

·临床研究·

功能性反馈疗法在下肢假肢装配中的应用*

吴志彬¹ 蒋宛凌¹ 舒彬^{2,4} 周梅² 刘夕东³

摘要

目的: 探讨功能性反馈疗法在下肢假肢装配中的应用价值。

方法: 将40例单侧下肢截肢患者随机分为常规组和反馈组。常规组按照治疗师的指导进行训练,反馈组借助步态评估与反馈训练系统提供的声音反馈进行训练。分别在步行训练前、步行训练5d与10d后,测定两组患肢的承重能力和步行时空参数。

结果: 常规组及反馈组训练5d、10d后,假肢脚全足、足跟、足尖承重力均比训练前显著提高($P<0.01$),双侧步长、患侧步长时间、双侧支撑时间与训练前相比有明显提高($P<0.05$);反馈组训练5d后,全足、足跟、足尖的承重力均大于常规组($P<0.01$),患侧步长、患侧步幅、患侧支撑相时间、步速优于常规组($P<0.05$);与训练5d比较,反馈组训练10d,假肢全足、足尖的承重力、患侧步长、健侧摆动相时间、患侧支撑相时间均优于常规组($P<0.05$)。

结论: 功能性反馈疗法能提高下肢假肢装配后的承重能力,改善步态,缩短训练周期。

关键词 功能性反馈治疗;下肢假肢;假肢训练;步态分析

中图分类号:R318.01 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2014)-07-628-05

A study on functional feedback therapy in lower limb prosthesis assembly/WU Zhibin, JIANG Wanling, SHU Bin, et al//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2014, 29(7): 628—632

Abstract

Objective: To explore the value of functional feedback therapy(FFT) in lower extremity prosthetics assembly.

Method: A total of 40 patients with unilateral amputee were randomly divided into two groups: Conventional group were trained only by the verbal guidance method, and FFT group used the SmartStep feedback training method. The gait temporal-spatial parameters and the weight bearing (WB) capacity were collected and analyzed before walking training on the 1st day, after the training on the 5th day and the 10th day.

Result: Compared with pre-training, the WB of entirefoot, hindfoot, forefoot ($P<0.01$) and the bilateral step length, effected step time, bilateral support time ($P<0.05$) after 5 and 10 days' training in the both groups showed all statistical advantage. There were significant improvements ($P<0.01$) in the WB of entirefoot, hindfoot, forefoot and statistical advantage ($P<0.05$) in the effected step length, effected stride length, effected support time, velocity for 5 days' training in the feedback group than those in the conventional group. And compared with the 5th day results, the WB of entirefoot, forefoot and the effected step length, healthy swing time, effected support time after 10 days' training improved better ($P<0.05$) in the feedback group than those in the conventional group.

Conclusion: Functional feedback therapy can increase the WB of lower limb prosthesis, improve the gait, and shorten the training time.

Author's address Department of Rehabilitation Medicine, Research Institute of Surgery, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing, 400042

Key word functional feedback therapy; lower limb prosthesis; prosthetic training; gait analysis

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2014.07.008

*基金项目:重庆市科技攻关计划项目(cstc2012gg-yyjs10027)

1 第三军医大学大坪医院野战外科研究所康复医学科,重庆,400042; 2 重庆医科大学附属康复医院; 3 四川省肢体残疾康复中心;

4 通讯作者

作者简介:吴志彬,男,硕士,主治医师; 收稿日期:2013-10-10

下肢假肢装配后的步行训练,目前主要是根据康复治疗师的经验而定^[1],缺乏客观指导依据,难以达到预期效果。下肢功能性反馈疗法(functional feedback therapy, FFT)是将人体步行时的各种信息,通过电子仪器等手段予以描记,并转换为声、光等反馈信号,达到指导患者训练,提高训练效果的目的。国外已将其广泛应用于脑瘫、脑卒中、不完全性截瘫、髋膝关节置换术后、半月板损伤后、跟腱断裂术后训练等^[1-2]。本课题探讨功能性反馈疗法在下肢假肢装配中的应用价值,为下肢截肢康复提供一种新手段。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究以2012年9月—2013年3月四川省肢体残疾康复中心和第三军医大学大坪医院康复医学科装配的单侧下肢假肢患者为研究对象。入选标准:单侧截肢、首次装配假肢、年龄18—60岁。排除标准:平衡障碍者;严重认知障碍者;全身状态差患者。将符合标准的40例患者随机分为反馈组和常规组。截肢原因:车祸23例,电击伤1例,落物砸伤7例,机械绞伤7例,骨髓炎2例。患者基本资料见表1,反馈组与常规组患者的性别、年龄、体重指数、残端长度等均无显著性差异($P>0.1$),具有可比性。本研究获得医院伦理委员会批准,试验前向患者解释本研究目的及注意事项,征得患者同意并签署知情同意书。

1.2 主要试验仪器

表1 患者一般资料

组别	例数	性别(例)		患侧(例)		膝上(例)	膝下(例)	健侧下肢长($\bar{x}\pm s$,cm)	残端长度($\bar{x}\pm s$,cm)	年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	体重指数($\bar{x}\pm s$)
		男	女	左侧	右侧						
反馈组	20	17	3	10	10	9	11	78.23±4.07	18.41±5.14	39.74±10.44	22.06±1.31
常规组	20	16	4	11	9	10	10	79.04±4.04	19.14±5.18	39.25±10.16	22.01±1.46

1.2.1 步态评估与反馈训练系统:步态评估与反馈训练系统(SmartStep™ RA3,美国 ANDANTE 公司)是一种能够在站立或行走、室内或室外连续监测患者单侧步行的装置。系统的硬件部分由鞋垫、控制器、主机组成,系统的软件部分(Version 4.10)含有5种评估模式(站立、行走时、起立、起立到走、上下楼)和10种训练模式,还可以自定义阈值进行训练。系统内存各种运动类型的标准视频,并提供实时音频、视频反馈,以及在线、离线的评估与训练^[3]。

1.2.2 电子步道测量分析仪:电子步道测量分析仪(GaitMat II,美国EQ公司)由步道与数据分析系统(Soft Version 3.8.0201.0)两部分组成^[4],步道长3.8m,时间分辨率5ms,空间分辨率15mm;数据分析系统实时采集、分析数据。已有文献报道,电子步道测量分析仪具有良好的信度、效度^[5-6]。

1.3 临床评价指标与测定方法

1.3.1 临床评价指标:患肢承重能力(weight bearing, WB)包括全足(entire foot)、足跟(hind foot)、足尖(forefoot)的承重力,以患者体重的百分比(%BW)为单位;步行时空参数(temporal-spatial parameters)包括步速(velocity, m/s)、左/右步长(step length, m)、左/右步幅(stride length, m)、左/右步长时间

(step time, s)、左/右步幅时间(stride time, s)、左/右摆动时间(swing time, s)、左/右支撑相时间(total support time, s)、左/右单足支撑时间(single support time, s)、双足支撑时间(double support time, s)。

1.3.2 测试方法:将步态分析鞋垫放入假肢脚鞋内,连接充气管与固定于患者踝关节的控制器,校准后,让患者在电子步道上来回行走4—6趟。步态评估与反馈训练系统、电子步道测量分析仪分别测定患者行走时的患足承重力 and 步行时空参数。

1.4 训练内容与方法

患者在平行杠外能独立行走(平均在假肢装配后4—7d)之后,开始如下训练。

常规组:由1名有6年工作经验的康复治疗师,根据其肉眼观察,指导患者训练。每次训练时间40min,其中平地走训练20min,椅子坐站训练10min、上下楼梯训练10min,每天1次,连续训练10d,详细训练内容与方法见文献^[7]。

反馈组:按照系统的提示声进行训练,当患足承重力未达到训练阈值下限时,系统不发音;当超过阈值上限时,系统发出2个“嘟”的警示声;当患足承重力在阈值内时,系统发出一个“嘟”的提示声。阈值

的下限设定是在患足实测承重力的基础上增加10%,上限是在下限的基础上增加10kg。训练时间、训练内容与常规组相同。

分别在步行训练前、训练后第5天与第10天,测定两组患者的患足承重能力和步行时空参数。

1.5 统计学分析

原始数据通过步态测量仪器专用软件先期处理,将测得的数据导入到Excel 2003表格中制成统计学和临床数据。采用SPSS 18.0软件对数据进行描述、统计、分析。

1.5.1 一般资料分析:将反馈组与常规组进行性别、膝上膝下、左右侧例数,及患者年龄、下肢长、残端长、体重指数测定数值分别计算平均值与标准差,进行*t*检验和 χ^2 检验。

1.5.2 临床评价指标分析:所有数据均以健患侧区分,值以均数±标准差表示,各组数据分别以第1天训练前与第5天、第5天与第10天之间进行组内训练前后比较,以两组的第5天与第1天训练前差值、第10天与第5天差值进行组间对比比较。结果统计分析步态时空参数比较采用非参数检验,承重力参数组内前后比较采用配对*t*检验、两组之间比较采用成组*t*检验进行。

2 结果

2.1 患肢承重力

常规组:训练5d,假肢全足的承重能力比训练前提高2%—4%BW;训练10d,假肢全足的承重能力比训练5d时提高3%—5%BW,承重能力最高达到90%BW。

反馈组:训练5d后承重能力提高比较明显,特别假肢足尖比训练前平均提高12.499%BW;训练10d,假肢全足的承重能力比训练前提高20%—30%BW,平均91.176%BW,最高达到100%BW。

常规组与反馈组:训练5d及训练10d,假肢全足的承重能力均比训练前均有显著提高($P<0.01$)。反馈组训练5d,假肢全足的承重能力提高明显大于同期常规组($P<0.01$),最高达14.130% BW差异;训练10d,假肢全足、足尖的承重能力大于同期常规组($P<0.05$),而足尖依然能高出常规组10.269% BW左右(表2)。

表2 反馈组与常规组患肢承重能力比较 ($\bar{x}\pm s, \%BW$)

	反馈组	常规组
训练前		
全足	74.797±2.699	68.565±11.935
足跟	68.533±14.840	60.927±11.653
足尖	68.766±8.647	66.868±18.360
训练5天		
全足	86.356±4.748 ^{②④}	71.007±12.508 ^②
足跟	77.014±12.891 ^{②④}	63.041±11.766 ^②
足尖	81.265±12.577 ^{②④}	69.699±18.399 ^②
训练10天		
全足	94.445±3.495 ^{②③}	75.021±11.34 ^②
足跟	84.702±12.629 ^②	67.275±13.392 ^②
足尖	91.176±6.835 ^{②③}	73.068±18.602 ^②

训练5天与训练前、训练10天与训练5天比较:① $P<0.05$,② $P<0.01$;反馈组与常规组比较:③ $P<0.05$,④ $P<0.01$

2.2 患者的步行时空参数

常规组:与训练前相比,常规组训练5d,双侧步长、患侧步长时间均有明显改善($P<0.05$),患侧支撑相时间、双侧支撑相时间有显著缩短($P<0.01$);与训练5d时相比,训练10d后,双侧步长、步幅、患侧摆动相时间、患侧支撑相时间、步速有明显提高($P<0.05$)。

反馈组:与训练前相比,训练5d后,双侧步长、患侧步长时间、患侧支撑相时间、双侧支撑相时间、步速均有显著改善($P<0.01$)。经过10d训练,与训练5d时比较,双侧步长、步幅、健侧摆动相时间、患侧支撑相时间、步速有明显提高($P<0.05$);

常规组与反馈组:训练5d后,反馈组在患侧步长、步幅($P<0.05$)和患侧支撑相时间、步速($P<0.01$)进步明显优于常规组。训练10d后,与训练5d时相比,反馈组则在患侧步长、健侧摆动相时间($P<0.05$),患侧支撑相时间($P<0.01$)改善均明显优于常规组(表3)。

3 讨论

患者装配假肢后,患肢疼痛、关节活动度受限和肌力下降等因素,都可影响患者步行能力^[8-11]。采用功能反馈疗法的训练目的是使康复治疗师和患者通过实时步态评估的数据反馈信息,让患者能够克服异常因素影响,逐步纠正异常步态而达到训练效果。

假肢步态的康复,要求患肢的承重能力应随着残肢适应能力的增强而逐渐增加,患者逐步调整左、

表3 反馈组与常规组患者的步行时空参数比较

($\bar{x} \pm s$)

	训练前		训练5d		训练10d	
	常规组	反馈组	常规组	反馈组	常规组	反馈组
患侧步长(m)	0.400±0.160	0.394±0.0990	0.437±0.162 ^①	0.458±0.112 ^{②③}	0.460±0.156 ^①	0.502±0.124 ^{①③}
健侧步长(m)	0.348±0.104	0.336±0.106	0.403±0.114 ^①	0.437±0.103 ^②	0.451±0.118 ^①	0.489±0.098 ^①
患侧步长时间(s)	0.972±0.185	1.045±0.298	0.899±0.160 ^①	0.978±0.321 ^②	0.867±0.149	0.949±0.321
健侧步长时间(s)	0.863±0.156	0.957±0.405	0.832±0.156	0.923±0.395	0.802±0.159	0.876±0.360
患侧摆动相(s)	0.682±0.117	0.852±0.301	0.596±0.076	0.758±0.285	0.549±0.066 ^①	0.695±0.270
健侧摆动相(s)	0.580±0.092	0.609±0.354	0.556±0.092	0.547±0.334	0.552±0.101	0.504±0.303 ^①
患侧支撑相(s)	1.177±0.270	1.187±0.384	1.149±0.279 ^②	1.103±0.388 ^{②④}	1.125±0.279 ^①	1.052±0.352 ^{①④}
健侧支撑相(s)	1.361±0.280	1.604±0.635	1.179±0.196	1.394±0.554 ^②	1.120±0.193	1.330±0.535
患侧双支撑相(s)	0.333±0.089	0.451±0.197	0.313±0.069 ^②	0.398±0.195 ^②	0.291±0.066	0.339±0.182
健侧双支撑相(s)	0.325±0.150	0.293±0.094	0.338±0.154 ^②	0.257±0.093	0.351±0.163	0.260±0.111
步速(m/s)	0.395±0.225	0.432±0.245	0.466±0.202	0.576±0.287 ^{②④}	0.489±0.214 ^①	0.617±0.282 ^①

训练5天与训练前,训练10天与训练5天比较:① $P<0.05$,② $P<0.01$;反馈组与常规组之间比较:③ $P<0.05$,④ $P<0.01$

右足步态,直至完全承重、步态良好,因此,增强患肢的承重能力是假肢装配后的主要康复目标^[12]。已有研究表明,视觉反馈训练能提高脑血管意外及假肢患者的患肢承重功能^[13-14],听觉反馈训练对提高脑瘫患者下肢承重力优于测力台上行走训练^[15]。另据文献报道,步态反馈训练能显著提高脑卒中偏瘫患者的下肢承重能力,训练10d后,患者足跟承重能力增加到体重的75%,足尖增加到体重的103%;步态反馈训练可减轻脑卒中偏瘫患者的脚趾疼痛,延长“跟-趾”时间,降低脚趾张力,增强患者的脚趾蹬离能力,重新获得正常步态模式;步态反馈训练能显著提高跟腱断裂术后患者的承重能力,重新恢复运动训练;采用不同阈值(全足阈值为体重的73%—88%,足跟阈值为体重的28%—42%)的步态反馈训练,训练20d后,全膝关节置换术后患者的下肢承重能力提高,功能独立性评定的分数显著增加^[1-2,16]。

本研究发现,经过行走训练5d,常规组患者假肢全足的承重能力明显提高,训练10d后继续提高,最高可达90%BW;步行时空参数分析显示,行走训练5d,常规组患者的双侧步长、患侧步长时间有明显改善,患侧支撑相时间、双侧支撑相时间有显著缩短;行走训练10d,患者的双侧步长、步幅、患侧摆动相时间、患侧支撑相时间、步速等指标比行走训练5d时有明显提高。表明在一定的时间范围,训练时间越长,患者的患肢承重能力、步行功能改善越明显;正规系统的康复训练,对改善截肢患者的假肢使用功能具有重要性。

反馈组患者采用功能性反馈疗法进行行走训

练。经过5d训练后,反馈组患者的假肢足承重能力获得明显提高,训练10d后继续提高,反馈组患者的假肢足承重能力在训练5d、10d时均大于同期常规组,表明就改善患肢承重能力而言,功能性反馈疗法优于常规的行走训练。患肢承重力的提高,可加快患肢对支撑相的适应,从而更快地改善患者的行走功能。步行时空参数分析显示,反馈组训练5d后,双侧步长、患侧步长时间、患侧支撑相时间、双侧支撑相时间、步速均有显著改善,反馈组患侧步长、步幅和患侧支撑相时间、步速的改善程度优于同期常规训练组;反馈组训练10d后,双侧步长、步幅、健侧摆动相时间、患侧支撑相时间、步速有明显提高,患侧步长、健侧摆动相时间,患侧支撑相时间的改善程度优于常规训练组。反馈组训练5d的步态改善程度,基本与常规组训练10d的水平相当,提示功能性反馈疗法不仅提高假肢装配后的患肢承重能力,而且可显著改善患者步态,缩短训练周期。

综上所述,功能性反馈疗法作为一种新的训练方法,不仅可用于脑瘫、脑卒中、髋关节置换术后等患者,而且可用于下肢截肢患者的假肢训练,值得临床广泛推广使用。

参考文献

- [1] Lee MY, Lin CF, Soon KS. Balance control enhancement using sub-sensory stimulation and visual-auditory biofeedback strategies for amputee subjects[J]. Prosthet Orthot Int, 2007, 31(4): 342—352.
- [2] Isakov E. Gait rehabilitation: a new biofeedback device for monitoring and enhancing weight-bearing over the affected lower limb[J]. Eura Medicophys, 2007, 43(1): 21—26.
- [3] Deutsch A, Granger CV, Russell C, et al. Apparent changes

- in inpatient rehabilitation facility outcomes due to a change in the definition of program interruption[J]. Archives of physical medicine and rehabilitation, 2008, 89(12): 2274—2277.
- [4] 李香平,舒彬,顾小红,等.中国正常成人步行时空参数分析[J].中国康复医学杂志,2012,27(03): 227—230.
- [5] Macellari V, Giacomozzi C, Saggini R. Spatial-temporal parameters of gait: reference data and a statistical method for normality assessment[J]. Gait Posture, 1999, 10(2): 171—181.
- [6] Lythgo N, Wilson C, Galea M. Basic gait and symmetry measures for primary school-aged children and young adults whilst walking barefoot and with shoes[J]. Gait Posture, 2009,30(4): 502—506.
- [7] 舒彬.临床康复工程学[M].北京:人民卫生出版社,第1版,2013: 93—97.
- [8] Nolan L,Wit A, Dudzinski K, et al. Adjustments in gait symmetry with walking speed in trans-femoral and trans-tibial amputees[J]. Gait Posture, 2003,17(2): 142—151.
- [9] Norvell DC, Czerniecki JM,Reiber GE, et al. The prevalence of knee pain and symptomatic knee osteoarthritis among veteran traumatic amputees and nonamputees[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2005, 86(3): 487—493.
- [10] Kulkarni J, Gaine WJ, Buckley JG, et al. Chronic low back pain in traumatic lower limb amputees[J]. Clin Rehabil, 2005, 19(1): 81—86.
- [11] 舒彬.创伤康复学[M].北京:人民卫生出版社,第1版,2010: 246—259.
- [12] Dickstein R, Yoeli Y,Holtzman S, et al. Weight bearing on the affected lower limb in residents of a geriatric rehabilitation hospital[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2010, 89(4): 287—292.
- [13] de Haart M, Geurts AC,Dault MC, et al. Restoration of weight-shifting capacity in patients with postacute stroke: a rehabilitation cohort study[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2005, 86(4): 755—762.
- [14] Houdijk H, van Ooijen MW,Kraal JJ, et al. Assessing gait adaptability in people with a unilateral amputation on an instrumented treadmill with a projected visual context[J]. Physical therapy, 2012, 92(11): 1452—1460.
- [15] Chow DH, Cheng CT. Quantitative analysis of the effects of audio biofeedback on weight-bearing characteristics of persons with transtibial amputation during early prosthetic ambulation[J]. J Rehabil Res Dev, 2000,37(3): 255—260.
- [16] Hershko E, Tauber C, Carmeli E. Biofeedback versus physiotherapy in patients with partial weight-bearing[J]. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2008, 37(5): E92—96.

(上接第627页)

理论框架在分析过程中扮演的角色和检验时机。就探索性因子分析而言,量表的理论框架是因子分析后的产物;而验证性因子分析则必须有特定的理论框架作为基础,然后借助数学模型来确认该理论框架导出的计量模型是否合理^[3-4]。EDAS量表以ICF作为理论框架,因子数目(即各领域和维度)已经确定,各因子之间的逻辑关系清楚,各变量(条目)固定归类于某一特定维度,因此可以用验证性因子分析来验证理论模型的正确性。

考察模型拟合度的统计学指标很多,目前没有任何一种指标可以涵盖或取代其他指标。不同指标的优劣也存在相当大的争议^[5]。进行验证性因子分析时究竟需要选择几个指标,选用哪些指标目前尚无一致的意见^[6-7]。为了进行全面的评估,本研究采用多个拟合度指标对模型拟合程度进行判断,绝大多数指标都提示模型与调查数据具有良好的拟合程度。

值得注意的是,拟合度指标是用于评价理论模型与调查数据是否互相匹配,而不是用于说明模型图的好坏。一个拟合度完全符合评价标准的模型不

一定是有用的模型,只能说明研究者提出的理论模型比较符合实际数据的情况^[3]。

本研究采用二阶验证性因子分析评估基于ICF构建的理论模型与调查数据的拟合程度,结果发现EDAS量表的理论模型与实测数据拟合良好,说明老年失能量表具有良好的结构效度。

参考文献

- [1] 杨茗,罗理,蒋皎皎,等.老年失能评估量表的编制(二):正式量表的建立[J].中国康复医学杂志,
- [2] 杨茗,罗理,蒋皎皎,等.老年失能评估量表的质量评价[J].中国康复医学杂志,2013,
- [3] 吴明隆.结构方程模型—AMOS的操作与应用[M].重庆:重庆大学出版社,2009.
- [4] 张超,徐燕,陈平燕.探索性因子分析与验证性因子分析在量表研究中的比较与应用[J].南方医科大学学报,2007,27(11): 1699—1705.
- [5] Ecklund-Johnson E, Miller SA, Sweet JJ. Confirmatory factor analysis of the behavioral dyscontrol scale in a mixed clinical sample[J]. Clin Neuropsychol, 2004, 18(3):395—410.
- [6] Adams KB, Matto HC, Sanders S. Confirmatory factor analysis of the geriatric depression scale[J]. Gerontologist, 2004, 44(6):818—826.
- [7] Chibnall JT, Tait RC. Confirmatory factor analysis of the Pain Catastrophizing Scale in African American and Caucasian Workers' Compensation claimants with low back injuries [J]. Pain, 2005, 113(3):369—375.