

· 专家笔谈 ·

科研成果对脑瘫康复临床实践的启示

黄真

随着科学技术的不断发展,脑功能研究及人类运动力学研究的不断深入,大量科研成果不断涌现,人们对人类运动的发育、神经系统对运动的控制机制、影响运动的各种因素、运动功能障碍的生物力学特点等有了更加深入的了解,由此改变了一些传统的观念,形成了一些新的理念和新的技术。在脑性瘫痪(简称脑瘫)康复治疗领域,同样有大量相关研究成果问世,作为临床工作者,及时将研究成果应用到临床实践中显得至关重要,只有将研究成果转化为临床思维和临床技能,才能体现研究成果的真正价值,才能使临床实践更加科学和规范。那么,科研成果给脑瘫的康复治疗带来了怎样的启示呢?以下几方面值得思考。

一、正常儿童运动技能发育特点

临床工作者面对患儿时常会思考:什么是最有效的治疗方法?要回答这一问题,首先需要了解正常儿童的运动技能如何获得,正常运动技能有哪些特点等,这样才能识别功能障碍患儿的问题所在,针对性地制定出正确的康复治疗目标,找到最有效的治疗方法。

那么,正常儿童的运动技能是如何获得的呢?上世纪 40 年代,以 Gesell、McGraw 等为代表的学者们提出的经典的神经发育理论认为:婴幼儿期运动技能的发育源于中枢神经的成熟,包括神经髓鞘的形成及高级皮质中核团抑制能力的完善,并且认为运动技能是在脑中事先编码好的。这一理论为婴幼儿运动的发育评估和传统康复治疗技术的形成提供了理论基础,但是也很快受到质疑:婴幼儿的运动发育仅仅由中枢神经的成熟决定吗?大量的事实和研究给出了否定的答案。

上世纪 80 年代,Thelen、Newell 等学者提出的多系统理论(multiple systems theory or dynamical systems theory)认为:运动发育处在一个大系统中,这个系统包含很多对运动发育有影响的因素,这些因素相互交叉作用,共同决定运动发育的模式及结果,影响运动发育的因素可归类为:机体、环境和任务。

机体因素:不仅包括中枢神经系统的成熟,还包括后天大量经验促使感觉-运动整合不断完善、认知水平不断提高以及兴趣的驱动作用。此外,骨骼肌肉系统的发育成熟及使用中的适应性完善、生物力学在不同运动模式中的作用、不同发育阶段头颅与躯干及躯干与肢体比例不同、心肺功能对运动耐力的影响、心理行为方面对挑战能力极限的影响等,均会对运动技能的发育产生影响。

环境因素:包括重力、抚养方式、环境温度、服装限制、光线和噪声等。2007 年,Flourens^[1]报道:荷兰婴儿运动发育水平明显低于加拿大婴儿运动发育水平,其原因可能与前者较少采取俯卧位的抚养方式有关。原来在 1987 年,荷兰儿科协会为预

防婴儿猝死综合征提倡婴儿仰卧位睡觉,结果引起母亲们的恐慌,即便在清醒时也很少让婴儿俯卧位。重力对运动技能发育的影响在婴儿出生后很快产生。研究发现:在应用表面肌电图测试婴儿抗干扰反应的试验中,1 个月的婴儿中有 28%~30% 的颈屈肌、10% 的腹屈肌和 30% 的躯干伸肌表现出方向特异性反应,到 4~5 个月,有 55% 以上出现姿势控制肌的方向特异性反应;另外,颈屈肌群收缩的潜伏时间也由 1 个月时的 238 ms 减少到 5 个月时的 147 ms,躯干伸肌收缩的潜伏期从 1 个月时的 180 ms 减小到 5 个月时的 88 ms^[2]。研究者认为,肌群收缩潜伏期变短提示神经髓鞘逐渐发育成熟,而姿势控制肌是否出现方向特异性反应与婴儿对抗重力的机会相关。如果人为给予更多对抗重力机会,就有可能促进运动技能的发育。如不能完全独自坐立的婴儿进行家庭训练:家长在婴儿侧方和后半方稳定性极限处递玩具给婴儿,每日 3 次,每次 5 min,持续 3 个月,在训练前、后采用表面肌电图进行抗干扰反应测试,发现经训练的婴儿与未训练的对照组相比,抗干扰能力明显增强^[3]。另外,早产儿姿势控制强化训练随机对照研究也证明,该训练可使患儿躯干控制能力明显增强^[4]。这些研究佐证了对运动发育迟缓的儿童进行姿势控制训练可以促进其发育。

任务因素:任务因素对运动技能发育的影响具有高度特异性。如图 1 所示:当人处于站立位去拉手柄时,表面肌电图显示腿部腓肠肌先于肱二头肌收缩,为下一步动作做好预备性控制(图 1A);当受试者手握的手柄被外力突然拉开但肩部有支撑时,主要显示肱二头肌收缩(图 1B);但是如果去除肩部的支撑,则腿部腓肠肌与肱二头肌均收缩,与(图 1A)的不同之处在于两组肌群表现为同时收缩,因为此时的动作是一种对非预计性外力的反应,缺少自主运动时的预备性控制能力;当受试者手握手柄站立在一块突然前移的板上时,由于手作为唯一稳定的支点,肌电图显示以肱二头肌收缩为主的模式(图 1D)^[5]。

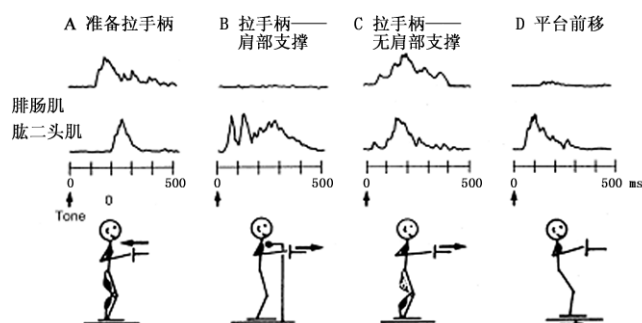


图 1 正常受试者握手柄在站立位完成不同任务时肱二头肌与腓肠肌的协调性收缩示意图

上述实验提示,不同的任务引发出不同的运动模式,包括对参与肌群、收缩顺序、持续时间、收缩强度的选择等。因此,运动技能的获得与特定的任务密切相关。正常的运动技能包含各肌群间的良好协调,这种协调能力是在发育中逐渐形成

的。如:有研究者对不同站立阶段的儿童进行平衡干扰试验,用表面肌电图记录腿部和躯干肌肉的协调活动,发现 6 个月扶站时,踝部肌群表现为无序收缩;9 个月时出现踝部肌群方向特异性收缩,且大腿肌群开始参与其中;到 11 个月时,踝部肌群、大腿肌群以及躯干肌群出现协调性收缩,参与的肌群以从远端至近端的顺序逐渐扩展并相互协调,使动作更加高效、节能^[6]。另有研究发现,6 个月大的婴儿下肢已能负荷超过其体重的力量^[7],这说明站立情况下支持体重以对抗重力的能力在独立站立出现前就已经形成。因此,力量可能不是婴儿站立姿势控制的主要限制因素,肌群间相互协调的能力才是其主要影响因素^[8,9]。图 1A 所示预备性姿势控制能力,也是婴儿在发育过程中通过反复实践逐步习得^[8,10]。如:5 个月的婴儿在拿物体时缺少预测能力,他们的手常常张得很开,动作粗大;而到 9~13 个月时,则能根据物体的大小、形状,在接触物体前将手打开到略大于物体,并且手的张开与手的伸出之间有了更好的协调性,使动作更加流畅和准确^[10]。

综上所述,发育是一个复杂的过程,新技能的出现是婴幼儿不断成熟的神经系统、肌肉骨骼系统等与环境、任务相互作用的结果。正常运动技能的发育具有随后天的使用不断优化、完善的适应性(adaptability)、预期性控制(anticipatory control)及协调性的特点。预期性控制又称前馈(feedforward),即根据以往经验所形成的记忆,机体在动作发生前先做出准备性反应,以确保即将进行的动作更加稳定、快速和精准,这种能力只有在特定任务中通过后天反复学习才能形成。

二、脑的可塑性

正常运动技能的形成伴随着脑的发育成熟,而脑的成熟同样也随着后天的使用不断进行结构和功能的适应性改变。婴儿刚出生时,脑内的神经细胞就具备一定的联系,随着后天经验的丰富,某些区域因反复使用而使得神经细胞间的联系越来越紧密,而另一些区域则因使用少而被逐渐淡化,由此,在适应性改变中形成复杂的神经网络系统,这种网络系统具有“功能模块”的特性。例如:当大脑发出伸手够物指令时,视觉首先将物体的远近、形状等信息传入大脑,大脑根据这些信息指挥机体做出预备性姿势控制,再伸手去够物,触到物体前手做出与物体形状相匹配的手形,触到物体时触觉将物体的特性传入大脑,大脑指挥手选择恰当的握力将物体拿起,这些信息在脑中被整合到一个“功能模块”中,使得大脑发出功能性指令后,动作能在极短的时间内完成。由此可以想象,如果婴儿在后天的技能训练中,缺少实物或脱离功能性活动(任务),比如只是让婴儿反复伸手,而不给予实物抓握,就缺少了上述丰富信息的整合,无法形成不断被优化组合的“功能模块”。

当脑发生损伤后,残余部分是否仍然具有可塑性,来替代丧失的功能呢?大量有关损伤脑的可塑性研究已经给出了肯定的答案。例如:对难治性癫痫患儿实施单侧脑切除术后进行康复治疗,运动功能得到一定程度的恢复后用 fMRI 进行检测,发现当患足踝屈伸时,残余脑出现相应的支配区^[11-13]。脑瘫患儿由于脑损伤出现太早,正常脑组织尚处在发育极早期,使得脑的可塑性具有了双重意义。正面意义在于正常脑组织的可塑性空间更大;负面意义是由于异常运动模式过早出现^[14],有可能导致脑形成负面的适应性改变,由此也说明早期干预及方法极为重要,尽早且正确的干预方法既可挖掘脑的最大潜力,

又可避免或减少异常的适应性改变。

那么,哪些因素有助于促进脑功能的代偿呢?大量研究和观察证明下列因素起重要的作用:①具体的而非抽象的功能性活动;②反复使用;③具有兴趣性的活动;④具有挑战性的活动;⑤具有社会交流性的活动;⑥大脑处于一定清醒程度下的活动。

三、运动学习理论

近 20 年来,“运动学习(motor learning)”相关理论越来越广泛地被应用到各种运动功能障碍的康复治疗中,尤其是中枢神经系统损伤导致的运动功能障碍,当然也包括儿童的脑瘫^[15]。该理论认为,运动功能障碍的治疗应根据对正常人习得技能过程的认识,通过分析运动功能障碍相关的各种异常因素或缺失成分,针对性地设计并引导患者主动练习运动技能,促进脑功能代偿,获得尽可能接近正常的运动技能。由于正常运动技能模式具有高效、节能的生物力学特点,运动障碍患儿的运动模式越接近正常的力学特点,就意味着其选择的运动方式越省力,也表示其具有向更高难度运动技能发展的潜力。

根据运动学习的观念,当我们在临床上处理运动障碍时,首先应了解相关的正常运动生物力学要点;然后分析运动障碍中的关键成分和原因;再针对原因和异常成分制定个体化治疗方案,在治疗中将缺失成分的治疗或强化训练和整体功能的训练相结合,并逐渐增加难度,向实际生活环境转移。在分析运动功能障碍时,应把握多系统的理念,从神经系统的运动控制、深浅感觉、视觉、认知,到肌肉骨骼系统的肌力、软组织延展性、关节活动范围,以及体力、心理行为、环境、任务难度等多方面因素考虑,找出运动功能障碍的最主要因素,以突出治疗方案的针对性。

在脑瘫康复治疗领域,已涌现大量研究成果。例如:研究发现痉挛型脑瘫患儿的肌力受损时,参与肌群的选择、肌群间收缩的时序、激发的速度、收缩的强度和持续时间等均出现异常^[16]。脑瘫患儿的肌活检显示:痉挛肌同样存在萎缩,尤其是 II 型肌纤维萎缩明显,导致肌纤维组成比例异常^[17-19]。脑瘫患儿肌力弱和关节活动范围异常对平衡和够物有决定性的影响^[20,21]。一些系统性回顾分析显示,脑瘫患儿进行功能相关性肌力训练可以更为显著地提高其功能;进行力量训练不仅不会加重痉挛,反而可以提高功能^[22-24]。功能性活动的反复强化训练,如减重步态训练既可以改善行走的节律性和提高步速,又可以增强整体耐力^[25,26]。另外,具有挑战性的训练可以更显著地提高功能^[27,28]。

在脑瘫康复治疗中,虽然强调尽可能使患儿的运动模式接近正常,但是并不意味着对于所有患儿尤其是重度障碍者,一味地进行纠正性训练。渥太华 CanChild 中心对 657 名 1~13 岁脑瘫儿童进行了跟踪 4 年的多中心研究,4 年中这些患儿均在各康复机构接受正规的康复治疗,但不包括肉毒毒素注射和手术,结果发现 4~5 岁时粗大运动功能已基本上达到的 90%^[29],揭示了不同严重程度脑瘫儿童粗大运动功能的发育规律。当然,随着治疗技术的不断进步,脑瘫患儿运动功能提高的潜力也将不断增大,但是,对于年龄大、障碍程度较重的患儿,康复治疗的效果毕竟有限,这时改变环境、借助辅助具可能对提高患儿的功能和生活质量具有更大的意义。大量研究已

证明,对于重度功能障碍儿童采用适宜的辅助具可以扩展活动范围、提高独立性、增强社会交往能力、促进社会-心理发育^[30-32]。

2004 年,Valvano^[33]根据运动学习理论提出了脑瘫患儿康复治疗方案设计思路(图 2),对临床实践具有很好的指导意义。当我们接诊患儿时,首先要根据患儿对功能的要求以及现有的能力为其制定康复治疗目标。如一位 7 岁脑瘫患儿要入学,但学校没有电梯,需要自行上下楼,患儿目前可以独立行走但不能上下楼,因此康复治疗目标可以设定为单手扶持下连续上下 10 级台阶。然后分析限制这一目标实现的主要原因,制定针对身体结构和机能异常(残损水平)的治疗方案,如:提高肌力、降低痉挛、增加关节活动范围等。治疗措施可以根据需要选择被动的方法如软组织牵拉、按摩、肉毒毒素注射、使用支具、进行手术等,也可选择主动的肌力训练、关节活动度训练以及自我软组织牵伸等。除了针对残损的治疗外,还应制定针对功能性活动的训练方案,因为运动技能的学习应与任务密切结合,只有反复练习与功能性活动相关的动作要点,神经、骨骼、肌肉及其他相关系统才能产生适应性改变,逐步向正常运动模式靠近,实现所设定的目标。功能性活动训练的设计应选择与所设定康复治疗目标具有相同或相似的生物力学特点但难度稍低的活动,设计时应结合患儿个体的能力、任务的难度以及环境因素等,使训练具有挑战性、趣味性和主动性。

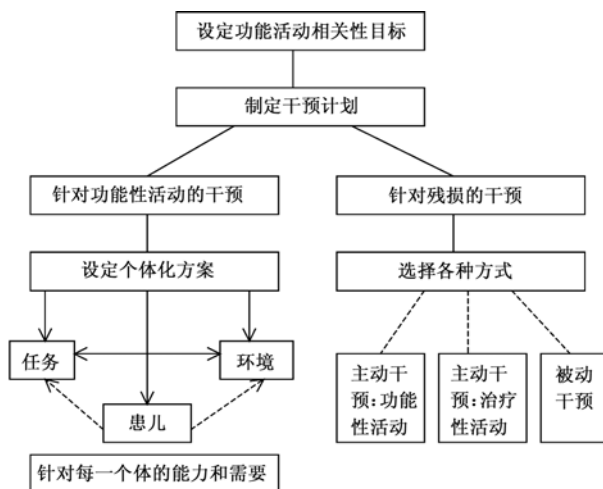


图 2 干预治疗方案设计思路模式图

从上述大量研究成果反思我们的临床实践是否更多地关注到残损水平的治疗,而对功能活动本身的训练或训练方式重视不足呢?希望 Valvano^[33]所提出的思路能够帮助我们在脑瘫康复治疗中找到更为有效的治疗方法。

参 考 文 献

- [1] Fleuren KMW. New reference values for the Alberta infant motor scale need to be established. *Acta Paediatr*, 2007, 96:424-427.
- [2] Hedberg A, Brogren Carlberg E, Forssberg H, et al. Development of postural adjustments in sitting position during the first half year of life. *Dev Med Child Neurol*, 2005, 47:312-320.
- [3] Hadders-Algra M, Brogren E, Forssberg H. Ontogeny of postural adjustments during sitting in infancy: variation, selection and modulation. *Physiology*, 1996, 493:273-288.
- [4] Girolami GL, Campbell SK. Efficacy of a neuron-development treatment program to improve motor control in infants born prematurely. *Pediatric Phys Ther*, 1994, 6:175-184.
- [5] Carr J, Shepherd R. Stroke rehabilitation: guidelines for exercise and training to optimize motor skill. *J Neurol Phys Ther*, 2003;301.
- [6] Sveistrup H, Woollacott MH. Longitudinal development of the automatic postural response in infants. *Mot Behav*, 1996, 28:58-70.
- [7] Roncesvalles MNC, Jensen J. The expression of weight-bearing ability in infants between four and seven months of age. *Sport Exer Psychol*, 1993, 15:568.
- [8] Witherington DC, Von Hofsten C, Rosander K, et al. The development of anticipatory postural adjustments in infancy. *Infancy*, 2002, 3:495-517.
- [9] Hadders-Algra M. Development of postural control during the first 18 months of life. *Neural Plasticity*, 2005, 12:99-108.
- [10] Duff SV, Charles J. Enhancing prehension in infants and children: fostering neuromotor strategies. *Phys Occup Ther Pediatr*, 2004, 24:129-172.
- [11] de Bode S, Firestone A, Mathern GW, et al. Residual motor control and cortical representations of function following hemispherectomy: effects of etiology. *J Child Neurol*, 2005, 20:64-75.
- [12] de Bode S, Mathern GW, Bookheimer S, et al. Locomotor training remodels fMRI sensorimotor cortical activations in children after cerebral hemispherectomy. *Neurorehabil Neural Repair*, 2007, 21:497-508.
- [13] Chiricozzi F, Chieffo D, Battaglia D, et al. Development plasticity after right hemispherectomy in an epileptic adolescent with early brain injury. *Childs Nerv Syst*, 2005, 21:960-969.
- [14] Einspieler C, Prechtl HF. Prechtl's assessment of general movements: a diagnostic tool for the functional assessment of the young. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*, 2005, 11:61-67.
- [15] Larin H. Motor learning: theories and strategies for the practitioner// Campbell SK, eds. *Physical therapy for children*. 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders Co, 2000:170-195.
- [16] Damiano DL, Quinlivan J, Owen BF, et al. Spasticity versus strength in cerebral palsy: relationships among involuntary resistance, voluntary torque and motor function. *Eur J Neurol*, 2001, 5:40-49.
- [17] 孙薇. 脑性瘫痪患儿神经肌肉的病理研究. *中华儿科杂志*, 2000, 38:47.
- [18] Rose J, Haskell WL, Gamble JG, et al. Muscle pathology and clinical measures of disability in children with cerebral palsy. *J Orthop Res*, 1994, 12:758-768.
- [19] 唐彦萍, 胡月光. 痉挛性髓内收内收大肌纤维型转化超微损害及临床意义. *中华小儿外科杂志*, 2000, 21:119-120.
- [20] Lowes LP, Westcott SL, Palisano RJ, et al. Muscle force and range of motion as predictors of standing balance in children with cerebral palsy. *Phys Occup Ther Pediatr*, 2004, 24:57-77.
- [21] Näslund A, Sundelin G, Hirschfeld H. Reach performance and postural adjustments during standing in children with severe spastic diplegia using dynamic ankle-foot orthoses. *J Rehabil Med*, 2007, 39:715-723.
- [22] Dodd KJ, Taylor NF, Damiano DL. Systemic review of strengthening for individuals with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*, 2002, 83:1157-1164.
- [23] Taylor NF, Dodd KJ, Damiano DL. Progressive resistance exercise in physical therapy: a summary of systematic reviews. *Phys Ther*, 2005,

- 85;1208-1223.
- [24] Andersson C, Grooten W, Hellsten M, et al. Adults with cerebral palsy: walking ability after progressive strength training. *Dev Med Child Neurol*, 2003, 45: 220-228.
- [25] McNevin NH, Coraci L, Schafer J. Gait in adolescent cerebral palsy: the effect of partial unweighting. *Arch Phys Med Rehabil*, 2000, 81: 525-528.
- [26] Schindl MR, Forstner C, Kern H, et al. Treadmill training with partial body weight support in nonambulatory patients with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*, 2000, 81: 301-306.
- [27] Krishnan RV. Relearning of locomotion in injured spinal cord: new direction for rehabilitation programs. *Int J Neurosci*, 2003, 113: 1331-1351.
- [28] Rossignol S, Brustein E, Bouyer L, et al. Adaptive changes of locomotion after central and peripheral lesions. *Can J Physiol Pharmacol*, 2004, 82: 617-627.
- [29] Rosenbaum PL, Walter SD, Hanna SE, et al. Prognosis for gross motor function in cerebral palsy: creation of motor development curves. *JAMA*, 2002, 88: 1357-1363.
- [30] Woods B, Watson N. A short history of powered wheelchairs. *RESNA*, 2003, 15: 164-180.
- [31] Bottos M, Gericke C. Ambulatory capacity for cerebral palsy: prognostic criteria and consequences for intervention. *Dev Med Child Neurol*, 2003, 11: 786-790.
- [32] Wiart L, Darrah J. Changing philosophical perspectives on the management of children with physical disabilities: their effect on the use of powered mobility. *Disabil Rehabil*, 2002, 24: 492-498.
- [33] Valvano J. Activity-focused motor interventions for children with neurological conditions. *Phys Occup Ther Pediatr*, 2004, 24: 79-107.

(收稿日期: 2008-12-20)

(本文编辑: 吴倩)

· 临床研究 ·

MOTomed 训练系统对脑梗死偏瘫患者下肢运动功能的影响

万新炉 高春华 叶正茂 黄怡 潘翠环

【摘要】目的 研究常规康复治疗联合 MOTomed 训练系统对脑梗死偏瘫患者下肢运动功能的影响。**方法** 将 65 例急性脑梗死偏瘫患者随机分为 MOTomed 训练组(给予常规康复治疗及 MOTomed 训练)及常规治疗组(给予常规康复治疗)。于治疗前及治疗 2, 4, 8 周时进行疗效评定, 包括采用 Fugl-Meyer 量表评定下肢运动功能, 采用功能性步行量表(FAC)评定步行功能, 采用 Barthel 指数评定日常生活活动(ADL)能力。**结果** 2 组患者 Fugl-Meyer、FAC 及 Barthel 指数评分治疗前组间差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$), 治疗 2, 4, 8 周时上述各项指标均较治疗前明显改善($P < 0.05$), 且以 MOTomed 训练组的改善幅度较显著, 与对照组各观察时间点比较, 组间差异均有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** MOTomed 训练结合常规康复治疗能进一步提高脑梗死偏瘫患者下肢运动功能。

【关键词】 MOTomed 训练; 急性脑梗死; 运动功能

据相关数据统计, 脑梗死后约有 1/3 ~ 1/2 患者在发病 3 个月内不能恢复独立步行功能^[1,2], 给其生活、工作、学习带来严重影响; 如何改善脑梗死偏瘫患者步行功能, 提高其生活自理能力及生活质量, 是康复医学目前面临的重要难题之一^[3,4]。近年来 MOTomed 智能运动训练系统作为新型康复设备已逐渐应用于临床治疗中, 但国内外关于 MOTomed 训练对脑梗死偏瘫患者下肢运动功能影响的研究报道还偏少。本研究采用 MOTomed 智能训练系统对脑梗死偏瘫患者下肢功能进行重点训练, 发现治疗后患者下肢运动功能、步行功能及日常生活活动能力均得到显著改善, 明显优于传统康复治疗。现报道如下。

资料与方法

一、临床资料及分组

共选取 2006 年 10 月至 2008 年 10 月间在我院神经内科及

康复科治疗的脑梗死偏瘫患者 65 例, 均为首次发病, 入选标准: ①符合 1995 年中华医学会第四届脑血管病学术会议制订的脑梗死诊断标准^[3]; ②经过头颅 CT 和/或 MRI 确诊; ③年龄 40 ~ 70 岁, 病程 < 3 个月; ④意识清醒, 无理解功能障碍。排除标准: ①复发性脑梗死、短暂性脑缺血发作; ②合并老年性痴呆或严重认知功能障碍; ③合并心肌梗死、心绞痛、严重肺气肿等其它严重并发症。将上述 65 例脑梗死患者随机分为 2 组, 分别是 MOTomed 训练组(33 例)及常规治疗组(32 例), 2 组患者一般情况及病情详见表 1, 经统计学比较, 发现组间差异均无统计学意义($P < 0.05$), 具有可比性。

表 1 2 组患者一般情况及病情比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	男	女	年龄(岁)	病程(d)	左侧偏瘫	右侧偏瘫
MOTomed 训练组	33	22	11	51.8 ± 10.7	16.2 ± 11.2	20	13
常规治疗组	32	18	14	50.6 ± 12.7	5.9 ± 11.5	17	15

二、治疗方法

2 组患者均由专业治疗师进行康复治疗, 治疗手段以神经促通技术及运动再学习疗法为主, 具体选用反射抑制模式、控制关键点、本体感觉和皮肤感觉刺激、站立与步行训练、上下台

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2009.07.027

作者单位: 510260 广州, 广州医学院第二附属医院康复医学科(万新炉、叶正茂、黄怡、潘翠环); 华中科技大学同济医学院附属同济医院康复医学科(高春华)