

脑梗死恢复期患者大腿前后肌群表面肌电特征的研究

窦祖林 姜丽 何萃 温红梅

【摘要】目的 探讨脑梗死偏瘫患者大腿前、后肌群收缩功能及协调性的变化,为针对性康复治疗提供客观依据。**方法** 选取 18 例脑梗死偏瘫患者作为病例组,另选 18 例年龄、性别与之相匹配的正常人作为正常对照组(对照组)。2 组受试者均取俯卧位进行主动膝关节屈伸运动,采集股内侧肌、股直肌、股外侧肌、股二头肌及半腱半膜肌的表面肌电信号,病例组患者双大腿肌群均采集,对照组仅采集左侧大腿肌群。以标准化均方根值(stRMS)、协同收缩率(CR)作为观察指标进行比较分析。**结果** 伸膝时,病例组患者偏瘫侧股直肌、股外侧肌、股内侧肌 stRMS 值明显大于健侧及对照组 stRMS 值($P < 0.05$);屈膝时,病例组患者健侧股二头肌、半腱半膜肌 stRMS 值明显大于偏瘫侧及对照组 stRMS 值($P < 0.05$)。屈膝时,病例组偏瘫侧 CR 值明显大于健侧及对照组 CR 值($P < 0.05$)。**结论** 脑梗死后偏瘫侧大腿前、后肌群功能均有受损,其中伸膝肌以股直肌受损明显,屈膝肌群中半膜半腱肌及股二头肌受损程度相当,偏瘫侧膝伸屈肌群拮抗-收缩模式异常。康复治疗应加强偏瘫侧大腿前后肌群训练,改善异常收缩模式。

【关键词】 脑梗死; 大腿肌肉; 表面肌电; 康复

The surface-electromyographic characteristics of the anterior and posterior thigh muscles in patients recovering from cerebral infarction DOU Zu-lin, JIANG Li, HE Cui, WEN Hong-mei. Department of Rehabilitation Medicine, The Third Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, China

【Abstract】 Objective To assess the contraction and coordination changes in the anterior and posterior thigh muscles of patients recovering from cerebral infarction, and to provide objective references for targeted rehabilitation programs. **Methods** Eighteen cerebral infarction patients with mild hemiparesis (the patient group) and eighteen age- and sex-matched healthy volunteers (the healthy group) were investigated. The surface-electromyographic (sEMG) signals of their vastus medialis, rectus femoris, vastus lateralis, biceps femoris, semitendinosus and semimembranosus were recorded during knee joint flexion and extension in the prone position. The sEMG signals from both legs were recorded for the patient group, but only from the left leg in the healthy group. The standardized root mean square (stRMS) signals and the co-contraction ratios (CRs) were compared and analysed. **Results** The stRMSs of the rectus femoris, vastus lateralis and vastus medialis on the patients' affected side during knee extension were significantly higher than those in the healthy group at baseline and follow-up. The stRMSs of the biceps femoris and semitendinosus-semimembranosus on the patients' unaffected side were significantly higher than those of the affected side and the healthy group during knee flexion at baseline. The CRs during knee flexion on the patients' affected side at baseline and follow-up were significantly higher than those of the unaffected side at baseline. **Conclusions** After cerebral infarction, the functioning of both the anterior and posterior thigh muscles on the affected side are impaired. The rectus femoris are the most severely impaired knee extensors, and the biceps femoris, semitendinosus and semimembranosus are impaired equally in knee flexion. The thigh flexors and extensors lose their normal antagonist-agonist contraction modes. The functions of both the anterior and posterior thigh muscles should be emphasized during rehabilitation to improve abnormal contraction.

【Key words】 Infarction; Thigh muscles; Surface-electromyography; Rehabilitation

脑卒中可导致患者遗留多种功能障碍,其中以肢体运动功能障碍最为常见。偏瘫影响患者下肢站立步行功能,进而影响患者的日常生活活动(activities of daily living, ADL)能力。脑卒中后肌肉功能的评估方法较多,

其中,表面肌电图(surface electromyography, sEMG)是一种神经肌肉功能的定量评估方法。肌电信号活动在很大程度上能够定量反映肌肉功能状态、多肌群协调性等外周和中枢调控的变化情况。借助 sEMG 对脑卒中患者肌肉功能的研究国内外已有报道^[2-11],但多数是在最大等长收缩或小负荷状态下进行研究。本研究将在膝关节进行周期性主动屈伸运动状态下,探讨脑梗死患

者大腿前、后肌群收缩功能的变化。

资料与方法

一、研究对象

选取在本院康复医学科就诊的脑梗死偏瘫患者(病例组)18例,其中男15例,女3例;平均年龄为(55.5±2.26)岁,平均病程为(4.05±3.55)个月;左侧脑梗死8例,右侧脑梗死10例。入选标准:经头CT或MRI检查明确诊断为脑梗死,偏瘫侧膝关节屈伸肌徒手肌力测定(manual muscle test, MMT)肌力≥3级,可独立坐站、独自或扶手杖行走,无明显认知功能障碍,具有基本语言理解和表达能力。排除标准:病情不稳定或偏瘫严重,偏瘫侧膝关节屈伸肌 Ashworth 评分≥2级,脑外伤或脑肿瘤患者,有其它神经系统疾病史(如多发性硬化)等。另选取年龄、性别与病例组相匹配的正常对照者(对照组)18例,其中男15例,女3例;平均年龄为(56.6±2.91)岁。所有受试者入组前均签署知情同意书。

2组受试者年龄、身高、体重的差异无统计学意义($P>0.05$)。见表1。

二、试验设备

采用 Mega ME6000 型肌电图仪(芬兰, Mega 公司)记录表面肌电图,光电触发装置(我科与华南理工大学联合研制),图像采集使用 Sony DCR-HC 15 数码摄像机,电极采用一次性银/氯化银心电监护电极。

三、表面肌电的记录及分析

受试者取俯卧位进行膝关节主动屈伸运动,采用 Mega ME6000 型肌电图仪记录受试者股内侧肌、股直肌、股外侧肌、股二头肌、半腱半膜肌运动时的肌电数据。

1. 测试前准备:去除被测肌肉体表毛发,用70%酒精去除皮脂,以减小皮肤与电极间的阻抗($<5\text{ k}\Omega$)。

2. 电极放置方法及技术参数:按如下指示贴放电极,即①股内侧肌,髌前上棘到髌骨内侧副韧带连线的中下4/5;②股直肌,髌前上棘到髌骨上缘连线的中点1/2;③股外侧肌,髌前上棘到髌骨外侧副韧带连线中下2/3;④股二头肌,坐骨棘到股骨外侧踝连线的1/2;⑤半腱半膜肌,坐骨棘到股骨内侧踝连线的1/2。在肌肉肌腹最隆起处贴放电极,两电极连线与肌束走行平行。sEMG 信号进行带通道滤波器(10~200 Hz)滤过、全波整流。采样频率 1000 Hz,共模抑制比 $>130\text{ dB}$,增益

1000,噪声 $<1\text{ }\mu\text{V}$,A/D 转换 12 Bit,通道数 16。

3. 数据采集:①膝最大等长收缩,受试者端坐在测力椅(芬兰, Metitur 公司)上,大腿置于中立位,被测下肢屈膝 60° ,小腿自然下垂,由固定带固定小腿。嘱受试者尽快达到最大力屈伸膝关节并保持 3~5 s(分析时统一取中间 3 s),每次每侧膝关节屈伸各 3 次。取其中最大值时受试肌肉的 sEMG 信号进行分析。详细操作方法见文献^[12];②膝屈伸运动周期,受试者取俯卧位,进行无负荷周期性膝关节主动屈伸运动,运动节律由节拍器控制在 32 次/min。共采集 90 s。光电触发装置与表面肌电图仪无线连接,膝关节运动引发触发装置工作,由触发装置在肌电图上标记运动周期。电脑记录被测肌肉的表面肌电信号,摄像机同步拍摄膝关节屈伸运动过程。病例组测试双侧大腿,对照组测试左侧大腿。

4. 数据处理:采用 FOCODAS 软件(芬兰),从采集到的膝关节所有的屈伸运动周期中,选取运动节律接近且周期间差距较小($<100\text{ ms}$)的 10 个运动周期,然后将 10 个运动周期值进行平均,得出 1 个平均运动周期,再将这个平均周期分成 10 等份,分别对应于膝关节一个屈伸运动周期中的不同阶段。由于摄像与肌电数据采集是同步的,可通过录像来确定患者膝关节所处的屈伸状态。通过分析软件计算肌电信号之均方根值(root mean square, RMS)。

5. 标准化 RMS 值:需按照以下公式计算:标准化 RMS = 周期运动时的 RMS 值/最大等长收缩运动时的 RMS 值 $\times 100\%$,协同收缩率(co-contraction ratio, CR)(%) = 拮抗肌标准化均方根值(standard root mean square, stRMS)/(主动肌 stRMS + 拮抗肌 stRMS) $\times 100\%$ 。

四、统计学分析

采用 SPSS 13.0 版进行统计分析,2组受试者年龄、身高、体重等一般资料比较采用 t 检验,性别比较采用卡方检验。组内(患者健、偏瘫侧)比较采用配对样本 t 检验,组间比较采用两独立样本 t 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

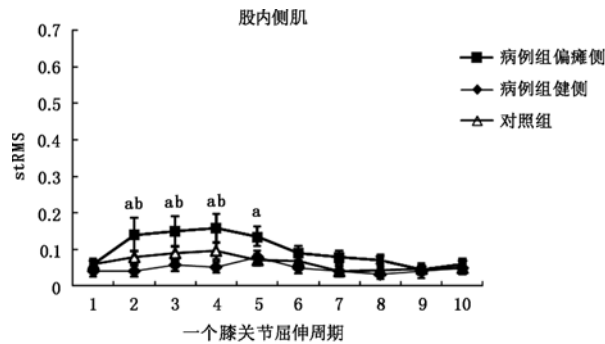
一、大腿前、后肌群的 stRMS 变化

为方便理解,将膝关节一个屈伸运动周期分成 10 等份,1~5 为伸膝阶段,6~10 为屈膝阶段。图1~5

表 1 2组一般资料比较

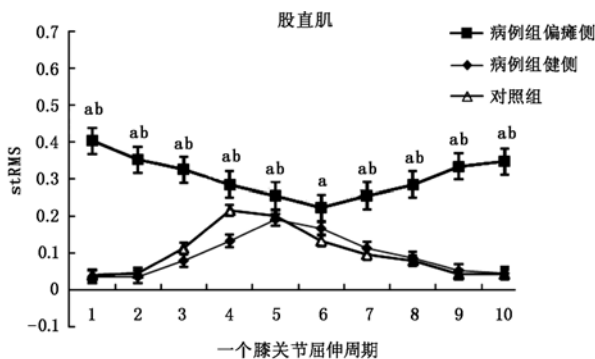
组别	例数	性别 (例,女/男)	病程(月)	偏瘫 (例,左/右)	年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)
病例组	18	3/15	4.67±3.82	11/7	55.50±9.62	162.72±8.60	64.17±9.40
对照组	18	3/15	-	-	56.94±10.56	163.38±7.43	63.44±6.70

分别显示了 2 组受试者股内侧肌、股直肌、股外侧肌、股二头肌、半腱半膜肌 stRMS 数据。在周期性膝主动屈伸运动中,对照组上述 5 块肌肉的肌电活动较小,表现出与运动时相一致的收缩-放松模式。伸膝时,病例组偏瘫侧股直肌的 stRMS 较健侧和对照组明显升高,且该肌肉失去正常的收缩-放松模式(图 2),病例组偏瘫侧股内侧肌、股外侧肌 stRMS 升高,但仍保持正常的收缩-放松模式(图 1,3);屈膝时,病例组偏瘫侧股二头肌、半腱半膜肌的 stRMS 升高(图 4,5)。



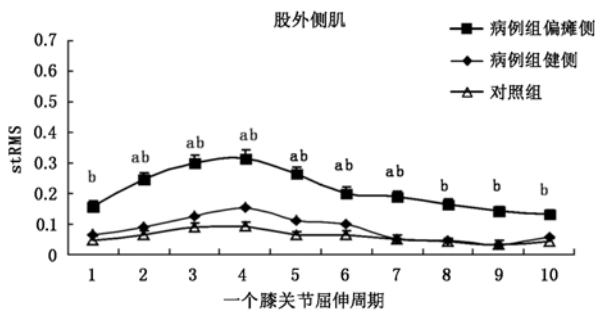
注:病例组偏瘫侧与对照组比较,^a $P < 0.05$;病例组偏瘫侧与健侧比较,^b $P < 0.05$

图 1 各组间股内侧肌 stRMS 比较



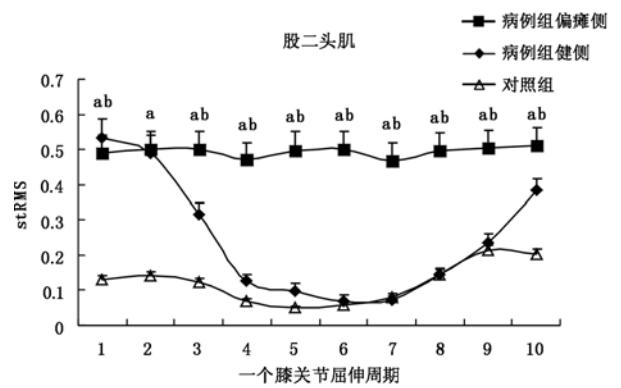
注:病例组偏瘫侧与对照组比较,^a $P < 0.05$;病例组偏瘫侧与健侧比较,^b $P < 0.05$

图 2 各组间股直肌 stRMS 比较



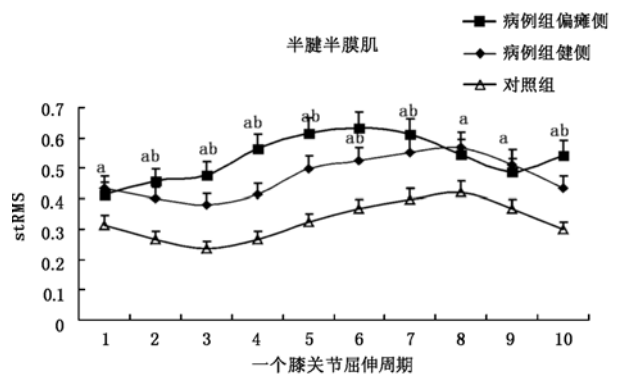
注:病例组偏瘫侧与对照组比较,^a $P < 0.05$;病例组偏瘫侧与健侧比较,^b $P < 0.05$

图 3 各组间股外侧肌 stRMS 比较



注:病例组偏瘫侧与对照组比较,^a $P < 0.05$;病例组偏瘫侧与健侧比较,^b $P < 0.05$

图 4 各组间股二头肌 stRMS 比较

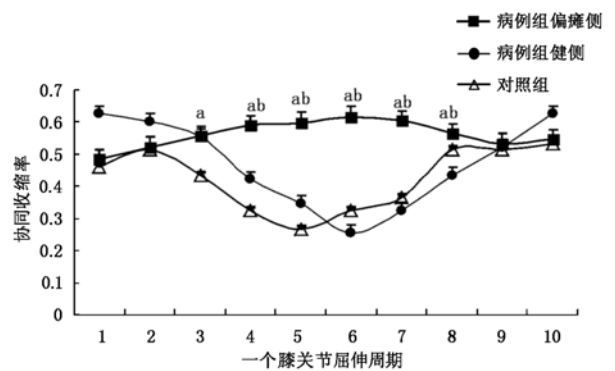


注:病例组偏瘫侧与对照组比较,^a $P < 0.05$;病例组偏瘫侧与健侧比较,^b $P < 0.05$

图 5 各组间半腱半膜肌 stRMS 对比

二、膝关节 CR 变化

屈膝时,病例组偏瘫侧 CR 较健侧和对照组 CR 明显升高。见图 6。



注:病例组偏瘫侧与对照组比较,^a $P < 0.05$;病例组偏瘫侧与健侧比较,^b $P < 0.05$

图 6 各组间协同收缩率的比较

讨 论

RMS 是 sEMG 中时域分析特征指标,其大小反映肌电幅值变化,可用于脑卒中患者运动功能测试及康

复的评价^[7-8]。stRMS 就是将受试者进行周期性屈伸运动时,各肌肌电图 RMS 值与其最大等长收缩时肌电图 RMS 值相除,这种标准化处理,减少了个体间的差异^[10],更能真实地反映个体的情况。

本课题组前期对 10 例脑卒中患者进行 sEMG 研究,采集了股直肌、股内侧肌和股二头肌的肌电信号,发现屈膝时,偏瘫侧股直肌和股二头肌表现为持续高水平活动,失去正常的运动模式^[10]。本研究在纳入更多病例进行研究的基础上,除上述肌肉外,还增加采集股外侧肌及半腱半膜肌的肌电信号。结果发现,与对照组相比,病例组偏瘫侧大腿前、后肌群在俯卧位屈伸膝运动过程中 stRMS 显著升高,提示为了完成同一个动作,偏瘫肢体需要募集更多的肌纤维进行收缩。既往研究证实,正常个体在不同强度和不同类型的运动中,不同数目的肌纤维有序地交替参加活动^[11]。运动开始时,肌肉只是动用一部分肌纤维就可以产生较大的肌张力维持所需的运动。随着运动时间的延长,某些运动单位可能由于支配它的运动神经发出的冲动减慢,使得肌张力减小;肌肉收缩时局部酸性代谢产物增加等因素使内环境发生改变,也导致某些肌纤维收缩力量下降。为了维持原来的肌张力,中枢系统必需募集更多的运动单位参与运动。本研究中,脑梗死患者在主动运动过程中,受损的神经系统无法象对照组一样募集同样的运动单位来完成同样的肌肉活动,为了要完成同样的运动,脑梗死患者必须动员更多的运动单位进行收缩,表现为偏瘫侧主动肌 RMS 及 stRMS 增大。此外,Gemperline 等^[12]认为,脑卒中患者除因高位神经控制中枢损害原因外,外周肌肉废用性萎缩也是导致偏瘫侧肢体肌肉活动性下降的原因。另外,本研究发现,病例组偏瘫侧股内侧肌的 stRMS 比健侧及对照组 stRMS 增高。考虑可能的原因为偏瘫侧股内侧肌在屈伸膝过程中也有较多参与,这与 Wen^[10]等的研究结果相似。

Harris 等^[13]对脑梗死急性期患者进行肌力测试,发现偏瘫侧股四头肌收缩功能受损,肌力下降。孙栋等^[14]采用 sEMG 研究了脑梗死恢复期患者大腿肌肉收缩功能变化,发现股直肌与股二头肌收缩能力均下降。本研究通过分析大腿各肌肉 stRMS 值,发现脑梗死患者中,大腿前群肌中各肌肉收缩情况变化不一致。在偏瘫侧大腿前群肌中,股直肌收缩能力下降较明显。Burke 等^[15]的研究表明,双关节肌与单关节肌生理特征不同。在静态收缩时,双关节肌不仅影响肌力产生的方向,而且影响肌力的大小;单关节肌主要影响净关节力矩。机体对双关节肌的控制更为复杂,其控制不仅需要来自肌梭的信息,而且还需要来自神经腱梭和皮肤感受器的信息。同时,影响运动方向和力产生的

特殊神经元存在于人体大脑运动皮质中,因此脑卒中造成运动皮质或皮质脊髓束损伤对双关节肌的影响较单关节肌大。本研究中,股直肌是双关节肌,股内、外侧肌是单关节肌,病例组偏瘫侧大腿肌群中股内侧肌功能变化小于股直肌和股外侧肌,考虑在本研究设计的膝屈伸运动中,与股内侧肌参与伸膝作用成分较少有关。对于大腿后群肌,本研究结果提示,病例组偏瘫侧半膜半腱肌及股二头肌收缩变化相当。与 Horstman 等^[16]对脑卒中患者偏瘫侧股二头肌及半腱半膜肌损伤情况研究结果相似。

协同收缩被认为是一种生理现象,主动肌与拮抗肌之间的协同收缩有助于协调运动、稳定关节。当某些原因使得高级中枢神经系统受到损害时(如脑卒中),则可能出现作用于某一关节的协同收缩的异常变化。由 CR 的计算公式得知,CR 反映的是拮抗肌在主动肌的收缩过程中所占比例的多少。有研究发现,脑卒中患者偏瘫侧屈膝 CR 较对照组及健侧明显增高^[17,18]。本研究发现,屈膝时,偏瘫侧大腿 CR 升高,意味着大腿伸肌在屈膝过程中表现活跃,参与收缩增多。考虑导致偏瘫侧屈膝 CR 升高的原因可能与大腿前群肌肌张力增高有关,主动收缩时拮抗肌肌电水平明显增高,说明偏瘫侧大腿屈膝时仍存在伸肌痉挛。提示脑卒中患者下肢运动失调的原因与偏瘫侧伸肌痉挛有关。本研究结果也提示,康复训练除加强双下肢后群肌收缩训练外,还应抑制前群肌异常收缩,降低肌张力。

结 论

脑卒中后偏瘫侧大腿前后肌群功能均有受损,其中伸膝肌以股直肌受损明显,屈膝肌群中半膜半腱肌及股二头肌受损程度相当,偏瘫侧下肢屈膝时,伸膝肌群存在收缩模式异常。康复治疗应加强偏瘫侧大腿前后肌群训练,改善异常收缩模式。

参 考 文 献

- [1] Perry SR, Housh TJ, Weir JP, et al. Mean power frequency and amplitude of the mechanomyographic and electromyographic signals during incremental cycle ergometry. *J Electromyogr Kinesiol*, 2001, 11: 299-305.
- [2] Coburn JW, Housh TJ, Cramer JT, et al. Mechanomyographic and electromyographic responses of the vastus medialis muscle during isometric and concentric muscle actions. *J Strength Cond Res*, 2005, 19: 412-420.
- [3] Barak Y, Ayalon M, Dvir Z. Spectral EMG changes in vastus medialis muscle following short range of motion isokinetic training. *J Electromyogr Kinesiol*, 2006, 16: 403-412.
- [4] Barak Y, Ayalon M, Dvir Z. Transferability of strength gains from limited to full range of motion. *Med Sci Sports Exerc*, 2004, 36: 1413-1420.

- [5] Esposito F, Ce E, Gobbo M, et al. Surface EMG and mechanomyogram disclose isokinetic training effects on quadriceps muscle in elderly people. *Eur J Appl Physiol*, 2005, 94: 549-557.
- [6] Buurke JH, Nene AV, Kwakkel G, et al. Recovery of gait after stroke: what changes? *Neurorehabil Neural Repair*, 2008, 22: 676-683.
- [7] 李青青, 吴宗耀. 10 米自由步行偏瘫步态胫骨前后肌群的表面肌电图研究. *临床神经电生理杂志*, 2006, 15: 208-212.
- [8] 燕铁斌, Hui-Chan WYC. 踝背伸和跖屈肌群的最大等长收缩: 脑卒中急性期患者与同龄健康老人表面肌电图对照研究. *中华物理医学与康复杂志*. 2003, 25: 212-215.
- [9] 窦祖林, 温红梅, 姜丽, 等. 脑卒中患者小腿肌肉运动协调性的表面肌电特征研究. *中华物理医学与康复杂志*. 2009, 31: 448-451.
- [10] Wen H, Dou Z, Finni T, et al. Thigh muscle function in stroke patients revealed by velocity-encoded cine phase-contrast magnetic resonance imaging. *Muscle Nerve*, 2008, 37: 736-744.
- [11] 崔玉鹏, 洪峰. 表面肌电图在人体运动研究中的应用. *首都体育学院学报*, 2005, 17: 102-104.
- [12] Gemperline JJ, Allen S, Walk D, et al. Characteristics of motor unit discharge in subjects with hemiparesis. *Muscle Nerve*, 1995, 18: 1101-1114.
- [13] Harris ML, Polkey MI, Bath PM, et al. Quadriceps muscles weakness following acute hemiplegic stroke. *Clin Rehabil*, 2001, 15: 274-281.
- [14] 孙栋, 戴慧寒, 蔡奇芳, 等. 脑卒中偏瘫患者股直肌和股二头肌的表面肌电信号特征. *中国康复医学杂志*, 2008, 23: 256-257.
- [15] Burke D, Dickson HG, Skuse NF. Task-dependent changes in the responses to low-threshold cutaneous afferent volleys in the human lower limb. *J Physiol*, 1991, 432: 445-458.
- [16] Horstman A, Gerrits K, Beltman M, et al. Muscle function of knee extensors and flexors after stroke is selectively impaired at shorter muscle lengths. *J Rehabil Med*, 2009, 41: 317-321.
- [17] Akima H, Takahashi H, Kuno SY, et al. Coactivation pattern in human quadriceps during isokinetic knee-extension by muscle functional MRI. *Eur J Appl Physiol*, 2004, 91: 7-14.
- [18] 姜丽, 窦祖林, 温红梅, 等. 恢复期脑卒中患者大腿表面肌电变化与平衡功能的相关性. *中华医学杂志*, 2010, 90: 917-920.

(修回日期: 2011-07-07)

(本文编辑: 松 明)

· 短篇论著 ·

集体康复训练治疗脑卒中患者的疗效观察

尹海潮 袁栋才 朱建国 魏琰 张凤春 侯翠霞 啜俊雪

近年来由于脑卒中诊断、治疗水平不断提高,其死亡率明显下降,但脑卒中后致残率日趋严重。许多研究表明,约有 75% ~ 80% 的脑卒中患者遗留不同程度残疾,主要表现为运动功能、认知功能以及日常生活活动 (activities of daily living, ADL) 能力等各方面障碍,对患者生活质量造成严重影响^[1]。我科于 2009 年 4 月至 2010 年 4 月间采取集体康复训练模式对脑卒中患者实施康复干预,发现临床疗效满意。现报道如下。

一、资料与方法

(一) 临床资料

共选取 2009 年 4 月至 2010 年 4 月间在我院神经内科住院治疗的脑卒中患者 102 例,全部病例均符合 1995 年全国第 4 届脑血管病学术会议制订的脑卒中诊断标准^[2],并经头颅 CT 或 MRI 明确诊断;患者均为首次发病,病程在 7 d 以内;入选时病情平稳、意识清楚,有一定口语表达能力,可接受功能性指令并能配合康复治疗及评定;患者偏瘫侧上、下肢无严重痉挛 (Asworth 分级 < 3 级),关节无强直;排除二便障碍或严重心、肺、肝、肾功能不全等严重并发症。采用随机数字表法将入选患者分为治疗组及对照组,2 组患者一般情况及病情详见表 1,表中数据经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$),具有可比性。

(二) 治疗方法

2 组患者均给予常规药物治疗,于生命体征稳定后 (病程 3 ~ 12 d, 平均 7 d) 介入系统康复干预,包括:①床上功能位摆放、针灸、电疗等;②体位变换;③关节被动活动;④早期坐位平衡训练及立位平衡训练;⑤本体感觉神经肌肉易化 (proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF) 训练^[3];⑥ ADL 能力训练;⑦步态训练及作业治疗等。上述治疗均由康复医生负责执行,同时指导患者家属配合训练,每周治疗 6 次,共治疗 6 周;另外加强患者心理干预,建立良好医患、护患关系;医务人员给予积极康复指导,以消除或减轻患者紧张、焦虑情绪;了解患者喜好及家庭关系,尽量取得家属配合;加强患者间交流,并让康复较好的患者现身说法。在上述治疗过程中,治疗组患者尽量分配在同一个病区,采取集体训练模式进行治疗,患者间可随时交流心得,同时引入竞争激励机制,每周选出康复最佳的患者参与指导其它患者康复训练;对照组仍按常规单独进行上述训练。

(三) 疗效评定标准

于治疗前、治疗 2 周、4 周及 6 周时分别对 2 组患者进行功能评定,患者瘫痪肢体运动功能评定采用简化 Fugl-Meyer 运动功能评分 (Fugl-Meyer assessment, FMA)^[4],平衡功能评定采用 Berg 平衡量表 (Berg balance scale, BBS)^[5],ADL 能力评定采用功能独立性评定 (functional independence measurement, FIM) 量表^[5]。

(四) 统计学分析

本研究所得计量数据以 ($\bar{x} \pm s$) 表示,采用 SPSS 17.0 版统

DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0254-1424. 2011. 09. 012

基金项目: 河北省科技支撑项目 (09276101D-26, 2009055322)

作者单位: 053000 衡水, 哈励逊国际和平医院神经内科

通信作者: 袁栋才; Email: hydc@126. com