

足底压力分析在帕金森病患者运动训练中的应用*

陈淑芳¹ 毛玉蓉¹ 李咏雪¹ 范 豪¹ 陈 曦^{1,2}

摘要

目的:通过研究帕金森病患者的静态和动态足底压力,客观分析帕金森病患者的足底压力分布特点和步态特点,进而针对性地提出康复治疗建议。

方法:收集帕金森病患者30例,正常对照30例。每位受试者测定静态和动态足底压力,考量站立和行走过程中足底8区的压力分配和动态变化。

结果:静态足底压力测定中,帕金森病组双足较正常对照组5区(第5跖骨部)压力明显增高(帕金森病患者足底5区压力分别为左侧(40.39±22.44)kPa,右侧(30.40±13.12)kPa;正常对照组分别为左侧(21.58±10.37)kPa,右侧(20.77±9.08)kPa, $P < 0.05$),各区压力排位中帕金森病患者相比于正常对照组,第5跖骨(5区)、足掌中部(6区,即中足部)压力较第1跖骨(3区)靠前,表明患者重心更向两侧分散。步行过程中,帕金森病患者左足5区较3区排位靠前;脚跟着地时间明显缩短或缺乏足跟落地过程[帕金森病组脚跟着地时间占整个同侧足着地时间百分比左侧(0.82±2.03)%,右侧(1.62±3.15)%;正常对照组分别为左侧(4.80±2.94)%,右侧(6.31±6.25)%。 $P_{\text{左侧}}=0.008, P_{\text{右侧}}=0.02$]。

结论:帕金森病患者站立时重心不稳,向两侧漂移增大;行走时重心前倾缺乏足跟着地动作,促进了“慌张步态”;步态训练中需要强调后跟先落地,克服重心前倾,进而从根本上改善“慌张步态”。足底压力测定有利于患者更直观理解自己的问题所在,便于医生定量分析患者步态障碍的特点和程度,进而针对性地制定康复训练计划并定量评定治疗效果,具有良好的临床应用价值。

关键词 帕金森病;足底压力;康复

中图分类号:R742.5, R493 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2015)-10-985-05

Plantar pressure measurement in patients with Parkinson's disease and targeted rehabilitation protocols/ CHEN Shufang, MAO Yurong, LI Yongxue, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2015, 30 (10): 985—989

Abstract

Objective: To analyze the characteristics of plantar pressure distribution and gait pattern in patients with Parkinson's disease (PD) by static and dynamic plantar pressures assessments, and to guide targeted rehabilitation strategies.

Method: Thirty PD patients were recruited. In addition, 30 sex and age-matched health controls were also included. The plantar pressure distribution associated with standing balance and dynamic support in 8 zones of the foot were measured.

Result: During static assessments, the bilateral plantar pressures of the fifth metatarsal bone pressure (Zone 5) were significantly higher in PD group compared with that in control group (the left side pressure of Zone 5, (40.39±22.44)kPa vs. (21.58±10.37)kPa; the right side pressure of Zone 5, (30.40±13.12)kPa vs. (20.77±9.08)kPa, $P < 0.05$). Compared with control group, the PD group showed the fifth metatarsal bone pressure (Zone 5) and the middle plantar pressure (Zone 6) ranked higher than the first metatarsal bone pressure (Zone 3). For

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.10.002

*基金项目:国家自然科学基金资助项目(81301675);广东省科技计划项目(2013B022000058)

1 中山大学附属第一医院康复医学科,广州,510080; 2 通讯作者

作者简介:陈淑芳,女,护师; 收稿日期:2015-04-06

dynamic assessments, PD patients showed the pressure of Zone 5 ranked higher than that of Zone 3 on the left foot compared with control group; heel-strike duration percentage (defined by the percentage of heel-strike phase in the whole foot-strike phase) significantly decreased in PD group than that in control group [the left side (0.82±2.03)% vs. (4.80±2.94)%, $P=0.008$ and the right side (1.62±3.15)% vs. (6.31±6.25)%, $P=0.02$].

Conclusion: PD patients tend to increase instability of the center of gravity and drift area; forward shift the center of gravity, loss of foot strike phase and aggravate the festinating gait and the risk of falling. Therefore, enhancement of heel-first strike pattern could facilitate gravity control substantially and improve the festinating gait. Plantar pressure information is essential for intuitively understanding the patient's gait problems and providing targeted PD patient's rehabilitation strategies.

Author's address Department of Rehabilitation Medicine, The First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou, 510080

Key word Parkinson's disease; plantar pressure; rehabilitation

帕金森病(Parkinson's disease, PD)是一种多发于老年人的中枢神经系统退行性疾病,以动作缓慢、肌肉强直、静止性震颤和姿势不稳为主要特征,严重影响患者的生存质量和社会参与水平^[1-2]。由于肌张力的异常和姿势障碍,患者站立中呈现“猿人”姿势,步行中呈现慌张前冲步态,导致腹部背部肌肉张力的显著不平衡和腰背部疼痛。姿势纠正对于改善这些患者的疼痛和促进正确步行姿势有重要意义,但是鉴于患者的异常姿势是缓慢形成的,许多患者和家属在疾病早期没有意识到这是一种疾病的表现;加之部分患者存在认知障碍,无法明确理解和配合康复训练中的姿势调整,影响了治疗效果,造成姿势异常加重,促进了运动功能障碍的发展。足底压力分析正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]。运用足底压力的方式评估帕金森病患者站立和行走姿势有利于患者更直观地了解自身功能障碍,并在早期发现姿势和重心分布的特点,从而便于进行针对性训练,改善平衡和运动机能,亦利于对患者的功能障碍程度进行定量分析评定,敦促患者进行相应的训练和调整。

1 对象与方法

1.1 实验对象

帕金森病患者:选择2013年12月—2014年12月,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30例,其中男性17例,女性13例;入组时年龄45—79岁平均(62.2±

6.3)岁,病程2—7年,平均病程(4.31±1.07)年。

帕金森病组纳入标准:①根据患者病史及临床表现,符合英国脑库原发性帕金森病诊断标准,H-Y分级2—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。

排除标准:①帕金森综合征;②精神疾病患者;③有脑卒中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。

正常对照组:对照组为48—77岁中老年30例,平均(62.6±7.2)岁,男性16例,女性14例。纳入标准:①可以独立步行;②具有正常的听力和视力;③认知功能正常,MMSE评分>22分;④愿意配合检查,并签署知情同意书。排除标准:①精神疾病患者;②有脑卒中偏瘫等影响独立步行的疾病;③有下肢骨折、疼痛等影响下肢力量分配的疾病;④一般情况欠佳,不能耐受或不配合检查。

1.2 实验方法

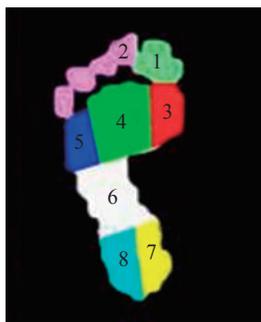
1.2.1 一般情况:对全部受试者的身高、体重、足部长度、利手情况等测量,每项指标测试2次,求其平均值。

1.2.2 足底压力测试:采用Gaitview足底压力测量仪,以及Gaitview分析软件。

静态测量方法:嘱受试者先放松休息5min,然后裸足站立于测量仪上,双足立于有效测量区域,双手自然下垂,眼睛平视前方,尽量放松,待其站稳后继续以自然姿势站立约10s。可获得静态时左右拇趾(1区)、第2—5趾(2区)、第1跖骨(3区)、第2—4

跖骨(4区)、第5跖骨(5区)、足掌中部(6区,即中足部)、后跟内侧(7区)、后跟外侧(8区)共8区静态压力平均数值,其中1、2区代表足趾部,3、4、5区代表前脚掌,6区代表足掌中部,7、8区代表后跟部。见图1。

图1 足底压力分区示意图



1、2区代表足趾部
3、4、5区代表前脚掌
6区代表足掌中部
7、8区代表后跟部

动态测量方法:嘱受试者放松,眼睛平视前方,以平日步行速度及姿势裸足从平板前方1m处走向平板,先左脚踏在测定板有效区域,后从对侧1米处返回,右脚踏板。可获得动态时左右足底8区平均压力数值及足跟着地时间、足掌着地时间、推进期占同侧足着地总时间百分比,并可获得足部着地时动态影像和行走时双足底压力变化情况。

1.3 统计学分析

收集数据,使用SPSS 13.0统计分析软件,对所得参数进行统计描述,根据参数是否符合正态性分布选择统计描述方法。两组间比较采用两独立样本 t 检验。

2 结果

2.1 一般情况比较

帕金森病组和正常对照组各30例,两组人群在性别、年龄、身高、体重、足长等方面经 t 检验无显著性差异($P>0.05$),全部为右利手。见表1。

2.2 静态足底压力分析

2.2.1 帕金森病组双足较正常对照组足底5区(第5跖骨)压力明显增高($P<0.05$),PD组分别为左侧(40.39 ± 22.44)kPa,右侧(30.40 ± 13.12)kPa;正常对照组分别为左侧(21.58 ± 10.37)kPa,右侧(20.77 ± 9.08)kPa。余各区压力无显著性差异。见表2。

2.2.2 尽管双足绝大多数区域压力数值无显著性差异,但是足底8个压力区的压力大小排列顺序却有着明显的不同。正常对照组双足的压力由高到低分别为8区>7区>4区>3区>5区>6区>1区>2区;帕金森病患者双足的压力由高到低分别为8区>7区>4区>5区>6区>3区>1区>2区,即第5跖骨(5区)、足掌中部(6区,即中足部)压力较第1跖骨(3区)增高,表明患者重心更向两侧分散。见表2。

2.3 动态足底压力分析

2.3.1 步行过程中PD患者与正常对照相比足底各区域的压力无显著性差异($P>0.05$)。见表3。

2.3.2 步行过程中正常对照组左足足底各区压力由高到低排列为8区>7区>4区>3区>5区>1区>6区>2区,帕金森病患者左足足底各区压力由高到低排列为8区>7区>4区>5区>3区>1区>6区>2区,即帕金森病患者5区较3区排位靠前,说明足外侧份压力增加;正常对照和帕金森病患者右足足底各区压力由高到低排列均为4区>8区>7区>5区>3区>1区>6区>2区。与左足相比,右足4区(第2—4跖骨)区域的压力排位较代表后跟的7区和8区更靠前,即右侧跖骨的负重比例增加。考虑这种情况可能和本组患者及对照全部为右利手有关,需要在后续研究中纳入更多左利的患者和对照分组研究来证实。见表3。

2.3.3 步行中足跟着地、足掌着地、推进期各期所占比例分析。足跟着地时间指足跟着地瞬间开始至全脚掌接触地面之前的时间;足掌着地时间为全脚掌着地时间;推进期记录的是后跟离地开始至全足离地前的时间。足跟着地时间:足掌着地时间:推进期时间占本侧足着地总时间百分比,正常对照组左足为4.70%:72.72%:22.55%;右足为6.31%:72.25%:21.56%。帕金森病患者左足为0.82%:68.01%:31.18%;右足为1.62%:71.59%:26.79%。两组相比帕金森病患者足跟着地时间明显缩短(P 左侧=0.008, P 右侧=0.02)。本次入组的30例PD患者60例足的分析中有48足次后跟着地时间百分比为0,即行走中缺乏后跟着地动作,表现为直接全脚掌落地或前脚掌先落地进而过渡到全脚掌落地,之后后跟离地推进步行。见表4,图2。

表1 帕金森病组和正常对照组被检者一般情况比较($\bar{x}\pm s$,例)

指标	帕金森病组	正常对照组	P值
平均年龄(岁)	62.2±6.3	62.6±7.2	0.27
性别(男/女)	17/13	16/14	0.26
身高(cm)	162±7.5	163±6.5	0.17
体重(kg)	64±5.7	66±4.8	0.13
足长(cm)	24.6±1.3	24.3±0.8	0.09

表2 帕金森病患者站立时静态足底压力分布 ($\bar{x}\pm s$,kPa)

足底区	帕金森病组	正常对照组
左足静态压力		
1区	15.98±12.52	10.52±7.27
2区	7.36±5.44	7.38±4.39
3区	19.49±13.09	22.19±9.90
4区	51.50±24.14	47.46±13.65
5区	40.39±22.44 ^①	21.58±10.37
6区	22.33±10.60	18.11±9.26
7区	61.86±24.99	67.04±20.59
8区	64.92±24.85	67.70±22.03
右足静态压力		
1区	17.42±14.52	17.37±16.10
2区	7.03±6.27	6.43±2.30
3区	17.44±7.19	23.25±15.16
4区	40.03±12.35	39.31±13.93
5区	30.40±13.12 ^①	20.77±9.08
6区	20.76±10.56	19.11±10.47
7区	72.69±14.67	61.65±18.12
8区	73.84±12.89	63.82±13.71

①同一足底压力区帕金森病患者与正常对照者相比P<0.05

表3 帕金森病患者行走时足底压力 ($\bar{x}\pm s$,kPa)

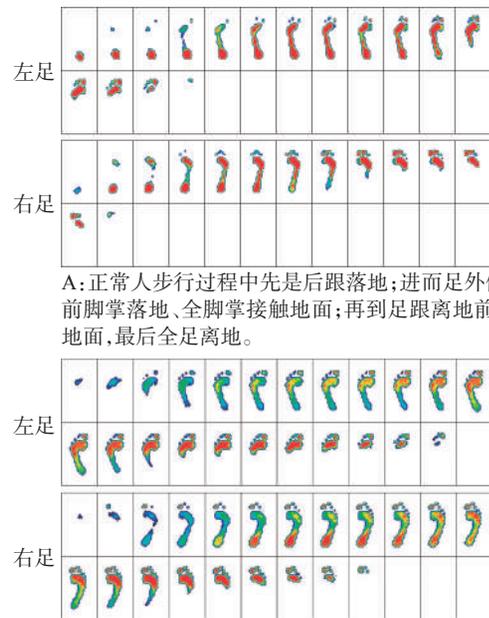
足底区	帕金森病组	正常对照组
左足静态压力		
1区	33.82±10.90	33.93±11.75
2区	17.30±4.83	14.26±4.43
3区	36.73±18.03	39.36±15.04
4区	55.52±16.06	63.17±11.40
5区	43.36±15.10	33.98±17.61
6区	25.17±8.61	25.47±13.02
7区	62.54±18.82	66.13±9.69
8区	66.20±16.34	69.74±13.14
右足静态压力		
1区	33.16±14.21	34.48±11.09
2区	16.05±6.73	18.96±7.26
3区	40.03±14.76	40.43±18.14
4区	64.01±14.63	69.91±14.13
5区	50.14±12.66	42.08±15.12
6区	25.29±10.40	28.01±11.46
7区	52.49±11.41	58.79±12.29
8区	56.66±12.66	61.79±16.00

表4 帕金森病患者行走时足底压力曲线各时间段所占比例 ($\bar{x}\pm s$,%)

时间段	帕金森病组	正常对照组
左足		
脚跟着地时间	0.82±2.03 ^①	4.70±2.94
脚掌着地时间	68.01±31.16	72.72±12.52
推进期时间	31.18±31.20	22.55±9.03
右足		
脚跟着地时间	1.62±3.15 ^①	6.31±6.25
脚掌着地时间	71.59±32.21	72.25±8.78
推进期时间	26.79±32.89	21.56±6.91

①帕金森病患者与正常对照者相比P<0.05

图2 正常人和帕金森病患者步行过程中足底压力动态变化图



A: 正常人步行过程中先是后跟落地;进而足外侧缘落地、前脚掌落地、全脚掌接触地面;再到足跟离地前脚掌推离地面,最后全足离地。

B: 帕金森病患者步行过程中先是前脚掌和足趾落地;进而全脚掌接触地面;再到后跟离地前脚掌推离地面,最后全足离地。

3 讨论

3.1 帕金森病患者站立过程中重心左右漂移明显

静态站立过程中帕金森病组双足较正常对照组5区(第5跖骨)压力明显增高,且各区足底压力的排序中第5跖骨(5区)、足掌中部(6区,即中足部)压力较第1跖骨(3区)增高,表明患者重心更向两侧分散。这是由于PD患者平衡功能差,站立时双足分开呈宽基底姿势,努力靠位于双足最外侧缘的第5跖骨(5区)用力来调整维持重心稳定。所以,在帕金森病患者进行康复训练时应该注重重心调整、平衡训练,纠正双足外侧份承力增高的状态,只有患者

的平衡功能改善了,才能避免重心不稳,减少跌倒发生,进而促进步行过程中的重心控制,改善运动能力。另外在我们的临床工作中也发现,对于帕金森病患者先提高平衡功能再进行步态训练,可以起到事半功倍的效果,这与患者足底压力的正常分布、重心控制改善有直接关系。

3.2 帕金森病患者行走过程缺乏后跟着地过程

正常人步行过程中摆动足先是后跟落地;继而足外侧缘落地、足趾落地,从而形成全足接触地面情形;再到后跟离地、前脚掌位置推离地面,全足离地。帕金森病患者步行过程中后跟触地动作短暂或缺失,表现为摆动足落地时是全脚掌落地或前脚掌先落地,这样“踮脚尖”样的动作加重了重心前倾,从而形成一种恶性循环,促进了慌张步态的发展。既往有研究也显示,帕金森病患者行走步态分析中后跟着地时间明显减少,早期出现前足负重^[6],足跟触地至足趾离地时间较正常人短^[7],行走中前足和中足压力明显增高^[8]。所以在帕金森病患者的步态训练中一定要克服重心前倾,强调每一次摆动足的落地都要先是后跟落地,进而过渡到足外侧缘、前脚掌,最后完成前足的推动过程。只有强调摆动足后跟先落地才能将重心更久地保持在后方的支撑足上,在增大步幅的同时从根本上克服重心前倾,进而改善“慌张步态”^[9-10]。

3.3 足底压力分析有利于针对性地制定康复训练方案

多数帕金森病患者存在认知功能障碍,平素康复训练中很难让患者明确了解自己的平衡和步行障碍问题出在哪里,物理治疗师反复的动作纠正也不易内化为患者自身的主动调整,治疗效果差。足底压力分析通过图示的方法直接让患者明白其站立时的重心漂移和步行过程中的重心前倾,必要时可以让患者观看自己步行测量过程中的录像和足底压力测试图,更加直观地了解自身问题所在,进而针对性地进行平衡训练和步态训练,有利于根据患者具体情况制定个体化的康复治疗方,也利于患者更好地理解训练方案和目的,提高治疗效率^[11]。

总之帕金森病患者站立时重心不稳,向两侧漂

移增大;行走时重心前倾缺乏足跟着地动作,促进了“慌张步态”。康复训练时应该注重平衡功能训练,避免重心不稳,减少跌倒发生;步态训练中一定要克服重心前倾,强调行走中后跟先落地,进而从根本上改善“慌张步态”。足底压力测定更利于的患者直观理解自己的问题所在,便于定量分析患者步态障碍的特点和程度,进而针对性地制定康复训练计划,定量评定治疗效果,具有良好的临床应用价值。

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.
- [3] Chockalingam N, Healy A, Naemi R, et al. Comments and reply to: Foot plantar pressure measurement system: a review [J]. Sensors (Basel), 2013, 13(3):3527—3528.
- [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.
- [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.
- [6] Nieuwboer A, De Weerd W, Dom R, et al. Plantar force distribution in Parkinsonian gait: a comparison between patients and age-matched control subjects[J]. Scand J Rehabil Med, 1999, 31(3):185—192.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] Spaulding SJ, Barber B, Colby M, et al. Cueing and gait improvement among people with Parkinson's disease: a meta-analysis[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2013, 94(3):562—570.
- [11] 栾烁,高宏宇,朱晓霞,等.综合视听觉提示训练改善帕金森病患者足底压力分布[J].中山大学学报医学科学版,2014,35(6):950.