

## · 临床研究 ·

## 全身振动训练对急性期脑梗死患者膝本体感觉及下肢运动功能的影响

郑琦 施爱梅 何雯雯 孙亚 傅建明 顾旭东 姚云海 金鑫 张晓玲 余波

嘉兴市第二医院康复医学中心 314000

通信作者:傅建明,Email:fjm\_7758@163.com

**【摘要】 目的** 探究全身振动训练对急性期脑梗死患者膝本体感觉及下肢运动功能的影响。**方法** 将符合入组标准的 30 例脑梗死患者按随机数字表法分为对照组和观察组,每组 15 例。2 组患者均接受常规药物治疗(包括解除脑水肿、抗凝药物、脑保护以及扩容等改善脑血液循环治疗)和常规康复治疗(包括良姿位摆放、关节被动活动、桥式运动、坐站训练、下肢重心转移训练、膝关节屈伸肌力训练、下蹲与站立训练、神经肌肉电刺激、空气压力波治疗、神经促通技术等),每日 45 min,每周 5 d,治疗 3 周;在此基础上,观察组辅以德国 SVG 公司的 Wellengang 谐振系统进行全身振动训练,分别取 0~15°、30~45°膝屈曲位,振动频率 12 Hz,每日治疗时间均为 10 min,分 2 次完成,每次 5 min,其间休息 1 min,每周 5 d,共治疗 3 周。分别于治疗前和治疗 3 周后(治疗后),采用简化 Fugl-Meyer 运动功能量表下肢部分和 Humac Norm 型等速测试仪评估系统对 2 组患者的运动功能评估及膝关节重现角度差值进行评估。**结果** 治疗后,对照组和观察组患者的下肢 FMA 评分[(17.60±2.23)分、(19.53±2.42)分]及膝关节重现角度差值[(8.07±2.19)°、(6.33±1.18)°]均较组内治疗前[对照组(15.40±2.16)分、(10.06±2.76)°;观察组(14.67±1.49)分、(8.93±2.25)°]有明显改善( $P<0.05$ ),且观察组患者治疗后的下肢 FMA 及膝关节重现角度差值均显著优于对照组( $P<0.05$ )。**结论** 全身振动训练可有效改善急性期脑梗死患者膝本体感觉及运动功能,且疗效较常规康复治疗更佳。

**【关键词】** 全身振动; 急性期; 运动功能; 本体感觉**基金项目:**嘉兴市科技计划项目(2018AD32045)**Funding:**Science and Technology Plan Project of Jiaxing(2018AD32045)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.07.007

脑梗死具有高发生率、高致残率、高致死率等特点,脑梗死后患者主要表现为肢体偏瘫,运动功能障碍,继而发生诸多并发症及遗留不同程度的后遗症<sup>[1]</sup>。临床治疗中,患者常以站立与步行作为主要目标,其中膝关节稳定性是步行与站立的前提条件,而膝本体感觉是影响膝稳定性的重要因素,由此尽早恢复患者膝本体感觉对于改善偏瘫下肢功能具有积极重要的意义。全身振动训练可改善脑卒中偏瘫患者平衡及步行功能<sup>[2]</sup>,但针对急性期脑卒中患者膝本体感觉的研究鲜有报道。基于此,本研究对急性期脑梗死患者进行全身振动训练,并观察该训练对患者膝本体感觉及运动功能的影响,现报道如下。

## 对象与方法

## 一、研究对象及分组

入选标准:①均符合全国第 4 届脑血管病学术会议制订的脑卒中诊断标准<sup>[3]</sup>,经头颅 CT 或 MRI 证实,且为首次发病的脑梗死患者;②年龄 35~80 岁;③发病 3~14 d;④偏瘫下肢

Brunnstrom 分期 $\geq$ Ⅲ期;⑤生命体征稳定、病情不再发展;⑥签署知情同意书。

排除标准:①有明显的意识障碍、精神障碍等;②有严重心脏疾病,以及心、肝、肾功能衰竭、恶性肿瘤等;③既往有颅脑外伤、其它颅内疾病或脑炎、脑积水等;④既往有膝关节损伤(韧带、半月板);⑤既往有膝关节手术史;⑥既往有膝骨关节炎。

选取 2018 年 8 月至 2019 年 8 月嘉兴市第二医院收治且符合上述标准的脑梗死患者 30 例,按随机数字表法分为观察组和对照组,每组 15 例,2 组患者的性别、平均年龄、平均病程、偏瘫侧别及 Brunnstrom 分期等一般临床资料经统计学分析比较,组间差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性,详见表 1。本研究经嘉兴市第二医院伦理学委员会审核批准(JXEY-2017033)。

## 二、治疗方法

2 组患者均接受常规药物治疗和康复干预,药物治疗包括解除脑水肿、抗凝、脑保护、扩容改善脑血液循环等治疗。

表 1 2 组患者的一般临床资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$ )	平均病程 (d, $\bar{x}\pm s$ )	偏瘫侧别(例)		Brunnstrom 分期(例)	
		男	女			左	右	Ⅲ	Ⅳ
对照组	15	8	7	66.4±6.56	5.53±1.19	7	8	5	10
观察组	15	9	6	70.33±6.16	5.47±1.25	9	6	6	9

1. 对照组: 康复干预包括良姿位摆放、关节被动活动、桥式运动、坐站训练、下肢重心转移训练、膝关节屈伸肌力训练、下蹲与站立训练、神经肌肉电刺激、空气压力波治疗、神经促通技术等。每日训练 1 次, 每次 45 min, 每周 5 d, 共治疗 3 周。

2. 观察组: 在对照组干预的基础上, 辅以德商 SVG 公司生产的 Wellengang 谐振系统进行全身振动训练, 将患者双手固定于谐振系统配备的固定杆, 两脚与肩同宽站立于振动平台上, 分别于膝关节屈曲  $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 、 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$  进行全身振动训练, 训练期间治疗师给予一定保护, 参数设置为频率 12 Hz, 每日治疗时间均为 10 min, 分 2 次完成, 每次 5 min, 其间休息 1 min, 每周 5 d, 共治疗 3 周。

### 三、评定方法及观察指标

分别于治疗前和治疗后, 由同一位治疗师对 2 组患者下肢功能和膝本体感觉进行评定。

1. 下肢功能评定: 采用简化 Fugl-Meyer 运动能量表 (Fugl-Meyer assessment, FMA) 下肢部分评定下肢运动功能, 总分 34 分, 得分越高则表示下肢运动功能越好<sup>[4]</sup>;

2. 膝本体感觉评定: 采用等速测试仪 (Humac Norm 型) 评估患者膝关节本体感觉 (角度复位方法), 在温度适宜且舒适的环境下, 受试者坐位测试座椅上, 保持髌和膝关节屈曲  $90^{\circ}$ , 用固定带束缚其上身, 腰部、大腿及踝部, 仅留膝关节屈伸活动, 将阻力垫放于踝关节略上方, 调整旋转轴与膝关节旋转轴对齐, 参数设置无阻力下屈伸膝关节, 设定膝关节目标位置膝屈曲  $45^{\circ}$ , 角速度为  $2^{\circ}/s$ , 嘱患者膝关节移动到目标位置, 让患者感知关节停留位置 10 s 后, 然后膝关节恢复到屈  $90^{\circ}$  初始位置, 休息 10 s 后, 要求患者主动活动至先前停留的位置, 记录实际角度并计算实际角度和目标角度的差值<sup>[5]</sup>。

### 四、统计学方法

使用 SPSS 20.5 版统计学软件包对所得数据进行分析处理, 计量资料以  $(\bar{x} \pm s)$  表示, 所有数据均经正态分布及方差齐性检验, 计量资料比较采用  $t$  检验, 计数资料比较采用  $\chi^2$  检,  $P < 0.05$  认为差异有统计学意义。

## 结 果

治疗前, 2 组患者的下肢 FMA 评分、膝关节重现角度差值的组间比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 治疗后, 2 组患者的下肢 FMA 评分、膝关节重现角度差值均较组内治疗前明显改善 ( $P < 0.05$ ); 观察组的上述疗效指标均显著优于对照组, 且组间差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。具体数据详见表 2。

## 讨 论

膝关节是人体最大最复杂的关节, 步行需要膝关节具备屈伸控制能力及稳定性, 其中本体感觉是膝关节稳定的重要组成

部分; 膝本体感觉主要由周围的肌肉、肌腱、关节囊、韧带、半月板和皮肤感受器发出的信号整合而成, 其中肌肉和关节感受器是主要来源<sup>[6]</sup>, 通过对膝周围肌肉主动训练, 可刺激肌肉、肌腱中的感受器, 提高感觉输入<sup>[7]</sup>; 改变膝关节压力及位置促使关节内的感受器在压力及不同运动位置的刺激下, 增强关节稳定和运动感觉的输入。

全身振动训练是通过振动仪器产生机械振动波传递给人体, 使神经系统、肌肉骨骼系统以及心血管系统产生适应性反应来提高部分身体功能的一种治疗方式<sup>[8]</sup>。近年来, 其作为新兴的治疗方式已应用于康复领域<sup>[9-10]</sup>, 脑梗死患者由于中枢神经系统受到损伤, 导致下运动神经元失去高级中枢的调控, 致使患者发生运动功能障碍。膝本体感觉在站立及步行功能恢复中具有重要作用, 是不可或缺的基础, 亦是影响患者膝稳定性及运动功能的重要因素。据报道, 脑卒中后本体感觉障碍发生率为 47.7%<sup>[11]</sup>, 而在急性期往往被忽视, 因此尽早恢复膝本体感觉至关重要。本研究结果显示, 2 组患者治疗后的所得指标较组内治疗前有明显改善, 且观察组优于对照组, 反映了急性期脑梗死患者进行康复训练可改善膝本体感觉及运动功能。其基于: ①脑可塑性和功能重组<sup>[12-13]</sup>; ②振动刺激可激活大脑相应运动区, 建立新突触<sup>[14]</sup>; ③早期康复训练可促进神经突触在数量、结构以及效能上发生适应性改变并建立新的突触联系<sup>[15]</sup>; 此外, 全身振动训练能改善脑卒中患者的下肢负重、平衡和步行功能<sup>[16]</sup>。

本研究选取 Brunnstrom 分期  $\geq$  III 期的患者, 且介入时机早, 患者已具备部分运动功能及站立能力, 并能完成全身振动训练仪器的治疗方案, 致使患者膝本体感觉及运动功能疗效显著; 而 Brunnstrom 分期  $<$  III 期患者, 因其不能完成训练仪器的平台站立, 且有跌倒风险, 故未将此类患者纳入适用。肖悦等<sup>[2]</sup>研究显示对脑卒中患者采用全身振动训练的标准亦是一致观点。

本研究结果显示, 2 组患者治疗后的下肢 FMA 评分及膝关节重现角度差值均较组内治疗前明显改善, 且观察组的改善程度均明显优于对照组 ( $P < 0.05$ ), 提示脑梗死患者急性期介入康复训练疗效显著, 且膝本体感觉障碍可通过全身振动训练得到明显改善, 从而加强膝关节稳定性, 提高运动功能, 且疗效明显优于常规康复治疗。其作用机制包括: ①振动训练使膝关节反复挤压, 压力刺激了膝关节内感受器并增强本体感觉输入; ②膝关节 ( $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ) 半蹲位训练, 肌肉保持等长收缩状态, 并结合高频机械振动刺激肌纤维, 以较小负荷诱导肌肉主动收缩, 能增强膝周围肌肉力量<sup>[17-18]</sup>, 并刺激肌梭内感受器强化本体感觉输入, 提高膝关节稳定性; ③膝关节受到垂直振动的压力时, 关节位置反复突变, 激活了大脑对机体反射性平衡及姿势性控制的调节<sup>[19-21]</sup>, 反射性地增强了关节稳定性<sup>[16]</sup>, 强化了膝本体

表 2 2 组患者治疗前、后下肢 FMA、膝关节重现角度差值比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	下肢 FMA 评分 (分)		膝关节角度差值 ( $^{\circ}$ )	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	15	15.40 $\pm$ 2.16	17.60 $\pm$ 2.23 <sup>a</sup>	10.06 $\pm$ 2.76	8.07 $\pm$ 2.19 <sup>a</sup>
观察组	15	14.67 $\pm$ 1.49	19.53 $\pm$ 2.42 <sup>ab</sup>	8.93 $\pm$ 2.25	6.33 $\pm$ 1.18 <sup>ab</sup>

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

感知能力;④膝关节(0~15°)进行振动训练能刺激股二头肌、半腱肌、半膜肌肌梭中的感受器,增加本体感觉输入,并强化肌肉力量,亦提高了膝控制能力及稳定性;⑤振动刺激诱导突触前抑制,减少运动神经元递质释放,降低下肢伸肌牵张反射兴奋性<sup>[22]</sup>,纠正异常运动模式,增强膝关节屈肌与伸肌协同收缩能力,促使肌肉有序收缩,从而强化膝关节运动感知能力及肌肉记忆功能,提高膝稳定性及运动控制能力。

综上所述,全身振动训练可有效改善急性期脑梗死患者本体感觉及下肢运动功能,有助于患者尽快恢复步行功能,对患者的康复结局具有重要意义。

### 参 考 文 献

- [1] Vos T, Allen C, Arora M, et al. Global regional and national incidence prevalence and years lived with disability for 310 diseases and injuries 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015 [J]. *Lancet*, 2016, 388 ( 10053 ) : 1545-1602. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31678-6.
- [2] 肖悦,许光旭,曹蓉,等.全身振动训练促进脑卒中偏瘫患者平衡功能和步行效率的研究[J].*中华物理医学与康复杂志*, 2020, 42 ( 4 ) : 312-316. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.04.005.
- [3] 中华神经科学会.各类脑血管疾病诊断要点[J].*中华神经科杂志*, 1996, 29(6) : 379-380.
- [4] 缪鸿石,朱镛连.脑卒中的康复评定和治疗[M].北京:华夏出版社,1996:8-12.
- [5] 郑光新,赵晓鸥,常智跃,等.等速运动系统测试膝关节本体感觉功能的信度研究[J].*中华物理医学与康复杂志*, 2013, 35(8) : 609-611. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.08.004.
- [6] 李作为,徐向阳.踝关节稳定性与本体感受器[J].*国际骨科学杂志*, 2009, 30(1) : 21-22. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2009.01.007.
- [7] 李小金,韩秀兰,田潇飞,等.脑卒中后偏瘫患者早期膝关节本体感觉干预对平衡功能及心理状态的影响[J].*中华物理医学与康复杂志*, 2016, 11(38) : 845-847. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.11.012.
- [8] 谭景旺,吴雪萍.全身振动训练对老年人下肢功能和慢性疾病影响的研究与进展[J].*中国组织工程研究*, 2017, 21(8) : 1288-1293. DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.2017.08.024.
- [9] Lai CL, Tseng SY, Chen CN, et al. Effect of 6 months of whole body vibration on lumbar spine bone density in postmenopausal women: a randomized controlled trial[J]. *Clin Interv Aging*, 2013, 8: 1603-1609. DOI:10.2147/CIA.S53591.
- [10] Myers KA, Ramage B, Khan A, et al. Vibration therapy tolerated in children with Duchenne muscular dystrophy: a pilot study[J]. *Pediatr Neurol*, 2014, 51(1) : 126-129. DOI: 10.1016/j.pediatrneurol.2014.03.005.
- [11] 赵钰.现代偏瘫治疗学[M].北京:人民军医出版社,1996:236-237.
- [12] Lou L, Shou T, Li Z, et al. Transhemispheric functional reorganization of the motor cortex induced by the peripheral contralateral nerve transfer to the injured arm [J]. *Neuroscience*, 2006, 138(4) : 1225-1231. DOI:10.1016/j.neuroscience.2005.11.062.
- [13] Rossini PM, Calautti C, Pauri F, et al. Post-stroke plastic reorganization in the adult brain [J]. *Lancet Neurol*, 2003, 2(8) : 493-502. DOI:10.1016/S1474-4422(03)00485-X.
- [14] Rittweger J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be [J]. *Eur J Appl Physiol*, 2010, 108(5) : 877-904. DOI:10.1007/s00421-009-1303-3.
- [15] 王慧娟,钱金泽,张金平,等.康复训练对脑缺血大鼠脑皮质突触超微结构的影响[J].*中华物理医学与康复杂志*, 2011, 33(11) : 804-807. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2011.011.002.
- [16] 金振华,陈玲,叶祥明.全身振动训练对脑卒中患者下肢功能的效果[J].*中国康复理论与实践*, 2019, 25(3) : 345-351. DOI:10.3969/j.issn.1006-9771.2019.03.018.
- [17] 刘丹,汪宗保,段文秀.全身振动训练对膝关节骨性关节炎的作用[J].*中华临床医师杂志*, 2015, 9(23) : 148-151. DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2015.23.03.
- [18] Zhang L, Weng C, Liu M, et al. Effect of whole-body vibration exercise on mobility, balance ability and general health status in frail elderly patients: a pilot randomized controlled trial [J]. *Clin Rehabil*, 2014, 28(1) : 59-68. DOI:10.1177/0269215513492162.
- [19] Mouchnino Li, Blouin J. When standing on a moving support cutaneous inputs provide sufficient information to plan the anticipatory postural adjustments for gait initiation [J]. *PLoS One*, 2013, 8(2) : e55081. DOI:10.1371/journal.pone.0055081.
- [20] Mildren RL, Strzalkowski ND, Bent LR. Foot sole skin vibration perceptual thresholds are elevated in a standing posture compared to sitting [J]. *Gait Posture*, 2016, 43(1) : 87-92. DOI:10.1016/j.gaitpost.2015.10.027.
- [21] Lapole T, Temesi J, Arnal PJ, et al. Modulation of soleus corticospinal excitability during Achilles tendon vibration [J]. *Exp Brain Res*, 2015, 233(9) : 2655-2662. DOI:10.1007/s00221-015-4336-3.
- [22] Sayenko DG, Masani K, Alizadeh-Meghrizi M, et al. Acute effects of whole body vibration during passive standing on soleus H-reflex in subjects with and without spinal cord injury [J]. *Neurosci Lett*, 2010, 482(1) : 66-77. DOI:10.1016/j.neulet.2010.07.009.

(修回日期:2022-04-12)

(本文编辑:汪玲)