

· 临床研究 ·

肌电生物反馈辅助步行训练对脑卒中后亚急性期足下垂患者下肢运动功能的影响

孙丽 谢瑛 李广庆

【摘要】目的 观察肌电生物反馈辅助步行训练对脑卒中后亚急性期足下垂患者下肢运动功能的影响。**方法** 选取脑卒中后亚急性期足下垂患者 40 例,采用随机数字表法分为常规康复组和肌电生物反馈组,每组患者 20 例。常规康复组患者采用常规康复治疗;肌电生物反馈组在常规康复治疗的基础上增加三阶段的肌电生物反馈结合步行训练。2 组患者均于治疗前、后及治疗结束 6 周后随访时(随访时)分别进行胫前肌表面肌电(sEMG)信号采集、踝关节主动活动度(AROM)、肌张力及肌力测定,并采用 10 m 最大步行速度测定患者的步速和步长,应用 Berg 平衡量表(BBS)、Fugl-Meyer 运动功能量表(FMA)、改良的 Barthel 指数(MBI)、Holden 步行功能分级分别评定患者的平衡功能、下肢运动功能、ADL 能力及步行能力。**结果** 治疗前,2 组患者各项指标组间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,肌电生物反馈组各项指标与组内治疗前以及常规康复组治疗后比较,差异均有统计学意义($P < 0.01$);随访时,肌电生物反馈组最大步速为(69.75 ± 35.09)m/min,步长为(60.98 ± 14.09)cm,FMA 为(32.5 ± 6.34)分;MBI 为(88.65 ± 14.13)分,与对照组随访时比较,差异均有统计学意义($P < 0.01$)。随访时,肌电生物反馈组有 10 例患者 Holden 步行功能达 5 级,常规康复组仅 1 例患者 Holden 步行功能达 5 级。**结论** 肌电生物反馈辅助步行训练对脑卒中后亚急性期足下垂患者的下肢运动功能有较好的康复作用。

【关键词】 脑卒中; 步态障碍,神经性; 步行; 肌电生物反馈

The effects of walking training assisted by electromyographic biofeedback on motor recovery of the lower limb of subacute stroke patients with foot drop SUN Li*, XIE Ying, LI Guang-qing. * Department of Rehabilitation Medicine, Xuanwu Hospital, The Capital University of Medical Sciences, Beijing 100053, China

【Abstract】 Objective To explore the effects of walking training assisted by electromyographic biofeedback (EMGBF) on the lower limb function of subacute stroke patients with foot drop. **Methods** Forty subacute stroke patients with foot drop were randomly divided into an EMGBF training group ($n = 20$) and a routine rehabilitation training group ($n = 20$). Both groups received routine rehabilitation training. The EMGBF training group also received walking training assisted by three stages of EMGBF. The subjects were treated for 40 min twice per day, 5 days a week for 6 weeks. Clinical and functional evaluations such as surface electromyogram (sEMG) signals from the anterior tibial muscle, active ankle dorsiflexion range of motion (AROM), scores on the modified Ashworth scale (MAS), results of the modified Lovett manual muscle test (mMMT), pace and step length, Berg balance scale (BBS) scores, Fugl-Meyer movement function scale (FMA) assessments, modified Barthel index (MBI) scores and Holden walking function test results were observed before treatment, after 6 weeks of treatment and at follow-up 6 weeks after the end of treatment. **Results** Before treatment there was no significant difference between the two groups. There were significant differences in all of the assessment results in the EMGBF training group after treatment compared with before treatment and compared with the routine rehabilitation training group after treatment. At follow-up 6 weeks after training, average pace (69.75 ± 35.09 m/min), step length (60.98 ± 14.09 cm), FMA score (32.5 ± 6.34) and MBI score (88.65 ± 14.13) in the EMGBF training group were all significantly better than in the routine rehabilitation group. At follow up, 5 patients in the EMGBF training group achieved grade 5 in the Holden walking function test versus only 1 patient in the routine rehabilitation group. **Conclusion** Walking training assisted by EMGBF is effective in improving lower limb motor function in subacute stroke patients with foot drop.

【Key words】 Cerebrovascular accidents; Gait disorders, neurologic; Walking; Electromyographic biofeedback

足下垂是早期脑卒中患者康复后有待进一步解决的问题之一,将踝背伸训练更好地应用于步行中可以改善患者的运动功能。本研究采用肌电生物反馈辅助步行训练治疗脑卒中亚急性期足下垂患者 20 例,取得了较为满意的疗效。现报告如下。

资料与方法

一、一般资料

选择 2010 年 2 月至 11 月 40 例在北京电力医院康复医学科治疗的脑卒中后亚急性期足下垂患者。纳入标准:①均符合 1995 年中华医学会第四届脑血管病学术会议制订的诊断标准^[1],并经头部 CT 和(或)MRI 确诊;②病程 ≥ 6 周,在他人监护下可步行 10 m 以上,且不使用任何辅助器械;③患者能支配小腿胫前肌产生表面肌电图(surface electromyogram, sEMG)信号;④步行过程中足背伸障碍患者;⑤通过北京电力医院伦理委员会批准,患者或家属均签署知情同意书。排除标准:①蛛网膜下腔出血、短暂性脑缺血发作及可逆性缺血性神经功能缺失的患者;②有严重认知及交流障碍而不能进行训练的患者[简易精神状态量表测验 < 24 分^[2]];③下肢有骨关节疾病而不能进行训练的患者;④有视、听觉障碍的患者。

符合上述标准的患者 40 例,按随机数字表法将其分成常规康复组和肌电生物反馈组,每组患者 20 例。2 组患者在性别、年龄、病程、脑卒中类型以及脑卒中患侧等方面差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。见表 1。

二、治疗方法

1. 常规康复组:在常规脑血管病、抗痉挛药物治疗的基础上采用常规康复治疗,并辅以强化仰卧位、坐位、站立位及步行时的足背伸训练,每日训练 2 次,每次 40 min,每周 5 次,连续治疗 6 周。

2. 肌电生物反馈组:在对照组治疗的基础上采用肌电生物反馈辅助步行训练进行治疗。在训练过程中,患者不使用任何辅助器械和支具。训练分 3 个阶段:①第一阶段在运动平板上训练 2 周,使用德国生产的 MyoTrac 肌电生物反馈仪,频率 10 ~ 50 Hz,波宽 200 μ s,刺激前、后脉冲缓冲时间 2 s,通断比时间 6 s/12 s,刺激方式为自动触发,强度逐渐调至患者适应强

度。此仪器为单通道,首先在训练前将表面电极贴于小腿胫前肌肌腹上,在偏瘫侧腿迈步时自行触发足底刺激开关产生足背伸动作。患者步行 10 步并取 3 次最高的肌电值的均值做以基线。在步行训练中将视觉反馈与电刺激结合。将反馈仪至于患者自然视觉能看到的位置,要求在患腿足背伸动作时,肌电信号峰值超过基线,如连续超过 3 次,则基线提高至 3 次的均值;②第二阶段在运动平板上训练 2 周,肌电生物反馈仪刺激强度减弱,同时不再设置基线,使患者在自然步态下于反馈屏幕上出现规律的信号;③第三阶段平地步行训练 2 周,患者练习在平坦的地面上行走,逐渐增加训练的复杂性,如改变方向,步行中设置障碍,改变步速等。上述治疗每日 2 次,每次 40 min,每周 5 次,连续训练 6 周。

三、评定方法

2 组患者均于治疗前、治疗 6 周后(治疗后)和治疗结束 6 周后随访时(随访时)由同一康复医师在双盲状态下进行如下评定。①sEMG 信号采集:采用德国生产的 MyoTrac 生物刺激反馈仪采集胫前肌 sEMG,要求患者在自然步态下走 10 步,取 10 次 sEMG 峰值的均值。②主动关节活动度(active range of motion, AROM):采用关节量角器测定踝背屈自主运动的最大关节活动度。③踝关节跖屈肌群张力:采用改良的 Ashworth 量表分级法进行测定。④胫前肌肌力:采用改良的 Lovett 肌力测定法进行测定。⑤步速、步长测定:采用 10 m 最大步行速度测定法测定患者的步行速度和步长。⑥平衡功能:采用 Berg 平衡量表(Berg Balance Scale, BBS)评定患者的平衡功能。⑦下肢运动功能:采用简易 Fugl-Meyer 运动功能评分量表(Fugl-Meyer assessment, FMA)评价患者的下肢运动功能。⑧日常生活活动(activities of daily life, ADL)能力:采用改良的 Barthel 指数(modified Barthel index, MBI)进行评价。⑨Holden 步行功能分级评价患者步行能力,分为 0 ~ 5 级^[3]。

四、统计学分析

采用 SPSS 10.0 版统计软件包进行统计学分析。计数资料采用 χ^2 检验,计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示,先进行数据的正态分布及方差齐性分析,治疗前、后各参数指标比较采用方差分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

表 1 2 组患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄(岁)	病程(周)	脑卒中类型(例)		脑卒中患侧(例)	
		男	女			脑出血	脑梗死	左	右
肌电生物反馈组	20	14	6	56.4 $\pm$ 7.1	8.5 $\pm$ 2.6	6	14	14	6
常规康复组	20	16	4	57.2 $\pm$ 8.9	9.1 $\pm$ 2.0	5	15	15	5

结 果

治疗前,2 组患者各项指标组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗后,肌电生物反馈组各项指标与组内治疗前以及常规康复组治疗后比较,差异均有统计学意义($P<0.01$);随访时,肌电生物反馈组最大步速为(69.75 ± 35.09) m/min,步长为(60.98 ± 14.09) cm,FMA 为(32.5 ± 6.34) 分;MBI 为(88.65 ± 14.13) 分,与对照组随访时比较,差异均有统计学意义($P<0.01$),详见表 2 和表 3。治疗前,2 组患者 Holden 步行功能均为 3 级。治疗后,肌电生物反馈组有 10 例 Holden 步行功能达 4 级(室内步行),10 例达 5 级(非室内步行);常规康复组有 7 例维持 3 级(室内步行),10 例达 4 级,3 例达 5 级。随访时,肌电生物反馈组仍可维持治疗后的疗效,10 例 4 级,10 例 5 级,非室内步行率达 50%;常规康复组仍有 7 例患者为 3 级,12 例 4 级,仅 1 例患者达 5 级,非室内步行率仅为 5%,与肌电生物反馈组比较,差异有统计学意义($P<0.01$)。

讨 论

步行是人们日常生活中最基本的功能之一。我国大部分脑卒中患者出院后仍有不同程度的步行功能障碍,严重影响患者的生活质量^[4]。而末端肢体功能障碍又是影响步行的一个重要因素。在康复过程中,偏瘫侧肢体的功能恢复应以建立随意和协调的正常运动模式为标准^[5]。康复训练中足下垂多作为一个单独的元素训练,而患者的足背伸动作却不能应用于实际步行中。肌电生物反馈也经常被应用在静态下训练,而并不是功能性移动训练的一部分。本研究即在于,以实际的使用过程作为训练基础,结合肌电生物反馈使这种潜在的足背伸能力在步行中发挥到最好,逐渐形

成一种自然输出。这也正符合大脑可塑性的原理,康复训练可以促使潜伏通路和突触的启用,大脑对刺激发生反应性的突触形成,病灶周围的神经细胞通过轴突的侧支芽生,可能使临近失神经支配的组织重新获得支配,通过周围的神经组织代偿使神经反馈回路得以重建^[6]。

肌电生物反馈治疗能提高脑卒中患者瘫痪侧肌肉收缩功能,抑制痉挛肌肉肌张力,从而改善患者运动功能^[7-8]。本研究发现,肌电生物反馈组治疗后各项指标较治疗前均有非常明显的改善($P<0.01$),同时步行训练也最大化了肌电生物反馈的功效。由于反馈信息是脑细胞控制肌肉的电信号,骨骼肌可以随意控制,肌电自身调节比较容易掌握,容易被患者接受^[9]。所以在步行中应用肌电生物反馈,使中枢控制因素更加精细。

在功能训练中肌电生物反馈的介入使得步行的训练更多样,更能贴近生活。康复训练总是在室内,并未充分考虑到室外步行的一些复杂因素,导致患者在康复厅步行尚可,但步行至室外却不能适应。正如本研究患者,虽然入组患者 Holden 步行功能分级全部达到 3 级,但仅限于室内。原因在于患者肢体末端对一些复杂环境反应延迟或能力欠佳。而本研究肌电生物反馈组治疗后室外步行改善率达到了 50%,并保持到了 6 周后随访时 MBI 与治疗前比较差异有统计学意义($P<0.01$)。这是由于足背伸能力更加完善,适应了复杂地形,反应时相加快所致。生物反馈运动训练通过反复有意识地主动参与学习和训练,逐步掌握自我感觉和自我控制的方法,从而诱发或促进主动运动的产生或增强;同时其也增加了运动皮质的信号输入,避免了运动代表区的萎缩,诱使周围非受损区域发生解剖和生理方面的变化^[10]。国外也有研究表明,肌电生物反馈疗法对步行能力有明显改善作用^[11-12]。在反馈的作用下中枢性突触被激活,这些具有潜在能力的突触

表 2 2 组患者治疗前、后及随访时 sEMG、AROM、肌张力和肌力的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	sEMG (μV)	AROM ($^{\circ}$)	肌张力 (级)	胫前肌 肌力(级)	BBS 评分 (分)	最大步速 (m/min)	步长 (cm)	FMA 评分 (分)	MBI 评分 (分)
肌电生物反馈组 20										
治疗前		53.23 $\pm$ 12.13	6.54 $\pm$ 3.12	1.15 $\pm$ 0.47	2.58 $\pm$ 0.25	23.68 $\pm$ 11.24	30.12 $\pm$ 12.21	35.03 $\pm$ 10.01	17.59 $\pm$ 6.90	65.21 $\pm$ 10.21
治疗后		123.11 $\pm$ 27.64 ^{ab}	24.01 $\pm$ 5.09 ^{ab}	1.47 $\pm$ 0.23 ^{ab}	3.98 $\pm$ 0.52 ^{ab}	50.68 $\pm$ 12.02 ^{ab}	69.75 $\pm$ 35.09 ^{ab}	60.98 $\pm$ 14.09 ^{ab}	32.50 $\pm$ 6.34 ^{ab}	88.65 $\pm$ 14.13 ^{ab}
随访时		120.65 $\pm$ 21.55 ^{ab}	23.98 $\pm$ 4.31 ^{ab}	1.48 $\pm$ 0.17 ^{ab}	4.03 $\pm$ 0.41 ^{ab}	50.32 $\pm$ 12.74 ^{ab}	69.98 $\pm$ 30.89 ^{ab}	60.43 $\pm$ 15.04 ^{ab}	32.42 $\pm$ 5.04 ^{ab}	88.78 $\pm$ 12.89 ^{ab}
常规康复组 20										
治疗前		51.31 $\pm$ 14.67	6.73 $\pm$ 2.89	1.17 $\pm$ 0.21	2.31 $\pm$ 0.63	25.01 $\pm$ 13.71	29.98 $\pm$ 14.87	35.79 $\pm$ 12.64	18.09 $\pm$ 7.69	67.34 $\pm$ 12.01
治疗后		87.63 $\pm$ 11.52 ^a	16.21 $\pm$ 6.53 ^a	1.32 $\pm$ 0.19 ^a	2.98 $\pm$ 0.73 ^a	32.78 $\pm$ 16.53 ^a	50.63 $\pm$ 29.73 ^a	50.68 $\pm$ 13.80 ^a	25.78 $\pm$ 5.59 ^a	77.89 $\pm$ 11.98 ^a
随访时		65.73 $\pm$ 12.62 ^a	16.00 $\pm$ 5.91 ^a	1.30 $\pm$ 0.16 ^a	2.79 $\pm$ 0.51 ^a	30.67 $\pm$ 14.56 ^a	40.63 $\pm$ 16.09 ^a	45.78 $\pm$ 15.60 ^a	23.23 $\pm$ 6.56 ^a	70.63 $\pm$ 10.32 ^a

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.01$;与常规康复组同时段比较,^b $P<0.01$

可在反馈训练时通过唤醒有反应的运动细胞发挥作用。训练中随着患者能力的增强,反馈的使用被逐渐减少,逐渐形成自然的运用。这是由于在训练过程中,被激活的中枢性突触处建立了新的感觉兴奋痕迹^[12]。所以肌电生物反馈组在训练结束后 6 周仍能保持住训练效果。

根据运动学原理,生物反馈训练使得慢性脑卒中后的患者可以有效的改善步行参数,在肌电生物反馈组步速和步长有非常明显的增长($P < 0.01$),并能坚持到随访,代表本训练方法是非常有效的。而这与偏瘫侧踝关节能力的提高是相关联的。由于脑卒中患者偏瘫侧踝背伸的力度降低,使得协调和平衡功能减弱。而这种障碍使其失去和降低了步行时恢复平衡的能力,导致步行能力下降。而这也是影响步行功能恢复的重要因素之一^[13]。这些因素使得脑卒中患者步行运动中反应适应时相会减慢。此时脑卒中患者的适应是相对有效或是无效的。也就是说在这种情况下,该预期的活动是在有效或是无效的力量下运用的^[14]。而肌电生物反馈组通过在运动中训练踝关节使得背伸功能的能力和使用提高,使得运动控制系统更好的调控步行中的平衡协调,从而下肢运动功能和步行能力得到了明显的增长。

综上所述,对于脑卒中后亚急性期足下垂患者,步行结合肌电生物反馈训练可以很好地改善患者的下肢运动功能,是一套值得推广的运动训练组合,有待应用于亚急性期需要进一步完善下肢功能障碍的患者。

参 考 文 献

- [1] 中华神经科学会,中华神经外科学会. 各类脑血管疾病分类诊断要点. 中华神经杂志, 1996, 29: 379.
- [2] Tierney MC, Szalai JP, Snow WG, et al. Domain specificity of the subtests of mini-mental state examination. Arch Neurol, 1997, 54:

713-716.

- [3] 缪鸿石,南登崑,吴宗耀,等. 康复医学理论与实践(上册). 上海: 上海科学技术出版社, 2000: 244-245.
- [4] 叶大勇,雷欣,张敏,等. 三级康复治疗改善脑卒中患者下肢运动功能及步行能力的疗效观察. 中华物理医学与康复杂志, 2010, 32: 217-218.
- [5] 汪士松. 综合康复治疗对脑卒中偏瘫患者下肢功能障碍的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2008, 30: 42-43.
- [6] 张弛,金珍珍,董海欣,等. 早期运动再学习方案对脑梗死患者平衡和下肢运动功能的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2011, 33: 300-302.
- [7] 翟宏伟,巩尊科,陈伟,等. 肌电生物反馈训练对脑卒中偏瘫患者上肢运动功能的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2010, 32: 535-536.
- [8] 朱红军,何怀,刘传道,等. 运动想象疗法结合肌电生物反馈对脑卒中偏瘫患者上肢功能恢复的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2011, 33: 443-446.
- [9] 陆琳,陆延仁,高丽洁. 肌电生物反馈疗法在膝关节前交叉韧带重建术后功能康复中的应用. 中华物理医学与康复杂志, 2010, 32: 395-396.
- [10] Rossini PM, Altamura C, Ferreri F, et al. Neumimaging experimental studies on brain plasticity in recovery from stroke. Eur J Neurology, 2007, 43: 241-254.
- [11] Lourenco MI, Battistella LR, de Brito CM, et al. Effect of biofeedback accompanying occupational therapy and functional electrical stimulation in hemiplegic patients. Int J Rehabil Res, 2008, 31: 33-41.
- [12] Cho SH, Shin HK, Kwon YH, et al. Cortical activation changes induced by visual biofeedback tracking training in chronic stroke patients. NeuroRehabilitation, 2007, 22: 77-84.
- [13] 徐光青,兰月,毛玉璐,等. 影响脑卒中后偏瘫患者步行能力的相关因素分析. 中华物理医学与康复杂志, 2010, 32: 118-120.
- [14] Kording KP, Tenenbaum JB, Shadmehr R. The dynamics of memory as a consequence of optimal adaptation to a changing body. Nat Neurosci, 2007, 10: 779-786.

(修回日期: 2011-12-19)

(本文编辑: 阮仕衡)

· 消息 ·

第五届全国儿童康复、第十二届全国小儿脑瘫康复学术会议暨国际学术交流会议通知

中国康复医学会儿童康复专业委员会与中国残疾人康复协会小儿脑瘫康复专业委员会拟于 2012 年 5 月 31 日至 6 月 1 日在重庆市召开全国学术会议暨国际学术交流会议。会议主题是:“转变康复理念,规范康复治疗”。会议期间将邀请国内外知名康复医学专家做专题学术报告,并将重点讨论小儿脑瘫康复指南及儿童《国际功能、残疾和健康分类》(ICF)的应用。参加会议代表均可获国家级 I 类继教学分 10 分。

征文范围和投稿要求:儿童康复和脑瘫相关领域临床及基础研究,儿童康复的评定方法(运动、智能、心理、ADL 等)和治疗技术(包括 OT、PT、ST、神经阻滞等),儿童早期康复,儿童社区与家庭康复,儿童康复医师和治疗师的培养及管理,儿童发育与心理行为疾患康复,康复护理,康复工程,中国传统医学康复,残疾儿童康复与教育、儿童残疾的预防监测和流行病学研究及其它相关领域。稿件需未在全国性公开刊物上发表过,文责自负。文稿内容包括题目、作者、含 800 字以内中文摘要的全文等。请注明作者姓名、单位名称、职务/职称、通讯地址及邮编、电子邮箱。

投稿方式及截稿日期:来稿请电邮至 cheniyux666@163.com;本次会议只接受 Email 投稿。2012 年 5 月 1 日截止。

会议联络:E-mail: cheniyux666@163.com 或 cqcheniyuxia@163.com; 电话: 023-63622644/023-63602036/023-63633040; 手机: 15023183900(陈玉霞)/13657651867(刘苑); 传真: 023-63622874。