·临床研究·

计算机辅助肌力训练对断腕断掌再植患者手功能恢复的影响*

肖喜玲[1] 杨朝辉[1] 夏晓萱[1] 黄 涛[1] 黄 剑[2] 陈振兵[3,4]

摘要

目的:通过评价和比较传统手部肌力训练方法和计算机辅助训练方法对手功能恢复的作用,探讨计算机辅助肌力训练对断腕断掌再植患者手功能的影响。

方法:选择24例断腕断掌再植患者,随机分为治疗组和对照组,均接受常规物理因子、关节活动度、日常生活相关性治疗性活动等康复治疗。治疗组采用自主研制的计算机辅助装置进行握力、捏力训练,而对照组采用传统的方法(使用弹力治疗带、治疗泥等)进行训练,两组均为每次20min,一周5次,共4周。治疗前及治疗4周后进行评定,包括关节总主动活动度(TAM)、侧捏力、握力、日常生活活动(ADL)能力以及上肢功能指数(UEFI)评定。

结果:组内比较,两组患者治疗4周后TAM、侧捏力、握力、ADL评分和UEFI评分均较治疗前改善($P<0.05$)。与对照组相比,治疗组侧捏力、握力、ADL、UEFI评分提高幅度更大,差异有显著意义($P<0.05$)。而两组的TAM改善程度无显著差异($P>0.05$)。

结论:计算辅助肌力训练能更好地增强断腕断掌再植患者的手部力量,更有效地提高手功能,是值得推广的一种治疗方法。

关键词 断腕断掌;捏力;握力;计算机辅助;手功能

中图分类号:R493 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2016)-04-0417-04

Effects of computer-assisted strength training on recovering hand function of patients who underwent replantation of amputation of hand at wrist/palmar level/XIAO Xiling, YANG Zhaohui, XIA Xiaoxuan, et al.// Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2016, 31(4): 417—420

Abstract

Objective: To compare the effect of computer-assisted hand strength training with conventional strength training on hand function in patients who underwent replantation of amputation of hand at wrist/palmar level.

Method: Twenty-four patients who underwent replantation of amputation of hand at wrist/palmar level were randomly assigned to an experimental group and control group. Participants in both groups received rehabilitation treatment including physical modalities, joint range of motion exercises, therapeutic activities, etc. Participants in the experimental group received pinch and grip strength training by computer-assisted device, while those in the control group were given strength training (using therapy putty and theraband), 20min per session, 5 times a week, totally 4 weeks for 2 groups. Outcome measurement including total active motion (TAM), grip and pinch strength, activities of daily living (ADL) and upper extremity function index (UEFI) were carried out at the beginning and the end of trial.

Result: After training, significant improvements were found on all these measurements in the experimental

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.04.008

*基金项目:华中科技大学自主创新基金交叉学科项目(2011JC072)

1 华中科技大学同济医学院附属协和医院康复科,430022; 2 华中科技大学控制科学与工程系; 3 华中科技大学同济医学院附属协和医院手外科; 4 通讯作者

作者简介:肖喜玲,女,主治医师; 收稿日期:2015-02-12

group and control group($P<0.05$). Participants receiving computer-assisted therapy had significant improvement in key pinch and grip strength, ADL and UEFI scores, compared to patients who underwent conventional therapy($P<0.05$). No significant difference was found between two groups in TAM($P>0.05$).

Conclusion: Computer-assisted strength training is effective on improvement of hand strength and function. Therefore, it may be a promising treatment alternative for hand injuries.

Author's address Dept. of Rehabilitation Medicine, Union Hospital of Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, 430022

Key word amputated hand at wrist/palmar level; pinch strength; grip strength; computer-assisted; hand function

目前,腕、掌部断离后再植的成活率高,然而再植手术的成功仅为患者功能恢复创造了条件,手功能的恢复不够理想。尤其是因神经损伤、缺血等因素导致手内肌的恢复不理想,严重影响手的精细功能如对指、抓捏等的恢复[1]。传统的手部肌力训练多采用治疗泥、变形球、弹力带等辅助器具,该方法单调枯燥、缺少实时评价反馈,导致患者依从性差,康复治疗效果差。近年来,大量研究报道显示,利用多种传感器的计算机交互治疗方法可提供任务特异性、高强度、高重复性、富有趣味性的康复训练,在脑卒中患者手功能障碍康复治疗中有广阔的应用前景[2—3]。而该技术应用于手外伤患者的肌力训练报道鲜见[4]。笔者通过改装普通摇杆并使用压力传感器实时采集手指的压力作为游戏的输入信号,自主研制了计算机辅助捏力/握力训练系统[5]。本研究旨在通过临床随机对照试验观察计算机辅助肌力训练系统对断腕断掌再植患者手功能的疗效。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选择2013年6月—2014年9月在我科住院治疗的断掌断腕再植患者作为研究对象,所有患者均在本院手外科接受再植手术治疗。

入选标准:①手外科诊断"断腕断掌再植"的患者;②所有参与者均选择再植术后6—8周患者;③病情稳定,允许患手开始逐级抗阻运动;④18岁≤年龄≤55岁;⑤均签署知情同意书;⑥所有的参与者之前均未进行计算机辅助康复治疗。

排除标准:①认知障碍不能配合治疗;②伤口未愈合、感染或严重疼痛等病情不稳定,抗阻运动可致病情加重。

经过入选标准和排除标准筛选后,共24例患者符合条件。按计算机产生的随机数字表,将符合试验条件的患者随机分为治疗组和对照组,每组12例。治疗组与对照组在年龄、性别、利手、损伤手别、受伤原因、断离部位、断离程度、损伤至试验时间均无差异($P>0.05$),具有可比性(表1)。

表1 受试者一般资料及病情比较

特征	对照组(n=12)	治疗组(n=12)	P
年龄(岁)	31.67±10.97	35.22±9.01	0.293
性别(例),男/女	9/3	8/4	1.000
利手(例),左/右	2/10	1/11	1.000
损伤侧(例),左/右	6/6	4/8	0.680
受伤原因(例)			0.675
机器绞伤	7	5	
刀砍伤	4	5	
电锯伤	1	2	
断离部位,断腕/断掌(例)	5/7	4/8	1.000
断离程度,完全性/不完全性(例)	2/10	3/9	1.000
损伤至试验时间(d)	49.86±7.13	51.11±7.49	0.634

1.2 方法

两组均进行综合康复治疗,每周5d,共4周,具体方法为:①理疗:采用1MHz连续式输出,声强0.8—1.0W/cm^{2}的超声波治疗以软化瘢痕,松解粘连,5—15min/次(根据治疗部位大小),1次/d。②关节活动度练习,20—25min/次,2次/d。指导患者关节主动活动,动作轻柔;进行轻柔牵伸活动;对关节粘连较重者行关节松动Ⅲ—Ⅳ级训练;选择合适的矫形器以缓解关节挛缩或维持功能性姿势。③握力和捏力训练:对照组采用传统的方法进行,即使用弹力治疗带、治疗泥、握力圈、夹子等进行握力、捏力练习,20min/次,1次/d,5次/周。治疗组采用自主研制的计算机辅助肌力训练系统[5],系统的输入装置由传统飞行摇杆改造而来,即将其抓握部分改装成类椭球形,并根据手的生物力学特征在摇杆表面粘贴压力传感器。选用坦克射击游戏。患手握持摇杆,

通过腕关节尺偏或桡偏、背伸或掌屈、前臂旋前或旋后控制计算机游戏中坦克移动的方向,手指的捏力控制坦克炮弹的发射。训练前,根据患者肌力大小调整摇杆移动速度和发射炮弹的阈值。20min/次,1次/d,5次/周。④指导患者选择性地进行ADL相关性治疗性活动训练[6],20min/次,1次/d。

1.3 评定方法

在治疗前、治疗4周后对所有受试者评定,具体评定方法为:关节总主动活动度(total active motion, TAM)、侧捏力、握力、日常生活活动(10项)评分(activities of daily living, ADL)[7]以及上肢功能指数评分(upper extremity function index, UEFI)[8],其中TAM取手指关节总主动活动度的平均值,肌力测量为3次测量值的平均值。评定者不清楚患者分组情况。

1.4 统计学分析

使用SPSS 19.0统计软件对所有数据进行分析。计量资料以均数±标准差表示。两组治疗前基础测量值及一般资料的比较,计量资料采用独立样本t检验,计数资料采用χ^2检验。组内治疗前后均值的比较采用配对t检验,组间差异的比较采用重复测量数据的方差进行分析,$P<0.05$表示差异有显著性意义。

2 结果

治疗前,两组患者TAM、侧捏力、握力、ADL、UEFI(表2)组间差异无显著性意义($P>0.05$)。治疗后,两组患者TAM、侧捏力、握力、ADL、UEFI均较治疗前显著提高($P<0.05$)。且治疗组患者在侧捏力、握力、ADL评分、UEFI评分改善较对照组更为显著($P<0.05$)。但两组间TAM差异无显著性意义($P>0.05$)。

表2 治疗前、后两组观察参数比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	治疗前	治疗4周后	差值
TAM(°)			
对照组	55.16±9.50	85.60±36.59	30.44±32.49①
治疗组	53.15±12.72	84.05±32.12	30.90±22.83①
侧捏力(kg)			
对照组	0.41±0.24	0.57±0.27	0.17±0.07①
治疗组	0.32±0.27	0.70±0.35	0.37±0.13①②
握力(kg)			
对照组	1.20±0.64	1.81±0.79	0.61±0.26①
治疗组	1.14±0.59	2.44±1.30	1.30±0.79①②
ADL(分)			
对照组	3.89±2.31	5.89±2.57	2.00±1.22①
治疗组	3.56±2.40	7.67±3.08	4.11±2.03①②
UEFI(分)			
对照组	29.56±10.58	33.33±11.96	3.78±2.11①
治疗组	28.33±10.60	38.11±14.36	9.78±6.65①②

①同组治疗前比较$P<0.01$;②与对照组比较$P<0.05$。

3 讨论

断腕、断掌再植后的肌力训练对于手功能的恢复有重要意义。但目前的传统肌力训练方法,缺少实时反馈评价肌力大小,对于组织尚未完全愈合的手外伤患者,存在再次损伤的风险。目前用于卒中后手功能康复的穿戴式或机械辅助装置[9—10],对断腕、断掌再植患者来说,穿脱困难、繁琐,设备昂贵,且存在一定的安全隐患[11]。本研究选用自制摇杆作为握取装置,通过手指施加贴于摇杆表面压力传感器的力觉信号而实现与计算机游戏的互动,从而达到训练的目的。该训练方法不存在穿戴问题,使用方便,且手指等长、闭链运动对关节的剪切力弱,故基本不存在非安全因素。

本研究中,治疗组和对照组在治疗4周后侧捏力、握力均较治疗前增强,而治疗组肌力改善较对照组更显著。这与Nica等[12]研究一致。与传统的手部肌力训练相比,人-计算机交互训练方法增加了治疗的趣味性,使治疗过程变得具有一定的挑战性,同时能给予患者适时的激励[13—14]。这最大程度地增加了患者的主动参与性和积极性,从而达到训练的强度要求,确保康复治疗的效果。本试验观察的断掌、断腕再植患者存在对掌功能障碍,故未行拇指与食指指腹相对的捏力(掌捏力)和三点捏力评测。

在评价断掌断腕再植患者的手功能时,本试验除选取客观评定的手ADL评分外,还兼顾患者的主观评价和感受,选用了UEFI自评量表以评价手的总体功能。治疗后,治疗组手ADL和UEFI评分增加均高于对照组,表明治疗组患者手的ADL能力和总体功能改善更显著。断腕断掌再植患者常伴有腕关节、前臂活动障碍,而本计算机辅助肌力训练系统除可同时进行捏力和握力训练外,还包括主动训练腕和前臂关节(瞄准目标物体),从而使训练方式更接近日常生活[15]。从这种意义上来推测,本系统采用

的复合训练方式可能较单一的捏力/握力或关节活动度训练方式更具趣味性[12,16]。

治疗后,两组TAM均改善,而组间差异不明显,表明治疗组和对照组在增加手指关节主动活动度的效果上无差异。TAM反映主动活动度,主动活动度的改善与手指屈、伸肌力密切相关,虽然试验组握力改善好于对照组,但因伴有神经损伤,治疗4周后两组肌力改善幅度偏小,推测可能对主动关节活动度改善较弱导致两组TAM改变差异不明显。

手的主要功能是抓、握功能,故本计算机辅助肌力训练系统重点强调手指屈曲功能的改善。但良好的手功能,应建立在手指屈伸功能的生物力学平衡的基础上[17],因此下一步改进装置以兼顾改善指伸肌的肌力。此外,本研究样本量偏小,尚需多病种、大样本的随机对照研究来证实该系统的有效性。

本计算机辅助肌力训练方法在增强断腕断掌再植患者的握力、捏力,改善手功能方面较传统方法更有优势,同时也可节约医疗资源。该装置具有使用方便、安全,成本较低等优点,可应用于断腕断掌再植患者综合康复治疗中。

参考文献

[1] 赵占国,王斌. 断腕再植术后尺神经功能恢复的临床研究[J].中国骨与关节损伤杂志,2011,26(3):262—263.

[2] Carmeli E, Peleg S, Bartur G, et al. HandTutor™ enhanced hand rehabilitation after stroke- a pilot study[J]. Physiother Res Int,2011,16(4):191—200.

[3] Yong Joo L,Soon Yin T,Xu D,et al. A feasibility study using intera ctive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke[J]. J Rehabil Med,2010,42(5):437—441.

[4] Levanon Y. The advantages and disadvantages of using high technology in hand rehabilitation[J].J Hand Ther,2013,26(2):179—183.

[5] 肖喜玲,杨朝辉,黄剑,等.基于虚拟现实技术手功能康复训练系统的设计及临床应用[J].中国康复医学杂志,2014,29(6):537—541.

[6] 夏晓萱,杨朝辉,吴中文,等.治疗性活动对手外伤患者手功能恢复的影响[J].中国康复医学杂志,2011,26(9):874—875.

[7] 潘达德,顾玉东,侍德,等.中华医学会手外科学会上肢部分功能评定试用标准[J].中华手外科杂志,2000,16(3):130—135.

[8] 肖喜玲,杨朝辉,夏晓萱.上肢功能指数的跨文化处理和信度与效度研究[J].中华物理医学与康复杂志,2012,34(12):903—906.

[9] Connelly L,Jia Y,Toro ML,et al. A pneumatic glove and immersive virtual reality environment for hand rehabilitative training after stroke[J].IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng,2010,18(5):551—559.

[10] Takahashi CD, Der-Yeghiaian L, Le V, et al. Robot-based hand motor therapy after stroke[J]. Brain, 2008, 131(2):425—437.

[11] Burdea GC. Virtual rehabilitation-benefits and challenges[J]. Methods Inf Med,2003,42(5):519—523.

[12] Nica AS, Brailescu CM, Scarlet RG. Virtual reality as a method for evaluation and therapy after traumatic hand surgery[J]. Stud Health Technol Inform,2013,191:48—52.

[13] Teasell R, Meyer MJ, McClure A, et al. Stroke rehabilitation: an international perspective[J]. Top Stroke Rehabil,2009,16(1):44—56.

[14] Burridge JH, Hughes AM. Potential for new technologies in clinical practice[J]. Curr Opin Neurol,2010,23(6):671—677.

[15] Lockery D, Peters JF, Ramanna S, et al. Store-and-feedforward adaptive gaming system for hand-finger motion tracking in Telerehabilitation[J]. IEEE Trans Inf Techno Biomed,2011,15(3):467—473.

[16] 张玉明,张秀芳,周敬杰,等. 肌力反馈训练对手外伤患者手功能恢复的影响[J].中国康复,2014,29(6):455—456.

[17] 戴玲,尹宪明,张勤,等.辅助性治疗手套在手外伤后功能康复中的应用[J].中国康复医学杂志,2011,26(2):132—134.