

·临床研究·

不同下肢体位振动对脑卒中患者下肢肌力及运动功能的影响*

涂 美¹ 王剑雄^{2,3} 张 驰^{2,3} 汪 丽^{2,3} 陈汝艳^{2,3} 梁 斌^{2,3} 王彬川^{2,3} 虞记华^{2,3} 万腾刚^{2,3} 谢羽婕^{2,3,4}

摘要

目的:探讨不同下肢体位振动治疗对脑卒中患者下肢功能和肌力的影响。

方法:选择2018年7月至2019年8月于西南医科大学附属医院康复科收治的72例脑卒中患者,随机分为对照组、迈步行振动组、后伸振动组、屈膝运动振动组,每组18例。三种振动治疗组在对照组基础上增加不同体位下的振动治疗,20min/次,1次/天,5天/周,持续6周。在基线、振动训练6周、随访12周时评估Fugl-Meyer量表下肢部分、起立-行走计时试验(TUG)、膝屈伸肌等速肌力峰值。

结果:共66例患者完成该研究。各组6周及12周时Fugl-Meyer、TUG、双侧伸膝及屈膝肌峰力矩均较治疗前有显著性差异($P < 0.05$)。三种振动治疗组6周及12周时Fugl-Meyer、TUG、患侧伸膝肌峰力矩较对照组有显著性差异($P < 0.05$)。屈膝运动振动组6周时患侧伸膝肌峰力矩显著高于迈步行组及后伸组($P < 0.05$)。四组健侧伸膝肌、双侧屈膝肌峰力矩在6周与12周差异不具备显著性意义($P > 0.05$)。

结论:全身振动疗法能提高脑卒中患者患侧膝关节伸肌肌力与下肢整体运动功能,且屈膝运动振动治疗在提高患侧伸肌力量方面更具优势。

关键词 脑卒中;全身振动疗法;体位;Fugl-Meyer量表

中图分类号:R743.3,R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2021)-02-0166-06

A study on different lower limb position vibrations on lower limb muscle strength and motor function in patients with stroke/TU Mei, WANG Jianxiong, ZHANG Chi, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2021, 36(2): 166—171

Abstract

Objective: To investigate the effect of different vibration therapy on lower limb function and muscle strength in stroke patients.

Method: A total of 72 stroke patients were randomly divided into four groups(18 in each): control group, upright vibration group, knee stretch motion and vibration group, and knee flexion motion and vibration group. Except the control group, the three vibration treatment groups took the vibration treatment under different body positions. The vibration stimulation program was 20 minutes/time, one time/day, five days/week, six weeks in total. At baseline, the end of six weeks vibration training, and 12 weeks follow-up, the Fugl-Meyer scale of the lower extremity, Time up and go (TUG), peak torque of isokinetic force of the flexor and extensor muscles of the knee were evaluated.

Result: A total of 66 patients completed the study. The Fugl-Meyer, TUG, peak torque of knee extensor and flexor at six and 12 weeks were significantly improved in four groups ($P < 0.05$), but the improvements were significant more in vibration groups than control group ($P < 0.05$). The peak torque of the knee extensor and

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2021.02.007

*基金项目:西南医科大学2017年科研项目(2017-ZRQN-135);四川省基层卫生事业发展研究中心项目(SWFZ15-Y-31)

1 四川省绵阳市中心医院康复医学科,四川绵阳,621000; 2 西南医科大学附属医院康复医学科; 3 西南医科大学康复医学系; 4 通讯作者
第一作者简介:涂美,女,主管技师; 收稿日期:2019-12-19

flexor on the affected side of the knee flexion vibration group was significantly higher than that of the upright vibration group and the extensor vibration group ($P < 0.05$). The four parameters of four groups in week 6 had no statistically significant difference with those in week 12 ($P > 0.05$).

Conclusion: Whole-body vibration therapy can improve the extension muscle strength of the hemiplegia side knee and the overall motor function of lower limbs in stroke patients. The knee flexion vibration therapy is more advantageous in improving the extension and flexion muscle strength of the affected side.

Author's address The Rehabilitation Department of the Mianyang Central Hospital, 621000

Key word stroke; whole body vibration therapy; position; Fugl-Meyer scale

脑卒中是最常见的致残原因,在世界范围内造成重大公共卫生问题。脑卒中后神经元死亡会导致患者本体感觉与肌力下降^[1]。本体感觉重建与肌力对脑卒中患者平衡、步行和日常生活活动都极其重要^[2]。全身振动疗法(whole body vibration, WBV)是一种近年来备受关注的用于直接提高本体感觉与肌力的运动治疗方式^[3-5]。随着对WBV作用的认识深入,国内外的研究者观察到WBV对脑卒中患者肢体运动功能的积极影响^[6-7],发现其能提高患者患侧与健侧的股四头肌及腓绳肌肌力与下肢运动控制能力^[8-9],尤其是改善膝过伸^[10]与踝关节的控制能力^[11]。研究者发现深蹲与浅蹲对WBV的影响差别较大^[12],其主要原因是由于振动信号在不同体位下的传导率和信号纯度不同。从步态的角度分析,人体步行中有接近40%的时间是单脚支撑期,下肢的关节位置从屈髋屈膝支撑期到髋关节与膝关节0°位支撑期,最后到伸髋伸膝位支撑期。三种支撑状态时,下肢处于在不同体位,而振动信号的传导也不同,对患者功能改善也可能不同。因此,我们希望观察振动训练在步行周期的这三个重要时间点的影响。课题组假设不同体位下振动治疗产生的运动学变化不同,那么对于WBV提高患者运动功能的具体振动方法则不同。基于上述假设,本研究采用临床随机对照试验观察脑卒中患者不同下肢体位下进行全身振动后肌力与运动功能的变化。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选择2018年7月至2019年8月于西南医科大学附属医院康复医学门诊与住院治疗的脑卒中患者。根据前期临床研究Fugl-Meyer评分最小差异

为6分,方差为5分^[12],采用PASS软件根据重复测量方差分析,计算出每组样本量为15例,按照20%的脱落率,计算出每组18例,总人数72例。本研究旨在观察不同下肢体位振动对脑卒中患者下肢肌力及运动功能的影响,患者需要具备一定的运动控制能力,再参考前期类似已有研究后设置以下入组标准^[13-15]:

纳入标准:①脑卒中单侧偏瘫病史至少6个月;②可不使用辅助设备独立行走10m;③简易精神状态评估量表(mini-mental state examination, MMSE)得分 ≥ 24 分;④能够独立站立至少1min;⑤生命体征平稳。

排除标准:①重度痴呆或失语症;②患者无法配合完成WBV训练;③共济失调或任何其他小脑卒中症状;④参加其他研究项目;⑤严重的肌肉骨骼、心血管疾病。

脱落标准:①干预过程中再次卒中等无法进行研究的因素;②患者拒绝继续临床试验。

本研究通过了西南医科大学附属医院伦理委员会审批,所有参与者签署书面知情同意后纳入正式研究。

1.2 方法

1.2.1 试验设计:本研究为评估者盲的单中心临床随机对照试验。采用方便抽样,用SPSS 21.0生成随机数字表。第三方专人控制分配方案,按随机数字表将对应的分组代码装入不透明信封,临床医生按顺序号依次纳入受试者时拆开信封,受试者按分组代码进入相应的组,评估由两名未参与干预的治疗师完成,受试者在最后一次评估后6周揭盲,所有研究人员在试验开始前进行统一培训。

1.2.2 干预方案:3种振动治疗组进行不同体位下全身振动训练。采用Newbody振动系统(LD802,中

国尚体健康科技)干预6周。该装置产生垂直振动, WBV的强度用峰值加速度表示 $a=(2\pi f)^2A$,其中 A 为振幅, f 为频率。基于前人的研究,振动方案为振幅2mm,频率5Hz^[16-18]。屈膝运动振动组:双脚分开,与肩同宽,躯干直立,双膝屈曲范围从0°—30°,防止膝关节过伸。迈步位振动组:患腿在前,躯干直立,患者做重心前后相运动,向前时健侧足跟抬离地面,向后时患侧足尖抬离地面,允许患者屈膝5°—10°。后伸运动振动组:患腿在后,躯干直立,患者做重心前后相运动,向前时患侧足跟抬离地面,向后时健侧足尖抬离地面,允许患者屈膝5°—10°。两名治疗师站于患者身旁密切监视受试者以确保训练质量及充分保护,训练中鼓励患者主动抓握扶手以促进其调整平衡的能力。患者不能完成动作时由治疗师辅助完成。

4组均同时进行常规的运动治疗、作业治疗及电刺激疗法。运动治疗根据患者肌张力、肌力、运动功能选用相应的运动治疗方案,包括运动再学习、PNF、神经发育疗法等,40min/次,1次/d,5次/周,为期6周。作业治疗为日常生活活动训练,40min/次,1次/d,5次/周,为期6周。电刺激采用上下肢低频电刺激,20min/次,1次/d,5次/周,为期6周。

1.2.3 结局评估:在治疗前,干预6周后,随访12周

时采用Fugl-Meyer量表下肢部分评估患者下肢整体运动功能^[19]、起立-行走计时试验(time up and go, TUG)评估患者平衡情况^[20]、等速肌力评估患者膝关节屈伸肌峰力矩。

1.3 统计学分析

统计分析均采用SPSS 21.0统计软件进行。计量资料以均数±标准差表示,计数资料用构成比表示。四组间年龄、身高、体重、BMI、病程采用单因素方差分析;性别、脑卒中类型及部位采用非参数检验比较四组间分布是否存在组间差异。四组3个时间点Fugl-Meyer下肢评分、TUG及等速肌力峰力矩采用重复测量方差分析。重复测量有显著差异时,再进行秩后检验,进行组内及组间两两比较。统计显著性水平(α)设为 $P<0.05$ 。

2 结果

一共纳入72例脑卒中患者,入组后有6例患者脱落,对照组与后伸运动组分别有1例和2例患者要求回下级医院治疗,屈膝运动组和迈步组分别有1例和2例患者再次卒中后发生脱落。共66例Brunnstrom分期为IV期与V期的患者完成本研究,四组患者的年龄、性别、BMI、病程、脑卒中类型及部位均无显著性差异(表1)。

表1 四组患者一般资料

组别	例数	年龄(岁)	性别(例,%)		身高(cm)	体重(kg)	BMI	病程(月)	脑卒中类型(例,%)		脑卒中部位(例,%)	
			女	男					脑梗死	脑出血	左侧大脑	右侧大脑
对照组	17	55.4±4.5	7,41.2	10,58.8	163.5±5.3	62.41±6.41	23.34±1.93	10.0±2.3	12(70.6)	5(29.4)	7(41.2)	10(58.8)
屈膝运动组	16	53.9±3.8	4,25.0	12,75.0	166.8±5.9	63.28±5.32	22.73±1.08	11.4±4.4	7(43.8)	9(56.3)	11(68.8)	5(31.3)
迈步组	17	55.6±4.3	7,41.2	10,58.8	165.8±4.2	65.11±5.41	23.68±1.83	11.7±3.1	13(76.5)	4(23.5)	6(35.3)	11(64.7)
后伸运动组	16	57.2±4.0	6,37.5	10,62.5	166.1±8.1	61.24±5.54	22.22±1.74	11.1±2.1	10(62.5)	6(37.5)	5(31.3)	11(68.8)
F		1.72	-		0.952	1.358	2.438	0.917	-		-	
P		0.172	0.743		0.421	0.264	0.073	0.438	0.230		0.132	

对照组、迈步振动组、后伸振动组、屈膝运动振动组中只有后伸振动组有2例患者需要协助控制踝关节,将其纳入和排除后进行分析并不影响最终的结果。重复测量方差分析发现,各结局指标时间效应均有显著性意义。各组6周及12周时Fugl-Meyer下肢评分、TUG、双侧伸膝及屈膝肌峰力矩均较治疗前有显著性差异($P<0.05$)。前期研究发现Fugl-Meyer与TUG的最小临床重要差异(minimum clinically important difference, MCID)分别为6分^[19]与

3.4s^[20]。各组治疗后Fugl-Meyer差异均未达到MCID值;3种振动治疗组治疗后TUG得分差异均达到MCID,而对照组未达到。

组间比较,3种振动治疗组治疗后6周与12周Fugl-Meyer下肢评分均高于对照组,差异具有显著性意义($P<0.05$),但不具备临床意义;其中,迈步组最高,后伸组次之,屈膝运动组最低,但3种振动治疗组之间差异未达到显著性差异。6周与12周TUG得分3种振动治疗组均低于对照组,差异具有

显著性意义($P < 0.05$);振动治疗组之间无显著性差异。6周与12周患侧伸膝肌峰力矩3种振动治疗组均高于对照组,差异具有显著性意义($P < 0.05$);且6周时患侧伸膝肌峰力矩屈膝运动振动组显著高于迈

步组及后伸组。四组患者健侧伸膝肌、双侧屈膝肌峰力矩在6周与12周差异均不具备显著性意义($P < 0.05$)。见表2。

表2 重复测量方差分析

($\bar{x} \pm s$)

Fugl-Meyer 下肢评分		TUG	伸膝肌峰力矩(N·m/kg)		屈膝肌峰力矩(N·m/kg)		
			患侧	健侧	患侧	健侧	
对照组(n=17)							
基线	22.0±1.8	21.08±2.64	0.82±0.11	1.37±0.22	0.55±0.13	0.91±0.14	
6周	24.9±1.4	19.35±2.63	0.85±0.11	1.41±0.22	0.58±0.13	0.94±0.15	
12周	24.9±1.2	18.96±2.43	0.86±0.12	1.39±0.21	0.57±0.14	0.94±0.14	
屈膝运动组(n=16)							
基线	22.0±1.4	20.37±2.37	0.86±0.10	1.43±0.21	0.56±0.10	0.95±0.18	
6周	26.3±1.3 ^①	16.16±2.40 ^①	1.01±0.11 ^①	1.56±0.26	0.63±0.11	0.99±0.18	
12周	26.4±1.5 ^②	15.80±2.51 ^②	0.97±0.12 ^②	1.53±0.24	0.62±0.11	0.98±0.19	
迈步运动组(n=17)							
基线	21.5±1.7	20.82±3.07	0.82±0.09	1.42±0.25	0.52±0.09	0.90±0.18	
6周	27.1±1.1 ^①	17.40±3.10 ^①	0.93±0.10 ^{①③}	1.51±0.29	0.57±0.09	0.94±0.18	
12周	27.1±1.0 ^②	17.06±2.72 ^②	0.92±0.10	1.49±0.27	0.58±0.10	0.94±0.17	
后伸运动组(n=16)							
基线	21.9±1.3	21.12±2.71	0.84±0.11	1.37±0.23	0.54±0.09	0.92±0.17	
6周	26.8±1.1 ^①	17.44±2.35 ^①	0.93±0.12 ^{①③}	1.46±0.25	0.58±0.10	0.96±0.16	
12周	26.9±1.1 ^②	17.21±2.08 ^②	0.94±0.12	1.43±0.25	0.57±0.10	0.95±0.16	
时间效应(P)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
时间*组别交互效应	<0.001	<0.001	<0.001	0.024	<0.001	0.769	
组别效应	<0.001	0.077	0.057	0.543	0.672	0.834	

注:①6周时各组与对照组比较, $P < 0.05$;②12周时各组与对照组比较, $P < 0.05$;③6周时与屈膝屈膝组比较, $P < 0.05$ 。TUG:起立-行走计时试验

3 讨论

WBV是一种针对(大)肌肉群的Ⅰa和Ⅱ型感觉传入纤维的刺激方式,同时提供双侧肢体刺激引起脑卒中后左右脑的可塑性改变,进而引起患者肢体功能的改善^[21-22]。2014年以前有3项高质量随机对照试验均认为WBV对慢性脑卒中患者神经肌肉控制能力无明显影响^[23-25],但Huang M^[26]发现当患者获得站立位平衡后,振动疗法的作用更为明确,并且还提出了不同的振动体位与下肢肌电信号的改变存在相关性。但是,该项研究并没有进一步探讨不同振动体位下究竟会产生什么不同的下肢肌力变化,是否会引起下肢相应的运动功能变化。从步态的角度分析,人体步行中有接近40%的时间是单脚支撑期,下肢的关节位置从屈髋屈膝支撑期到髋关节与膝关节0°位支撑期,最后到伸髋伸膝位支撑期。三种支撑状态的变化对患者在各个关节角度上的运动控制要求不同。

本研究在国内首次观察不同下肢体位状态下全身振动治疗对脑卒中患者运动功能的影响。研究结

果提示屈膝运动振动组患侧伸膝肌力较其他组提高最明显,但患侧屈肌肌力并未呈现类似的变化,这说明振动时的下肢运动模式与肌力的改变呈现相关性。尽管Fugl-Meyer评估并未达到MCID,但其显著性差异也体现了振动组较对照组可能存在优势。导致上述结果的原因可能与以下因素有关:比如Costantino C^[27]对前交叉韧带断裂的运动员进行振动训练后发现对膝关节屈伸肌群的峰力矩均有提升作用;Yoon J^[28]发现全身振动训练能改善老年膝关节骨性关节炎患者膝关节临床症状以及提高肌力;日本研究者发现振动疗法能提高棒球投手的膝关节周围肌肉肌力以及垂直起跳能力^[29]。然而,有研究者纳入6周以内且Berg评分小于40分的卒中患者,对其进行振动干预,发现其远期运动功能改善与常规组并无明显差异^[22]。对比上述研究结果的不同之处后发现,前三个研究纳入的患者均具备较好的半蹲功能及平衡功能,能够独立站立至少1min,并且可不使用辅助设备独立行走10m。我们在预实验中也发现如果患者无法完成单独站立1min时,治

疗时对其振动状态下的辅助会增加,这可能会影响患者的自主控制体位的能力,进而影响疗效。因此,当纳入的患者在本身获得一定运动功能的情况下再进行全身振动疗法,其疗效可能将优于单纯运动疗法。

我们对三组不同体位的振动疗法结果进行分析,患侧伸膝峰力矩变化最大的是屈膝运动振动组,而屈肌峰力矩组间无显著性差异。我们让屈膝运动振动组患者在振动过程中完成站立位 0° — 30° 屈膝,这一过程要求股四头肌反复做离心运动与向心运动,对股四头肌的激活作用最强。因此,从峰力矩的角度分析,主动肌在做功增加时采用振动疗法可能更容易提高其肌力。如果伸膝峰力矩增加,提示患者下肢肌力应该更大,下肢的运动功能评分可能更高。然而,我们并没有发现下肢Fugl-Meyer评分的临床最小差异,这提示肌力的提高并不一定能提高脑卒中患者后期下肢功能,这可能是因为除了肌力以外,平衡、协调、肌张力、本体感觉等诸多因素均会影响脑卒中患者运动功能。因此,尽管三个振动训练组Fugl-Meyer评分结果并无组间差异,但提示了一些重要信息。我们发现并不是屈膝运动振动组的评分提高最多,而是迈步行位振动组评分增加最多。Fugl-Meyer是目前脑卒中后下肢功能变化评估的金标准,具有较高的信度与效度,21分以上就提示慢性脑卒中患者的运动功能水平较高^[30]。迈步行位振动组的动作是模拟步态周期中足跟着地到全足底着地的过程。在这一过程中,患者下肢从屈髋屈膝位变化为伸髋伸膝位,臀大肌、股四头肌分别是伸髋与伸膝的主动肌。脑卒中患者常见的下肢步态功能障碍是患肢负重能力差,患侧支撑相时间短,重心转移能力差。迈步行位振动组的训练动作正好能针对上述常见步态问题着重训练。后伸运动振动组是患侧伸髋伸膝向屈髋屈膝在髋伸展位的往返过渡,伴随着重要的足廓清训练。三组振动训练中屈膝运动振动组Fugl-Meyer评分最低,可能是由于迈步行位和后伸位的振动治疗能在水平和垂直两个方向对患者本体感觉和运动控制均有影响,而屈膝运动振动组并未涉及水平方向的训练作用。

中国香港的研究者充分从体位变化的角度考量

了不同振动强度对脑卒中6个月以后患者的功能变化,发现振动疗法对下肢肌力提高的重要作用,这与我们的主要研究结果相同^[9]。更重要的是,该研究观察了在振动条件下进行站立、半蹲、深蹲、前后侧方的重心转移、弓箭步、单脚站立的作用,发现振动强度越大,振动疗效越好。但该研究的分组是3组不同强度加上非振动治疗组,其并未探讨下肢不同动作状态振动治疗是否会产生不同影响。所以,本研究的试验设计正是基于此对其进行的一个补充。此外,关于平衡功能TUG评估,此前韩国有研究者发现研究振动干预后盆底肌肉的肌电值增高^[31],这说明振动对激活盆底肌肉的存在积极作用。由于盆底肌肉是重要的核心稳定肌群,因此对平衡功能存在影响。我们研究发现三种振动治疗组6周及12周时TUG评分较对照组有显著性差异($P < 0.05$),这与韩国学者研究结果一致。同时,结果并未显示三种振动治疗组之间对提高TUG存在明显差异,其原因可能为:①三种振动治疗之间确实无差异;②三者间存在差异,但还不足以引起TUG评分的改变,可以进一步设计肌电评估实验进行验证。另外,从结局评估角度分析,多数研究都是采用表面肌电评估患者的肌力,但是表面肌电的测量本身也具有异质性,比如测量者经验、电极的贴放部位、仪器检测的精准度都会影响测量结果。我们直接采用等速肌力评估膝关节屈肌与伸肌肌力,发现各个体位与峰力矩的相关性。此外,可能由于我们纳入的患者运动控制能力相对较强,患者的肌张力变化并没有影响训练。尽管如此,振动仍有可能对肌张力存在影响,但并没有明显功能评分上的差异,下一步可通过肌电检测观察张力变化。

本研究仍然有不足之处:①我们对患者的观察只持续了3个月,患者功能恢复可能会在此时间后进一步提升或者降低。我们没有观察到振动治疗对患者长期的影响,尤其是不同运动方式是否会继续呈现出下肢功能变化的不一致;②本研究采用符合研究方案的统计学方法,而不是意向性分析,统计分析结果可能与真实结果存在一定的差异;③我们纳入的患者没有按照性别与年龄进行随机分组,可能作为混杂因素对结局产生影响;④预实验中患者与治疗师盲法暴露的问题很难解决,因此本研究只能

采用评估者盲。

综上所述,全身振动疗法能提高脑卒中患者患侧膝关节伸肌肌力与下肢整体运动功能,且屈膝运动振动治疗在提高患侧伸肌力量方面更具优势。由于本研究的目的是观察不同体位振动治疗的影响,纳入的是具备一定运动控制能力的脑卒中患者,因此对于临床上康复到一定阶段、具备相应运动控制能力的脑卒中患者具有一定的临床指导及推广意义。由于早期康复的介入,这类患者会越来越多,而本研究结果可以让治疗师针对性的选择某些体位提高患者膝关节控制能力。而对于运动功能稍差的患者,以往研究已证实振动治疗对提高运动功能有益,但如何实现不同体位的振动治疗及其疗效如何,可能需要进一步探索及研究。

参考文献

- [1] Akazawa N, Harada K, Okawa N, et al. Muscle mass and intramuscular fat of the quadriceps are related to muscle strength in non-ambulatory chronic stroke survivors: A cross-sectional study[J]. PLoS One, 2018, 13(8): e0201789.
- [2] Kluding P, Gajewski B. Lower-extremity strength differences predict activity limitations in people with chronic stroke [J]. Phys Ther, 2009, 89(1): 73—81.
- [3] Verschueren SM, Bogaerts A, Delecluse C, et al. The effects of whole-body vibration training and vitamin D supplementation on muscle strength, muscle mass, and bone density in institutionalized elderly women: A 6-month randomized, controlled trial[J]. Journal of Bone & Mineral Research, 2011, 26(1): 42—49.
- [4] Pessoa MF, Brandao DC, Sa RB, et al. Vibrating platform training improves respiratory muscle strength, quality of life, and inspiratory capacity in the elderly adults: a randomized controlled trial[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2017, 72(5): 683—688.
- [5] Sitja-Rabert M, Martinez-Zapata MJ, Fort Vanmeerhaeghe A, et al. Effects of a whole body vibration (WBV) exercise intervention for institutionalized older people[J]. Journal of the American Medical Directors Association, 2015, 16(2): 125—131.
- [6] 王月丽, 曾明, 姚云海, 等. 振动结合上肢任务导向性训练对脑卒中后偏瘫患者上肢运动功能的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2018, 33(4): 447—450.
- [7] 袁小敏, 琚红艳. 重复局部肌肉振动疗法对脑卒中偏瘫早期患者上肢功能恢复的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2018, 24(08): 938—941.
- [8] 郭钢花, 梁英姿, 刘骞豪, 等. 坐姿抗痉挛体位下变频振动疗法对脑卒中患者上肢痉挛及运动功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2017, 39(11): 811—814.
- [9] Liao LR, Lam FM, Pang MY, et al. Leg muscle activity during whole-body vibration in individuals with chronic stroke[J]. Med Sci Sports Exerc, 2014, 46(3): 537—545.
- [10] 何雯雯, 傅建明, 李岩, 等. 全身振动训练对脑卒中患者膝过伸的疗效分析[J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34(2): 207—209.
- [11] 李哲, 王国胜, 郭钢花. 全身振动疗法治疗偏瘫患者踝关节跖屈痉挛的疗效观察[J]. 中国康复医学杂志, 2014, 29(5): 451—454.
- [12] Huang M, Tang CY, Pang MYC. Use of whole body vibration in individuals with chronic stroke: Transmissibility and signal purity[J]. J Biomech, 2018, 17(73): 80—91.
- [13] Pandian S, Arya K N, Kumar D. Minimal clinically important difference of the lower-extremity fugl-meyer assessment in chronic-stroke[J]. Topics in Stroke Rehabilitation, 2016, 23(4): 233—239.
- [14] Lee JH, Kim SB, Lee KW, et al. The effect of a whole-body vibration therapy on the sitting balance of subacute stroke patients: a randomized controlled trial[J]. Topics in Stroke Rehabilitation, 2017, 24(6): 457—462.
- [15] Choi W, Han D, Kim J, et al. Whole-body vibration combined with treadmill training improves walking performance in post-stroke patients: a randomized controlled trial [J]. Med Sci Monit, 2017, 14(23): 4918—4925.
- [16] Huang M, Liao LR, Pang MY. Effects of whole body vibration on muscle spasticity for people with central nervous system disorders: a systematic review[J]. Clin Rehabil, 2017, 31(1): 23—33.
- [17] Lu J, Xu G, Wang Y. Effects of whole body vibration training on people with chronic stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. Topics in Stroke Rehabilitation, 2015, 22(3): 161—168.
- [18] Yang X, Wang P, Liu C, et al. The effect of whole body vibration on balance, gait performance and mobility in people with stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Rehabil, 2015, 29(7): 627—638.
- [19] Sullivan KJ, Tilson JK, Cen SY, et al. Fugl-Meyer assessment of sensorimotor function after stroke: standardized training procedure for clinical practice and clinical trials[J]. Stroke, 2011, 42(2): 427—432.
- [20] Gautschi OP, Stienen MN, Corniola MV, et al. Assessment of the minimum clinically important difference in the timed up and go test after surgery for lumbar degenerative disc disease[J]. Neurosurgery, 2017, 80(3): 380—385.
- [21] Varogui D, Froger JM, Lagarde J, et al. Changes in preferred postural patterns following stroke during intentional ankle/hip coordination[J]. Gait & Posture, 2010, 32(1): 34—38.
- [22] Lin SI, HSU LJ, Wang HC. Effects of ankle proprioceptive interference on locomotion after stroke[J]. Archives of Physical Medicine & Rehabilitation, 2012, 93(6): 1027—1033.

(下转第192页)