

· 临床研究 ·

脑卒中偏瘫患者步行时足底压力中心的特点

刘丽玲 倪朝民 岳童 刘孟 刘郑 陈进 张金龙 庄建海

【摘要】目的 探讨脑卒中偏瘫患者步行时足底压力中心(COP)相关参数的特点及其与步速、不对称性的相关性。**方法** 选取 60 例能够独立步行的脑卒中偏瘫患者(偏瘫组)及健康中老年人(对照组),每组 30 例,2 组受试者均以自我选择的步速进行步态测试,提取并计算步速及两侧下肢的单支撑时间、双支撑时间、单支撑期 COP 在前后方向的位移(AP-COPDS)及其速度(AP-COPVS)、双支撑期 COP 在前后方向的位移(AP-COPDD)及其速度(AP-COPVD),以及单支撑时间对称性比等参数,并分析和比较 COP 相关参数及其与步速、不对称性的相关程度。**结果** 对照组和偏瘫组的步速分别为(73.60 ± 9.66)和(37.88 ± 16.01)cm/s,偏瘫组步速较对照组明显下降($P < 0.01$)。偏瘫侧单支撑时间[(0.39 ± 0.07)s]较对照组[(0.44 ± 0.04)s]明显缩短($P < 0.01$);非偏瘫侧的单支撑时间[(0.53 ± 0.12)s]及两侧双支撑时间[(0.36 ± 0.15)s、(0.36 ± 0.21)s]均较对照组[(0.44 ± 0.04)s 及 (0.15 ± 0.03)s]延长($P < 0.01$);偏瘫组患者两侧下肢所有 COP 相关参数均较对照组减小,且差异均有统计学意义($P < 0.01$)。偏瘫组两侧下肢所有 COP 相关参数均与步速呈高度正相关($r = 0.765 \sim 0.967, P < 0.01$);所有 COP 相关参数与单支撑时间对称性比呈不同程度正相关($r = 0.505 \sim 0.764, P < 0.01$)。**结论** 脑卒中偏瘫患者步行时,足底负重在前后方向转移的能力下降,且与步速、单支撑时间对称性比呈正相关。

【关键词】 脑卒中; 步态障碍,神经性; 足底压力中心; 步速; 步态不对称性

Center of pressure excursions while walking for hemiplegic stroke survivors Liu Liling*, Ni Chaomin, Yue Tong, Liu Meng, Liu Zheng, Chen Jin, Zhang Jinlong, Zhuang Jianhai. *Department of Rehabilitation Medicine, the Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230000, China

Corresponding author: Ni Chaomin, Email: nchm@sohu.com

【Abstract】Objective To explore the gait characteristics of hemiplegic stroke survivors related to center of pressure (COP) and their correlation with velocity and gait asymmetry. **Methods** Thirty hemiplegic stroke survivors who could walk at least 10 metres were recruited as the experimental group and thirty healthy elderly persons as the control group. All of the participants were asked to walk along a pressure-sensitive mat. Single support time, double support time, anterior-posterior (AP) COP displacement during the single-support phase (AP-COPDS), AP-COP velocity during the single-support phase (AP-COPVS), AP-COPD during the double-support phase (AP-COPDD), AP-COPV during the double-support phase (AP-COPVD) and the single-support-time symmetry ratio were all recorded. Student's t test was used to compare these data between the two groups. Pearson correlation coefficients were computed to assess any correlation with velocity and the single-support-time symmetry ratio. **Results** Among the control group there was no significant difference in any of the observations between their two limbs. Compared with the control group, the experimental group had shorter single support times for the paretic limb and prolonged single support time for the non-paretic limb. They also showed prolonged double support time, shorter AP-COPDS and AP-COPDD, and slower AP-COPVS and AP-COPVD for both limbs. The differences were all significant. All the COP-related parameters were positively correlated with velocity and the single-support-time symmetry ratio. **Conclusions** Hemiplegia impairs the ability to transfer load from one foot to the other. Improving that ability can help increase walking speed and improve gait symmetry. COP-related variables can provide useful references in gait evaluation and the rehabilitation of hemiplegic patients following stroke.

【Key words】 Stroke; Gait disorders, neurologic; Center of pressure; Walking speed; Gait asymmetry

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.011.008

基金项目:安徽省科技厅年度重点科研项目(11070403064)

作者单位:230000 合肥,安徽医科大学附属医院康复医学科(刘丽玲、倪朝民、岳童、刘孟、刘郑、陈进、张金龙);安徽埃力智能科技有限公司(庄建海)

通信作者:倪朝民,Email:nchm@sohu.com

脑卒中患者的高致残率给国家及众多家庭带来了沉重的经济负担^[1],能够独立步行对提高脑卒中患者日常生活能力及生活质量至关重要^[2]。目前国内外关于脑卒中患者步行功能的研究主要集中在临床评估量表、时空参数、运动学参数以及动力学参数中的足底压力峰值和冲量等^[3-9],但关于足底压力中心(center of pressure, COP)相关参数的研究尚少见报道^[10-12]。COP 是足底所受垂直地面反作用力的作用点,反映足底压力在足底各个区域分布的综合特点^[13],且是反映足部功能和理解步行机制的良好指标^[14-15]。本研究主要通过比较健康人与脑卒中患者步行时 COP 相关参数的异同,分析脑卒中患者 COP 相关参数与步速、不对称性的相关性,旨在探讨脑卒中患者步行时 COP 相关参数特点及其潜在的临床价值,为脑卒中患者临床评估及康复治疗提供依据。

对象与方法

一、研究对象及分组

入选标准:①符合第 4 届全国脑血管病学术会议通过的脑卒中诊断标准^[16],并经头颅 CT 或 MRI 检查证实;②首次发病,且为单侧病灶;③无明显关节挛缩,在无外力及辅助器具辅助下能步行 10 m 以上,且能在本实验室步道内行走完成步态的标准测试;④偏瘫侧下肢 Brunnstrom 分期^[17]为Ⅲ~Ⅴ期;⑤签署知情同意书。

排除标准:①合并有严重认知功能障碍,简明精神状态检查量表(minimum mental state examination, MMSE)评分^[3,4,18]≤24 分;②精神功能障碍不能配合实验者;③合并有严重心、肺、肝、肾功能不全者;④合并有其他影响步行能力及平衡功能的神经肌肉骨骼疾病及前庭系统疾病(如帕金森病、各种骨关节疾病及美尼尔氏病)等;⑤伴有眼部疾病:严重屈光不正、偏盲及白内障等。

选取 2013 年 9 月至 2014 年 12 月本院康复医学科收治且符合以上标准的脑卒中患者 30 例作为偏瘫组,其中男 23 例,女 7 例;脑出血 10 例,脑梗死 18 例,脑梗死合并出血 2 例;左侧偏瘫 19 例,右侧偏瘫 11 例。

另选取年龄、性别、身高及体重与偏瘫组相匹配的健康中老年人 30 例作为对照组,并签署知情同意书。2 组研究对象的性别、年龄、身高和体重等一般资料经统计学分析比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。详见表 1。

表 1 2 组对象的一般资料比较

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	平均身高 (cm, $\bar{x} \pm s$)	平均体重 (kg, $\bar{x} \pm s$)
		男	女			
对照组	30	20	10	51.37 ± 6.67	166.30 ± 6.13	64.72 ± 7.46
偏瘫组	30	23	7	53.43 ± 9.04	168.33 ± 4.67	67.60 ± 8.78

二、测试仪器和方法

采用 AL-600 型步态与平衡功能训练评估系统(安徽埃力智能科技有限公司)进行步态测试,该系统由 4 块压力板(长 × 宽 × 厚为 500 mm × 400 mm × 10 mm)、信息转换控制器、计算机和分析软件四部分组成,4 块压力板排成一行铺成 2 m 的压力步道,采样频率为 100 Hz。该系统基于分布式阵列压强传感器的原理,将传感器的受力信号转化为数字信号后传入计算机,通过计算机分析软件系统自动分析处理,并能快速生成评估报告。

测试方法:在安静的室内环境下,所有受试者脱掉鞋袜后以自我选择的步速,从压力步道前 2 m 开始,沿着步道的中线方向行走,穿过步道后继续行走 2 m,以使受试者匀速通过步道。测试前进行 2 次预测试,待受试者熟悉测试流程及注意事项后,每例受试者进行 3 次测试,2 次测试间休息 5 min,以免受试者疲劳,取 3 次测量平均值进行统计分析。若步态采集不合格(如走到步道外),则重复测量几次,直至合格为止,若完成困难,则不被纳入实验对象。

三、观察指标

经系统分析软件提取并计算步速及两侧下肢的以下参数:单支撑时间、双支撑时间、单支撑期 COP 在前后方向的位移(anterior-posterior COP displacement during single-support phase, AP-COPDS)及速度(AP-COP velocity during single-support phase, AP-COPVS)、双支撑期 COP 在前后方向的位移(AP-COPD during double-support phase, AP-COPDD)及速度(AP-COPV during double-support phase, AP-COPVD)以及单支撑时间对称性比。AP-COP 位移表示各步态亚期第一个与最后一个 COP 点在前后方向上的距离,AP-COP 速度由相对应的位移除以时间所得,AP-COP 位移与速度在一定程度上反映了足底负重及重心在前后方向转移的能力,位移与速度越大,说明足底负重及重心转移的能力越强。考虑到身高与脚长对 COP 位移的影响,且与前人研究^[11]保持一致,本研究中 AP-COPDS 用脚长百分比表示,而 AP-COPDD 用身高百分比表示;双支撑期 COP 是指双足的压力中心,左侧双支撑期是指右足触地开始至左足离地的时相,右侧同理^[19]。按公式“对称性比 = V 偏瘫侧/V 非偏瘫侧”计算单支撑时间对称性比^[20],其中 V 代表单支撑时间,当比值为 1 时,说明两下肢完全对称,偏离 1 越远,则对称性越差。

四、统计学方法

使用 SPSS 16.0 版统计软件进行统计学分析比较,经 K-S 检验所有计量资料均符合正态性分布,故以($\bar{x} \pm s$)表示。2 组间一般资料(年龄、身高及体重)及 COP 相关参数比较采用两独立样本 t 检验,性

表 2 2 组时间参数及 COP 相关参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	单支撑时间 (s)	双支撑时间 (s)	AP-COPDS (%)	AP-COPVS (cm/s)	AP-COPDD (%)	AP-COPVD (cm/s)
对照组							
左侧	30	0.44 ± 0.04	0.14 ± 0.03	47.14 ± 7.44	24.52 ± 4.61	25.85 ± 2.84	312.76 ± 66.77
右侧	30	0.43 ± 0.04	0.15 ± 0.03	46.99 ± 8.43	24.91 ± 5.11	25.50 ± 3.01	297.60 ± 58.97
两侧合并	60	0.44 ± 0.04	0.15 ± 0.03	47.07 ± 7.89	24.71 ± 4.83	25.67 ± 2.90	305.18 ± 62.92
偏瘫组							
偏瘫侧	30	0.39 ± 0.07 ^a	0.36 ± 0.15 ^a	17.57 ± 13.79 ^a	9.79 ± 7.21 ^a	18.55 ± 4.67 ^a	114.18 ± 72.04 ^a
非偏瘫侧	30	0.53 ± 0.12 ^a	0.36 ± 0.21 ^a	23.72 ± 12.33 ^a	11.32 ± 6.46 ^a	17.11 ± 4.89 ^a	112.15 ± 67.40 ^a

注:与对照组两侧合并后比较,^a $P < 0.01$

别比例比较采用 χ^2 检验, COP 相关参数与步速、对称性比相关性分析采用 Pearson 相关性分析法。相关度划分标准^[4]: $|r| < 0.4$ 表示轻度线性相关, $0.4 \leq |r| < 0.7$ 表示中度线性相关, $0.7 \leq |r| < 1$ 表示高度线性相关。对照组两侧下肢间各参数比较差异无统计学意义, 将两侧测量值进行合并后与偏瘫组进行比较。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

一、2 组受试者各项步态参数比较

对照组和偏瘫组的步速分别为 (73.60 ± 9.66) 和 (37.88 ± 16.01) cm/s, 偏瘫组与对照组比较, 步速明显下降, 且差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。对照组的左侧下肢与右侧下肢之间的单支撑时间、双支撑时间及 COP 相关参数比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。虽然两侧下肢间差异无统计学意义, 但具体数值并不完全相同, 且有的参数在两下肢间的差距稍大 (如 AP-COPVD), 为了使对照组的数据更加平均化, 故将两侧下肢的所有参数的原始数据进行合并 (即 60 例原始数据求平均) 后, 再与偏瘫组比较。对照组两侧下肢合并后的单支撑时间、双支撑时间、AP-COPDS、AP-COPVS、AP-COPDD 和 AP-COPVD 分别为 (0.44 ± 0.04) s、(0.15 ± 0.03) s、(47.07 ± 7.89) %、(24.71 ± 4.83) cm/s、(25.67 ± 2.90) % 和 (305.18 ± 62.92) cm/s。

与对照组合并后数据比较, 偏瘫侧的单支撑时间明显缩短 ($P < 0.01$); 非偏瘫侧的单支撑时间及两侧双支撑时间均较对照组延长 ($P < 0.01$); 偏瘫组患者两侧下肢所有 COP 相关参数均较对照组减小, 且差异均有统计学意义 ($P < 0.01$)。详见表 2。

二、偏瘫组 COP 相关参数与步速的相关性分析

偏瘫组两侧下肢所有 COP 相关参数均与步速呈高度正相关 ($r = 0.765 \sim 0.967$, $P < 0.01$)。具体数据详见表 3。

三、偏瘫组 COP 相关参数与单支撑时间对称性比的相关性分析

偏瘫侧 AP-COPVS、AP-COPDD、AP-COPVD 及非

偏瘫侧 AP-COPDS、AP-COPDD 与单支撑时间对称性比呈中度正相关 ($r = 0.505 \sim 0.657$, $P < 0.01$); 偏瘫侧 AP-COPDS 及非偏瘫侧 AP-COPVS、AP-COPVD 与单支撑时间对称性比呈高度正相关 ($r = 0.709 \sim 0.764$, $P < 0.01$)。具体数据详见表 4。

表 3 偏瘫组 COP 相关参数与步速的相关性 r 值

偏瘫组	AP-COPDS	AP-COPVS	AP-COPDD	AP-COPVD
偏瘫侧	0.818	0.811	0.798	0.947
非偏瘫侧	0.765	0.849	0.840	0.967

表 4 偏瘫组 COP 相关参数与单支撑时间对称性比的相关性 r 值

偏瘫组	AP-COPDS	AP-COPVS	AP-COPDD	AP-COPVD
偏瘫侧	0.709	0.657	0.505	0.613
非偏瘫侧	0.609	0.730	0.645	0.764

讨 论

一、脑卒中患者步态时间参数特点

本研究结果显示, 与健康人相比, 脑卒中患者表现为步速下降、偏瘫侧单支撑期缩短、非偏瘫侧单支撑期延长、不对称性明显等特点, 该结果与前人研究^[5-6,8,21]相似。有研究^[19-20]认为, 与支撑期和摆动期不同, 双支撑期的步态参数可能更能反映步行过程中的姿势控制, 且被用以评估脑卒中患者步行的平衡能力^[22], 但对双支撑期 2 个亚期的步态参数研究较少见报道。根据前人研究^[19], 本研究将双支撑期根据哪一侧下肢在后分为 2 个亚期, 其中左侧双支撑期是指右足触地开始至左足离地的时相, 右侧双支撑期是指左足触地开始至右足离地的时相, 结果显示, 脑卒中患者两侧双支撑时间均较健康人延长, 说明脑卒中患者无论哪一侧下肢迈步时, 姿势控制及步行稳定性均欠佳, 从而脑卒中患者只能通过延长双支撑时间增加步行稳定性。

二、脑卒中患者步行时 COP 相关参数的特点

步行时, COP 在矢状面上的运动轨迹反映了足底负重向前转移的控制能力^[11,13]。近几年来, 学者们进

行了各种人群步行时 COP 特点的研究,如老年人、截肢及糖尿病患者等^[23-25],然而关于脑卒中患者步行时 COP 特点的研究尚少见报道^[10-11]。本研究对照组 AP-COPVS 约 24 cm/s,与 Han 等^[26]报道的健康中老年人(平均年龄约 60 岁)步行时支撑相中期 COP 前移速度约为 23 cm/s 相近,而脑卒中患者两侧下肢所有 COP 相关参数均较健康人减小,说明脑卒中患者两侧下肢单、双支撑期均存在负重在足底转移能力下降及足底压力分布异常的问题。然而,临床康复治疗中,往往比较重视重心在两侧下肢之间转移能力及偏瘫侧下肢功能的训练,而单腿支撑时负重在足底转移能力、足底压力分布异常以及非偏瘫侧下肢功能的训练却较容易被忽视。

本研究结果显示,脑卒中患者偏瘫侧 AP-COPDS 及 AP-COPVS 均较健康人减小,可能与以下原因有关:①脑卒中患者多以“拍地”形式或平足着地,导致偏瘫侧单支撑期初足底 COP 位置稍靠前;②偏瘫侧负重能力下降,单支撑期重心前移困难,足底压力在后足区分布增加,前足区分布减少,以致偏瘫侧单支撑期末 COP 位置稍靠后^[3,5,8]。实验中也观察到功能较差的患者甚至表现为偏瘫侧单支撑期 COP 向后移动的现象,这与 Chisholm 等^[11]报道部分脑卒中患者步行时前足区缺乏 COP 运动轨迹及 Bensoussan 等^[7]在关于脑卒中患者起步的研究中观察到偏瘫侧足触地后出现 COP 向后移动的现象相一致。而非偏瘫侧 AP-COPDS 及 AP-COPVS 均减小可能与偏瘫侧摆动困难影响非偏瘫侧下肢的负重转移能力有关,也可能与非偏瘫侧下肢感觉及运动功能也存在某种程度上的受损^[27-28]有关。

与健康人相比,脑卒中患者两侧下肢 AP-COPDD 及 AP-COPVD 均减小,说明脑卒中患者双支撑期不管向哪一侧下肢进行前后方向重心转移的能力均下降,可能与脑卒中患者偏瘫侧下肢负重能力下降影响非偏瘫侧摆动,对偏瘫侧负重的信心不足导致重心向偏瘫侧转移困难,以及偏瘫侧下肢摆动困难有关。因此,在康复治疗时,应兼顾脑卒中患者重心在两侧下肢间进行双向转移能力的训练。

三、脑卒中患者步行时 COP 相关参数与步速、单支撑时间对称性比的相关性

步速被广泛认为是反映脑卒中患者步行能力及影响日常生活能力的重要指标^[29],而不对称性可以反映脑卒中患者的步行质量,与平衡能力及步行稳定性有关,且长期不对称步态可能导致非偏瘫侧肌肉骨骼疾患及偏瘫侧骨质疏松等问题^[30-31]。步速和不对称性均与脑卒中患者运动功能障碍程度相关,是反映脑卒中患者肢体功能恢复的良好指标,已被广泛应用于各种步态研究及临床实践^[12,19-22,30-31]。

本研究结果显示,脑卒中患者步行时多数 COP 相关参数与步速、单支撑时间对称性比呈高度正相关,COP 的位移及速度越大,步速则越快,不对称性越不明显,说明提高负重足底转移的能力可能在一定程度上提高步速,改善步态不对称性。可见,COP 相关参数可以作为评估和预测脑卒中患者步行能力及评价康复治疗疗效的重要指标,且与一些参数如步速、不对称性相比,COP 作为力学指标,更能从根本上解释异常步态的根源,对于脑卒中步态机制的理解及临床康复方案的制订更具有针对性的指导意义。

综上所述,脑卒中患者步行时,两侧下肢单、双支撑期足底负重在前方向转移的能力均下降,且与步速、单支撑时间对称性比呈正相关;COP 相关参数可作为评估和预测脑卒中患者步行能力及评价康复治疗疗效的重要指标,为脑卒中患者步态的评估及康复治疗提供参考。另外,由于本研究样本量不大,尚未针对性别、病程、脑卒中类型及病变部位等因素进行亚组分析,存在一定的缺陷,有待后期进一步研究完善。

参 考 文 献

- [1] 倪朝民. 脑卒中的临床康复[M]. 合肥:安徽科学技术出版社, 2013:1-10.
- [2] Pollock A, St George B, Fenton M, et al. Top ten research priorities relating to life after stroke[J]. Lancet Neurol, 2012, 11(3): 209.
- [3] 杨洁,倪朝民,尹傲冉,等. 脑卒中偏瘫患者足底压力与步行时相关性的相关性[J]. 安徽医科大学学报, 2014, 49(4): 533-535, 539.
- [4] 尹傲冉,倪朝民,杨洁,等. 脑卒中偏瘫患者步态的不对称性与平衡功能的相关性研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2014, 36(3): 190-193.
- [5] Chen CY, Hong PW, Chen CL, et al. Ground reaction force patterns in stroke patients with various degrees of motor recovery determined by plantar dynamic analysis[J]. Chang Gung Med J, 2007, 30(1): 62-72.
- [6] Chen G, Patten C, Kothari DH, et al. Gait differences between individuals with post-stroke hemiparesis and non-disabled controls at matched speeds[J]. Gait Posture, 2005, 22(1): 51-56.
- [7] Bensoussan L, Mesure S, Viton JM, et al. Kinematic and kinetic asymmetries in hemiplegic patients' gait initiation patterns[J]. J Rehabil Med, 2006, 38(5): 287-294.
- [8] De Quervain IA, Simon SR, Leurgans S, et al. Gait pattern in the early recovery period after stroke[J]. J Bone Joint Surg Am, 1996, 78(10): 1506-1514.
- [9] 王鹏,马朝阳,游菲,等. 运动想象疗法联合头皮针治疗对脑卒中偏瘫患者步行及平衡功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(5): 357-360.
- [10] 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): 357-360.
- [11] Chisholm AE, Perry SD, McIlroy WE. Inter-limb centre of pressure symmetry during gait among stroke survivors[J]. Gait Posture, 2011, 33(2): 238-243.
- [12] Mizelle C, Rodgers M, Forrester L. Bilateral foot center of pressure

- measures predict hemiparetic gait velocity[J]. *Gait Posture*, 2006, 24(3):356-363.
- [13] Fuller EA. Center of pressure and its theoretical relationship to foot pathology[J]. *J Am Podiatr Med Assoc*, 1999, 89(6):278-291.
- [14] Lugade V, Kaufman K. Center of pressure trajectory during gait: a comparison of four foot positions[J]. *Gait Posture*, 2014, 40(4):719-722.
- [15] De Cock A, Vanrenterghem J, Willems T, et al. The trajectory of the centre of pressure during barefoot running as a potential measure for foot function[J]. *Gait Posture*, 2008, 27(4):669-675.
- [16] 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.
- [17] 南登昆. 康复医学[M]. 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 159-161.
- [18] Tombaugh TN, McIntyre NJ. The mini-mental state examination: a comprehensive review[J]. *J Am Geriatr Soc*, 1992, 40(9):922-935.
- [19] Séléné L, Martina B, Rachid A, et al. Understanding spatial and temporal gait asymmetries in individuals post stroke[J]. *Int J Phys Med Rehabil*, 2014, 2(2):201.
- [20] Patterson KK, Gage WH, Brooks D, et al. Evaluation of gait symmetry after stroke: a comparison of current methods and recommendations for standardization[J]. *Gait Posture*, 2010, 31(2):241-246.
- [21] Kim CM, Eng JJ. Symmetry in vertical ground reaction force is accompanied by symmetry in temporal but not distance variables of gait in persons with stroke[J]. *Gait Posture*, 2003, 18(1):23-28.
- [22] Bowen A, Wenman R, Mickelborough J, et al. Dual-task effects of talking while walking on velocity and balance following a stroke[J]. *Age Ageing*, 2001, 30(4):319-323.
- [23] Chiu MC, Wu HC, Chang LY, et al. Center of pressure progression characteristics under the plantar region for elderly adults[J]. *Gait Posture*, 2013, 37(3):408-412.
- [24] Schmid M, Beltrami G, Zambambieri D, et al. Centre of pressure displacements in trans-femoral amputees during gait[J]. *Gait Posture*, 2005, 21(3):255-262.
- [25] Cau N, Cimolin V, Galli M, et al. Center of pressure displacements during gait initiation in individuals with obesity[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2014, 11(1):82.
- [26] Han TR, Paik NJ, Im MS. Quantification of the path of center of pressure (COP) using an F-scan in-shoe transducer[J]. *Gait Posture*, 1999, 10(3):248-254.
- [27] Jones R, Donaldson I, Parkin P. Impairment and recovery of ipsilateral sensory-motor function following unilateral cerebral infarction[J]. *Brain*, 1989, 112:113-132.
- [28] Kim SH, Pohl PS, Luchies CW, et al. Ipsilateral deficits of targeted movement after stroke[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2003, 84(5):719-724.
- [29] Perry J, Garrett M, Gronley JK, et al. Classification of walking handicap in the stroke population[J]. *Stroke*, 1995, 26(6):982-989.
- [30] Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ, et al. Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2008, 89(2):304-310.
- [31] Jorgensen L, Crabtree NJ, Reeve J, et al. Ambulatory level and asymmetrical weight bearing after stroke affects bone loss in the upper and lower part of the femoral neck differently: bone adaptation after decreased mechanical loading[J]. *Bone*, 2000, 27(5):701-707.

(修回日期:2015-10-13)
(本文编辑:汪 玲)

陆上运动与水中运动对脑卒中恢复期患者下肢肌肉功能恢复的影响

王轶钊 张玥 张琳瑛 黄力平 徐伟 周石

【摘要】目的 对比陆上运动训练与水中运动训练对脑卒中恢复期患者下肢肌肉力量及其表面肌电指标的影响。**方法** 初次发病的恢复期脑卒中患者 30 例,病程 2~6 个月,按随机数字表法分为陆上运动组和水中运动组,每组 15 例。陆上运动组在康复大厅进行陆上运动康复训练;水中运动组在水中运动池中进行水中运动康复训练。2 组患者均为每次治疗 30 min,每周 5 次,共观察 4 周。分别于训练前和训练 4 周后(训练后),记录 2 组患者下肢主要肌群的最大等长收缩(MIVC)力量,并同步监测其表面肌电,利用客观数据对比研究恢复期卒中患者的下肢肌肉功能。**结果** 训练后,陆上运动组患者的伸膝力矩以及水中运动组踝跖屈力矩、跖屈腓肠肌积分肌电(iEMG)、伸膝力矩、伸膝协同收缩率均较组内训练前明显改善,且差异有统计学意义($P < 0.05$);训练后,水中运动组患者的踝跖屈力矩[(8.9 ± 3.8) N·m]、跖屈腓肠肌 iEMG[(22.1 ± 11.3) μV·s]、伸膝力矩[(19.1 ± 11.5) N·m]、伸膝协同收缩率[(24.5 ± 7.3)%],均显著优于陆上运动组($P < 0.05$)。**结论** 与陆上运动相比,水中运动可显著提高脑卒中恢复期患者股直肌和腓肠肌的肌肉力量以及伸膝动作的协调性。

【关键词】 脑卒中; 水疗法; 表面肌电

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.011.009

作者单位:300060 天津,天津市环湖医院康复医学中心(王轶钊、张玥、张琳瑛、徐伟);天津体育学院健康与运动科学系天津市重点实验室(王轶钊、黄力平);澳大利亚南十字星大学运动科学和体育管理系(周石)

通信作者:黄力平,Email:1330994263@qq.com