·综述·

# 推拿干预脑卒中运动功能的神经肌肉控制策略*

潘化平[1] 金宏柱[2,3]

脑卒中目前已成为我国国民第一位的死亡原因[1],具有高发病率、高死亡率、高致残率、高复发率的特点。脑卒中后70%—80%的患者遗留不同程度的残疾和下肢运动功能障碍[2]。应用推拿治疗脑卒中已有数千年历史,早在《灵枢·九针论》中就有相关文献记载,元代刘元素在《素问玄机原病式》中总结了推拿手法和功法对脑卒中的实践经验,关于对运动功能恢复作用的系统阐述,要比西方早600多年。近几十年,推拿在治疗脑卒中实践中取得了长足发展,促进脑卒中康复的作用早已经得到医学界的公认,但多数研究是关于临床疗效的评价,相对于作用机制研究的较少。本文借鉴现代康复医学理论,初步阐述推拿通过影响肌肉收缩效率与运动生理能力来改善肌肉运动控制的神经生物学机制。

## 1 脑卒中神经肌肉运动特征

肌肉运动不仅是神经功能的表现,更是人与环境交流的方式。肌肉运动与神经结构和功能之间有着复杂而精确的联系,通过运动可以精确地影响神经结构和功能,这种精确调节的基础是通过运动分析找到障碍点,所用手段必须符合运动学和生物力学规律;另一方面,运动是与神经系统平行的主体,是一个自组织结构,也是康复的一个靶点,康复的疗效不仅依赖于脑功能再塑,也表现为直接对运动的再塑。

运动控制障碍是上运动神经元综合征的基本特征,脑卒中发生后表现为肌肉力量减弱或瘫痪、肌肉本身改变表现为肌肉僵硬、缩短和无力[3],神经肌肉易疲劳且灵活性丧失,激活肌肉的协调模式失调,导致不能调节和维持精确的动作;运动时肢体难以发动;患侧手及上肢的活动能力及精细动作控制协调能力减弱,下肢承重能力下降、廓清障碍,平衡能力、步行能力降低或消失,严重时导致运动失能。同时,由于患者信息的接收能力下降,对周围环境的刺激信息感受性下降,缺乏运动保护和防御,容易引起肌肉骨骼系统继发性损伤,进一步加重运动功能障碍。

现在认为导致脑卒中神经肌肉控制障碍的机制有:①神经下行传导通路缺乏兴奋,随意运动难以发动;②肌肉激活在空间和时间模式上改变,无效做功或效率低下;③原动肌的肌肉僵硬、缩短和无力[4];④运动单位功能性缺损或募集失败[5];⑤肌肉活动失去平衡,致使动作协调与控制不足、感觉和知觉异常,以及伴随而来的行为、情绪和认知的改变[6];⑥继发性肌肉、韧带萎缩或挛缩及骨关节畸形[7],这些可能存在的因素导致任务动作执行时所必需的选择性运动模式障碍。也有学者认为受伤后造成肌肉功能的改变,有可能是在中枢神经系统内神经冲动的反射性抑制所造成[8]。

## 2 神经肌肉运动的影响因素

一般认为影响神经肌肉控制的危险因素有:环境的变化、外界刺激感受降低、肌肉反应延迟、反射环路以及预先的肌肉活动状态等,且受到疲劳[9]、平衡[10]、环境变化的感认知[11]以及机体状态[12]和肌肉的生理功能[13]的影响。肌肉的收缩和动作的完成是通过周围环境变化的信息输入至中枢神经系统进行整合,然后由大脑和脊髓做进一步的处理与应答。由于脑卒中的两侧大脑皮质整合能力出现障碍,上行通路传到的两侧感觉信息出现差异,使神经肌肉的反馈机制陷入紊乱,妨碍了正常运动模式恢复的进程。由发病早期的肌张力的迟缓和消失状态,逐渐发展成为后来的痉挛或过度活跃。完成动作时,患者需要利用代偿活动去适应环境,神经肌肉的协调与控制失去平衡,致使主动肌和拮抗肌同时被激活,肌肉活动失去平衡。因为这种联合运动引起的过分用力,异常姿势引起患侧肌肉紧张同时,非偏瘫侧肌肉也处于过度紧张状态。这种脑卒中偏瘫特有的非功能化和变形性痉挛的异常模式从而导致非偏瘫侧上下肢的自由度受限,随意运动难以进行。

## 3 神经肌肉运动的控制机制

行为动作是由神经肌肉系统发生并在其控制下完成的。神经支配肌肉产生随意运动,神经肌肉系统通过对肌肉收缩与舒张的控制,完成或平衡一个有效率和协调的肢体运动。中枢神经系统对动作的目的和意图与身体位置和环境

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.11.024
*基金项目:南京市医学科技发展基金项目(YKK11198)
1 南京医科大学附属江宁医院康复医学科,211100; 2 南京中医药大学第二临床医学院; 3 通讯作者
作者简介:潘化平,男,副主任医师; 收稿日期:2011-12-10

信息进行综合分析处理，发出动作指令，肌肉与骨骼根据信息发生相应变化，为身体的运动和平衡提供力和力矩。肌肉运动的控制与协调过程实际上就是神经系统控制的主动肌肉作用力矩对被动作用力矩的控制、协调与适应过程。

神经肌肉控制包括以下几个方面：本体感觉、肌肉力量、肌肉反应时间以及姿势控制[14]。神经肌肉控制对信息的正确传导、合理的肌肉激活和协调性、关节的动态稳定性和预防继发性损伤起着重要的作用[15]。神经肌肉系统的解剖结构和利用行为策略执行任务的生理功能之间的相互作用影响神经可塑性。特殊的感觉输入、运动学习和体位模式能加强反射反馈机制，增强其功能连接[16]。本体感觉训练后，还可增进肌肉力量、协调性、神经肌肉控制肌肉骨骼系统的能力，产生适当的反馈至中枢神经系统，提高关节功能及稳定性，同时对关节、肌肉、韧带产生保护机制[17]。肌肉疲劳会降低神经肌肉控制和稳定能力[18]。肌肉可塑性的改变很易发生，包括肌肉长度和使用方式改变。神经肌肉控制是在对关节运动和负荷作出反应时，一种神经和肌肉骨骼系统之间相互作用的下意识的行为，这也是为了维持关节的功能稳定性[19]。

运动控制系统包括神经中枢、神经传导通路和骨骼-肌肉执行系统。位于脊髓的中枢模式发生器(central pattern generator, CPG)作为中心控制单元，综合中枢神经的反馈信息、本体感受信息、视觉信息等，通过神经元之间的相互抑制，产生稳定的具有相位锁定关系的周期信号，对肢体及躯体的相关部位进行运动控制。运动的产生需要运动神经元和CPG网络神经元的相互协调，化学突触与神经连接密切相关[20]。在神经通路中，释放的神经递质可以影响细胞通透性，通过频率和时相的变化调节运动模式[21]。感觉信息输入是引起脊髓水平的反射运动的刺激信号，同时感觉信息对脊髓的运动输出以及来自高级别的中枢神经系统的运动输出产生调节作用。

## 4 推拿对神经肌肉运动的影响

《素问·异法方宜论》曰："其病多痿厥寒热，其治宜导引按"。明确指出推拿导引是脑卒中的康复治疗方法。推拿是一种利用感觉和本体感觉控制，促进运动更容易的技术。推拿治疗脑卒中，体现在手法作用力刺激肌梭感受器兴奋，冲动传入脊髓后角，经过感觉运动中枢反馈，调节作用部位的肌肉和周围血管等一系列生理过程[22]。疏经通督推拿运用手法在人体经筋、督脉和膀胱经穴位或部位上进行有规律的操作，使之产生"得气"感，通过疏通经筋、调和督脉腧穴及华佗夹脊穴，调畅全身经脉之气血，使气血周流、经络通畅、营卫调和，恢复躯干和四肢肌肉运动的协调性与稳定性，同时疏通督脉可以健脾益气、养血活血、滋补肝肾、化痰通络、醒神开窍等，重建脑与督脉脑与脏腑之间的功能联系，促使脏腑阴阳气血和调，恢复督脉对经脉气血的统率作用，使经脉气血运行通畅，气机条达，阳气得以敷布周身以清养筋肉骨节，则有利于躯体运动功能恢复；进而疏通痹阻之脑脉，促进脑髓修复，从而恢复脑髓对人体生命活动功能的总体调控。

运动的产生需要运动神经元和CPG网络神经元的相互协调，化学突触与神经连接密切相关[23]。在神经通路中，释放的神经递质可以影响细胞通透性，通过频率和时相的变化调节运动模式[24]。费伦等[25]通过研究发现经络穴位是各种器官、组织和细胞的载体，与细胞进行着物质、信息和能量的传输和调节。郭明霞[26]认为当穴位受到刺激后，引起感觉神经冲动的双向传导，外周和中枢的双向性信息传递过程相互联系、相互影响。张保真[27]认为外周感觉器在受到刺激时产生传入冲动，同时同时释放神经递质引起下一节段的神经轴突末梢兴奋，从而形成末梢间的外周效应。谢益宽等[28]研究发现，对肌肉局部的机械刺激可以引起"沿经"远隔部位的肌肉深部感受器的发放，注射肌松剂后这种效应即消失。肌肉的收缩和肌肉的疲劳涉及的是以物质能量代谢为基础的、具有自动反馈调节功能的复杂的神经-肌肉系统。理想化的运动应该符合肌肉活动的固有谐振频率，通过谐振使能量不断蓄积，并在特定运动动作时爆发，达到最大的肌肉功能和能量释放。生物谐振是人体神经-肌肉特性和运动特征，运动共振可以提高最大运动能力[29]。

推拿手法能够改善神经肌肉系统的适应性，通过神经肌肉反馈重建，可使局部稳定肌从休眠状态转变为激活状态，运动功能得以改善与提高。但不同的手法模式对肌群的激活特征存在着差异。疏经通督推拿治疗时通过手法刺激外周本体感受器，手法作用力的频率与施治组织固有频率相接近或近似相等，发生运动共振效应，引起主动肌和协同肌迅速有力收缩、而拮抗肌及时而充分地放松，提高了肌肉收缩的效率以及肌肉的反应能力和协调能力，从而进一步促进了肌肉内和肌肉间的协调激活和同步化工作，有利于提高患者运动能力。Dobkin等[30]研究结果提示肢体负荷和本体感受的变化可以引起节律性的EMG 活动，认为促进下肢感觉反馈能够通过CPG机制可以改变肌电的振幅和时间。Fox等[31]发现运动共振能激活腱器，在主动肌和协同肌迅速而有力的收缩的同时，腱器的兴奋使拮抗肌得到及时的放松，提高了肌肉收缩的效率。Coloea CJ[32]研究发现手法治疗对机体的动作电位有着积极的影响，肌电图显示肌电积分随手法力增加呈线性相关，提示了手法作用力和作用时间可能是通过改善神经肌肉运动控制能力，从而提高临床疗效的作用机制。疏经通督推拿法在治疗过程中，手法作用力的频率与施治组织发生运动共振效应，对神经肌肉系统的刺激时刻在变化，神经系统需要进行自身调节来适应运动需要，增加了神经肌肉系统的反应能力和灵活性，提高运动控制能力，治疗具有

针对性和可操作性,符合现代康复治疗的宗旨。

## 5 推拿干预脑卒中运动功能的神经肌肉控制策略

推拿是一种利用感觉和本体感觉控制,促进运动更容易的技术。疏经通督推拿法以疏经导络、通督调脉为主要治疗手段,通过外力作用于周身经络、督脉和穴位,调节周身经气,使全身气血阴阳平衡,气机条达。通过不同手法刺激外周感受器,产生运动共振效应,提高组织兴奋,经过CPG反馈调节,运动单元功能被激活,使局部肌肉从休眠状态转变为激活状态,提高肌肉收缩的效率以及肌肉的反应和协调能力,修正异常运动模式促进肌群间的相互平衡和协调,改善肌肉耐力和活动的精确性,进一步促进肌肉内和肌肉间的激活和同步化工作,提高运动能力。Svendsen[33]认为脑卒中的治疗目标应该是:合理的肌肉激活、和谐的肌肉收缩时相、足够的承重能力和耐力。Bellew[34]与Tracy等[35]研究发现,传统医学治疗可以提高肌肉的协调性,从而提高和改善了下肢肌肉控制能力。Christou等[36]研究认为,传统医学治疗能够改善人体下肢原动肌和对抗肌的协调触发能力,从而能够提高肌肉控制稳定性。

推拿改善脑卒中偏瘫运动功能的神经肌肉运动控制策略有:滚法于经络循行的肌肉放松训练、擦法、振法于经络与穴位的感觉运动协调训练、振法、点揉法及拿法于经络与穴位的肌动力激活训练、主被动参与的功法练习增加关节活动范围训练、滚法、振法于经络以及对角线螺旋手法稳定关节肌肉系统训练等。

### 5.1 降低张力

治疗开始时先对患者躯干及四肢肌肉进行滚、揉与振动手法,配合肌肉牵张练习,可以迅速放松肌肉,缓解肌张力,恢复神经肌肉组织的功能状态。针对偏瘫侧高张力肌群予以缓慢节律的揉、振法及点按局部穴位,通过本体感觉信息传入,促使肌肉放松,达到抑制痉挛的目的。经络活动和循经感传很可能是脊髓中特定的运动神经元群及其固有的功能联系活动的生理现象[37]。

### 5.2 肌肉功能激活

通过擦法施于肌肤、振法作用于经络与点揉法于穴位等,给予外周本体感觉多种刺激,不断渗透各种外周感觉输入,加强或重建本体感觉的生物反馈系统,促通高位中枢神经系统,使相关信号反馈于皮质感觉中枢,建立新的感觉运动反馈系统,从而代替原来受损神经元产生的错误信息[38],使脑卒中后处于异常活动状态的脊髓运动神经元具有抑制调节功能,建立正常的运动模式,提高运动控制能力。Yun等[39]研究发现电刺激“足三里”穴可通过调节神经营养因子表达来减轻紧张引起的神经病理现象。Wu等[40]通过电针刺激阳灵泉穴研究发现穴位电刺激比非穴位刺激可以明显激活下丘脑和初级感觉运动皮质。

### 5.3 运动共振效应

手法动力学研究表明推拿手法是一种周期性随机振动信号,频率处于2—10Hz之间,属于次声波范围[41]。次声对人体作用原理是生物共振[42],手法治疗也可以通过引起人体生物共振而起作用。推拿振动手法作为外界刺激,关键在于手法力的频率与施治组织固有频率相接近或近似相等,从而发生共振效应,能刺激肌肉的本体感受器,尤其是改变肌梭传入纤维末梢的兴奋性[43]。其产生的动作电位经过单突触和多突触途径影响位于脊髓前角的α-运动神经元活动[44],在募集更多的运动单位参与活动、改善肌肉协调性的前提下,提高了对Ⅱ型纤维的训练效应,增加了肌肉的控制能力。Fox等[45]发现振动刺激能同时激活腱器,它的兴奋能加强伸肌的活性。在主动肌和协同肌迅速而有力的收缩的同时,腱器的兴奋,使对抗肌及时的放松,提高了肌肉收缩的效率。

临床研究发现,手法治疗后目标肌肉的肌电图检测表明所观察的神经肌肉的效率有明显改善,提示能够有效地增强肌力[46]。Dobkin等[47]研究提示肢体负荷和本体感觉刺激的反馈可以造成腰背部肌肉节律性EMG活动,认为交互步态促进下肢感觉反馈,通过CPG机制产生节律性屈肌和伸肌的电活动。Coloea CJ[48]发现手法对复合动作电位有积极影响,肌电积分随手法力增加呈线性相关,认为手法力和作用时间对脊柱生物力学和神经肌肉反应的改变可能是临床疗效的作用机制。随着研究不断深入,越来越多的结果证明手法治疗可以明显改善脑卒中、帕金森症病患者的平衡和姿态控制能力[49—50]。

### 5.4 关节稳定和躯干控制

肢体的随意运动是以近侧稳定性为基础的,而且动态的姿势稳定性是从上到下、由近及远的发育顺序。早期坐位及步行能力低下的偏瘫患者,姿势控制主动肌被不成比例的激动,使肌群间失去平衡,控制躯干的选择性肌群活动丧失,双侧竖脊肌前倾功能减退,双侧腹直肌后伸功能减退[51],延长的和异相的肌肉运动提示运动控制障碍。

对于脑卒中患者来说,良好的躯干控制是不可或缺的。没有一个稳固的运动轴心,在日常生活活动中只能是异常运动模式的强化及健侧代偿运动的加强。疏经通督推拿法通过对躯干和四肢经络(经脉和经筋)和关节周围穴位(三阴三阳经穴位)的手法刺激,加强了感觉信息传入,经过CPG反馈调节,运动单元功能被激活,同时利用躯干在以脊柱为轴心的左右旋转和控制能力训练,强化CPG对周围肌肉的随意支配和躯干肌肉运动的稳定性和控制能力,从而使躯干的主动肌与拮抗肌可以根据动作的完成取得动态平衡,既配合肢体动作,又维持了稳定的姿势。疏经通督推拿法强调躯干和四肢整个动力链上多肌群、多关节的协同运动,通过静态下的

疏经导络、通督调脉和动态下的重复性训练，最大限度地激活肌肉的运动控制能力，重建正常的肌肉的运动控制模式，纠正异常运动模式，促进建立脑卒中患者的正常运动模式。

**5.5** 协调与整合

疏经通督推拿法面对运动功能障碍时，不能单纯地看作是肢体局部的问题，而应该建立起整体观念，从脊髓反射、大脑活动和认知程序三个不同运动控制水平来认识。临床应用时采用手法和各种运动模式相结合以降低肌张力和阻断异常运动模式的抑制治疗技术与运用各种手法或通过运动帮助患者诱发出正常或接近正常的肌张力、姿势反应及运动模式的易化治疗技术的选择性应用，强调躯干两侧的对称性及运动的稳定性，运动中对患侧有较多的感觉输入，诱发患者躯干及肢体动作，促使主动肌与拮抗肌的相互收缩运动中达到平衡，避免健侧代偿性运动出现，从而重建神经肌肉控制能力，提高患肢的运动控制能力和协调性。临床研究证明，无论是单独采用推拿，还是推拿与康复训练相结合，都可以改善卒中偏瘫的运动功能。国外也有研究提到传统的康复手法与促通技术一起使用于脑卒中偏瘫下肢，比单独用传统的康复手法得到了更大的运动功能改善[52]。

## 6 存在的问题与研究方向

近几十年，推拿在临床治疗脑卒中实践中取得了长足发展，相对于现代康复治疗技术，推拿具有种类繁多，动力形式各不相同的特点。对机体的刺激形式较为复杂，可以按照一定的次序组合成一定的推拿处方，患者接受治疗时不易产生厌倦感，能够广泛地运用于各种类型和时期的脑卒中患者，尤其是恢复期和后遗症期。同时也应该看到推拿治疗脑卒中虽然显示出有独特的优势，但目前还存在诸多问题：①中医提倡个体化治疗，目前临床实践中存在着重手法、轻辨证的情况，忽视对脑卒中患者个体本身病理变化特点及运动障碍恢复规律的认识，对推拿技术的研究和挖掘浅尝辄止，忽视推拿手法产生作用的机制，在临床中缺乏个性化诊疗方案，没有体现出中医辨证论治的精髓。②针对脑卒中发病机制与运动功能重建机制研究目前较少，缺乏现代康复理论和技术的对照研究，运动功能障碍的判断也缺乏科学、客观的评定指标，出现了“同病异治”和“异病同治”的治法，导致干预措施变异性大，疗效标准不统一。③对推拿临床疗效量化评估认识停留在模糊阶段，缺乏相应的客观评价方法与量化指标，用的只是模糊的评定，如治愈、显效、无效等，疗效重复性差，缺少多中心、大样本随机对照临床研究。④目前临床研究多套用现代医学相应疾病的评价方法，过于注重实验室微观评价指标，或者对已有通用的评估方法应用不准确，从而使推拿治疗的疗效评价标准可信度差，许多有效的治疗方法不能推广，导致推拿的进一步应用与发展受到限制。

因此，应积极地把推拿融入到现代康复医学体系当中，主动借鉴现代康复医学中理论与研究方法，逐步揭示推拿治疗脑卒中运动功能障碍作用机制，从而进一步完善推拿理论体系，促进推拿学这一古老的传统医学得到进一步发展，为人类健康事业做出更大的贡献。

## 参考文献


[1] 陈竺主编. 全国第三次死因回顾抽样调查报告[M]. 中华人民共和国卫生部. 北京：中国协和医科大学出版社，2008.14—17.

[2] 姚滔涛，王宁华，陈卓铭.脑卒中运动功能训练的循证医学研究[J].中国康复医学杂志，2010,25(5)：565—570.

[3] Dickstein R, Sheffi S, Markovici E, et al.Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in poststroke hemiparetic patients[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation,2004,85:261—267.

[4] Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults[J]. Older People Nurs，2011，6(3)：244—246.

[5] Handley A, Medcalf P, Hellier K, et al.Movement disorders after stroke[J]. Age Ageing, 2009,38(4):260—266.

[6] Dickstein R,Sheffi S,Markovici E,et al. Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in post stroke hemiparetic patients[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation,2004,85: 261—267.

[7] Leroux A.Exercise training to improve motor performance in chronic stroke: effects of a community-based exercise programme[J].International Journal of Rehabilitation Research,2005, 28: 17—23.

[8] Spencer JD, Hayes KC, Alexander IJ. Knee joint effusion and quadriceps inhibition in man[J].Archive of physical medicine and rehabilitation, 1984,65(4):171—177.

[9] Wildr DG, Aleksiev AR, Magnusson ML, et al. Muscular response to sudden load. A tool to evaluate fatigue and rehabilitation[J]. Spine, 1996,21(22):2628—2639.

[10] Arashanapalli M, Wilson SE. Paraspinal muscle vibration alters dynamic motion of the trunk[J]. J Biomech Eng, 2008, 130(2):1—7.

[11] Brown SH, Haumann ML, Potvin JR. The responses of leg and trunk muscles to sudden unloading of the hands: implications for balance and spine stability[J]. Clin Biomech (Bristol,Avon), 2003, 18(9):812—820.

[12] Brown SH, McGill SM. The intrinsic stiffness of the in vivo lumbar spine in response to quick releases: implications for reflexive requirements[J]. JElectromyogr Kinesiol, 2009, 19(5): 727—736.

[13] Andersen TB, Essendrop M, Schibye B. Movement of the upper body and muscle activity patterns following a rapidly applied load: the influence of pre-load alterations[J]. Eur J Appl Physiol, 2004,91(4):488—492.

[14] Delahunt E. Neuromuscular contributions to functional instability of the ankle joint[J]. Journal of Bodywork and Movement Therapies,2007,11(3):203—213.

[15] Lephart SM, Henry TJ. Functional rehabilitation for the upper and lower extremity[J]. Orthop clin North Am, 1995,26(3):

579—592.
[16] Nudo RJ. Postinfarct cortical plasticity and behavioral recovery[J]. Stroke,2007,38(part2):840—845.
[17] Dillman CJ, Murray TA, Hintermeister RA.Biomechanical differences of open and closed chain exercise with respect to the shoulder[J]. J Sport Rehabil, 1994, 3: 228— 238.
[18] Forestier N, Teasdale N, Nougier V. Alteration of the position sense at the ankle induced by muscular fatigue in humans[J]. Med Sci Sports Exerc, 2002,34(1):117—122.
[19] Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part Ⅱ: The role of proprioception in motor control and functional joint stability[J]. J Athl Train, 2002,37(1):80—84.
[20] Kiehn O, Tresch MC. Gap junctions and motor behavior[J] . Trends Neurosci, 2002, 25(2): 108—115.
[21] Harris-Warrick RM. Voltage-sensitiveion channels in rhythmic motor systems[J]. Curr Opin Neurobiol, 2002, 12(6): 646—651.
[22] Margareta Nordin,Victor H. Frankel. 肌肉骨骼系统基础生物力学[M]. 第2版.北京:人民卫生出版社,2008.111.
[23] Kiehn O, Tresch MC. Gap junctions and motor behavior[J]. Trends Neurosci, 2002, 25(2):108—115.
[24] Harris-Warrick RM. Voltage-sensitiveion channels in rhythmic motor systems[J]. Curr Opin Neu robiol, 2002, 12(6): 646—651.
[25] 费伦,承焕生,蔡德亨.经络物质基础及其功能性特征的实验探索和研究展望[J].科学通报,1998,43(6):658—672.
[26] 郭明霞. 经络的物质基础、循经感传及其作用机制研究与进展[J].中国临床康复,2004,8(25):5353—5355.
[27] 张保真.经脉线的构造和机能[M].西安:陕西科学技术出版社,1991.85.
[28] 谢益宽,李惠清,肖文华.经络和循经感传的神经生物学性质研究[J].中国科学B辑,1995,25(7):721—731.
[29] Utter AC, Robertson RJ, Green JM, et al. Validation of the Adult OMNI Scale of perceived exertion for walking/running exercise[J].Med SCI Sports Exerc,2004,36(10):1776—1780.
[30] Dobkin BH, Harkema S, Requejo P, et al. Modulation of locomotor-like EMG activity in subjects with complete and incomplete spinal cord injury[J]. J Neuro Rehab, 1995, 9: 183—190.
[31] Fox EL,Hatthews DK.The physiological basis of physical education and athletics philadelphia[J].Sau Nders College Publishers,1981,49:123—128.
[32] Colloca CJ,Keller TS,Harrison DE,et al. Spinal manipulation force and duration affect vertebral movement and neuromuscular responses[J].Clinical Biomeehanie,2006,21(3):254—262.
[33] Svendsen B. Treatment of the hemiplegic patient: new strategies for gait training[J]. Physical Therapy Products, 1996, March: 32—34.
[34] Bellew JW. The effect of strength training on control of force in older men and women[J]. Aging Clin Exp Res, 2002, 14: 35—41.
[35] Tracy BL,Kern DS,Mehoudar PD,et al. Strength training does not improve the steadiness of muscles contractions in the knee extensors of older adults[J].Med Sci Sports Exerc, 2001, 33: S254.
[36] Christou EA,Yang Y, Rosengren KS.Taiji training improves knee extensor strength and force control in older adults[J]. J Gerontol: Medical Science, 2003, 58(8):763—766.
[37] 马超,郑政,谢益宽.背最长肌反射性肌电活动的循经感传特性[J].科学通报,2000,45(18):1982—1988.
[38] Emken JL,Reinkensmeyer DJ.Robot-enhanced motor learning: accelerating internal model formation during locomotion by transient dynamic amplification[J].IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering,2005,13(1):33—39.
[39] Yun SJ,Park HJ,Yeom MJ,et al.Effect of electroacupuncture on the stress induced changes in brain-derived neurotrophic factor expression in rat hippocampus[J].Neuroscience Letters, 2002,318:85—88.
[40] Wu MT,Sheen JM,Chuang KH,et al.Neuronal specificity of acupuncture response:a fMRI study with electroacupuncture[J]. NeuroImage,2002,16:1028—1037.
[41] 张建华 编著.推拿手法用力技巧[M]. 第1版.合肥:安徽科学技术出版社,2005.12—81.
[42] 陈景藻.次声的存在及其基本生物效应和研究意义[J].中华物理医学与康复杂志,1999,21(3) :131—133.
[43] Okada A, Nari M, Ariizumi M,et al. Experimental studies on the effects of vibration and noise sympathetic nerve activity in skin[J]. Europe Journal of Applied Physiology, 1991,(62): 324—331.
[44] Nakamura H, Moroji T, Nagase H,et al. Changes of cerebral vasoactive intestinal polypeptide and somatostatin-like immunoreactivity induced by noise and whole-body vibration in the rat[J]. Europe Journal of Applied physiology, 1994,68(1): 62—67.
[45] Fox EL, Hatthews DK. The physiological basis of physical education and athletics Philadelphia[J]. Sau Nders College Publishers,1981,(49):123—128.
[46] Mealing D,Long G,McCarthy PW. Vibromyographic recording from human muscles with known fiber composition differences [J]. British Journal Sports, 1996, 30(1):27—31.
[47] Dobkin BH, Harkema S, Requejo P, et al. Modulation of locomotor-like EMG activity in subjects with complete and incomplete spinal cord injury[J]. J Neuro Rehab, 1995, 9: 183—190.
[48] Colloca CJ,Keller TS,Harrison DE,et al. Spinal manipulation force and duration affect vertebral movement and neuromuscular responses[J].Clinical Biomeehanie,2006,21(3):254—262.
[49] Footnote: What's new in the literature[M]. Physical Therapists, 2005, 1: 63.
[50] Turbanski S,Haas CT,Schmidbleicher D,et al. Effects of random whole-body vibration on postural control in Parkinson's disease[J]. Research in Sports Medicine, 2005, 3:243—256.
[51] Hsu AL,Tang PF,Jan MH.Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil,2003,84(8): 1185—1193.
[52] Kawahira K, Shimodozono M, Ogata A, et al. Addition of intensive repetition of facilitation exercise to multidisciplinary rehabilitation promotes motor functional recovery of the hemiplegic lower limb[J]. RehabilMed, 2004, 36(4):159—164.