

小儿脑瘫康复治疗技术研究与应用进展*

张 备¹ 孙莉敏¹ 朱俞岚¹ 白玉龙^{1,2}

目前认为,小儿脑瘫是指一组先天性、非进行性、非感染性的大脑损伤或发育异常而导致躯体各类残疾,主要为运动障碍,同时可伴有姿势、语言、视觉、听觉、智力等多种障碍^[1]。脑部病灶可发生于怀孕时、分娩时或出生后(3岁以内),一般在患儿幼年时即出现明显的相应器官系统功能异常,排除相关疾病后可做出诊断^[1]。全球范围内,脑瘫发病率约为1%—5%,并呈逐年递增趋势^[2]。近年来,脑瘫康复治疗技术迅速发展。在应用传统治疗技术的基础上,新技术不断涌现。虽然其疗效、安全性等仍有待确认,但新技术的出现无疑拓宽了我们视野,为脑瘫患儿带来了康复希望。本文将对近年来出现的脑瘫康复新技术进行综述。

1 互联网在脑瘫康复中的运用

互联网(internet),又称因特网,是全球性的电子网络,也是如今最流行、最受欢迎、最大众、信息量最大、信息传播速度最快的一种大众公共传媒。麻省理工学院电脑科学实验室高级研究员 David Clark 曾说:“网络把使用电脑的人连接起来了。互联网的最大成功不在于技术层面,而在于对人的影响”。互联网是人际交流的一种全新的方法,它是一个能够相互交流沟通,相互参与的互动平台。对于儿童来说,结交朋友对他们的身心发育起到了重要作用^[3]。调查表明大部分青少年认为朋友是影响他们生存质量的最重要的因素之一^[4]。脑瘫患儿由于存在运动、视听觉等障碍,甚至智力障碍,社交范围小、朋友少,无法参与正常同龄儿童活动中,可能引发各种身心疾患。互联网已成为目前青少年生活中必不可少的一部分^[5]。调查表明,90%以上的正常青少年(12—17岁)都使用互联网进行社交、娱乐活动;约85%轻度残疾人(15—34岁)和约59%重度残疾人也上网^[6]。一项最新的研究通过训练脑瘫、脑外伤患儿(10—18岁)使用互联网,如搜索资料、上传照片至社交网络平台、使用网络电话与朋友联系、使用电子邮箱等功能,发现经过系统训练后,患儿使用互联网的能力得到显著提升,生活满意度也明显升高^[7]。另外,对1例14岁脑瘫患儿的单独调查显示他希望可以学习打字能

在 Facebook 上发表信息。但由于他读写能力较差,所以打字时不得不用字词预测软件或由父母代打。经过11个月共14次一对一家访训练,该患儿能够独立使用 Facebook,发表他在训练中的各种很酷的故事。最令人开心的是他不用再借助父母的帮助阅读和打字,能够完全独立地使用 Facebook,与朋友们交流^[7]。不仅如此,调查显示学习使用互联网的好处不仅包括改善脑瘫患儿的社交状况,还包括有些患儿对于学习新事物感到新奇和开心,有些患儿学习使用辅助设备(如字词预测软件、iPad等)为他们上网提供了很大的便利。通过互联网,身患残疾的孩子也可以看到这个世界其他角落在发生的事情,与各地的其他孩子交朋友,大大拓宽了眼界、丰富了他们的生活,身心情绪得到很好的调整。

互联网在我国人民生活也越来越不可或缺。官方数据显示,截止2013年6月,我国网民数量达5.91亿,互联网普及率为44.1%,其中手机网民规模达4.64亿^[8]。使用互联网的主要促进因素是能够获得朋友、家庭的支持,而主要障碍是网络资源获取失败^[7]。当然,由于文化传统等因素,中国青少年儿童性格总体趋于更加保守、害羞,如何充分利用互联网沟通技术和资源帮助脑瘫患儿,提高他们社交能力,改善他们的社会参与状况,值得国内康复工作者进一步探索。

2 机器人技术在脑瘫康复中的运用

近年来,随着电子科技的迅速发展,机器人技术也取得了飞跃性进步。机器人技术目前主要用于脑卒中、脑外伤后的康复治疗。目前也有越来越多改良后的机器人技术运用于脑瘫康复治疗中,帮助患儿重新获得运动功能,提高生存质量。最常见的几种脑瘫康复机器人包括上下肢康复机器人、游戏类康复训练机器人等。上肢康复机器人的主要功能包括辅助患肢运动(如由麻省理工大学开发的 MIT-MANUS 系统等)和通过特定任务,如点对点抓取、进食、饮水、梳头等,提高患儿的生活技能(如马凯特大学开发的 ADLER 系统等)^[9—11]。下肢康复机器人主要功能包括进行减重步行训练、步态训练、下肢肌力训练等^[12—13]。对于儿童来说,游戏可以

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.01.019

*基金项目:闸北区卫生系统科研课题(2011ZD07);闸北区残疾人事业社会化项目(shzbcl-2012-05);上海市残联科研课题(K2012010)

1 复旦大学附属华山医院康复医学科,上海,200040; 2 通讯作者
作者简介:张备,女,在读硕士研究生; 收稿日期:2013-11-20

激发起他们的好奇心和主动参与性,增加儿童身体平衡和协调能力。研究表明,脑瘫儿童在游泳基础上进行的机器人辅助康复训练均取得了良好的疗效^[13]。儿童康复机器人需简单、小巧,有助判断患儿的残疾水平和需要的辅助类型^[11]。因此,目前机器人技术的主要不足就是技术不成熟,许多康复机器人在成人应用中还处于试验阶段,在脑瘫患儿中普及应用仍需较长的时间。无论如何,机器人技术无疑在脑瘫康复中存在着巨大的优势和潜力。利用机器人辅具,促进脑瘫患儿脑功能重塑、肢体功能恢复或进行功能代偿,或将成为未来脑瘫康复重要的手段之一。

3 脑机接口在脑瘫康复中的运用

为了满足脑瘫患儿基本的交流能力和提高独立生活的能力,脑机接口(brain-computer interface, BCI)对他们来说无疑是一个很好的选择^[14]。BCI技术需要脑瘫患儿具备一定的运动能力以及基本的交流能力,并且仅适用于智力正常或轻度智力障碍的患儿。BCI利用脑电图(EEG)来监测脑电活动,通常基于3种模块:事件诱发电位(event-related potential, ERPs)、视觉诱发电位(steady state visual evoked potentials, SSVEPs)和感觉运动节律(sensorimotor rhythm, SMR)。ERP是指在特定事件下脑电监测过程中发生的幅值变化,该方法有助于判断使用者在一系列选项中的选择。SSVEPs是指特定视觉刺激下,在EEG上记录到的枕叶皮质电位变化,该方法有助于判断使用者需要何种刺激阈。SMR是指思维活动诱发的振荡式电活动改变,该方法可用于监测运动想象、心算等过程中的脑电信号。通过上述BCI技术监测神经活动和激发电位变化,BCI设备让患儿可以控制外接设备,以进行交流、移动、控制环境、娱乐、康复训练等活动^[15-17]。最新研究表明,对脑瘫儿童使用BCI时需对他们的需求和残疾状况进行个性化设置,尤其是对于头颈部肌肉痉挛的患儿,BCI疗效可能受一定影响^[18]。总的来说,对于脑瘫儿童来说,BCI是一种很有开发潜力的辅助治疗措施。

4 重复外周磁刺激在脑瘫康复中的运用

在脑瘫分型中,痉挛型脑瘫占了2/3。肌肉痉挛导致主动、被动运动困难,严重影响患儿的康复治疗和生存质量^[19]。如何减轻痉挛,一直是康复工作者面临的挑战之一。重复外周磁刺激(repetitive peripheral magnetic stimulation)是一种无痛性、无创性的治疗方法,已被用于中枢神经损伤导致痉挛的患者身上,取得了良好的疗效。重复外周磁刺激可改善神经损伤后的运动功能以及本体感觉。本体感觉的改善不仅激活了脊髓内的特定神经环路,并且对中枢也起到了促进突触功能重塑的作用^[20-21]。因此,有研究者将其引入痉挛型脑瘫的康复治疗中。一项研究表明,对53例脑瘫患儿进行重复

外周磁刺激(刺激持续时间10s,一组10个循环;频率为20Hz),发现肌痉挛所致的马蹄足明显减轻,并且疗效持续至少1周^[22]。另一项研究进一步对5例脑瘫患儿进行为期3周的重复外周磁刺激(刺激持续时间10s,一组5个循环;频率为50Hz),刺激点为胫神经和腓总神经,结果显示足踝部痉挛情况得到明显改善,并且疗效得以维持^[23]。研究者认为重复外周磁刺激介导的痉挛改善时由于促进了脊髓内感觉运动控制通路的信号。大量外周感觉信号输入对对侧体感运动皮质产生类似运动信号的激活作用,从而增强皮质丘脑间和皮质间的联络,提高上运动神经元的兴奋性以控制下运动神经元^[20,23]。虽然该技术似乎是一个安全性高且能有效减轻脑瘫患儿痉挛症状的方法,但目前关于该技术在脑瘫中的临床研究报道较少,样本量小且均非随机对照试验,临床证据尚不足。

5 肌电反馈体感游戏在脑瘫康复中的运用

肌电生物反馈是一项在脑瘫康复中较成熟的治疗技术,其临床疗效已被广泛证实^[24-25]。目前,肌电生物反馈已成为脑瘫康复中较常规的治疗项目。但肌电生物反馈的治疗过程较枯燥,治疗时要求患儿主动努力完成规定动作,需要使肌电信号达到一定阈值。因治疗仪器界面简单,患儿年龄较小或智能方面的缺陷,不能理解互动反馈治疗目的而不配合;经过一段时间的治疗,患儿也会因无聊没有趣味性而不愿配合治疗。因此,患儿的依从性是儿童康复治疗过程中所面临的很大的一个问题。那些较复杂的、有创的、无趣的康复治疗措施往往难以达到较好的依从性。体感游戏(motion sensing game)是一种利用高科技的视频动作捕捉技术,分析玩家的身体动作或手势动作,通过玩家肢体动作变化来进行操作的新型电子游戏,实现直接人机互动^[26-27]。游戏内容包括模拟滑雪、骑马、射击等,趣味性强。更为强大的互动系统在较大的场地中还可实现多人互动、现场对战的游戏效果。将体感游戏与肌电生物反馈相结合,即肌电反馈体感游戏系统,是利用游戏界面作为反馈输入输出平台的肌电生物反馈治疗。在这样的治疗过程中,儿童的注意力更加集中于游戏的过程中,操作界面简单,肌电信号反馈以游戏人物或任务介导的卡通图画输出,有助于更加理解,更加认真、更加配合地进行功能训练。

6 骑马在脑瘫康复中的运用

除了脑瘫导致的下肢运动功能障碍外,脑瘫患儿对姿势的控制能力常常较差,这严重影响了他们的运用能力。另外,脑瘫患儿下肢常呈现内收内旋畸形,主要是由于下肢内收肌痉挛、外展肌力弱^[28]。异常的肌张力增高往往会导致患儿双侧骨关节不对称,尤其是骨盆、髋关节和踝关节,最终造

成“长短腿”、X型腿或O型腿、踝内翻或踝外翻等^[28]。因此,有学者认为骨盆的位置和稳定性对于纠正脑瘫患儿的姿势、提高步行能力十分重要。早在19世纪60年代,髋部治疗技术(hippotherapy, HPOT)已作为一种辅助措施用于临床康复,其最主要的疗效得益于骑马(horse riding or equine assisted activities and therapies, EAAT)。目前认为,骑马对骨骼肌系统、认知、情绪都有积极的影响。骑马可以提高肌力、平衡控制和协调能力等。因为,在骑马的过程中,人体需要不断保持平衡、感受马步的频率(马的步行频率与人类接近)、并恰当地用力。骑马还有改善心境、认知等作用,通过与动物的交流和与自然环境的接触,有助于提高患者的参与度和生存质量^[29-30]。

近年来,有学者将骑马应用于脑瘫康复中,以进行骨盆和髋部的纠正,并取得了良好的疗效^[31]。对于大多数儿童来说,他们乐于接触动物。骑马的新鲜感和趣味性确保了患儿的依从性。目前的研究认为轻中度[粗大运动功能分级系统(gross motor function classification system, GMFCS)<5级]的脑瘫患儿可以通过HPOT较大程度改善姿势控制能力,而病情严重(GMFCS 5级)的患儿疗效依旧不佳^[32-33]。为降低治疗成本,模拟骑马的治疗设备也已问世,并可取得与骑马类似的疗效^[34-35]。在我国,进行骑马治疗并非易事,且价格高昂,但模拟骑马的治疗设备可以取代骑马,且适合室内使用,便于推广。值得一提的是,对于有癫痫、脊柱疾病(如严重驼背、脊柱侧弯等)、关节炎活动期、严重认知功能障碍的患儿,不适宜进行骑马治疗^[29]。另外,在骑马过程中,需要特别注意保障患儿的安全,避免落马等意外事故发生。

7 震动疗法在脑瘫康复中的应用

全身震动疗法(whole body vibration, WBV)以往主要用于改善成人受损的骨骼肌生物机械性能。理论上,震动通过激活脊髓本体感觉环路起效。低频震动有助于降低肌张力,而高频震动提高肌张力^[36]。另有研究表明,WBV能促进成骨和肌肉增长,预防制动患者的骨质丢失和肌肉消耗,这对成人和儿童均有效^[37-38]。一名下肢痉挛型脑瘫的5岁患儿经过WBV治疗后,下肢痉挛缓解,原定的肉毒毒素注射也因此取消;并且步行功能得到明显改善,从原先的只能扶走到治疗后可以独立行走一段距离^[38]。高频低强度震动增强脑瘫患儿四肢骨皮质强韧,有助于预防骨折^[39]。另外,对一组成年(20—51岁)脑瘫患者进行的研究表明,WBV明显提高了患者的步速、步长和踝关节运动活动范围^[40]。

从现有资料推测,由于WBV可以用于长期卧床的患者以及瘫痪的儿童,并取得不错的疗效,WBV可以尝试适用于功能障碍较为严重的脑瘫患儿,并可能取得远期疗效,但具体疗效如何仍需要临床研究提供更多依据。

8 小结

小儿脑瘫临床症状轻重不一,一部分患者存在较大的康复潜能,早期康复介入对提高其日后运动功能和生活自理能力起到关键性作用。患儿的主动参与是脑瘫康复效果的重要影响因素之一。脑瘫康复新方法的一大重要特点就是操作运用简便,充满趣味性,治疗过程多与游戏相结合,常配有绚丽多彩的界面,让患儿主动地、欢愉地进行康复治疗。

目前所有的治疗方法对病情严重的脑瘫患儿疗效均不佳,因为许多治疗方法都要求患儿主动参与。因此,一定程度的认知能力和运动功能是脑瘫康复治疗进行的重要基础。而重症脑瘫患儿对治疗的主动参与性较差,主要依赖于被动运动,以维持一定程度的肌肉活动和关节活动度,这需要消耗大量的人力和物力。上述全身震动疗法可能会为重症脑瘫患儿及家庭带来福音。机器人技术也可应用于重症脑瘫患儿,但多为功能辅助,对于患儿自身残障的改善作用可能有限。

从上述新方法中可以看出,高科技产品的应用占了很大的比例。随着科技的发展,网络和电子产品能为脑瘫康复治疗提供很大的便利。在传统康复方法的基础上,善于运用网络和电子产品等,并综合运用各种治疗方法,以达到最佳疗效是脑瘫康复的终极目标。

参考文献

- [1] Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006[J]. Dev Med Child Neurol Suppl, 2007, 109:8—14.
- [2] Cerebral Palsy International Research Foundation. Research Funding for Cerebral Palsy Prevention and Treatment in FY09 and FY10. 2013, Access August 10. <http://www.cpirf.org/stories/1741>.
- [3] Eriksson U, Hochwalder J, Carlsund A, et al. Health outcomes among Swedish children: the role of social capital in the family, school and neighbourhood[J]. Acta Paediatr, 2012, 101(5):513—517.
- [4] Helseth S, Misvaer N. Adolescents' perceptions of quality of life: what it is and what matters[J]. J Clin Nurs, 2010, 19(9-10):1454—1461.
- [5] Barnfather A, Stewart M, Magill-Evans J, et al. Computer-mediated support for adolescents with cerebral palsy or spina bifida[J]. Comput Inform Nurs, 2011, 29(1):24—33, 34—35.
- [6] Australian Bureau Of Statistics. Disability, Ageing and Carers, Australia 2009: Profiles of Disability, Australia[M]. Cat no. 4429.0 DO003.
- [7] Raghavendra P, Newman L, Grace E, et al. 'I could never do that before': effectiveness of a tailored Internet support intervention to increase the social participation of youth

- with disabilities[J]. Child Care Health Dev,2013,39(4):552—561.
- [8] 中国互联网络信息中心. 第32次《中国互联网络发展状况统计报告》[Z]. 2013.7.17. http://www.cnnic.net.cn/gywm/xwzx/rdxw/rdxx/201307/t20130717_40663.htm.
- [9] Fluet GG, Qiu Q, Kelly D, et al. Interfacing a haptic robotic system with complex virtual environments to treat impaired upper extremity motor function in children with cerebral palsy[J]. Dev Neurorehabil,2010,13(5):335—345.
- [10] Shakya Y, Johnson MJ. A mobile robot therapist for under-supervised training with robot/computer assisted motivating systems[J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc,2008,2008:4511—4514.
- [11] Pathak Y, Johnson M. An upper limb robot model of children limb for cerebral palsy neurorehabilitation[J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc,2012,2012:1936—1939.
- [12] Druzbecki M, Rusek W, Snela S, et al. Functional effects of robotic-assisted locomotor treadmill therapy in children with cerebral palsy[J]. J Rehabil Med,2013,45(4):358—363.
- [13] Burdea GC, Cioi D, Kale A, et al. Robotics and gaming to improve ankle strength, motor control, and function in children with cerebral palsy--a case study series[J]. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng,2013,21(2):165—173.
- [14] Nam CS, Woo J, Bahn S. Severe motor disability affects functional cortical integration in the context of brain-computer interface (BCI) use[J]. Ergonomics,2012,55(5):581—591.
- [15] Kjaer TW, Sorensen HB. A brain-computer interface to support functional recovery[J]. Front Neurol Neurosci,2013,32:95—100.
- [16] Carabalona R, Grossi F, Tessadri A, et al. Light on! Real world evaluation of a P300-based brain-computer interface (BCI) for environment control in a smart home[J]. Ergonomics,2012,55(5):552—563.
- [17] Kaiser V, Daly I, Pichiorri F, et al. Relationship between electrical brain responses to motor imagery and motor impairment in stroke[J]. Stroke,2012,43(10):2735—2740.
- [18] Daly I, Billinger M, Laparra-Hernandez J, et al. On the control of brain-computer interfaces by users with cerebral palsy[J]. Clin Neurophysiol,2013,124(9):1787—1797.
- [19] Engel-Yeger B, Jarus T, Anaby D, et al. Differences in patterns of participation between youths with cerebral palsy and typically developing peers[J]. Am J Occup Ther,2009,63(1):96—104.
- [20] Krause P, Straube A. Peripheral repetitive magnetic stimulation induces intracortical inhibition in healthy subjects[J]. Neurol Res,2008,30(7):690—694.
- [21] Nielsen JF, Sinkjaer T. Long-lasting depression of soleus motoneurons excitability following repetitive magnetic stimuli of the spinal cord in multiple sclerosis patients[J]. Mult Scler,1997,3(1):18—30.
- [22] Marz-Loose H, Siemes H. Repetitive peripheral magnetic stimulation. Treatment option for spasticity[J]? Nervenarzt, 2009,80(12):1489—1495.
- [23] Flamand VH, Beaulieu LD, Nadeau L, et al. Peripheral magnetic stimulation to decrease spasticity in cerebral palsy [J]. Pediatr Neurol,2012,47(5):345—348.
- [24] Bloom R, Przekop A, Sanger TD. Prolonged electromyogram biofeedback improves upper extremity function in children with cerebral palsy[J]. J Child Neurol,2010,25(12):1480—1484.
- [25] Wood KC, Lathan CE, Kaufman KR. Feasibility of gestural feedback treatment for upper extremity movement in children with cerebral palsy[J]. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng,2013,21(2):300—305.
- [26] 王尚书,陈长香,张卫红,等. 互动体感游戏对脑卒中患者运动和平衡功能的康复效果[J]. 中国康复理论与实践,2013,19(7):658—661.
- [27] 陈长香,徐金献,王尚书,等. 体感互动游戏改善脑卒中患者记忆功能的效果[J]. 中国康复医学杂志,2013,28(7):624—627.
- [28] McGibbon NH, Benda W, Duncan BR, et al. Immediate and long-term effects of hippotherapy on symmetry of adductor muscle activity and functional ability in children with spastic cerebral palsy[J]. Arch Phys Med Rehabil,2009,90(6):966—974.
- [29] Tseng SH, Chen HC, Tam KW. Systematic review and meta-analysis of the effect of equine assisted activities and therapies on gross motor outcome in children with cerebral palsy[J]. Disabil Rehabil,2013,35(2):89—99.
- [30] Frank A, McCloskey S, Dole RL. Effect of hippotherapy on perceived self-competence and participation in a child with cerebral palsy[J]. Pediatr Phys Ther,2011,23(3):301—308.
- [31] Silkwood-Sherer DJ, Killian CB, Long TM, et al. Hippotherapy--an intervention to habilitate balance deficits in children with movement disorders: a clinical trial[J]. Phys Ther, 2012,92(5):707—717.
- [32] Kwon JY, Chang HJ, Lee JY, et al. Effects of hippotherapy on gait parameters in children with bilateral spastic cerebral palsy[J]. Arch Phys Med Rehabil,2011,92(5):774—779.
- [33] Casady RL, Nichols-Larsen DS. The effect of hippotherapy on ten children with cerebral palsy[J]. Pediatr Phys Ther, 2004,16(3):165—172.