

·临床观察与报道·

综合视听觉训练改善帕金森病患者足底压力分布

栾 烁^{1,2},高宏宇³,朱晓霞⁴,王伟铭³,毛玉琰²,陈 曦^{2*}

(中山大学 1. 孙逸仙纪念医院康复医学科, 广东 广州 510120; 2. 附属第一医院康复医学科, 广东 广州 510080;
3. 中山医学院康复治疗学系, 广东 广州 510080; 4. 附属第六医院康复医学科, 广东 广州 510655)

摘要:【目的】探讨帕金森病(PD)患者足底压力分布特点及综合视听觉训练对足底压力的影响。【方法】选择原发性帕金森病患者 25 例(Hoehn and Yahr 分级 1.5-3 级),其中男性 15 例,女性 10 例,平均年龄(62 ± 11)岁。每位受试者在综合视听觉训练前、训练 1 周后、训练 3 月后分别进行静态和动态足底压力的测定,统计分析其特点及训练前后的变化情况。【结果】双侧静态足底压力训练前排序为:8 区>7 区>4 区>5 区>3 区>6 区>1 区>2 区,训练 1 周后及 3 月后变化为:8 区>7 区>4 区>5 区>6 区>3 区>1 区>2 区,且症状较重侧拇趾部及第 5 中足骨部压力显著下降,身体重心向后调整,症状较重侧足中心漂移范围显著减小($P < 0.05$);动态足底压力测定中,训练前症状较重侧足跟着地期占支撑期 0.3%,训练 1 周后及 3 月后分别上升为 2.2% 和 5.8%,即患者步行状态下重心后移,足跟着地期在整个步行周期中所占比例显著提高($P < 0.05$)。【结论】帕金森病患者足底压力分布特点为重心前移且两侧漂移范围大,行走时足跟着地不明显。综合视听觉训练可改善患者静态及动态足底压力分布,使重心稳定且后移,强化了步行中足跟落地,对于患者步行能力的改善有重要意义。

关键词: 帕金森病;足底压力;步态分析;检测;康复

中图分类号:R493,R742.5 文献标志码:A 文章编号:1672-3554(2014)06-0950-06

Effects of Visual and Auditory Cues on Static and Dynamic Plantar Pressure Pattern in Parkinson's Disease

LUAN Shuo^{1,2}, GAO Hong-yu³, ZHU Xiao-xia⁴, WANG Wei-ming³, MAO Yu-rong², CHEN Xi^{2*}

(1. Department of Rehabilitation Medicine, Sun yat-sen Memorial Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510120, China;
2. Department of Rehabilitation Medicine, The First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China;
3. Department of Rehabilitation, Medical School of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China; 4. Department of Rehabilitation Medicine, The Sixth Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510655, China)

Abstract:【Objective】To explore the characteristics of plantar pressure distribution in Parkinson Disease (PD) patients and potential effect of visual and auditory cues on static and dynamic plantar pressure.【Methods】Gaitview was used to collect the static and dynamic plantar pressure of 25 PD patients (Hoehn and Yahr:1.5-3):15 males and 10 females with average age of 62 ± 11, before, at 1-week and 3-month follow-up of the rehabilitation program based on visual and auditory cues. The characteristics of the pressure distribution and the changes at different time points were investigated and analyzed.【Results】For bilateral static assessment before the training, the plantar pressure ranked as Zone 8>Zone 7>Zone 4>Zone 5>Zone 3>Zone 6>Zone 1>Zone 2. However, a significant declines of hallux and the fifth metatarsal bone pressure of the severe side, together with the dynamic range of the severe side were found at 1-week and 3-month follow-up as Zone 8>Zone 3>Zone 4>Zone 5>Zone 6>Zone 3>Zone 1>Zone 2($P < 0.05$). For dynamic assessment, there was also a significant increase in posterior distribution and the percent of heel-strike phrase of affected limb increased to 2.2% and 5.8% at 1-week and 3-month compared with 0.3% before the training($P < 0.05$).【Conclusion】The parkinson disease leads to forward shift of center of gravity, increased drift area and loss of foot strike phrase. The visual and auditory cues provide significant improvements in static and dynamic pressure distribution, drift of center of gravity and foot strike phrase of walking.

Key words: Parkinson Disease (PD); plantar pressure; gait analysis; assessment; rehabilitation

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci),2014,35(6):950-955]

收稿日期:2014-06-24

基金项目:国家自然科学基金青年基金(81301675);国家临床重点专科建设项目;广东省科技计划项目(2013B022000058);2012 广东省大学生创新训练计划项目(1055812303)

作者简介:栾烁,硕士生,研究方向:神经康复及骨科康复,E-mail:15018761213@163.com; *通信作者:陈曦,博士,副主任医师,研究方向:神经康复,E-mail:chenxi73@163.com

帕金森病(Parkinson disease, PD)是一种多发于老年人的神经系统退行性疾病,以动作缓慢、肌肉僵直、静止性震颤和姿势不稳为主要特征,严重影响患者生活质量和社会参与^[1-2]。足底压力分析是利用人体站立及步行时足底与支撑面之间的压力分布来反映足部的结构、下肢生物力学及整个身体姿势控制情况,进而评估病情进展、指导临床治疗^[3-5]。本研究通过分析帕金森病患者综合视听觉训练前后的静态及动态足底压力参数,探讨帕金森病患者足底压力分布特点,以及综合提示对患者足底压力分布的影响,进而为帕金森病患者提供积极有效的康复治疗方

1 材料与方

1.1 一般资料

选择 2012.04-2014.04 中山大学附属第一医院康复医学科住院部或门诊就诊的原发性帕金森病患者 25 例,其中男性 15 例,女性 10 例;入组时年龄 39 ~ 78 岁,平均年龄(62 ± 11)岁;病程 2 ~ 14 年,平均病程(6.3 ± 3.1)年。入组标准:①根据患者病史及临床表现,符合原发性帕金森病诊断标准(2005 年)^[6],Hoehn and Yahr 分级 1.5 ~ 3 级;②可以独立步行;③具有正常的听力和视力;④无认知障碍,简易精神状态量表(mini-mental state examination, MMSE)评分 > 22;⑤愿意配合检查和训练,并签署知情同意书。排除标准包括:①帕金森综合征;②精神疾病患者;③有中风偏瘫等影响独立步行的疾病;④一般情况欠佳,不能耐受或不配合检查和训练。

1.2 综合视听觉提示训练

患者住院强化训练 7 d,期间借助虚拟步态训练系统(The GaitAid Virtual Walker,产自以色列),使患者在训练中通过所佩戴的眼镜和耳机装置接收视觉和听觉提示,并在康复治疗师的监护下于长 30 m 的空旷场地进行步行训练,每天训练时间为 45 min,依患者耐力不同分 3 ~ 5 个单元完成。训练环境宽敞明亮、排除障碍物并保持安静,使患者集中精力于综合视觉和听觉提示^[7]。治疗师在训练前充分向患者介绍设备使用方法:患者利用虚拟步态系统,根据步行中眼前相对固定的、黑白相间的方格界面提示加大步幅,形成视觉反馈;利用耳机设备感应步行中的重心变化,确保患者听

到的声音与自身实际步频保持一致,从而形成提醒减慢步频的听觉反馈^[8]。

为了便于患者在日常生活中进行相应训练,7 d 强化训练后,医生和治疗师指导患者进行家庭自助式视听觉提示下的综合训练,用略大于患者实测步长的地面划线代替虚拟步态训练系统的视觉提示;用略低于患者实测频率的音乐节拍或口令代替听觉提示。治疗师向患者及其陪护人员讲解具体训练方法、训练量及注意事项,并确保完全理解和能独立进行家庭训练。家庭训练每周 5 d,每天至少 50 min,可依据患者体力情况分次完成,由患者陪护人员负责监督,保质保量地完成家庭训练并进行训练日记的记录;随访过程中每周门诊复诊一次,由专门的医生和治疗师根据患者进步情况进行动作纠正,适当调整视觉提示的划线距离和听觉提示的声音频率。整个训练和随访期间,患者按照入组时的药物品种和剂量继续服用抗帕金森病的药物,不进行药物调整。

1.3 足底压力测试

测试前对全部受试者身高、体质量、足部长度等一般情况进行测量并记录。采用 Gaitview 足底压力测量仪及 Gaitview 分析软件(alFOOTs AFA-50 system, Seoul, 产自韩国)采集数据。

静态测量方法:嘱受试者先放松休息 5 min,然后双侧裸足立于有效测量区域,双手自然下垂,平视前方,尽量放松并平静呼吸,待其站稳后继续以自然姿势站立约 10 s。采集患者静态时足中心漂移范围以及拇趾(1 区)、第 2-5 趾(2 区)、第 1 中足骨(3 区)、第 2-4 中足骨(4 区)、第 5 中足骨(5 区)、足掌中部即中足部(6 区)、足后跟内侧(7 区)、足后跟外侧(8 区)共 8 区的静态压力,其中 1、2 区代表足趾部,3、4、5 区代表前足掌,6 区代表足掌中部,7、8 区分别代表后跟部内侧和外侧^[9-10](图1)。

动态测量方法:嘱受试者全身放松,平视前方,以平日步行速度及姿势裸足从平板前方 2 m 处走向平板,先左脚踏在有效区域,然后在对侧 2 m 处折返,右脚踏板。在自然步行状态下获取 8 区(详细分区同上)动态压力数值及足跟着地期、足掌着地期、推进期时间所占步行比例的变化情况。

1.4 统计学方法

收集数据并使用 SPSS 13.0 统计分析软件分析。对于双侧症状的患者以症状严重的一侧为症

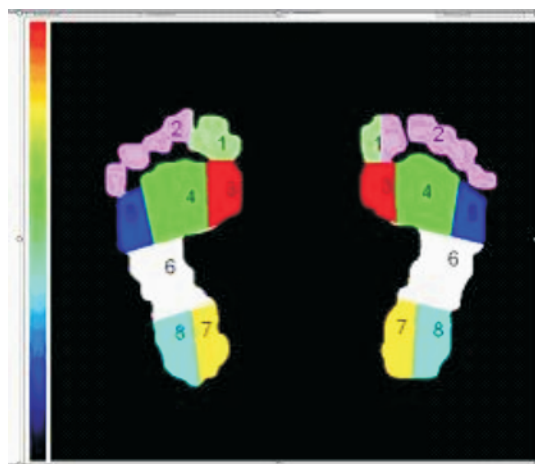


图 1 足底压力 8 区分布图

Fig.1 8 zones of plantar pressure distribution

状较重侧,对侧为症状较轻侧,分别进行统计和分析。各足底分区的压力分别用 $\bar{x} \pm s$ 表示;对训练前、训练 1 周后及训练 3 月后不同时间点的同一参数数据进行重复测量的方差分析,在此基础上采用 Bonferroni 法校正检验水准,将同一检验项目三个时间点的数据相互之间进行两两比较,双侧检验。

2 结 果

入组的 25 例患者全部完成训练前评估及训练 1 周后评估($n = 25$), 4 例患者因居外地,路途不便,拒绝随访,未能完成训练 3 月后的评估($n = 21$)。

2.1 静态足底压力分析

2.1.1 静态足底压力各区变化 帕金森患者双侧足底 1 区及 5 区压力变化在不同时间点间存在统计学意义。其中,训练 1 周后与训练前相比,双侧足底 1 区(拇趾部)压力显著降低($P < 0.05$);与训练前相比,双足底 5 区(第 5 中足骨部)压力在训练 1 周后及训练 3 月后显著下降($P < 0.05$),其余各区压力变化无统计学意义($P > 0.05$,表 1)。

2.1.2 静态足底压力各区排序变化 训练前、训练 1 周后及训练 3 月后,静态足底压力的 8 区分布排列顺序有明显不同。训练前,双侧足底压力排序为:8 区>7 区>4 区>5 区>3 区>6 区>1 区>2 区;训练 1 周后及 3 月后双侧排序均为:8 区>7 区>4 区>5 区>6 区>3 区>1 区>2 区,即前足掌内侧的 3 区(第一中足骨)压力排序后移,足掌中部的 6 区

压力排序前移,说明患者静态站立时重心向后调整,前倾姿势有所改善(表 1)。

2.1.3 静态站立位足底中心漂移范围变化 训练 1 周后及训练 3 月后与训练前相比,症状较重侧足底中心漂移范围均有显著下降($P < 0.05$,表 1),提示综合视听觉训练后患者平衡控制能力即静态站立稳定性提高。这与另文发表的同组患者 Berg 平衡量表的评定结果相一致。

2.2 动态足底压力分析

2.2.1 动态足底压力各区变化 步行中帕金森患者在训练不同时间点双侧各区动态足底压力值均无显著改变($P > 0.05$,表 1)。

2.2.2 动态足底压力排序变化 步行中,训练前后动态足底压力的 8 区分布排列顺序有明显不同。训练前症状较重侧各区排序为 4 区>8 区>3 区>7 区>5 区>1 区>6 区>2 区,症状较轻侧排序为 8 区>7 区>4 区>3 区>5 区>1 区>6 区>2 区,即行走中症状较重侧足前部压力最大;训练 1 周后症状较重侧排序为 8 区>7 区>4 区>3 区>5 区>6 区>1 区>2 区,4 区(第 2-4 中足骨)压力排序由第 1 位变化为第 3 位,代表足跟部的 7 区(足跟后内侧)、8 区(足跟后外侧)由第 2 和第 4 位提前到第 1、2 位,说明患者步行过程中重心后移,足跟落地情况有所进步;训练 3 月后症状较重侧排序为 8 区>7 区>4 区>3 区>5 区>1 区>6 区>2 区,症状较轻侧排序为 8 区>7 区>4 区>3 区>1 区>5 区>6 区>2 区,最大压力区始终保持在足跟部位,说明训练后患者足跟落地的步行模式可以长时间保持(表 1)。

2.2.3 步行中足跟着地期、足掌着地期、推进期各期所占比例变化 训练前症状较重侧足跟着地期占整个支撑期的 0.3%,训练 1 周后及训练 3 月后分别为 2.2%和 5.8%,百分比增加具有统计学意义($P < 0.05$);即患者后跟着地情况有显著改善。训练 3 月后,症状较轻侧推进器期时相所占比例有显著下降($P < 0.05$),说明症状较重侧下肢主动摆动能力加强,症状较轻侧推进作用弱化(表 2)。

3 讨 论

作为神经系统退行性病,帕金森病的发展呈渐进性加重,且必然会从单侧症状进展到双侧受累,目前即使通过正规的药物治疗,仍无法阻止病

表1 综合视听觉训练前后帕金森病患者静态与动态足底压力比较

Table 1 The potential effect of visual and auditory cues on static and dynamic plantar pressure in Parkinson's disease patients

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

	Side	Static			Dynamic		
		Before training	1-week follow-up	3-month	Before training	1-week follow-up	3-month follow-up
		(<i>n</i> = 25)	(<i>n</i> = 25)	follow-up(<i>n</i> =21)	(<i>n</i> = 25)	(<i>n</i> = 25)	(<i>n</i> = 21)
Zone 1	mild	15.3 ± 13.5	8.1 ± 7.1 ¹⁾	6.2 ± 5.9	29.8 ± 20.6	32.2 ± 22.5	40.5 ± 13.9
	severe	16.1 ± 10.5	9.7 ± 5.8 ¹⁾	11.3 ± 8.2	30.3 ± 18.2	25.8 ± 17.9	32.1 ± 12.6
Zone 2	mild	8.6 ± 5.2	7.4 ± 3.9	5.2 ± 4.7	16.6 ± 13.0	17.9 ± 8.8	17.7 ± 11.9
	severe	7.0 ± 4.8	6.3 ± 4.8	7.7 ± 5.3	16.3 ± 12.9	15.9 ± 9.1	16.1 ± 6.4
Zone 3	mild	20.1 ± 12.8	16.3 ± 10.7	14.3 ± 4.5	47.0 ± 21.0	41.7 ± 14.6	54.9 ± 14.4
	severe	19.0 ± 11.2	14.7 ± 6.8	14.0 ± 8.6	52.6 ± 19.8	40.0 ± 13.7	48.7 ± 12.6
Zone 4	mild	37.6 ± 20.6	32.7 ± 16.5	41.8 ± 14.3	57.0 ± 22.3	63.0 ± 24.0	64.7 ± 11.1
	severe	38.9 ± 21.0	34.4 ± 19.2	44.2 ± 18.2	59.8 ± 21.2	56.4 ± 16.3	63.8 ± 19.4
Zone 5	mild	24.5 ± 15.3	20.6 ± 13.0 ¹⁾	16.1 ± 13.8 ²⁾	36.0 ± 15.2	39.7 ± 20.3	39.0 ± 15.3
	severe	25.6 ± 16.9	19.8 ± 12.9 ¹⁾	15.0 ± 12.4 ²⁾	35.9 ± 17.4	38.5 ± 14.4	46.0 ± 18.6
Zone 6	mild	19.2 ± 8.2	17.8 ± 8.2	15.6 ± 8.2	27.0 ± 11.9	27.4 ± 14.9	24.3 ± 16.6
	severe	17.1 ± 10.8	18.0 ± 8.3	14.7 ± 7.1	28.3 ± 16.6	26.5 ± 14.4	22.8 ± 13.7
Zone 7	mild	70.1 ± 19.8	74.2 ± 12.7	69.4 ± 15.5	61.1 ± 13.2	61.7 ± 13.6	66.0 ± 10.4
	severe	56.4 ± 22.5	62.5 ± 19.3	71.6 ± 25.7	50.9 ± 18.2	59.9 ± 17.7	66.4 ± 22.2
Zone 8	mild	70.3 ± 22.4	74.9 ± 15.0	71.5 ± 18.2	65.9 ± 11.4	68.7 ± 9.3	66.7 ± 11.3
	severe	57.4 ± 23.2	64.7 ± 20.5	73.7 ± 26.4	53.3 ± 19.9	66.5 ± 18.2	76.3 ± 19.7
Foot center drift	mild	0.5 ± 0.1	0.8 ± 0.2	0.8 ± 0.1			
	severe	1.1 ± 0.1	0.4 ± 0.1 ¹⁾	0.2 ± 0.1 ²⁾			

Zone 1-8 were shown in fig.1. 1) 1-week follow-up compared with the before training $P < 0.05$; 2) 3-month follow-up compared with the before training $P < 0.05$

表2 综合视听觉训练前后帕金森病患者步态各时相所占比例

Table 2 The potential effect of visual and auditory cues on different phases of gait cycle in Parkinson's disease patients

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

	Side	Before training (<i>n</i> = 25)	1-week follow-up (<i>n</i> = 25)	3-month follow-up (<i>n</i> = 21)
Heel strike	mild	3.4 ± 2.8	3.7 ± 3.3	3.6 ± 3.2
	severe	0.3 ± 0.1	2.2 ± 0.3 ¹⁾	5.8 ± 0.5 ²⁾
Sole strike	mild	72.2 ± 24.6	74.6 ± 24.3	75.3 ± 6.8
	severe	71.3 ± 23.6	73.6 ± 24.1	78.3 ± 13.3
Push off	mild	24.9 ± 24.8	22.9 ± 20.8	22.1 ± 5.0 ²⁾
	severe	28.5 ± 23.5	24.7 ± 24.3	16.0 ± 13.3

1) 1-week follow-up compared with the before training $P < 0.05$; 2) 3-month follow-up compared with the before training $P < 0.05$

程进展。三个月随访过程中患者没有进行药物调整,也没有自然恢复的可能,所以本研究选择了自身治疗前后配对设计。结果证实帕金森病患者足底压力分布特点为重心前移且两侧漂移范围大,行走时足跟着地不明显;综合视听觉训练可改善患者静态及动态足底压力分布,使重心稳定且后

移,强化了步行中足跟落地,对于患者步行能力的改善有重要意义。

3.1 视听觉综合训练促进帕金森患者静态足底压力的向后调整和平衡控制

正常人静态足底压力分布由大至小依次为:足跟、第2跖骨头、第1跖骨头、第3-5跖骨头、足

弓、第 1 趾、第 2 趾、第 3-5 趾^[11],即正常人站立时后足承载的压力较大,峰值压力位于足跟部位,其次为跖骨头区域,足趾承受压力较小^[12]。帕金森病患者站立时呈“猿人”姿势,重心向前倾,前足负重增加。训练 1 周后,症状较重侧拇趾区压力值显著下降,从压力排序来看代表前足的 3 区压力排序下降而代表中足的 6 区压力排序上升,提示综合视听觉训练可促进重心向后移动,增加静态稳定性。另一方面,帕金森病患者为代偿平衡功能障碍,往往在不自主情况下形成宽基底支撑面,重心更向两侧分散,造成双足外侧部分的压力提高以保持站立稳定^[13]。视觉提示为患者进行重心控制提供了可视的目标,使患者在相对轻松的情境下保持身体直立,控制重心,避免较大范围的重心漂移,利于平衡能力的提高。训练后,患者双侧 5 区(第 5 中足骨)压力显著下降,提示综合视听觉训练可降低患者因站立不稳而造成的侧方摆动,提高平衡控制能力。站立位足底中心漂移范围增加主要同肢体或躯干肌力不足、平衡能力下降、重心转移失衡等因素相关,双侧足中心漂移范围可较好地反映站立时支撑面的变异情况,是评估患者平衡能力及摔倒风险的可靠指标^[14-15]。本研究显示,综合视听觉训练后患者症状较重侧足中心漂移范围显著下降,稳定性提高;训练 1 周后与 3 月后相比未见显著差异,提示综合视听觉训练对患者站立位下稳定性的改善效果可长时间保持。这种静态平衡能力的提高对于促进患者步行过程中单足支撑能力的提高有重要意义,利于摆动足进行更充分的向前摆动,加大步长,提高步行稳定性,改善步态^[16-18]。

3.2 视听觉综合训练促进帕金森患者动态足底压力的调整,强化后跟落地

帕金森患者行走中症状较重侧足底压力主要分布于足前部,造成碎步前冲,即“慌张步态”,甚至有相当一部分患者表现为“足趾抠地”样的动作;训练后,患者步行中重心明显后移。足掌着地期、推进期、足跟着地期在步行周期中的完整性及合理比例是判定步态质量的重要依据之一^[19]。从动态足底压力测定来看,帕金森病患者明显缺乏足跟着地期,在步态分析中表现为后跟着地时间明显减少甚至缺如,前足或中足负重为主、后跟着地欠顺畅,并形成一种恶性循环,客观上促进了慌张步态的发展^[19-20]。本研究中,训练前 25 名受试

者中有 21 人症状较重侧缺乏足跟着地期,表现为足跟着地期占比为 0;而训练后 1 周及训练后 3 月此数值均下降为 13 人。症状较重侧足跟着地期在步态周期中占比显著提高,提示该训练方法切实有效地纠正了异常步态,强化了足跟落地的正常步行模式。只有后跟先落地才能将重心更久地保持在后方的支撑足上,避免重心前倾的同时加大摆动足的摆动时限,从根本上改善“慌张步态”。因此对帕金森患者的具体指导应强调每一次摆动足的落地都应遵循首先后跟踩地,进而过渡到足外侧缘、前脚掌,最终前足完成推动^[9]。这种正确的步行模式有利于患者控制重心,减少前冲,避免跌倒发生,对于延长帕金森病患者独立步行时限、提高生活质量具有重要意义^[19]。

综上所述,视觉提示及节律性听觉提示综合运用可有效改善患者静态及动态足底压力分布,提高站立和步行过程的稳定性,利于正常站立姿势及正确步行模式的重建。该训练方法简便易行,可以在家庭及社区中完成,是一种适宜帕金森病患者的康复训练方法。后期工作中我们将加大观察病例数,进行随机对照研究,更加细化个体化的视听觉综合训练方案,促进本方法更好、更有效地帮助帕金森病患者提高运动和自理能力。

参考文献:

- [1] Hayashi A. Update rehabilitation therapy for Parkinson disease [J]. *Rinsho Shinkeigaku*, 2013, 53 (11): 1046-1049.
- [2] 唐勇,叶瑞东,屈秋民. 不同运动功能障碍对帕金森病患者日常生活活动能力的影响[J]. *脑与神经疾病杂志*, 2013, 21(2): 115-118.
Tang Y, Ye RD, Qu QM. Influence of specific motor signs to the activities of daily living of patients with Parkinson's disease [J]. *J Brain Nerv Dis*, 2013, 21 (2): 115-118.
- [3] Chockalingam N, Healy A, Naemi R, et al. Comments and reply to: foot plantar pressure measurement system: a review. *Sensors* 2012, 12, 9884-9912 [J]. *Sensors (Basel)*, 2013, 13(3): 3527-3529.
- [4] 梁成军. 足底压力测量在步态分析及病理足评估中的应用[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2007, 11 (40): 8149-8152.
Liang CJ. Application of plantar pressure measurement in gait analysis and pathology foot evaluation [J]. *J Clin Rehab Tissue Eng Res*, 2007, 11(40): 8149-8152.

- [5] 韩阳,周萍,侯园园,等. 小波包变换分析帕金森病患者足底的压力信号[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(13): 2377-2380.
Han Y, Zhou P, Hou YY, et al. Analysis of gait signal based on wavelet packet decomposition in Parkinson's disease patients [J]. J Clin Rehab Tissue Eng Res, 2010, 14(13): 2377-2380.
- [6] 蒋雨平,王坚,丁正同,等. 原发性帕金森病的诊断标准(2005年)[J]. 中国临床神经科学, 2006, 14(1): 40.
Jiang YP, Wang J, Ding ZT, et al. The diagnostic criteria of idiopathic Parkinson's disease (2005) [J]. Chin J Clin Neurosci, 2006, 14(1): 40.
- [7] Mcauley JH, Daly PM, Curtis CR. A preliminary investigation of a novel design of visual cue glasses that aid gait in Parkinson's disease[J]. Clin Rehabil, 2009, 23(8): 687-695.
- [8] Picelli A, Camin M, Tinazzi M, et al. Three-dimensional motion analysis of the effects of auditory cueing on gait pattern in patients with Parkinson's disease: a preliminary investigation [J]. Neurol Sci, 2010, 31(4): 423-430.
- [9] 喻锦成,符俏,黄东锋. 痉挛型脑性瘫痪儿童足底压力分布特征分析[J]. 海南医学, 2010, 21(20): 15-16, 14.
Yu JC, Fu Q, Huang DF. Analysis to planta pressure in the children with spastic cerebral palsy[J]. Hainan Med J, 2010, 21(20): 15-16, 14.
- [10] 林蜜蜜. 脑卒中偏瘫患者足底压力的特点[D]. 广州, 中山大学, 2009.
Lin MM. Characteristics of Plantar Pressure in Hemiplegic Stroke Patients[D]. Guang Zhou, Sun Yat-Sen University, 2009.
- [11] 袁刚,张木勋,王中琴,等. 正常人足底压力分布及其影响因素分析 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2004, 26(3): 156-159.
Yuan G, Zhang MX, Wang ZQ, et al. The distribution of foot pressure and its influence factors in Chinese people [J]. Chin J Phys Med Rehab, 2004, 26(3): 156-159.
- [12] 王明鑫,俞光荣. 正常人足底压力分析的研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2006, 14(22): 1722-1724.
Wang MX, Yu GR. Analysis of plantar pressure distribution in normal people [J]. Orthoped J China, 2006, 14(22): 1722-1724.
- [13] Blaszczyk JW, Orawiec R. Assessment of postural control in patients with Parkinson's disease: sway ratio analysis[J]. Hum Mov Sci, 2011, 30(2): 396-404.
- [14] Okuno R, Fujimoto S, Akazawa J, et al. Analysis of spatial temporal plantar pressure pattern during gait in Parkinson's disease [J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2008, 2008: 1765-1768.
- [15] Ruwer SL, Rossi AG, Simon LF. Balance in the elderly [J]. Braz J Otorhinolaryngol, 2005, 71(3): 298-303.
- [16] 伊文超,励建安. 节律提示在步行稳定障碍康复训练中的应用[J]. 中国康复理论与实践, 2012, 18(1): 9-11.
Yi WC, Li JA. Application of Rhythmic Cues in Rehabilitation of Gait Stability Disorders [J]. Chin J Rehab Theory Pract, 2012, 18(1): 9-11.
- [17] 马超,伍少玲,曾海辉,等. 综合康复训练对帕金森病患者平衡和步行能力的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2006, 21(7): 624-625.
Ma C, Wu SL, Zeng HH, et al. The effect of Comprehensive Rehabilitation Training on Balance and Walking Ability in Parkinson Disease Patients[J]. Chin J Rehab Med, 2006, 21(7): 624-625.
- [18] Mille ML, Creath RA, Prettyman MG, et al. Posture and locomotion coupling: a target for rehabilitation interventions in persons with Parkinson's disease [J]. Parkinsons Dis, 2012, 2012: 754186.
- [19] Jeon HS, Han J, Yi WJ, et al. Classification of parkinson gait and normal gait using spatial-temporal image of plantar pressure[J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2008, 2008: 4672-4675.
- [20] Kimmeskamp S, Hennig EM. Heel to toe motion characteristics in Parkinson patients during free walking [J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2001, 16(9): 806-812.

(编辑 刘清海)