

·临床研究·

中医导引反馈康复技术机制和临床应用研究

赵文汝¹ 赵海红¹ 张学敏¹ 孙爱萍¹ 曹效¹ 李欣¹

摘要 目的:研究一种符合促进中枢神经系统(CNS)可塑性变化的“技巧性使用-依赖”原理、恢复CNS损伤后运动功能的主动训练方法,观察其临床效果并进行机制探讨。**方法:**用六步法中医导引术诱发CNS潜能,用信号接收设备实时接收并以曲线形式显示该潜能信号,结合反馈技术,有的放矢地导引患者不断增强动作肌信号强度、减弱拮抗肌信号强度,使运动程序逐渐得到重新建立。对64例病史1年以上的陈旧性卒中偏瘫伸膝功能障碍的患者进行一疗程、90次、每次45min的治疗。治疗前后进行Lovett MMT、膝关节ROM、Fugl-Meyer、程序信号强度和比例等功能评定。**结果:**治疗前后各项功能评估数据间均有显著性意义($P<0.01$),患者主动伸膝功能明显改善。其机制可能是在开发CNS潜能的基础上重建运动程序。**结论:**中医导引反馈康复技术是改善卒中偏瘫患者伸膝功能的有效方法。

关键词 康复;导引术;生物反馈;偏瘫;伸膝

中图分类号:R743.3,R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2009)-06-0526-04

Research on the mechanism and clinical usage of Daoyin combining with biofeedback technique/ZHAO Wenru, ZHAO Haihong, ZHANG Xuemin, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2009, 24(6): 526—529

Abstract Objective: To develop an active training method which coincides the principle of skilled using-dependent that can promote the variation of the central nervous system (CNS) plasticity, and the recovery of motor function after CNS injury. **Method:** The six-step Daoyin (Chinese physical and breathing exercises) was applied to induce the potency of CNS. The potential signals were received and real time displayed in curve by electro-signal receptor. Combining with biofeedback technique, the training was applied in order to enhance the signal intensity of agonistic muscle and reduce the signal intensity of antagonistic muscle, so that the motor program can be reconstructed gradually. Sixty-four long-term (more than 1 year) stroke patients with hemiplegia and knee extension problem undertook a training course, involving 90 times and 45min per time. The functional evaluations including Lovett MMT of quadriceps and hamstring muscles, ROM of knee, Fugl-Meyer scale of lower limb, the intensities and proportions of motor program signals were administered before and after the treatment course. **Result:** The differences of data before and after training of each functional evaluation were very significant ($P<0.01$). The active knee extension ability improved obviously. The mechanism of this method might be rebuilding the motor program based on the exploitation of CNS potentiality. **Conclusion:** The neurological training rehabilitation technique is an effective method of improving knee extension ability in hemiplegic patient after stroke.

Author's address The Neurological Training Rehabilitation Center, Beijing Tongren Hospital, Capital Medicine University, Beijing, 100176

Key words rehabilitation; Daoyin; biofeedback; hemiparalysis; knee extension

由于中枢神经细胞缺乏再生能力,其损伤后丧失的功能要靠训练损伤区周围的正常细胞和启用备用的传导通路发挥功能替代,即中枢神经潜能的开发利用。“六步法中医导引术”^[1]具有较好的开发中枢神经潜能的作用,但仅开发潜能是不够的,还必须在此基础上进行协调性训练^[2],使之步调一致地有序工作,此即重建正常运动程序的过程。

我们采用电子信号接收设备,在肌肉部位相应的皮肤表面,实时接收用六步法中医导引术导引患者做伸膝动作时,皮质运动中枢发放到参与该动作的股四头肌和腓绳肌的运动程序信号的强度和比

例,并以数字化曲线形式实时显示在荧光屏上。然后根据瞄准靶心练习射箭的生物反馈机制,导引患者调控该信号的强度和比例,使之逐渐趋向正常水平,最终改善运动功能,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

从2006年6月—2008年6月,在北京同仁医

1 首都医科大学附属北京同仁医院神经训导康复中心,100176

作者简介:赵文汝,男,主任医师,硕士

收稿日期:2008-12-31

院神经训导康复中心住院的脑卒中偏瘫伸膝活动受限的患者 64 例, 其中男性 36 例, 女性 28 例。右侧偏瘫者 34 例, 左侧 30 例。年龄范围 30—70 岁, 平均 52.6 岁。64 例中脑出血 24 例, 脑梗死 40 例, 病程 1—5 年, 平均 3.62 年。

入选标准: ①符合 1995 年第四届全国脑血管病会议的诊断标准, 经 CT 或 MRI 明确性诊断为脑梗死或脑出血, 并伴有偏瘫下肢伸膝活动受限的患者; ②无明显智力障碍 (MMSE 评分 ≥ 20 分); ③膝关节无严重挛缩、被动活动范围基本正常; ④曾在正规医院住院经传统康复治疗已无明显功能改进。

排除标准: ①严重心、肺等脏器功能不全、严重感染性疾病、骨折、恶液质等疾病不能进行功能训练者; ②严重认知障碍或长期应用镇静药、抗抑郁药、安定类药等药物, 而不能配合治疗和影响肌电信号检查者; ③有频繁癫痫发作者; ④有影响运动的其他疾病, 如各种肌病、骨关节和周围神经损伤等; ⑤因其他原因中断治疗、不能坚持 90 次治疗者。

1.2 方法

1.2.1 中医导引反馈 (神经训导) 技术的具体操作

在温暖安静和基本避光的室内, 患者端坐在显示器前。采用美国 Therapeutic Alliances 公司生产的 Neuroeducator III 生物反馈仪及 3M 牌 Ag-AgCl 表面电极。股四头肌电极放置: 第一个表面电极放置在髌骨上 6cm、股四头肌肌腹相应部位的皮肤表面; 垂直向上 12cm 放置第二个电极, 接地电极置于两电极之间。将表面电极通过导线连接到生物反馈仪的第一导联上。腓绳肌电极放置: 第一个表面电极放置在腓窝上 2cm 腓绳肌肌腹部位相应部位的皮肤表面, 垂直向上 6cm 放置第二个电极, 接地电极置于两电极之间。将表面电极通过导线连接到生物反馈仪的第三导联上。治疗师采用六步法中医导引术鼓励患者尽力主动做坐位伸膝、站立位伸膝和行走伸膝动作各 15min。(注: 患者无主动伸膝能力时, 则采用辅助伸膝训练, 即患者于下蹲位、身体重心移向患侧, 鼓励患者在治疗师辅助和健侧下肢的带动下主动站起。当患者具备行走能力时进行行走中的伸膝运动程序重建训练。) 将采集到的运动中中枢初次发放到股四头肌和腓绳肌的最高信号为初始数据, 并以此为基点做两条标线。导引术导引患者努力使下一次的股四头肌信号强度超过基线水平, 腓绳肌信号强度低于基线水平。治疗中当股四头肌信号强度快要达到最高点时, 治疗师用“坚持、不然就摔了, 再高点、不然就碰了”等言语营造使患者如临险境的危急状态, 以使股四头肌信号尽可能多的超过基线高度,

同时注意降低或不增加腓绳肌信号强度。而后再以新的最高点为基线, 同法导引患者努力使新的股四头肌信号超出新的基线水平、腓绳肌信号进一步低于新的基线水平, 以此类推。

1.3 评定方法

采用国际通用的 Lovett 徒手肌力检查评级标准 (Lovett MMT)、膝关节主动活动范围 (AROM, 检查方法: 以膝关节 90° 屈曲位为 0°, 测定患者主动伸展膝关节的角度)、Fugl-Meyer 下肢运动功能评定、股四头肌及腓绳肌信号 (EMG) 强度和比例等在治疗开始和疗程结束时分别进行评定, 收集数据。

1.4 统计学分析

数据结果以均数 \pm 标准差表示, 采用 SPSS12.0 软件进行统计分析, 两样本均数比较采用 *t* 检验。

2 结果

64 例患者股四头肌和腓绳肌治疗前后的肌力, 膝关节 AROM (伸展角度)、Fugl-Meyer 下肢运动功能评分和运动程序信号等功能评估数据分析结果见表 1。治疗前后支配股四头肌的程序信号强度、肌力、Fugl-Meyer 和主动关节活动度的差异均有非常显著性意义 ($P < 0.01$)。腓绳肌治疗后肌力和程序信号强度与治疗前相比, 差异没有显著性意义 ($P > 0.05$)。治疗前皮质运动中枢发放到腓绳肌的信号强度高于发放到股四头肌的信号强度, 两者间比例为 1.4:1, 是导致患者偏瘫侧下肢伸膝困难和行走时膝僵直或反张的原因。治疗后发放到股四头肌的信号强度得到了明显提高, 前后间差异有非常显著性意义 ($P < 0.01$)。尽管发放到腓绳肌的信号强度也有提高, 但与治疗前相比差异没有显著性意义 ($P > 0.05$)。治疗后腓绳肌与股四头肌程序信号差异有非常显著性意义 ($P < 0.01$), 两者间比例由治疗前的 1.4:1 改善为 1:4.1, 是膝关节主动活动明显改善的主要原因。

表 1 治疗前后膝关节功能评估数据统计学分析 ($\bar{x} \pm s$)

评估项目	治疗前	治疗后	<i>P</i> 值
MMT 级别			
股四头肌	2.67 \pm 1.62	4.10 \pm 0.62	<0.01
腓绳肌	2.3 \pm 1.17	3.82 \pm 280.76	>0.05
AROM(°)伸展角度	4.38 \pm 2.36	28.80 \pm 7.68	<0.01
Fugl-Meyer 评分	15.71 \pm 7.21	25.75 \pm 6.30	<0.01
程序信号(μV)			
股四头肌	42.13 \pm 28.24	107.81 \pm 50.63	<0.01
腓绳肌	57.67 \pm 34.17	62.13 \pm 28.24	>0.05

3 讨论

3.1 中枢神经细胞间协调有序的工作是运动功能恢复的基础

任何一个关节主动运动的完成都是众多中枢神经细胞共同工作的结果。研究表明,支配精细动作所需的中枢神经细胞的数量远多于支配粗大运动所需的数量^[1]。比如支配一个拇指所需的运动中枢细胞的量和支配一个下肢的所需的量相当^[2]。如此众多的细胞去完成一个关节活动的前提是他们之间的密切合作和协调一致的工作。

尽管中枢神经细胞缺乏再生能力,但中枢神经组织同其他组织一样具有相互代偿能力,是通过中枢神经系统的可塑性变化实现的^[4]。中枢神经系统损伤后丧失的细胞需由三个方面得到补充,才可能恢复原有的运动支配功能。①损伤区未死亡的细胞和半暗区细胞随着内环境改变而恢复功能的细胞;②损伤区周围的正常细胞,但需要通过训练才能获得和损伤细胞原有功能一样的功能;③再生的中枢神经细胞,由于中枢神经细胞缺乏再生能力,其再生数量甚微,在运动功能恢复的过程中,发挥的作用不大。但无论是哪一种细胞,由于细胞间原有关系发生了改变,要协调有序的工作则必须建立新的联系,才有恢复运动功能的可能。因此,恢复细胞间协调有序的工作是恢复运动功能的基础,而恢复细胞间协调有序工作的训练是在运动中重建运动程序的过程。

3.2 人体主动运动是皮质运动中枢内运动程序支配和控制的结果^[6]

人体运动中中枢内运动程序的形成来自两个方面:①遗传;②后天习得:占绝大部分,为出生后经过学习获得的运动程序。运动程序是皮质运动中枢发放的支配单关节或多关节完成各种活动的电信号。人体的每个主动运动都必须在皮质运动中枢内运动程序的支配下才能完成,而运动程序的完善与否,决定了主动运动模式的正常程度。运动员通过训练能够提高竞技水平,可能与训练使运动程序得到完善、肌力得到增强有关。

3.3 数字化客观显示运动程序信号是校正紊乱运动程序、重建正常运动程序所需的必要外部条件

中枢神经细胞损伤后,运动程序会遭到不同程度的破坏。运动程序的完全破坏会使运动完全丧失,部分破坏、或代偿的细胞间缺乏协同作用而会导致不同程度的运动模式异常,均需重新建立正常的运动程序。本研究涉及的伸膝关节活动,在正常情况下是脑发放强的信号到股四头肌,其收缩的结果是伸膝,同时也发放较弱的信号到腓绳肌,以维持其一定的张力、增加膝关节在伸膝活动中的稳定性。脑损伤后形成的异常运动程序,除信号强度减弱外,往往是

脑发放到股四头肌的信号和腓绳肌的信号一样强或相差不大,其结果是无法产生伸膝活动或相当困难。但要校正该紊乱的运动程序、重建正常的运动程序,则必须看到伸膝运动程序的实际情况才行。

中医导引反馈技术是将导引患者进行主动伸膝活动时的结果用信号检测设备实时地以曲线形式显示在荧光屏上,提供动态连续性运动程序反馈信号,起到相当于、但明显优于箭靶的作用,使训练有的放矢。经反复应用导引术鼓励患者不断增强动作肌信号强度,同时降低拮抗肌信号强度,使两者恢复正常比例,改善伸膝功能。因此,客观显示导引出的伸膝运动程序信号是使之重建的重要外部条件(见图1—3),有的放矢的反复训练是使之达到重建的重要过程。

运动程序建立所需时间与物种的进化程度有关,进化程度越高、建立运动程序所需时间就越长。比如,羊在出生后数小时内就能够行走和奔跑,人出生后则需要一年、或更长时间才具有行走和奔跑的能力。因此,人类运动程序重建是一个相对漫长的过程,需要反复训练才能使运动程序得到固化。疗程太短往往会使病情反复甚至无效。经6年实践我们发现,像本组中枢神经系统损伤导致的双下肢运动后遗功能障碍一般需要3个月的训练才可能出现明显的功能恢复,而上肢、尤其是手则需时6个月甚至以上,才可能看到明显的功能改善。因此,我们建议这些后遗症患者的功能训练疗程应以3—6个月为宜,这也是本研究3个月、90次功能训练为一疗程的依据。

3.4 中医导引反馈技术中,导引术起主要治疗作用,效果实时显示和信号反馈起重要辅助作用

该疗法中,用导引术开发中枢神经潜能,起主要治疗作用,而效果实时显示和信号反馈可提供患者训练目标,并能使治疗师确切了解运动程序的具体情况,及时进行校正和重建训练。因此,在运动程序重建的训练中起着不可或缺的重要作用。

3.5 “神经训导”是中医导引反馈技术的概括

由于采用中医导引结合生物反馈技术训练中枢神经系统,即中枢神经在导引反馈训练下出现可塑性变化、最终达到功能重组并恢复丧失的运动功能的过程。因此,我们将其称之为“神经训导”,以突显中西医结合康复方法特色。

3.6 从位于肌腹相应部位的皮肤表面接收到的信号,其主要成分为运动程序信号

由于神经肌肉系统的复杂性,许多相关肌电信号解剖学和生理学等特性尚未清楚了解^[6-8],从皮肤

表面接收的信号是皮质运动中枢发放到肌肉的控制或驱动信号, 还是肌肉收缩本身产生的电活动, 也未见清晰的描述, 一般认为是神经肌肉系统活动时的生物电信号^[9]。由于该信号是从皮肤表面接收到的, 而称之为表面肌电信号, 是由不同运动单位的动作电位组成^[10], 而运动单位由同一运动神经支配的一群肌肉纤维组成。

我们对脊髓休克期和完全性外周神经损伤患者进行了肌电信号监测, 发现被动肌肉运动时未能测到肌电活动。痉挛期肌肉的不主动痉挛测到的不规则肌电信号, 可能由脊髓前角运动神经元发放。在实际临床治疗中我们发现, 成人和儿童从肌肉相应部位的皮肤表面可接收到的最强电信号基本一致, 都不超过 800 μ V。但在相同电信号强度下, 两者间肌力却有相当大的差异。从一个侧面反映出, 从皮肤表面接收到的信号可能主要是中枢神经发放到肌肉的驱动信号。参与关节活动的肌肉包括动作肌、拮抗肌、协同肌和中和肌等, 其中起主要作用的是动作肌和拮抗肌。因此, 我们选取动作肌和拮抗肌信号为皮质运动中枢支配该关节活动的运动程序信号, 两者间合适的比例是关节主动灵活运动的基础。运动中枢对参与关节活动的动作肌和拮抗肌指令信号强度的合适差异是关节灵活运动的基础。完成一个功能动作需要多关节、众多肌肉的参与才能完成, 需要运动中枢按关节活动的先后顺序发出指令, 该过程即协调运动的运动程序。由此看来, 关节活动时从皮肤表面接收的信号应为皮质运动中枢发放到肌肉的驱动电信号, 而不是由于肌肉收缩本身产生的。但究竟是否如此, 尚需进一步研究证实。

本研究结果显示中医导引反馈康复技术是改善卒中偏瘫患者伸膝功能的有效方法, 能较好开发中

枢神经潜能和促进运动程序重建。神经训导是一种以中医康复技术为主, 以传统康复技术和生物反馈技术为辅的中西医结合康复治疗新技术。它以中枢神经的可塑性和运动程序重建为基础理论, 以中医导引术为基本技术诱发神经潜能, 以现代化电子设备检测该潜能信号, 即将导引术效果用曲线形式显示在荧光屏上, 通过反馈机制指导患者有的放矢地调控该信号强度, 调节紊乱的运动程序并重新固化, 增强肌力、整体训练、重新恢复主动、协调的运动功能, 提高日常生活活动能力。

参考文献

- [1] 赵文汝, 赵海红, 张学敏, 等. 六步法中医导引术机制和临床疗效观察[J]. 中国康复杂志, 2009, (该论文近期发表).
- [2] Peter Duus 著. 刘宗惠, 胡威夷, 段国升译. 神经系统疾病定位诊断学—解剖、生理、临床[M]. 第1版. 北京: 海军出版社, 2000. 177-287.
- [3] 郭斌, 主译. 亚当斯-维克托神经病学[M]. 第7版. 北京: 人民卫生出版社, 2002. 53—55.
- [4] Ming-Kuei Lu, Hsu-Tzu Shih, Kai-Ju Huang. Movement-related cortical potentials in patients with Machado-Joseph disease [J]. Clin Neurophysiol, Elsevier Scientific Publishers, Ireland Ltd: 1010—1019.
- [5] 戴红, 主编. 康复医学[M]. 第1版. 北京: 北京大学医学出版社, 2004. 26.
- [6] Enoka RM, Fuglevand AJ. Motor unit physiology: some unresolved issues[J]. Muscle & Nerve, 2000, 24(1): 4—7.
- [7] McGill KC. Surface electromyogram signal modeling[J]. Medical and Biological Engineering and Computing, 2004; 42(4): 446—454.
- [8] 李强, 杨基海, 褚雪忠, 等. 基于运动神经元激励的表面肌电信号仿真研究[J]. 北京生物医学工程, 2007, 26(4): 342—351.
- [9] 王健, 金小刚. 表面电信号分析及其应用研究[J]. 中国体育科技, 2000, 36(8): 26—28.
- [10] 陈香, 杨海基, 梁政, 等. NEMG 信号运动单位动作电位的分类研究[J]. 中国科技大学大学学报, 2003, 33(4): 466—472.