·综述·

上肢康复机器人治疗脑卒中后上肢运动功能障碍新进展

杨改清[1],董志强[2],杜金刚[3]

【关键词】 脑卒中;上肢康复机器人;运动功能
【中图分类号】 R49;R743.3 【DOI】 10.3870/zgkf.2014.06.023

脑卒中是全球范围内最常见的神经系统疾病,因其高致死率、高致残率越来越受到关注[1]。据报道,脑卒中后3~6个月仍有55%~75%的患者因上肢功能障碍导致日常生活能力不同程度受损[2]。有报道,脑卒中肢体功能障碍患者即使接受常规训练后仍然会有30%~60%的瘫痪上肢成为无功能上肢[3]。临床研究证实,辅助康复机器人对脑卒中(发病5年内)患者的上肢功能障碍具有较好的康复疗效[4]。2002年,英国READING大学研制出GENTILE/s上肢康复机器人,其增加了虚拟现实技术,使患者的训练更富有趣味性,提高了患者主动参与程度[5]。

1 上肢康复机器人康复疗效

脑卒中患者上肢功能恢复情况的评定,主要集中在运动能力、肌肉力量、肌张力、关节活动度几大方面。肌肉是运动的发动机,肌张力是维持身体各种姿势和正常运动的基础,而关节是传递负荷、保持能量的运动枢纽,正常的上肢肌肉和关节功能,是上肢功能正常运动的必要条件。脑卒中后,由于肌肉力量减弱,肌张力异常,从而造成关节活动范围减少、运动功能障碍和日常生活能力降低[6]。

1.1 上肢运动功能 脑卒中后最常见功能障碍是运动障碍。运动障碍降低了患者参与日常生活活动的能力,并可能造成永久性残疾。评定脑卒中后上肢运动功能障碍的量表有多种[7]。Masiero等[8]研究证实,上肢康复机器人训练能提高脑卒中急性期瘫痪上肢的运动能力。Antonio等[9]对恢复期脑卒中患者进行上肢康复机器人训练,也得出相同结论。国内有学者对发病3个月内的脑卒中患者,在常规康复治疗的基础上介入上肢康复机器人训练,结果显示其FM-UE评分较单独采用常规康复治疗显著提高[10]。廖万文等[11]研究发现,机器人组患者患侧上肢在社会生活中的运动功能及双手的协调性疗效优于运动训练对照组,考虑上肢康复机器人训练的良好疗效可能不仅仅是患者增加了运动量的结果。脑卒中患者进行上肢康复机器人训练对于上肢运动功能的改善具有积极意义。

1.2 上肢肌群 脑卒中后肌肉功能减退多认为与以下原因有关:受支配的神经元缺乏[12],有功能的运动单元减少,残留运动单元性质改变,肌肉在空间和时间的异常活动[10]。脑卒中后肌肉功能减退表现在肌肉力量的下降,肌张力异常及由此产生的联合反应、共同运动。①肌肉力量:肌肉力量简称肌力,是指机体随意运动时肌肉收缩的力量。肌力正常是肌肉行使正常功能的基础。脑卒中患者因运动神经元的损害多伴有肌力的下降,通过观测肌力的变化可以了解患者肌肉功能的恢复情况。Masiero等[13]对急性期脑卒中患者在常规康复治疗的基础上增加上肢机器人感觉训练,发现训练1.5个月后及训练结束3个月后,较对照组肱二头肌、三角肌等近端上肢肌肉肌力有显著提高,而伸腕肌肌力差别不明显。随后,Lum等[14]运用力/力矩传感器也进行类似研究,发现了相似的结论。大量临床研究显示上肢机器人训练优势是增加上肢近端肌群肌力,而对上肢远端肌群肌力的提高与常规康复治疗手段没有明显差别,一些学者考虑这可能与上肢康复机器人本身的设计有关[15]。②肌张力:肌张力是指肌肉组织在静息状态下的一种不随意的、持续的、微小的收缩。适度的肌张力是维持肌肉状态,发挥肌肉功能的基础,肌张力过低或过高均会影响肌肉功能。当脑卒中后因大脑皮层受损而常引起肌张力异常。目前临床上评定肌张力常用的评定方法是改良Ashworth量表。Masiero等[13]研究发现,康复机器人组的运动功能及肌力的提高更明显。龙耀斌等[16]研究显示,在常

收稿日期:2014-06-20
作者单位:1.天津体育学院康复医学与理疗学系,天津 300381;2.天津中医药大学,天津 300073;3.天津市人民医院康复科,天津 300121
作者简介:杨改清(1988-),女,硕士研究生,主要从事神经康复方面的研究。
通讯作者:杜金刚,rmyy126du@sina.com

规康复治疗基础上增加上肢康复机器人训练较单独采用常规康复治疗肌肉痉挛降低。Frisoli等[9]对恢复期脑卒中患者进行上肢康复机器人伸展训练和减重训练,训练后痉挛症状减轻,肩关节、肘关节主动关节活动范围增大,肩关节和肘关节的共同运动也有所改善。国内外的临床研究结果为上肢康复机器人在脑卒中痉挛期的应用及推广奠定了理论基础。

2 上肢康复机器人疗效影响因素

尽管机器人训练研究初步结果是肯定的,但是最近有文献显示临床效果不甚乐观[17]。为提高康复机器人训练效果,拟探讨影响上肢康复机器疗效的因素。

2.1 *病情阶段* 了解脑卒中后病情发展阶段对于康复介入时间和康复计划的制定具有指导性意义[18]。脑卒中发生后分为3个阶段:急性期、亚急性期、恢复期。临床研究发现脑卒中后的功能恢复过程呈现非线性对数的发展趋势(发病刚开始恢复最大随后慢慢趋于平稳)[19]。大量文献报道在脑卒中急性期和亚急性期介入上肢康复机器人训练,康复疗效优于恢复期。Mazzoleni等[20]以正常人的运动学参数作为标准,对比了亚急性期和恢复期脑卒中患者介入上肢康复机器人的训练疗效,结果显示无论是处于亚急性期还是恢复期患者,随着训练的进行,上肢的运动力学参数均向正常参数靠近,但亚急性期组FM-UE评分提高更明显,他认为这可能是亚急性期患者的病理类型还没有形成的结果,此时进行康复治疗可以避免病理结构的发展,有助于更好的提高运动功能。针对处于亚急性期的脑卒中患者取得良好康复效果是否是自我恢复产生的结果这一问题,Colombo等[21]进行了研究,结果显示自身修复的作用是有限的,影响疗效的最主要原因是运动再学习的康复训练。

2.2 *其他因素* 训练处方由训练方式、训练强度、训练时间组成,这些因素均能影响训练结果。上肢康复机器人训练方式有单侧和双侧,Wu等[22]观察对比脑卒中患者进行单侧和双侧训练的康复疗效,发现上肢康复机器人双侧训练方式对改善运动起始的躯干代偿效果好,而单边训练更有利于改善上肢运动功能,但在改善日常生活能力方面两者无显著性差异。训练强度对训练疗效可会产生重大影响,Hsieh等[23]观察高强度上肢机器人训练、低强度上肢机器人训练、常规上肢康复机器人训练对恢复期脑卒中患者运动能力、日常生活活动能力的影响,结果显示高强度上肢机器人训练能更好的改善运动能力和日常生活活动能力。临床长期随诊发现康复治疗结束后,脑卒中患者经上肢康复机器人治疗得到的疗效常常不能得以保持,Sale等[24]对接受了上肢康复机器人训练的脑卒中患者在训练结束后1年内,对他们进行第2次上肢康复机器人训练,结果发现患者上臂的运动功能和日常生活功能均得以提高,而且康复疗效可持续6个月以上。此外,患者的注意力是否集中、训练的努力程度及动作正确度也会对训练的结果产生影响,Secoli等[25]建议在进行上肢康复机器人训练时,开启自动声音反馈系统,在训练过程中患者出现松懈或动作错误时,系统会做出相应提醒以指导患者更好的完成任务,提高训练疗效。另外,康复机器人是否可以针对不同病情阶段进行实时调整,也会影响康复效果。徐国政等[26]提出一种新的模糊自适应关节被动运动闭环监督控制方法,该方法在设计由上层监督控制器由和下层闭环位置跟踪控制器组成,通过跟踪控制器的反馈及监督控制器的调节,达到机器人平稳地牵引患肢关节沿目标轨迹进行训练,从而保证训练随患肢病情实时调整。

3 结语与展望

上肢康复机器人作为高科技的产物,可对瘫痪上肢提供高强度、重复性、任务导向性和互动性治疗,能客观、可靠地监控患者运动功能改善状况,同时可虚拟现实场景,提供具有功能性、目的性、动机性治疗,提高患者参与康复治疗的兴趣和积极性。上肢康复机器人的出现不仅可以减轻康复治疗师的负担而且能够增加患者康复几率。综合国内外研究发现,脑卒中患者在接受常规康复治疗基础之上,介入上肢康复机器人训练有利于上肢运动功能的恢复及日常生活能力提高这一观念已被广泛认可,但是上肢康复机器人训练疗效是否优越于常规训练一直没有定论,这也许和研究这两种训练方法疗效的文献多采取不统一的实验方法、实验设计、机器操作及受试者入选标准有关。此外,目前针对上肢康复机器人的研究多采用临床量表评定,而对较客观评定训练疗效的指标研究较少,今后开展这方面的研究将是一个方向。从临床康复医学出发,康复机器人可针对不同病情和不同恢复期的患者设计不同的运动模式。与此同时,可对脑卒中发病的部位及性质与上肢康复机器人康复疗效之间的关系进行研究,以便于将来患者能更有针对性的进行康复治疗。再者,临床上脑卒中患者因康复训练造成运动损伤或过度训练的现象较为普遍,严重影响了患者的康复进程,机器人训练是否是更为安全的方式也待于研究。

【参考文献】

[1] Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation[J]. Lancet, 2011, 377(9778):1693-1702.

[2] Clarke P, Marshall V, Black SE, et al. Well-being after stroke in Canadian seniors: findings from the Canadian Study of Health and Aging[J]. Stroke, 2002, 33(4): 1016-1021.

[3] Kwakkel G, Wagenaar RC, Kollen BJ, et al. Predicting disability in stroke——a critical review of the literature [J]. Age Ageing, 1996, 25(6): 479-489.

[4] KrebsHI, Hogan N, Aisen ML, et al. Robot-aided neurorehabilitation[J]. IEEE Trans Rehabil Eng, 1998, 6(1): 75-87.

[5] Loureiro R, Amirabdollahian F, Topping M, et al. Upper limb robotmediated stroke therapy-GENTLE/s approach [J]. Autonomous Robots, 2003, 15(1): 35-51.

[6] Levin MF. Interjoint coordination during pointing movements is disrupted in spastic hemiparesis [J]. Brain, 1996, 119 (1): 281-293.

[7] 危昔均,汤启宇,燕铁斌,等. 恢复期卒中患者上肢机器人训练前后重复测量试验中三个评估量表的响应度[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27(11): 1002-1005.

[8] Masiero S, Armani M, Rosati G. Upper-limb robot-assisted therapy in rehabilitation of acute stroke patients: focused review and results of new randomized controlled trial[J]. J Rehabil Res Dev, 2011, 48(4): 355-366.

[9] Antonio F, Caterina P, Carmelo C, et al. Positive effects of robotic exoskeleton training of upper limb reaching movements after stroke[J]. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 2012, 9(1): 36-52.

[10] 陆敏,魏凤芹,肖峰,等. 上肢康复机器人训练治疗脑卒中偏瘫患者[J]. 中国康复, 2012, 27(6): 411-413.

[11] 廖万文,吴静怡,谢好葳,等. Effects of robot-assisted upper limb rehabilitation on daily function and real-world arm activity in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. Clin Rehabil, 2012, 26(2): 111-120.

[12] Gracies JM. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity[J]. Muscle & nerve, 2005, 31(5): 552-571.

[13] Masiero S, Celia A, Rosati G, et al. Robotic-assisted rehabilitation of the upper limb after acute stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2007, 88(2): 142-149.

[14] Lum PS, Burgar CG, Shor PC, et al., Robot-assisted movement training compared with conventional therapy-techniques for the rehabilitation of lpper-limb motor function after stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2002, 83 (7): 952-959.

[15] 孙立宁,何富君,杜志江,等. 辅助型康复机器人技术的研究与发展[J]. 机器人, 2006, 16(3): 355-360.

[16] 龙耀斌. 康复机器人训练对脑卒中偏瘫患者上肢功能的影响[J]. 中国康复, 2012, 26(3): 171-173.

[17] Mehrholz J, Platz T, Kugler J, et al. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving arm function and activities of daily living after stroke[J]. Stroke, 2009, 40(5): 392-393.

[18] Verheyden G, Nieuwboer A, Wit L, et al. Time course of trunk, arm, leg, and functional recovery after ischemic stroke[J]. Neurorehabilitation and neural repair, 2008, 22 (2): 173-179.

[19] Kwakkel G, Kollen B, Twisk J. Impact of time on improvement of outcome after stroke[J]. Stroke, 2006, 37 (9): 2348-2353.

[20] Mazzoleni S, Sale P, Tiboni M, et al. Upper Limb Robot-Assisted Therapy in Chronic and Subacute Stroke Patients[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2013, 92(2): 26-37.

[21] Colombo R, Sterpi I, Mazzone A, et al. Robot-aided neurorehabilitation in sub-acute and chronic stroke: Does spontaneous recovery have a limited impact on outcome [J]. NeuroRehabilitation, 2013, 33(4): 621-629.

[22] Wu C, Yang C, Lin K, et al. Unilateral versus bilateral robot-assisted rehabilitation on arm-trunk control and functions post stroke: a randomized controlled trial[J]. Journal of neuroengineering and rehabilitation, 2013, 10 (1): 35-46.

[23] Hsieh Y, Wu C, Liao W, et al. Effects of Treatment Intensity in Upper Limb Robot-Assisted Therapy for Chronic Stroke A Pilot Randomized Controlled Trial[J]. Neurorehabilitation and neural repair, 2011, 25(6): 503-511.

[24] Sale P, Bovolenta F, Agosti M, et al. Short-term and long-term outcomes of serial robotic trainingfor improving upper limb function in chronic stroke[J]. Int J Rehabil Res, 2014, 37(1): 67-73.

[25] Secoli R, Milot MH, Rosati G, et al. Effect of visual distraction and auditory feedback on patient effort during robot-assisted movement training after stroke[J]. Journal of neuroengineering and rehabilitation, 2011, 8(1): 21-39.

[26] 徐国政,宋爱国,高翔,等. 机器人辅助上肢关节运动控制与临床实验研究[J]. 机器人, 2012, 22(1): 92-97.