

·综述·

脑卒中偏瘫患者足底压力特征分析

胡楠¹ 卢茜¹ 毕胜^{1,2}

足底压力测试是临床常用的步态评价指标。脑卒中偏瘫患者会出现步态异常,其中足底压力异常,是指导康复训练,评价患者步态及康复疗效,预测患者结局的一项重要评价指标。本文就当前足底压力在卒中患者中的研究进展做一综述。

1 足底压力测试

1.1 足底压力测试的应用概况

足底压力测试是临床常用的步态评价指标,属于步态分析中的动力学分析。广义的足底压力是指,足底与支撑面之间的压力分布。临床上常用的足底压力测试是指足底压力垂直于地面的分力,通常通过测量与其方向相反但大小相等的地面反作用力而得到。

足底压力测试最早出现于1882年,系统地开展于20世纪50年代^[1]。作为一种重要的生物力学研究方法,足底压力测量技术的发展和分类有如下几种:足底印记技术、足底压力扫描法、压力板、压力鞋及鞋垫。目前用到的最多的是压力板、压力鞋及鞋垫,其常用于运动医学、康复医学、足疾医疗、假肢及矫形器设计、体育工业等多个领域。其中较成熟的是研究糖尿病患者足部溃疡与足底压力的关系,骨关节疾病患者足底压力特点及骨科手术的评价,矫形器械及鞋垫的研制,体育训练以及工业等,而在脑卒中患者中的研究相对较少。

足底压力测试中常用到的指标有:压力(F)、压强(P)、足触地时间、足触地面积、压力中心(center of force, COF)、压强中心(center of pressure, COP)等,以及由这些参数引申出来的指标,如压力曲线、冲量(曲线下面积)、支撑相时间、支撑相各期时间、摆动相时间、COP曲线、COP位移、COP速率、COP变异性等。

1.2 卒中后偏瘫患者的步态特征

卒中患者功能障碍各异,导致其步态异常的原因涉及多方面,就其下肢来说,包括:肌力减弱、痉挛、共同运动、紧张性反射、下肢感觉异常等。这些因素使得脑卒中偏瘫患者的异常步态表现出一些共同之处,运动学异常:重心分布异常,行走时双下肢的时空参数异常,行走时下肢各关节活动范围

及顺序异常等;动力学异常:足底压力异常,推进力异常,下肢各关节的力矩及所做的功异常等;肌电图异常:下肢各肌肉收缩的时相及其力量异常等^[2]。其中动力学指标中的足底压力异常,是指导康复训练,评价患者步态及康复疗效,预测患者结局的一项重要评价指标。

卒中偏瘫患者的足底压力异常主要表现为:站立时双侧足底压力不对称,接触面积不对称,COP偏移,COP前后、内外侧方向上的位移增大;行走时双足各区的足底压力异常,触地顺序异常,COP轨迹异常^[3-9]。既往的研究主要针对上述参数的异常,及其与步态的运动学、康复评定量表的相关性,和足底压力对临床康复的指导进行了探讨。

2 健康中老年人的足底压力

2.1 健康中老年人站立时的足底压力

健康中老年人(50—80岁)站立时双足底压力对称,双足接触面积对称。足底各区压力由大到小依次为:后跟外侧、后跟内侧、第2—4跖骨、第1跖骨、第5跖骨、拇趾、中足、第2—5趾^[3]。COP位于身体的中心。

2.2 健康中老年人行走时的足底压力

行走时健康中老年人的步态可分为支撑相和摆动相,其中支撑相包括足跟着地期、足掌着地期、推进期,其特征可通过足底压力显示。正常步态周期中,足着地顺序为:足跟→中足及前足外侧→中足及前足内侧→足跟离地→中足离地→前足及各足趾离地。足底各区的压力值大小顺序:以足跟和第2—5趾骨处受力最大,第2—4跖骨处受力最小^[3]。

支撑期的足底压力曲线为两峰一谷的曲线。足跟着地时,地面吸收足跟对地面的垂直冲击力,承重反应使得足底压力大于体重,出现曲线中的第一峰;随后足掌着地,承重反应减小,足底压力减小,曲线出现一谷;当足跟离地时,即推进期,地面吸收足趾对地面的垂直推进力,足底压力再次升高,出现第二峰。足掌着地期占整个支撑期的时间最多,其次为推进期,足跟着地期最少。左、右足时间无显著差异^[10]。

COP轨迹表现为一条由足跟沿足弓内侧至拇趾的平滑曲线^[11]。

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.02.024

1 解放军总医院,北京,100853; 2 通讯作者

作者简介:胡楠,女,硕士研究生; 收稿日期:2014-10-27

3 卒中后偏瘫患者的足底压力

3.1 卒中后偏瘫患者站立时的足底压力

卒中后偏瘫患者站立时,偏瘫侧(健侧)与非偏瘫侧(患侧)全足的压力和接触面积基本相等;随着姿势难度增大,即患者由睁眼站立变为闭眼以及支持面逐渐减小,健侧全足的压力和接触面积逐渐增大,患侧逐渐减小,且足底压力的增大与接触面积的减小无关^[4]。患足足底各区压力的大小顺序与正常人基本一致,以足跟和中足部负重为主^[5]。但患足外侧缘接触面积增加,可提示偏瘫侧足内翻和内侧纵弓塌陷^[4]。

站立时,患者COP偏向健侧;COP在前后、内外侧方向上的位移增大,且随着姿势的难度增大、患者注意力的分散,COP移动幅度增大^[5];健侧和患侧各自的COP位移也存在不对称,且与下肢感觉运动功能相关^[12]。患者健侧COP漂移轨迹范围较健康人大^[3]。

3.2 卒中后偏瘫患者行走时的足底压力

卒中偏瘫患者步态周期异常,表现为:双支撑相时间延长^[13],健肢单支撑时间在整个步态周期中所占的比例延长,患肢单支撑时间在整个步态周期中所占的比例减少^[14]。与对侧肢体相比,健肢支撑相延长,摆动相缩短;患肢摆动相延长,支撑相减少^[15-16]。健足及患足均以足掌着地期最长,其次为推进期,足跟着地期最短^[3,17]。患足的着地顺序各异,常表现为全足着地^[6]。

健肢承重较患肢更多^[6]。根据患者步态异常的程度不同,其患足各区的压力也不同。健足第2—4跖骨的压力较健康人减小^[3]。患足较健康人足底各区的压力峰值减小,前足内侧压力值增大^[7]。足底压力曲线失去双峰,表现为患肢 ≥ 3 个的小的不规则峰和谷,且患肢在足触地初期和推进期较健肢的压力更大^[8]。Chen^[17]将卒中后偏瘫患者的足底压力曲线分为了4种模式:I,不规则形;II,不规则的倒V形;III,倒V或倒U形;IV,双峰M形,并将卒中患者分为足底压力较好组(模式III和IV)和足底压力较差组(模式I和II)。认为这4种模式能反映患者的运动功能。

脑卒中偏瘫患者身体摆动加大,行走时COP不对称^[9]。重心漂移轨迹表现为:在中足部出现多次前后折返,失去平滑性,混乱不清^[3]。

4 卒中偏瘫患者的足底压力与其他功能学参数的关系

影响裸足足底压力的因素很多,如年龄、性别、体重、身高、步速^[19]。此外,还与行走方式、负重、足底感觉等有关^[20]。临床步态分析还包括运动学、肌电图等等。当前研究除了观察偏瘫患者的足底压力异常参数外,还有不少研究针对足底压力异常的原因及其与患者其他的功能障碍的联系进行了分析。

Nardone^[12,21]研究了15例卒中患者和17例正常人站立和

行走时的COP和步态时空参数,认为偏瘫患者的姿势和步态问题有共同的神经基础。患者双下肢运动功能不对称,可通过提高身体重量转移至患肢的时间和能力来影响步态。COP移动10mm,一侧下肢负重增加5%^[22]。

站立时COP位置可反映患者感觉运动的功能状况^[12]。有研究证实,前后、内外方向上的COP位移,COP轨迹长度、面积与损伤侧下肢肌力有关^[23]。COP的位置与患者姿势难度及其注意力集中的程度有关。此外,COP在内外方面和前后方向上的移动还能反映患者跌倒的难易程度^[5]。COP位置和步态的时空参数存在相关性,COP和步速^[12,21]、步频呈负相关,与双支撑相时间正相关^[21]。

肢体间COP参数(如,前后方COP位移,前后方COP速率,内外侧COP变异性)和COP时间的不同能反映卒中后步态的不对称性和单侧肢体的支持能力。随着运动损伤的严重程度增加,步速的增加和使用辅助步行,COP参数的不对称性增加^[12]。

Bensoussan L^[6]将足底压力与运动学结合,使用压力板和三维步态分析系统,以分析患者行走时的步态特征。研究发现:摆动相患侧膝关节上抬以弥补足下垂内翻。患肢在初始着地时全足着地。

5 足底压力参数评价卒中康复训练效果的研究

葛剑青^[23]对21例脑梗死急性期患者康复治疗前后进行足底压力测试,测量患者健侧和患侧足底各区压力值,与平衡相关的指标(包括压力中心在左右、矢状轴上的位移以及压力中心位移的最大值等)。结果显示患者经康复训练后以健侧下肢负重为主的状况得到改善。

一些研究认为,患者步态的不对称性需要纠正,尤其是在慢性期。而步态不对称是卒中后的适应形式,因此也有研究认为:要求患者达到生物力学上的对称是不合理的,这种对称无法使患者达到最佳的功能状态^[18]。

Lee认为闭链抗阻运动可提高踝、膝关节肌肉的利用,并不断为患足提供感觉刺激。进而改善患者足底压力分布,有利于患者恢复正常的步态模式^[24]。还有研究在训练设备上实时监测足底压力并指导训练^[25]。

6 展望

脑卒中患者存在多样性,功能损伤程度与卒中的严重程度、部位、类型,以及相关并发症,如关节活动度受限程度、躯干控制能力等有关^[18]。就异常步态来说,包括运动学、动力学、肌电图学异常等。可将足底压力与相关的功能障碍结合起来分析,共同探讨卒中患者步态异常特点。与定性量表结合,与患者的病情发展、转归结合,探讨步态异常的原因,指导疾病的预防、治疗、预后。

参考文献

- [1] 李建设,王立平.足底压力测量技术在生物力学研究中的应用与进展[J].北京体育大学学报,2005,(02):191—193.
- [2] 励建安.脑卒中的步态异常和治疗对策[J].中华全科医师杂志,2005,(12):715—717.
- [3] 林蜜蜜.脑卒中偏瘫患者足底压力的特点[D].广州:中山大学,2009.25—29.
- [4] Hillier S, Lai MS. Insole plantar pressure measurement during quiet stance post stroke[J]. Top Stroke Rehabil, 2009, 16(3):189—195.
- [5] Hyndman D, Pickering RM, Ashburn A. Reduced sway during dual task balance performance among people with stroke at 6 and 12 months after discharge from hospital[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2009, 23(8):847—854.
- [6] Bensoussan L, Mesure S, Viton JM, et al. Kinematic and kinetic asymmetries in hemiplegic patients' gait initiation patterns[J]. J Rehabil Med, 2006, 38(5):287—294.
- [7] Meyring S, Diehl RR, Milani TL, et al. Dynamic plantar pressure distribution measurements in hemiparetic patients[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 1997, 12(1):60—65.
- [8] Polese JC, Teixeira-Salmela LF, Nascimento LR, et al. The effects of walking sticks on gait kinematics and kinetics with chronic stroke survivors[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2012, 27(2):131—137.
- [9] 王彤,宋凡,万里,等.偏瘫患者平衡功能测定及相关因素的分析[J].中华物理医学与康复杂志,2000,(01):11—13.
- [10] Murray MP, Seireg AH, Scholz RC. A survey of the time, magnitude and orientation of forces applied to walking sticks by disabled men[J]. Am J Phys Med, 1969, 48(1):1—13.
- [11] Jamshidi N, Esfahani MH, Farzad A, et al. Design and testing of statistical methods to classify the severity of step-gait based on center of pressure data[J]. Med Hypotheses, 2012, 79(3):334—337.
- [12] Chisholm AE, Perry SD, McIlroy WE. Inter-limb centre of pressure symmetry during gait among stroke survivors[J]. Gait Posture, 2011, 33(2):238—243.
- [13] Brandstater ME, de Bruin H, Gowland C, et al. Hemiplegic gait: analysis of temporal variables[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1983, 64(12):583—587.
- [14] Goldie PA, Matyas TA, Evans OM. Gait after stroke: initial deficit and changes in temporal patterns for each gait phase[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82(8):1057—1065.
- [15] Titianova EB, Pitkänen K, Pääkkönen A, et al. Gait characteristics and functional ambulation profile in patients with chronic unilateral stroke[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2003, 82(10):778—786, 787—789, 823.
- [16] Kim CM, Eng JJ. Symmetry in vertical ground reaction force is accompanied by symmetry in temporal but not distance variables of gait in persons with stroke[J]. Gait Posture, 2003, 18(1):23—28.
- [17] Chen CY, Hong PW, Chen CL, et al. Ground reaction force patterns in stroke patients with various degrees of motor recovery determined by plantar dynamic analysis[J]. Chang Gung Med J, 2007, 30(1):62—72.
- [18] Balaban B, Tok F. Gait disturbances in patients with stroke[J]. PM R, 2014, 6(7):635—642.
- [19] 罗炯.足底压力分布测量技术的应用特点[J].中国组织工程研究与临床康复,2007,11(9):1734—1737.
- [20] 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.
- [21] Nardone A, Godi M, Grasso M, et al. Stabilometry is a predictor of gait performance in chronic hemiparetic stroke patients[J]. Gait Posture, 2009, 30(1):5—10.
- [22] Genthon N, Gissot AS, Froger J, et al. Posturography in patients with stroke: estimating the percentage of body weight on each foot from a single force platform[J]. Stroke, 2008, 39(2):489.
- [23] 葛剑青,陈建军,叶强,等.急性脑梗死偏瘫患者足底压力测定的临床研究[J].临床神经病学杂志,2009,22(5):334—336.
- [24] Lee NK, Kwon JW, Son SM, et al. Changes of plantar pressure distributions following open and closed kinetic chain exercise in patients with stroke[J]. NeuroRehabilitation, 2013, 32(2):385—390.
- [25] Laroche D, Joussain C, Espagnac C, et al. Is it possible to individualize intensity of eccentric cycling exercise from perceived exertion on concentric test?[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2013, 94(8):1621—1627.