

DOI: 10.16781/j.0258-879x.2018.05.0538

• 海洋军事医学 •

## 核心区肌群功能性训练预防新兵下背痛和提高核心肌功能效果观察

李同明<sup>1</sup>, 王新<sup>2</sup>, 方凡夫<sup>1</sup>, 顾伟<sup>3</sup>, 李柏<sup>1\*</sup>

1. 海军军医大学(第二军医大学)长海医院康复医学科, 上海 200433

2. 海军军医大学(第二军医大学)东方肝胆外科医院中西医结合科, 上海 200438

3. 海军军医大学(第二军医大学)中医系, 上海 200433

**[摘要]** **目的** 研究核心区肌群功能性训练预防新兵下背痛和提高核心肌功能的效果。**方法** 随机选取某海军训练基地健康男性新兵作为受试对象, 将其随机分为核心肌训练组和常规腰肌锻炼组。两组分别接受为期 12 周的核心区肌群功能性训练和常规腰腹肌锻炼, 锻炼方案为: 每周 3~5 次且随周期递增, 每次完成 3 组动作, 每次锻炼 30 min。由康复科治疗医师在第 4、8、12 周时进驻训练基地调查新兵下背痛发病情况, 在第 1、12 周时由 2 位固定医师对新兵进行腰腹核心区肌群稳定性俯桥测试和腰背核心区肌群耐力测试。**结果** 成功收录 588 名新兵, 其中核心肌训练组 295 名, 常规腰肌锻炼组 293 名。在第 12 周时, 核心肌训练组新兵下背痛发生率低于常规腰肌锻炼组 [1.13% (3/266) vs 6.07% (15/247),  $P=0.002$ ]。两组新兵第 12 周时的俯桥、腰肌耐力测试值均较第 1 周增加, 但核心肌训练组的增幅大于常规腰肌锻炼组 ( $P$  均  $<0.01$ )。**结论** 核心区肌群功能性训练较常规腰肌锻炼更能有效预防下背痛, 其对腰腹部核心肌维持脊柱稳定性的增强及对腰背肌耐力的改善均优于常规腰肌锻炼。

**[关键词]** 下背痛; 核心区肌群; 功能训练; 新兵**[中图分类号]** R 874**[文献标志码]** A**[文章编号]** 0258-879X(2018)05-0538-05

### Functional training of core muscles preventing low back pain and improving core muscle function of recruits: an observational study

LI Tong-ming<sup>1</sup>, WANG Xin<sup>2</sup>, FANG Fan-fu<sup>1</sup>, GU Wei<sup>3</sup>, LI Bai<sup>1\*</sup>

1. Department of Rehabilitation Medicine, Changhai Hospital, Navy Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

2. Department of Integrative Medicine, Eastern Hepatobiliary Surgery Hospital, Navy Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200438, China

3. Department of Traditional Chinese Medicine, Navy Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

**[Abstract]** **Objective** To explore the significance of functional training of core muscles for preventing low back pain and improving core muscle function in recruits. **Methods** Healthy male recruits were enrolled from a naval training base and were randomly assigned to core muscle training group and conventional lumbar muscle training group. The recruits in the two groups received functional training of core muscles and routine training of lumbar and abdominal muscles for 12 weeks, respectively. The training procedure was 3-5 times a week and increased with training cycle, with 3 sets of actions being completed every time for 30 min. On the 4<sup>th</sup>, 8<sup>th</sup> and 12<sup>th</sup> weeks, rehabilitation physicians came into the base and investigated the incidence of low back pain of the recruits. Two fixed physicians carried out waist core muscle stability bridge test and waist and back core muscle endurance test on the 1<sup>st</sup> and 12<sup>th</sup> weeks. **Results** Totally 588 recruits were enrolled, including 295 recruits in the core muscle training group and 293 in the conventional lumbar muscle training group. The incidence of low back pain on the 12<sup>th</sup> week was significantly lower in the core muscle training group than that in the conventional lumbar muscle training group (1.13% [3/266] vs 6.07% [15/247],  $P=0.002$ ). On the 12<sup>th</sup> week, the bridge and endurance of lumbar muscles were significantly increased versus those on the 1<sup>st</sup> week in the two groups, but the growth rate of the core muscle training group was significantly greater than that of the conventional lumbar muscle training group (all  $P<0.01$ ). **Conclusion** Compared with traditional lumbar muscle training, functional training of core

**[收稿日期]** 2018-03-19 **[接受日期]** 2018-05-02**[基金项目]** 上海市中医药三年行动计划(ZY3-CCCX-3-7002), 空军后勤部重点项目子课题(BKJ14L007)。Supported by Shanghai 3-Year Action Plan for Traditional Chinese Medicine (ZY3-CCCX-3-7002) and Key Project of Air Force Logistics Department (BKJ14L007)。**[作者简介]** 李同明, 硕士生。E-mail: litongming@126.com

\*通信作者(Corresponding author)。Tel: 021-31161961, E-mail: libai9@126.com

muscles more effectively prevents low back pain, enhances the lumbar and abdominal core muscle to maintain spinal stability, and improves back muscle endurance.

**[Key words]** low back pain; core muscle; functional training; recruits

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2018, 39(5): 538-542]

下背痛是一组以下背、腰骶臀部疼痛为主要症状的综合征。流行病学调查结果显示, 85% 的个体在一生中都患过腰酸背痛, 其中约 15%~20% 发生下背痛<sup>[1-2]</sup>。美军整体的下背痛患病率为 4.05%<sup>[3]</sup>, 新兵基础军事训练期间因软组织损伤导致训练提前终止是停训的主要原因, 其中主要以肌源性下背痛为主<sup>[4]</sup>。下背痛主要是指在运动过程中, 不良的动作姿势导致腰腹部核心肌群长期处于有害的协调性做功状态, 从而引起腰背肌群急性损伤或发生疲劳性的炎性反应<sup>[5]</sup>。美国运动医学会及康复医学会大力提倡核心肌力锻炼以防治下背痛<sup>[6]</sup>。海军军医大学(第二军医大学)长海医院康复医学科训练伤康复治疗中心采用随机对照方法, 以新兵为受试对象, 进行为期 12 周的核心区肌群功能性锻炼, 观察新兵下背痛的发生率及核心肌功能变化, 探讨核心区肌群功能性锻炼预防部队士兵下背痛的效果。

## 1 对象和方法

**1.1 研究对象** 考虑到部队的实际情况, 按脱失率为 5% 计算, 预计每组的样本量为 250 名, 最终将总样本量暂定为 600 名。随机选取我国某海军训练基地 2014 年秋季入伍的 623 名男性新兵, 均身体健康。纳入标准: (1) 受试对象为 2014 年入伍新兵; (2) 在本研究选取的海军训练基地受训; (3) 年龄为 17~25 岁, 既往无下背痛病史; (4) 签署研究知情同意书及相关文件。排除标准: (1) 既往有下背痛病史, 经 X 线片、CT 等影像学检查确定患有肿瘤、感染、风湿病、骨质疏松症、椎间盘突出、椎管狭窄等疾病; (2) 伴有肢体功能障碍等不能进行核心肌功能测试者。剔除标准: (1) 因下背痛影响军事训练 2 d 以上者; (2) 训练期间出现腰椎活动受限, 相应棘突旁有压痛伴腰部运动功能障碍者; (3) 训练期间出现非腰部疾病必须终止训练者; (4) 受试对象因临时任务安排被调离试验分组者。

**1.2 研究方案** 所选训练大队共 60 个班级, 按新兵所在班级依次编秩, 以班次为基本单位随机

分为核心肌训练组和常规腰肌锻炼组。两组的训练计划、训练强度均按照 2012 年颁布的《中国人民解放军海军新兵入伍阶段军事训练与考核大纲》统一执行。两组的锻炼方案为: (1) 锻炼时间均于每天早晨热身活动之后、正式训练之前; (2) 第 1~5 周每周训练 3~4 次, 第 6~12 周每周训练 4~5 次; (3) 动作频率每 2 周每次增加 2~3 个; (4) 每次完成 3 组动作, 锻炼时间为 30 min。本研究的观察时间为 2015 年 1 月至 2015 年 4 月, 且已在中国临床试验注册中心通过伦理审批(伦理批准号: ChiECRCT-2014042)。

**核心肌训练组:** 在日常训练中增加核心区肌群功能性力量训练, 主要包括单腿臀桥、对角支撑、侧卧挺身、仰卧对肘触膝 4 个训练课目。课题组成员提前 3 周进驻部队向核心肌训练组教官发放核心肌力训练图片, 每周三、周六定期向训练教官及带队班长讲解核心区肌群功能性力量训练的动作及核心肌力锻炼的意义, 并进行动作分解演示, 使训练教官及带队班长熟练掌握标准动作。常规腰肌锻炼组: 选择常规的腰腹肌练习动作, 主要包括俯卧撑、仰卧起坐、转腰运动、双手触地 4 个动作, 不增加其他任何特定的防治腰痛动作。向常规腰肌锻炼组教官反复强调必须按照标准动作及既定锻炼方案执行, 不得再进行其他涉及锻炼腰腹肌的动作, 发放该 4 个动作的标准手册并标示动作常犯的细节性错误。

在观察期内, 课题组成员每周一、三、五深入至训练场地及班级, 观察两组受试对象的锻炼动作是否标准及训练方案执行情况, 并向基地训练管理部门及教官反馈, 提出改进意见, 以确保锻炼方案正确实施。

在第 1 周进行受试者基础资料采集前, 先召集长海医院康复科治疗医师及相关人员进行基线资料项目的采集说明, 介绍核心肌功能测评的动作要点和评分原则, 以及进驻部队开展大规模活动的注意事项。在第 1 周基线资料采集时, 每 2 位康复治疗师为一组, 一人负责填写, 一人负责采集信息。

每组以班级为单位,按日常队形有序依次收集相关信息。信息收集完毕后,由专人负责归档并标注说明。第12周的测试人员与组别与第1周相同。

### 1.3 检测指标与方法

1.3.1 下背痛发生率 统计两组受试对象在核心肌力训练后第4、8、12周的下背痛发病人数,并计算其与所在分组第4、8、12周总人数的比值,其中每个时间点总人数为剔除上一时间点发生下背痛新兵的剩余人数。训练性下背痛的诊断标准主要依据上述剔除标准中的第1条和第2条。

1.3.2 腰腹核心区肌群稳定性俯桥测试 采取分级俯桥<sup>[7]</sup>测试。起始动作:俯卧位,以两肘和前臂于胸部正下方支撑,两腿分开与肩同宽,两脚尖为另一支撑点,将整个身体撑起并与地面平行。1级:保持稳定30s;2级:抬起右臂15s;3级:收回右臂,抬起左臂15s;4级:收回左臂,抬起右腿15s;5级:收回右腿,抬起左腿15s;6级:抬起左腿和右臂15s;7级:收回左腿和右臂,抬起右腿和左臂,保持15s;8级:回到初始姿势,保持30s。在测试过程中如技术动作不能达到上述标准,则评定该受试者为上一级别水平。分别在训练第1周和第12周,由康复科治疗医师统一进行动作讲解后,先模范测评2次,再逐一对两组受试者进行测评,重复测评2次,取平均值。

1.3.3 腰背核心区肌群耐力测试<sup>[8]</sup> 受试者俯卧于测试台上,以髂前嵴为分界,由助手固定受试者下肢踝关节部。受试者双手交叉置于胸前,逐渐抬高身体至与测试台平行。然后,检查人员将数字倾斜计放置在受试者的两侧肩胛骨之间,要求受试者尽可能长时间地保持该位置,并开始记录秒表时间。当受试者躯干角度从开始位置改变 $10^{\circ}$ 或自动停止时,测试结束。分别在训练第1周和第12周,由康复科治疗医师统一进行动作讲解后,先模范测评2次,再逐一对两组受试者进行测评,重复测评2次,取平均值。

1.4 统计学处理 应用SPSS 21.0软件进行数据分析。受试者的年龄、身高、体质量为计量资料,服从正态分布且方差齐性,以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 $t$ 检验进行组间比较,检验水准( $\alpha$ )为0.05。下背痛发生率以例数和百分数表示,采用McNemar $\chi^2$ 检验对组间第4、8、12周下背痛发生率进行比较,采用 $\chi^2$ 分割法进行组间两两比较,检验水准( $\alpha$ )

为0.0167。俯桥测试值和腰背肌耐力测试值为计量资料,对两组锻炼前以及锻炼前后差值、变化率进行比较,差值不服从正态分布,采用Wilcoxon符号秩和检验,检验水准( $\alpha$ )为0.05。

## 2 结果

2.1 受试对象的基线资料 按照受试对象选择标准,共计623名新兵进入受试前评估,23名新兵因不符合纳入标准被排除,其中腰椎侧弯8名、入伍前有过腰痛史7名、既往脊柱手术史3名、进行过核心肌力锻炼5名;12名新兵在观察期间脱落,其中未完成调查表填写4名、因发烧或感染中途退出训练3名、因踝关节骨折停训2名、被抽调到其他训练单位3名)。最终成功收录588名新兵,核心肌训练组295名,常规腰肌锻炼组293名。核心肌训练组受试对象的平均年龄为( $19.00\pm 1.41$ )岁,身高为( $173.26\pm 5.44$ )cm,体质量为( $66.28\pm 9.30$ )kg;常规腰肌锻炼组分别为( $19.05\pm 1.47$ )岁、( $173.25\pm 6.32$ )cm和( $66.25\pm 7.78$ )kg;两组间差异均无统计学意义( $t=0.498$ 、 $0.027$ 、 $0.043$ , $P$ 均 $>0.05$ )。

2.2 两组下背痛发生率比较 两组受试对象在第4周时的下背痛发生率最高,核心肌训练组的下背痛发生率为6.78%(20/295),常规腰肌锻炼组为9.90%(29/293),两组比较差异无统计学意义( $\chi^2=1.871$ , $P=0.171$ )。核心肌训练组第8周和第12周时下背痛发生率分别为3.27%(9/275)和1.13%(3/266),常规腰肌锻炼组分别为6.44%(17/264)和6.07%(15/247);其中第12周时核心肌训练组的下背痛发生率低于常规腰肌锻炼组( $\chi^2=9.250$ , $P=0.002$ )。核心肌训练组受试对象在第12周时下背痛的发生率低于第4周时的下背痛发生率( $\chi^2=5.602$ , $P=0.032$ )。

2.3 两组腰腹核心区肌群稳定性俯桥测试结果的比较 核心肌训练组和常规腰肌锻炼组受试对象第1周时的俯桥测试值分别为 $3.24\pm 1.93$ 和 $3.30\pm 1.99$ ,第12周时分别为 $6.39\pm 1.56$ 和 $4.01\pm 1.99$ ,两组第12周时的俯桥测试值均较第1周增加( $Z=9.60$ 、 $2.21$ , $P$ 均 $<0.01$ );第12周时核心肌训练组的俯桥测试值高于常规腰肌锻炼组,且差异有统计学意义( $Z=1.78$ , $P<0.01$ )。核心肌训练组俯桥测试值增长幅度的中位数为

100.00%, 大于常规腰肌锻炼组的 14.29%, 差异有统计学意义 ( $Z=9.87, P<0.01$ )。

**2.4 两组腰背核心区肌群耐力测试结果** 核心肌训练组和常规腰肌锻炼组受试对象第 12 周时的腰背肌耐力测试值分别为 ( $200.80\pm 92.98$ ) s 和 ( $147.00\pm 84.51$ ) s, 较第 1 周时的 ( $115.73\pm 66.52$ ) s 和 ( $116.32\pm 78.02$ ) s 均增加 ( $t=16.87, 13.41, P$  均  $<0.01$ )。核心肌训练组第 12 周时的腰背肌耐力测试值高于常规腰肌锻炼组, 差异有统计学意义 ( $t=9.41, P<0.01$ )。核心肌训练组腰背肌耐力测试值的增长幅度为 ( $97.93\pm 109.03$ )%, 大于常规腰肌锻炼组的 ( $40.13\pm 83.45$ )%, 差异有统计学意义 ( $t=6.55, P<0.01$ )。

### 3 讨论

本研究中的受试对象均在部队服役, 所处环境高度一致, 研究发现核心肌训练组第 12 周时受试对象下背痛发生率低于常规腰肌锻炼组 ( $P<0.0167$ )。两组的俯桥、腰肌耐力测试值均有增长, 但核心肌训练组增长幅度更为明显 ( $P<0.01$ ), 表明核心区肌群训练较传统腰肌锻炼能更好地预防下背痛, 同时在提高腰腹核心肌功能、腰背肌耐力方面有一定优势。

Teyhen 等<sup>[9]</sup>对健康新兵中的一组进行低负荷、低重复性核心稳定性锻炼 (试验组), 对另一组实施传统锻炼计划 (包括快速锻炼和高负荷、高重复性躯干加强练习), 发现两组新兵近期和远期的下背痛发生率差异无统计学意义, 超声检查发现两组的腹横肌、腹内和腹外斜肌、腹直肌、多裂肌的对称性及肌群厚度差异也均无统计学意义, 分析认为这种阴性结果可能是由于试验组的训练量过小所致。核心区肌群锻炼涉及 2 个焦点: 运动控制和肌肉力量<sup>[10]</sup>。本研究采取的是递增强化训练, 着重于对脊柱核心稳定性和腰椎周围辅助浅深肌群的强化性训练, 所选的 4 个动作中, 单腿臀桥着重于对腰背肌功能性力量的锻炼<sup>[6]</sup>, 对角支撑主要是锻炼脊柱的深层稳定性<sup>[11]</sup>, 侧卧挺身重点是对腹部肌群 (腹横肌、腹内和腹外斜肌、腹直肌) 的练习<sup>[12]</sup>, 仰卧对肘触膝主要锻炼腹直肌、腹横肌、腰背肌群<sup>[12]</sup>。经过 12 周的核心区肌群锻炼, 核心肌训练组的下背痛发生率低于传统

腰肌锻炼组且差异有统计学意义。

核心肌功能主要是指在人体运动过程中核心区肌群的协调募集收缩或舒张活动, 在维持一个动作的稳态支撑与灵活性上发挥至关重要的作用<sup>[13]</sup>。目前尚缺乏一种科学有效的方法用于评估个体的核心肌功能<sup>[14]</sup>。多数临床研究集中在腰腹肌群的表面肌电图<sup>[15-16]</sup>、超声<sup>[17-18]</sup>等仪器的静态数据分析, 但已有研究者提出核心肌功能的评价应该是对核心区肌群运动过程中的动态整体评估而非静态下的一个简单肌群肥大或对称性或者表面肌群电信号的研究<sup>[19]</sup>。本研究的俯桥源于体育界学者对运动员腰腹核心肌功能的一个总体水平测试, 俯桥的分解动作是锻炼腰腹核心肌功能的经典模型。八级俯桥测试是采用两点支撑, 制造不稳定的身体中心, 利用腰腹肌紧密收缩协调发力, 使整个躯干保持水平, 并持续一段时间, 是对腰腹核心肌维持脊柱稳定性的一个较好测试。用经典腰腹核心肌锻炼动作模型评估经核心区肌群锻炼后的人体腰腹核心肌整体功能, 更能检验核心肌训练的效果。

一般新兵军事训练在第 4~5 周时是训练伤高发期。本研究中, 核心肌训练组第 4 周时的下背痛发生率 (6.78%) 略低于一般流行病学调查结果 (7.3%~10.9%)<sup>[20]</sup>, 这可能是因入伍新兵的体能尚不适应陌生环境下的高负荷训练任务导致。在随后的观察中, 两组除了正常训练外, 唯一的不同是一组进行核心区肌群功能性训练, 另一组进行传统腰肌锻炼, 结果显示两组在第 8 周、第 12 周时的下背痛发生率均下降, 但常规腰肌锻炼组第 4 周与第 12 周时下背痛发生率差异无统计学意义, 而核心肌训练组差异有统计学意义 ( $P<0.0167$ )。经过 12 周的新兵训练, 原来的高负荷机体训练再叠加两组都有的腰腹肌锻炼动作, 使两组的俯桥、腰肌耐力测试值均增加, 但核心肌训练组的腰腹核心肌功能的增长幅度高于常规腰肌锻炼组, 分析认为产生的组间差异与 12 周的核心肌锻炼有密切关系。临床研究支持腰肌耐力的增长对预防下背痛是有益的<sup>[14,21]</sup>, 而腹肌的功能增强锻炼也是预防下背痛的一个主要方法<sup>[22]</sup>。经过 12 周的强化核心区肌群功能性力量性训练, 腰腹浅运动肌群与深层稳定肌群力量的加强有助于人体运动时脊柱稳定性能的良好协调发挥, 以及脊柱核心力量的迅速传导、协调、整合、强化, 从而促使新兵在运动过程中趋利

避害,减少下背痛的发生概率。

总之,通过12周的核心区肌群训练,核心肌训练组的下背痛发生率低于同期常规腰肌锻炼组。核心区肌群功能性训练对腰腹部核心肌维持脊柱稳定性的增强,对腰腹肌耐力的提升,及对腰背肌耐力的提高均有助于维持个体强大的核心柱力量。这有可能提升了健康人群在运动过程中身体的整体协调性与动作灵敏度,从而有效减少下背痛发生风险。

### [参考文献]

- [1] HOY D, BROOKS P, BLYTH F, BUCHBINDER R. The epidemiology of low back pain[J]. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 2010, 24: 769-781.
- [2] BECKER A, HELD H, REDAELLI M, STRAUCH K, CHENOT J F, LEONHARDT C, et al. Low back pain in primary care: costs of care and prediction of future health care utilization[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35: 1714-1720.
- [3] KNOX J, ORCHOWSKI J, SCHER D L, OWENS B D, BURKS R, BELMONT P J. The incidence of low back pain in active duty United States military service members[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36: 1492-1500.
- [4] HIEBERT R, CAMPELLO M A, WEISER S, ZIEMKE G W, FOX B A, NORDIN M. Predictors of short-term work-related disability among active duty US Navy personnel: a cohort study in patients with acute and subacute low back pain[J]. *Spine J*, 2012, 12: 806-816.
- [5] TONG T K, WU S, NIE J, BAKER J S, LIN H. The occurrence of core muscle fatigue during high-intensity running exercise and its limitation to performance: the role of respiratory work[J]. *J Sports Sci Med*, 2014, 13: 244-251.
- [6] WEIR A, DARBY J, INKLAAR H, KOES B, BAKKER E, TOL J L. Core stability: inter- and intraobserver reliability of 6 clinical tests[J]. *Clin J Sport Med*, 2010, 20: 34-38.
- [7] MARSHALL P W, DESAI I, ROBBINS D W. Core stability exercises in individuals with and without chronic nonspecific low back pain[J]. *J Strength Cond Res*, 2011, 25: 3404-3411.
- [8] BUTOWICZ C M, EBAUGH D D, NOEHREN B, SILFIES S P. Validation of two clinical measures of core stability[J]. *Int J Sports Phys Ther*, 2016, 11: 15-23.
- [9] TEYHEN D S, CHILDS J D, DUGAN J L, WRIGHT A C, SORGE J A, MELLO J L, et al. Effect of two different exercise regimens on trunk muscle morphometry and endurance in soldiers in training[J]. *Phys Ther*, 2013, 93: 1211-1224.
- [10] HODGES P W. Core stability exercise in chronic low back pain[J]. *Orthop Clin North Am*, 2003, 34: 245-254.
- [11] LIEMOHN W P, BAUMGARTNER T A, FORDHAM S R, SRIVATSAN A. Quantifying core stability: a technical report[J]. *J Strength Cond Res*, 2010, 24: 575-579.
- [12] ALUKO A, DESOUZA L, PEACOCK J. The effect of core stability exercises on variations in acceleration of trunk movement, pain, and disability during an episode of acute nonspecific low back pain: a pilot clinical trial[J]. *J Manipulative Physiol Ther*, 2013, 36: 497-504.
- [13] KO D S, JUNG D I, JEONG M A. Analysis of core stability exercise effect on the physical and psychological function of elderly women vulnerable to falls during obstacle negotiation[J]. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26: 1697-1700.
- [14] LIEMOHN W P, BAUMGARTNER T A, GAGNON L H. Measuring core stability[J]. *J Strength Cond Res*, 2005, 19: 583-586.
- [15] FONG S S, TAM Y T, MACFARLANE D J, NG S S, BAE Y H, CHAN E W, et al. Core muscle activity during TRX suspension exercises with and without kinesiology taping in adults with chronic low back pain: implications for rehabilitation[J/OL]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015, 2015: 910168. doi: 10.1155/2015/910168.
- [16] 吴文,黄国志,刘湘江. 表面肌电图用于腰椎间盘突出症疗效评定的研究[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2002, 24: 551-553.
- [17] SHAMSI M, SARRAFZADEH J, JAMSHIDI A, ZARABI V, POURAHMADI M R. The effect of core stability and general exercise on abdominal muscle thickness in non-specific chronic low back pain using ultrasound imaging[J]. *Physiother Theory Pract*, 2016, 32: 277-283.
- [18] MAYER J M, NUZZO J L. Worksite back and core exercise in firefighters: effect on development of lumbar multifidus muscle size[J]. *Work*, 2015, 50: 621-627.
- [19] WIRTH K, HARTMANN H, MICKEL C, SZILVAS E, KEINER M, SANDER A. Core stability in athletes: a critical analysis of current guidelines[J]. *Sports Med*, 2017, 47: 401-414.
- [20] HOU Z H, SHI J G, YE H, NI Z M, YAO J, ZHENG L B, et al. Prevalence of low back pain among soldiers at an army base[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2013, 126: 679-682.
- [21] 师东良,王予彬. 核心稳定训练对非特异性下背痛的治疗作用[J]. *中国康复医学杂志*, 2011, 26: 695-698.
- [22] BADIUK B W, ANDERSEN J T, MCGILL S M. Exercises to activate the deeper abdominal wall muscles: the Lewit: a preliminary study[J]. *J Strength Cond Res*, 2014, 28: 856-860.

[本文编辑] 商素芳