

· 临床研究 ·

局部振动与体外冲击波治疗对脑卒中后偏瘫患者小腿三头肌痉挛和步行能力的影响

张伟¹ 李瑞青¹ 谷玉静¹ 郭银涛¹ 刘向哲²¹河南中医药大学第一附属医院康复中心, 郑州 450000; ²河南中医药大学第一附属医院脑病一区, 郑州 450000

通信作者: 刘向哲, Email: liuxiangzhe@163.com

【摘要】 目的 比较局部振动和体外冲击波治疗对脑卒中后偏瘫患者小腿三头肌痉挛和步行能力的影响。**方法** 将 69 例符合纳入标准的脑卒中偏瘫患者按随机数字表法分为对照组、振动组和 ESWT 组, 对照组每周一至周五周六进行 60 min 的常规康复治疗(主要以 Bobath 技术、运动再学习技术等为主), 每次治疗时间 60 min, 6 次/周, 共治疗 4 周; 振动组和 ESWT 组每周一、三、五按照对照组内容进行常规康复治疗, 每周二、四、六在常规康复治疗 50 min 的基础上, 振动组加入 10 min 局部振动治疗(每周 3 次, 共治疗 4 周), ESWT 组则加入 10 min 的 ESWT(每周 3 次, 共治疗 4 周)。分别于康复训练前(治疗前)和训练 4 周后(治疗后), 采用综合痉挛量表(CSS)、被动关节活动范围(PROM)、踝关节跖屈角度、10 m 最大步行速度(10 m MWS)、步频、步幅六种方法对 3 组患者的肌痉挛程度和步行能力进行评定。**结果** ①治疗后, 对照组、振动组和 ESWT 组患者的 CSS[(9.87±2.07)、(8.65±1.77)和(7.39±1.97)分]、PROM[(54.17±5.12)°、(57.57±5.79)°和(61.43±6.24)°]、踝跖屈角度[(35.70±5.73)°、(31.13±4.33)°和(27.52±4.15)°]明显优于组内治疗前[CSS(11.39±2.76)、(11.61±2.44)和(11.43±2.72)分; PROM(50.83±5.47)°、(51.04±6.28)°和(50.78±5.99)°; 踝跖屈角度(39.71±6.40)°、(38.30±6.72)°和(39.17±7.40)°], 且差异有统计学意义($P<0.05$); 对照组、振动组和 ESWT 组的 CSS、PROM、踝关节跖屈三个指标均逐级改善, 组间差异有统计学意义($P<0.05$)。②治疗后, 对照组、振动组和 ESWT 组患者的 10 m MWS[(22.13±6.03)、(27.22±7.70)和(29.09±7.33) m/min]、步频[(21.65±6.68)、(26.35±7.00)和(27.74±7.01)步/min]、步幅[(22.39±6.21)、(29.09±8.03)和(31.04±8.01) cm]均明显优于组内治疗前[10 m MWS(2.13±1.42)、(2.22±1.44)和(2.30±1.61) m/min; 步频(12.13±4.71)、(13.09±4.58)和(11.70±4.00)步/min; 步幅(9.57±3.94)、(10.26±4.08)和(10.61±3.56) cm], 且差异有统计学意义($P<0.05$); 治疗后, 振动组和 ESWT 组的 10 m MWS、步频、步幅均明显优于对照组($P<0.05$), 但振动组和 ESWT 组治疗后的各项指标组间比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 局部振动和体外冲击波治疗均可改善脑卒中后偏瘫患者小腿三头肌的痉挛和步行能力, 且体外冲击波在改善痉挛方面优于局部振动, 但二者在提高患者步行能力方面无明显差异。

【关键词】 局部振动; 体外冲击波; 脑卒中; 痉挛; 步行能力**基金项目:** 河南省重点研发与科技攻关推广专项(212102310360); 国家中医临床研究基地科研专项课题(2019JDZX2008); 河南省中医药学科领军人才项目(豫卫中医函 2021-8)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.04.006

Effects of local vibration and extracorporeal shock wave therapy on triceps spasticity and the walking ability of hemiplegic stroke survivorsZhang Wei¹, Li Reiqing¹, Gu Yujing¹, Guo Yintao¹, Liu Xiangzhe²¹Department of Rehabilitation Medicine, ²Neurology Division, The First Hospital of Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou 45000, China

Corresponding author: Liu Xiangzhe, Email: liuxiangzhe@163.com

【Abstract】 Objective To compare the effect of local vibration and extracorporeal shock wave therapy (ESWT) on triceps spasticity and the walking ability of hemiplegic stroke survivors. **Methods** Sixty-nine stroke survivors with hemiplegia were randomly divided into a control group, a vibration group and an ESWT group. The control group received 60 minutes of conventional Bobath rehabilitation treatment and motor relearning from Monday to Saturday for 4 weeks. For the vibration and ESWT groups, 10 minutes of that traditional therapy were replaced by either local vibration or extracorporeal shock wave treatment every Tuesday, Wednesday and Saturday. Before and after the treatment, the three groups were evaluated using the Comprehensive Spasticity Scale (CSS) and in terms of pas-

sive joint range of motion (PROM), ankle plantar flexion angle, 10m maximum walking speed, stride frequency, and stride length. **Results** After the intervention the average CSS, PROM, and ankle plantar flexion angle were significantly better for all three groups than before the treatment. At that point the ESWT group's averages were significantly better than those of the vibration group, and the vibration group's averages were significantly superior to those of the control group. Walking speed, stride frequency and stride length had also improved significantly in all three groups, with those in the vibration and ESWT groups significantly outperforming the control group. There was no significant difference between the vibration and ESWT groups in terms of walking ability. **Conclusions** Both local vibration and extracorporeal shock wave therapy improve triceps spasticity and the walking ability of hemiplegic stroke survivors. Shock waves are more effective for improving spasticity, but there is no significant difference between the therapies in terms of improving walking ability.

【Key words】 Local vibration therapy; Extracorporeal shock wave therapy; Stroke; spasticity; walking ability

Funding: A Special Science and Technology Research and Promotion project of Henan Province (212102310360); a Special Scientific Research Project of the Clinical Research Center of Traditional Chinese Medicine (2019JDZX2008); a Leading Talents project in Traditional Chinese Medicine of Henan Province (2021-8)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.04.006

痉挛是脑卒中后偏瘫患者常见的感觉运动功能障碍,以速度依赖性的牵张反射亢进为主要特点,常导致肢体的不随意运动和姿势异常,如不及时处理还会进一步发展关节挛缩和肢体疼痛,严重影响患者运动功能^[1]。研究表明,85%的脑卒中后偏瘫患者的首要康复目标是恢复步行能力^[2],而步行能力下降是此类患者常见的运动功能障碍^[3]。导致步行能力下降的因素有很多,小腿三头肌痉挛是其中常见和重要的原因,可直接导致患者足廓清不足,迈步困难,进而出现步行费力、缓慢、容易跌倒等问题^[4]。

除常规康复方法,目前缓解下肢痉挛的办法还有佩戴踝足矫形器、口服药物、注射肉毒素等^[5],但效果差强人意。陈钊德等^[6]研究发现,局部振动可以有效降低肢体痉挛程度;Park 等^[7]和 Lee 等^[8]研究发现,局部振动可以降低肢体肌张力并有效改善患者步行能力。鲍赛荣等^[9]研究发现,体外冲击波治疗(extracorporeal shock wave therapy, ESWT)可有效降低脑卒中后增高的肌张力并提高步行能力;段好阳等^[10]的实验表明,ESWT 可缓解脑卒中后偏瘫患者痉挛并提高运动功能。但关于局部振动和 ESWT 二种方法对改善痉挛和步行能力方面哪种更为有效,迄今还未见研究报道。因此,本研究旨在观察和比较局部振动与 ESWT 对脑卒中后偏瘫患者小腿三头肌痉挛和步行能力的影响。

资料与方法

一、临床资料及分组

纳入标准:①符合 1995 年第 4 次全国脑血管病学术会议制订的脑卒中诊断标准^[11];②经颅脑 CT 或 MRI 等影像学检查证实为脑梗死或脑出血;③存

在单侧肢体运动功能障碍;④发病在 3 个月以内;⑤Brunnstrom 偏瘫下肢功能评定Ⅱ~Ⅲ期;⑥下肢主要肌肉(髂腰肌、股四头肌、胫前肌、臀大肌、腓绳肌、小腿三头肌等)肌张力改良 Ashworth 分级法^[12]153-154 ≤ 2 级;⑦功能性步行分级^[13] ≥ 2 级;⑧患者认知和听理解功能正常,同意配合实验,签署知情同意书。

排除标准:①生命体征不稳定;②患侧下肢有动、静脉血栓;③本体感觉功能障碍;④偏瘫侧踝关节及小腿有皮肤、肌肉和关节损害,被动活动范围受限以及伤口未愈合;⑤严重的心、肺、肝、肾等脏器疾病,恶性进行性高血压,恶性肿瘤等无法进行运动功能训练的患者。

选取符合上述标准的脑卒中后偏瘫患者 69 例,根据治疗方法的不同,分为对照组(采用常规康复治疗)、振动组(采用常规康复治疗+局部振动治疗)和 ESWT 组(采用常规康复治疗+ESWT),每组患者 23 例,各组患者全部完成最终治疗,无一脱落。3 组患者的性别、平均年龄、平均病程、偏瘫侧别及脑卒中类型等一般临床资料经统计学分析比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),详见表 1。本研究获河南中医药大学第一附属医院伦理委员会伦理审核批准(批件号 2020HL-155)。

二、治疗方法

3 组患者均给予常规康复治疗,主要以 Bobath 技术、运动再学习技术等为主。对照组每周一至周五进行 60 min 的常规康复治疗;振动组和 ESWT 组每周一、三、五按照对照组内容进行常规康复治疗,每周二、四、六在常规康复治疗 50 min 的基础上,振动组加入 10 min 局部振动治疗,ESWT 组则加入 10 min 的 ESWT,具体治疗方法如下。

表 1 3 组患者的一般临床资料

组别	例数	性别(例)		平均病程 ($\bar{d}, \bar{x} \pm s$)	平均年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	偏瘫侧(例)		脑梗死 (例)	脑出血 (例)
		男	女			左	右		
对照组	23	13	10	60.5 $\pm$ 11.6	55.8 $\pm$ (13.4)	10	13	12	11
振动组	23	12	11	59.8 $\pm$ 12.2	59.2 $\pm$ (12.6)	11	12	12	11
ESWT 组	23	12	11	61.7 $\pm$ 12.2	57.2 $\pm$ (11.8)	11	12	11	12

1. 常规康复治疗:①良肢位摆放;②关节活动范围维持——对肩、肘、腕、手、髌、膝、踝等关节进行关节活动;③体位变换及重心转移训练——卧位翻身坐起训练,坐位身体前后左右倾斜并保持,坐站转换训练,站立位重心前后左右倾斜训练;④患腿负重训练——扶持患腿,健腿向前迈步或上台阶;⑤患腿迈步训练——取仰卧位,拍打刺激髂腰肌以诱发屈髋屈膝动作,取站立位,重心移至健腿,扶持患腿,帮助患腿屈曲向前迈步;⑥步行训练——扶持患者完成患腿迈步、支撑、重心转移,帮助实现完整的步态周期,并熟练和强化。每次治疗时间 60 min,6 次/周,共治疗 4 周。

2. 局部振动治疗:选用翔宇公司生产的局部振动治疗仪(产品型号 XY-102),重量为 2.5 kg,钛合金振动头,振动频率为 60 Hz。患者取俯卧位,患侧下肢皮肤裸露,在小腿前侧平整铺垫一块柔软毛巾。治疗人员手握振动仪手柄中部,利用振动仪自身重量将振动头压紧于操作部位,从小腿三头肌远端到近端,然后近端到远端的顺序缓慢交替移动。询问患者感觉,及时增加和减少施加的压力,注意治疗过程中要避开患者骨性突出部位。单次治疗时间 10 min,每周 3 次,共治疗 4 周。

3. ESWT 方法:选用英国 BTL 实业有限公司生产 BTL-5000 SWT 型发散式冲击波治疗仪。患者取俯卧位,裸露患侧下肢皮肤,小腿后侧皮肤上均匀涂抹耦合剂,选用直径 15 mm 冲击波发射器探头,以中等力量(皮肤凹陷 2 mm)按于小腿后侧,沿着小腿三头肌肌腹缓慢往复移动。ESWT 的治疗能量选取 0.02 mJ/mm²,压力 1.5 bar(1 bar = 100 kPa),频率 5.0 Hz,每次治疗的打击量为 3000 次。治疗过程中,根据患者反应及时调整打击强度和次数,密切注意观察治疗部位有无瘀斑出现,如果患者出现剧痛、麻木、头晕、恶心等不良反应,应及时终止治疗。该治疗应安排在每次康复训练后,ESWT 治疗后令患者卧床休息 30 min,当天不再进行其它康复训练。单次治疗时间 10 min,每周治疗 3 次,共治疗 4 周。

三、评定标准及观察指标

分别于康复训练前(治疗前)和训练 4 周后(治疗后),对 3 组患者的肌痉挛程度和步行能力进行评定。所有评定由同一位治疗师盲法完成,并如实记录所有

患者在治疗过程中的不良反应。

1. 综合痉挛量表(composite spasticity scale, CSS)评分^[12]¹⁵⁸⁻¹⁶⁰:包括跟腱反射、踝跖屈肌群肌张力、踝阵挛三部分内容。①跟腱反射——踝关节稍背伸,用叩诊锤叩击跟腱,无反射、反射减弱、反射正常、反射活跃、反射亢进分别对应评分为 0~4 分;②踝跖屈肌群肌张力——仰卧位,下肢伸直、放松,被动全范围背伸患者踝关节,感觉其阻力,0 分,无阻力;2 分,肌张力力降低;4 分,正常阻力;6 分,阻力轻至中度增加,尚可完成全范围被动活动;8 分,不能或很难完成全范围的被动活动;③踝阵挛——取仰卧位,膝关节微屈,检查者快速背伸患者踝关节,观察踝关节有无快速节律性的屈伸动作;无阵挛、阵挛、阵挛 2 次以上,阵挛持续超过 30 s 分别对应评分为 1~4 分。

总分判断标准:7 分以下无痉挛;7~9 分(不含 7 分)轻度痉挛;10~12 分中度痉挛;13~16 分重度痉挛。

2. 被动关节活动范围(passive range of motion, PROM)^[12]²¹⁹⁻²²⁰:测量时,患者取坐位,膝关节屈曲 90°,足部悬于地面之上,踝关节处于中立位,关节测量角度尺轴心置于外踝中点下约 2.5 cm,固定臂平行于腓骨长轴,移动臂平行于第五跖骨,测量人员将患者踝关节从最大跖屈位移动至最大背屈位,记录活动范围,注意不可引起患者体位移动和疼痛。

3. 踝跖屈角度测量:患者步行过程中,患腿摆动初期的踝关节跖屈角度。

4. 步行能力评定指标:包括 10 m 最大步行速度(10m maximum walking speed, 10m MWS)^[14]、步频、步幅。无法独立行走的患者 10 m 最大步行速度评定结果记为 0;步行中,踝关节跖屈角度、步频、步幅等数据由章和电器公司的三维步态分析与训练系统进行测量获得。

四、统计学方法

使用 SPSS 19.0 版统计分析软件对所得数据进行统计学分析处理,经 K-S 检验和 Levene 检验得出数据符合正态分布和方差齐性。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,治疗前后组内比较采用配对 *t* 检验,组间比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用最小显著差异法。计数资料采用卡方检验。*P* < 0.05 认为差异有统计学意义。

结 果

治疗前,3 组患者 CSS、PROM、踝跖屈角度的组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。经 4 周训练后,3 组患者的各项评定指标均优于组内治疗前($P<0.05$);组间比较,对照组、振动组、ESWT 组各项评定指标逐级改善,且差异均有统计学意义($P<0.05$),详见表 2。

表 2 3 组患者治疗前后的 CSS、PROM、踝跖屈角度评定比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	CSS(分)	PROM(°)	踝跖屈角度(°)
对照组				
治疗前	23	11.39±2.76	50.83±5.47	39.71±6.40
治疗后	23	9.87±2.07 ^a	54.17±5.12 ^a	35.70±5.73 ^a
振动组				
治疗前	23	11.61±2.44	51.04±6.28	38.30±6.72
治疗后	23	8.65±1.77 ^{ab}	57.57±5.79 ^{ab}	31.13±4.33 ^{ab}
ESWT 组				
治疗前	23	11.43±2.72	50.78±5.99	39.17±7.40
治疗后	23	7.39±1.97 ^{abc}	61.43±6.24 ^{abc}	27.52±4.15 ^{abc}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$;与振动组治疗后比较,^c $P<0.05$

治疗前,3 组患者 10 m MWS、步频、步幅的组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。经 4 周训练后,3 组患者的 10 m MWS、步幅、步频均明显优于组内治疗前($P<0.05$);振动组和 ESWT 组治疗后的各项指标均明显优于对照组,且组间差异有统计学意义($P<0.05$),但振动组和 ESWT 组的各项指标组间比较,差异无统计学意义($P>0.05$),详见表 3。

表 3 3 组患者治疗前后 10 m MWS、步幅、步频评定结果比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	10 m MWS(m/min)	步频(步/min)	步幅(cm)
对照组				
治疗前	23	2.13±1.42	12.13±4.71	9.57±3.94
治疗后	23	22.13±6.03 ^a	21.65±6.68 ^a	22.39±6.21 ^a
振动组				
治疗前	23	2.22±1.44	13.09±4.58	10.26±4.08
治疗后	23	27.22±7.70 ^{ab}	26.35±7.00 ^{ab}	29.09±8.03 ^{ab}
ESWT 组				
治疗前	23	2.30±1.61	11.70±4.00	10.61±3.56
治疗后	23	29.09±7.33 ^{ab}	27.74±7.01 ^{ab}	31.04±8.01 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$

讨 论

目前,局部振动和 ESWT 的临床使用越来越多,且效果突出^[6-10],但其治疗作用机制并不明确。振动治疗分为全身振动和局部振动^[15],可以安全有效地增强肌肉力量,缓解疼痛和痉挛。Poenu 等^[16]研究认为,局部振动通过减少单突触反射兴奋,降低或停止释放

Ia 类纤维神经信号,从而降低肌张力。Noma 等^[17]则认为,振动刺激可以有效抑制 H 反射,对目标肌肉进行振动治疗后,可以观察到肌张力以及 H/M 比率明显下降。贾红娥等^[18]研究发现,局部振动还可以通过收缩肌肉使血管收缩、舒张,形成泵效应,加速血液循环及淋巴回流,减少乳酸堆积,减少局部炎性物质,达到放松肌肉,缓解痉挛的目的。局部振动还可改善痉挛所导致的软组织粘连和肌肉延展性降低^[19],进而扩大关节活动范围。而冲击波作用于人体,产生的生理效应有修复作用、血管扩张和生成作用、解痉作用、镇痛作用^[20]。对于解痉作用的原理,Sawan 等^[21]研究发现,ESWT 改善肌肉痉挛与降低脊髓兴奋性有关。Manganotti 等^[22]研究认为,冲击波治疗过程中生成了一氧化氮和一氧化氮合成酶,二者能够干预反射介导机制,调节中枢神经对脊髓牵张反射的调控作用,进而降低肌肉张力。Kenmoku 等^[23]认为,冲击波可以减少乙酰胆碱 N 受体含量,进而降低骨骼肌兴奋性。Kenmoku 等^[24]则认为,冲击波缓解痉挛与破坏了神经肌肉耦联有关。

本研究结果表明,在经 4 周的康复训练后,振动组和 ESWT 组的各个指标都优于对照组,这说明局部振动和体外冲击波治疗都能够在降低脑卒中后偏瘫患者小腿三头肌痉挛程度和提高步行能力方面起到积极的作用,也说明在康复治疗中缓解小腿三头肌痉挛是有助于提高患者步行能力的,大量的研究^[25-27]也证明了这一点。本研究 ESWT 组治疗后的 CSS、PROM、踝跖屈角度三项指标均优于振动组,表明 ESWT 相比局部振动可以更有效地降低小腿三头肌肌张力,但是在步行能力方面,10 m MWS、步频、步幅三个指标两组差异没有统计学意义。

步速是衡量脑卒中后偏瘫患者步行能力的可靠指标^[28]。本研究中,ESWT 在改善步行能力方面表现并不比局部振动突出。结合振动组、ESWT 组与对照组的研究结果对比不难发现,当小腿三头肌痉挛降低到一定程度,步行能力和痉挛的相关性就下降了。首先,虽然小腿三头肌痉挛对患者步行能力影响较大^[4],但步行过程中还需要下肢其他肌肉共同协调运动完成,小腿三头肌的功能并不能完全决定步行能力的高低;再者,关于脑卒中后偏瘫肢体的痉挛程度和步行等运动能力的关系一直存在争议^[29]。更多的研究也表明,除下肢痉挛外,共同运动和联合反应等错误运动模式在下肢负重和改变体位时也会导致肌肉的过度活跃以及双下肢肌肉的激活时序混乱^[30];另外,平衡能力降低^[31],身体重心向患侧的转移不充分^[32]等都会导致步行能力的下降。

值得注意的是,目前局部振动和 ESWT 在治疗的

刺激参数、治疗时长、次数等方面没有统一的标准。现有的研究中使用的参数多是根据临床经验制订,缺乏标准和客观性。有研究表明,局部振动^[6]多采用频率 60 Hz(不可调),单次 10 min,每周 7 次的治疗频次;ESWT^[33]多采用单次冲击 1000~3000 次,频率 4~10 Hz,每周 1~3 次的治疗频次。为了振动组和 ESWT 组比较更具可比性,本研究设定振动组单次治疗 10 min,每周 3 次,ESWT 组单次冲击 3000 次,频率 5 Hz,用时也为 10 min,每周 3 次的治疗强度。如果选用其他的治疗强度或者治疗时长是否会对实验结果产生影响还需进一步实验和长期的效果观察。

综上所述,局部振动和 ESWT 与常规康复治疗均可降低小腿三头肌痉挛程度,提高患者步行能力,而且 ESWT 在改善痉挛方面表现比局部振动治疗更为突出,但在步行能力方面二者并无差别,这也提示在步行训练过程中除肢体痉挛外还要关注影响步行能力的其他相关因素。

参 考 文 献

- [1] Sunnerhagen KS. Predictors of spasticity after stroke[J]. Curr Phys Med Rehabil Rep, 2016, 4(3): 182-185. DOI: 10.1007/s40141-016-0128-3.
- [2] Candelise L, Gattinoni M, Bersano A, et al. Stroke-unit, care for acute stroke patients: an observational follow-up study[J]. Lancet, 2007, 369(9558): 299-305. DOI: 10.1016/S0140-6736(07)60152-4.
- [3] 刘丽玲,倪朝民,岳童,等.脑卒中患者步行时足底压力中心不对称性及其与步速的相关性[J].中国康复医学杂志, 2017, 32(4): 409-413. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2017.04.006.
- [4] Ferreira LA, Neto HP, Grecco LA, et al. Effect of ankle-foot orthosis on gait velocity and cadence of stroke patients: a systematic review[J]. J Phys Ther Sci, 2013, 25(11): 1503-1508. DOI: 10.1589/jpts.25.1503.
- [5] Jung KS, In TS, Cho HY. Effects of sit-to-stand training combined with transcutaneous electrical stimulation on spasticity, muscle strength and balance ability in patients with stroke: a randomized controlled study[J]. Gait Posture, 2017, 54(5): 183-187. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2017.03.007.
- [6] 陈钊德,龙耀斌,梁天佳,等.局部振动对脑卒中后偏瘫患者上肢痉挛和功能障碍的影响[J].中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(8): 600-601. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.08.011.
- [7] Park JM, Lim HS, Song CH. The effect of external cues with vibratory stimulation on spatiotemporal gait parameters in chronic stroke patients[J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(2): 377-381. DOI: 10.1589/jpts.27.377.
- [8] Lee SW, Cho KH, Lee WH. Effect of a local vibration stimulus training programme on postural sway and gait in chronic stroke patients: a randomized controlled trial[J]. Clin Rehabil, 2013, 27(10): 921-931. DOI: 10.1177/0269215513485100.
- [9] 鲍赛荣,廖迪,张其明,等.放散式体外冲击波对脑卒中患者下肢痉挛及三维步态参数的效果研究[J].中国康复医学杂志, 2019, 34(12): 1423-1430. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2019.12.006.
- [10] 段好阳,闫兆红,刘娜,等.不同时间间隔体外冲击波治疗脑卒中后小腿三头肌痉挛的疗效观察[J].中国康复医学杂志, 2018, 33(12): 1444-1447. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2018.12.013.
- [11] 中华神经科学会,中华神经外科学会.各类脑血管疾病诊断要点[J].中华神经科杂志, 1996, 29(6): 379-380.
- [12] 王玉龙.康复评定[M].北京:人民卫生出版社, 2013.
- [13] Hesse S, Konrad M, Uhlenbrock D, et al. Treadmill walking with partial body weight support versus floor walking in hemiparetic subjects[J]. Arch Phys Rehabil, 1999, 80: 421-427. DOI: 10.1016/S0003-9993(99)90279-4.
- [14] 李亚斌,冯海霞,梁学鏖,等.肌内效贴联合 A 型肉毒素局部注射和常规康复训练对脑卒中后下肢痉挛患者步行能力的影响[J].中华物理医学与康复杂志, 2016, 39(8): 598-601. DOI: 10.3769/cma.j.issn.0254-1424.2017.08.009.
- [15] Rabini A, de Sire A, Marzetti E, et al. Effects of focal muscle vibration on physical functioning in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2015, 51(5): 513-520. DOI: 10.1016/j.pmrj.2014.08.023.
- [16] Poenaru D, Cinteza D, Petrusca I, et al. Local application of vibration in motor rehabilitation-scientific and practical considerations[J]. Medica, 2016, 11(3): 227-231.
- [17] Noma T, Matsumoto S, Shimodozono M, et al. Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients: a proof-of-principle study[J]. J Rehabil Med, 2012, 44(4): 325-330. DOI: 10.2340/16501977-0946.
- [18] 贾红娥,许涛,郭铁成,等.局部振动治疗脑卒中后肩-手综合征的疗效观察[J].中华物理医学与康复杂志, 2014, 36(12): 939-941. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.012.012.
- [19] 杨志杰,阎文静,陈修平,等.放散式体外冲击波治疗脑卒中后小腿三头肌痉挛的疗效研究[J].中国康复医学杂志, 2013, 28(4): 352-355. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2013.04.016.
- [20] 中华医学会物理医学与康复分会,肌肉骨骼疾病体外冲击波治疗专家共识组.肌肉骨骼疾病体外冲击波治疗专家共识[J].中华物理医学与康复杂志, 2019, 41(7): 481-487. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.07.001.
- [21] Sawan S, Abd-Allah F, Hegazy MM, et al. Effect of shock wave therapy on ankle planter flexors spasticity in stroke patients[J]. Neuro-Rehabilitation, 2017, 40(1): 115-118. DOI: 10.3233/NRE-61396.
- [22] Manganotti P, Amelio E. Long-term effect of shock wave therapy on upper limb hypertonia in patients affected by stroke[J]. Stroke, 2005, 36(9): 1967-1971. DOI: 10.1097/MRR.0b013e328360e51d.
- [23] Kenmoku T, Ochiai N, Ohtori S, et al. Degeneration and recovery of the neuromuscular junction after application of extracorporeal shock wave therapy[J]. J Orthop Res, 2012, 30(10): 1660-1665. DOI: 10.1002/jor.22111.
- [24] Kenmoku T, Nemoto N, Iwakure N, et al. Extracorporeal shock wave treatment can selectively destroy end plates in neuromuscular junctions[J]. Muscle Nerve, 2018, 57(3): 466-472. DOI: 10.1002/mus.225754.
- [25] 张伟,冯晓东,任彬彬,等.局部振动结合肌电生物反馈治疗法对脑卒中后偏瘫患者步行能力的影响[J].中华物理医学与康复杂志, 2019, 41(11): 850-852. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.11.012.

- [26] 张永祥, 张文洁, 王强, 等. 胫骨前肌注射 A 型肉毒素对脑卒中痉挛性足下垂和足内翻患者步行能力的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018, 40(12): 899-902. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0245-1424.2018.12.005.
- [27] 赵秋云, 林强, 杨婷, 等. 减重步行训练及肌张力对脑卒中患者下肢运动功能恢复的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018, 40(11): 821-825. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0245-1424.2018.11.004.
- [28] Hutin E, Pradon D, Barbier F, et al. Walking velocity and lower limb coordination in hemiparesis [J]. Gait Posture, 2012, 36(2): 205-211. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2012.02.016.
- [29] Lin PY, Yang YR, Cheng SJ, et al. The relation between ankle impairments and gait velocity and symmetry in people with stroke [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2006, 87(4): 562-568. DOI: 10.1061/j.apmr.2005.12.042.
- [30] 吴月峰, 李建华, 张芳, 等. 表面肌电结合三维步态分析观察脑卒

中患者步行支撑相期下肢肌肉激活时序的研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2019, 41(6): 424-428. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.06.006.

- [31] 林郑, 倪朝民, 刘孟, 等. 脑卒中偏瘫患者步态与站立平衡功能间的相关性研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2016, 38(4): 250-253. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.04.003.
- [32] 岳童, 倪朝民, 刘孟, 等. 脑卒中患者足底压力与步行能力的相关性分析[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(5): 353-356. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.05.008.
- [33] 刘维红, 刘涛, 陈强, 等. 体外冲击波治疗脑卒中后痉挛有效性及安全性的系统评价[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2020, 42(3): 255-264. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.03.016.

(修回日期: 2022-01-13)

(本文编辑: 汪 玲)

公益广告

共建共享 全民健康

人人参与

人人尽责

人人共享

-- 健康优先、改革创新、科学发展、公平公正 --

《中华物理医学与康复杂志》编辑部宣

