sport*, 2017, (23): 136—142.