

一种便携式步态分析系统的信度研究

王康玲¹ 黄杰斌¹ 吴文¹ 黄国志¹

摘要

目的:探讨一种便携式步态分析系统在时空参数、多关节角度值的信度。

方法:选取30例健康青年,由2名评估者进行便携式步态分析,记录步频、步幅、步速、步长等时空参数和行走时矢状面、水平面和冠状面各关节活动角度的最大值,采用相关系数进行重测信度和测量者间信度的比较,评估其测量信度。

结果:时空参数、矢状面最大角度值组内相关系数(ICC)均>0.75,信度良好;水平面、冠状面最大角度值ICC无显著性差异或信度差。

结论:该便携式步态分析系统分析时空参数、矢状面最大角度值信度良好,可良好地反映步行功能,有较好的评估价值;水平面及冠状面关节角度值信度较低,应用时需谨慎。

关键词 时空参数;关节角度;步态分析;信度

中图分类号:R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2016)-07-0761-04

Research on reliability of parameters taken by a portable gait analysis system/WANG Kangling, HUANG Jiebin, WU Wen, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2016, 31(7): 761—764

Abstract

Objective: To investigate the reliability of temporal and spatial parameters and joint angle values taken by certain portable gait analysis system.

Method: Thirty healthy young people were collected. Temporal and spatial parameters, such as stride frequency, step length, walking speed, stride length and max joint angles at vertical, horizontal and coronal planes, were recorded with Portable apparatus Gait Watch. Test-retest and inter-observer correlation coefficients (ICCs) were used to evaluate the reliability within and between groups.

Result: ICCs values of temporal and spatial parameters and max joint angle values of vertical plane were over 0.75, suggesting a good reliability, while values of horizontal and coronal planes showing no significant difference or low reliability.

Conclusion: Temporal and spatial parameters and max joint angle values of vertical plane showed good reliability and could be used to acquire basic gait messages. Max joint angle values at horizontal and coronal planes have more variation.

Author's address Zhujiang Hospital of Southern Medical University, 510280

Key word gait parameters; gait analysis; gait watch; reliability

步态是人类步行的行为特征。步态分析方法是临床工作中治疗和康复评定的重要组成部分,对于因患神经系统或运动系统疾病而可能影响行走能力

的患者,有必要进行步态分析,以揭示其有无异常步态,以及步态异常的性质和程度,为进行行走功能评定和矫治异常步态提供必要的客观依据。20世纪

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.07.009

1 南方医科大学珠江医院康复科,广州,510280

作者简介:王康玲,女,硕士,主治医师; 收稿日期:2015-11-05

50年代起开始有文献报道步态分析研究,分析方法从滑石粉或墨汁足印法、平面定点摄像法到近10余年的三维步态分析法,取得了长足的进步。将三维步态分析的方法应用于康复医学领域,并根据所提供的运动学参数和生物力学参数等,客观实时地进行康复治疗方法的选择及疗效评定是切实可行的^[1],但目前临床上常用的三维步态分析系统昂贵、操作复杂、场地设施要求较高且不可携带,广泛应用有一定的局限性。因此,一种操作简易且便携可靠的分析系统成为目前步态分析发展的趋势。本文介绍一种简易的三维步态系统,并对其信度进行分析。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本课题的研究对象为健康志愿者。纳入标准:①年龄18—30岁;②未诉有腰痛、双下肢乏力、关节结构异常,步行流畅且步行过程无诉不适感;③无双下肢手术及外伤病史;④无精神障碍、认知异常等病史。排除标准:①既往有髋、膝、踝关节疼痛、活动受限;②测试过程中出现下肢不适、疼痛者。

入组共计30例,其中男15例,女15例,年龄为18—27岁,平均 (22.20 ± 2.26) 岁;身高153—177cm,平均 (164.28 ± 5.00) cm;体重44—72kg,平均 (56.10 ± 6.99) kg,所有受试者均为右利手,均知情同意后进行测试。

1.2 研究方法

采用GaitWatch三维步态分析系统及其附带的数据分析系统。在我科康复治疗区域设立长12m,宽1m的步道,排除外界干扰。分别将7个内含加速度计和陀螺仪等惯性测量模块的传感器绑定在受试者髋骨、双侧股骨中段前侧、胫骨中段内侧和足背平坦处;受试者先以标准立正姿势站立,由操作者对仪器进行环境角度等参数校准,随后受试者在测试步道中直线匀速行走12m(为保证采集的数据准确性,要求受试者在不受干扰的情况下行走);系统硬件数据采集频率为500Hz,实时同步采集受试者骨盆、髋、膝、踝各关节在矢状面、水平面和垂直面的运动数据,还原受试者行走的姿态,并将数据通过无线传输技术实时同步传输到电脑软件,提取每次行走过程中稳定的8个步态周期数据,进行各参数分析。

本试验共收集步行数据3组,其中评定者A于不同日分别进行测试,收集2组数据,时间间距不超2周;评定者B收集1组数据。

1.3 观察指标

步态运动学参数包括:①时空参数:步频、步态周期、步幅、步速、左右步长、双支撑相、左右支撑相及左右摆动相。②各轴面上的关节最大角度:矢状面:骨盆前后倾、髋屈伸、膝屈伸、踝屈伸角度;冠状面:髋内收外展;水平面:骨盆旋前旋后、髋内外旋、踝内外翻。

1.4 统计学分析

采用SPSS 20.0统计软件进行数据处理与统计分析。使用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)作为信度检验指标,包括分析评定者A内部信度(重测信度)、评定者A与B间的信度(测量者间信度)。信度的界定范围如下:ICC>0.90为极好,ICC>0.7为好,ICC<0.7信度欠佳^[2]。

2 结果

2.1 时空参数重测信度和测量者间信度结果

重测信度和测量者间信度结果具有较好的相关性,ICC值均>0.75,其中步频、步态周期、步速ICC值>0.9,且95%可信区间大多较集中,见表1。

2.2 矢状面最大角度值重测信度和测量者间信度结果

矢状面各参数的重测信度及测量者间信度有较好的相关性,ICC值均>0.75,且95%可信区间大多较集中,见表2。

2.3 冠状面、水平面最大角度值重测信度和测量者间信度结果

冠状面、水平面上各参数值的重测信度及测量者间信度较差,ICC值大多<0.55,见表3。

3 讨论

步态分析方法在康复领域应用广泛,是一项非常重要的检测及评估手段,但现有步态分析技术存在明显不足,如目测法不客观,足印法十分耗时且不准确,三维步态分析法操作复杂、设备昂贵、环境要求高;因此,康复工作者迫切需要一种有效且简易的步态分析方法。本研究采用GaitWatch三维步态分

表1 时空参数重测信度和测量者间信度结果

参数	重测信度	95%可信区间	P值	测量者间信度	95%可信区间	P值
步频	0.962	0.938—0.988	0.000	0.910	0.727—0.973	0.000
步态周期	0.966	0.941—0.988	0.000	0.916	0.626—0.970	0.000
步幅	0.892	0.736—0.959	0.000	0.875	0.717—0.949	0.000
步速	0.928	0.799—0.976	0.000	0.872	0.687—0.953	0.000
左步长	0.888	0.737—0.968	0.000	0.862	0.723—0.946	0.000
右步长	0.863	0.704—0.953	0.000	0.875	0.757—0.944	0.000
双支撑相	0.832	0.688—0.930	0.000	0.800	0.650—0.870	0.000
左支撑相	0.801	0.656—0.880	0.000	0.799	0.648—0.819	0.000
右支撑相	0.855	0.700—0.941	0.000	0.810	0.675—0.886	0.000
左摆动相	0.800	0.655—0.878	0.000	0.798	0.650—0.888	0.000
右摆动相	0.856	0.795—0.905	0.000	0.800	0.650—0.884	0.000

表2 矢状面最大角度值重测信度和测量者间信度结果

参数	重测信度	95%可信区间	P值	测量者间信度	95%可信区间	P值
骨盆						
前倾	0.814	0.523—0.934	0.000	0.786	0.564—0.905	0.000
后倾	0.800	0.600—0.869	0.000	0.771	0.575—0.869	0.000
左髋						
屈曲	0.822	0.662—0.905	0.000	0.760	0.555—0.880	0.000
伸直	0.802	0.531—0.906	0.000	0.788	0.502—0.806	0.000
右髋						
屈曲	0.891	0.856—0.948	0.000	0.832	0.718—0.921	0.000
伸直	0.810	0.651—0.885	0.001	0.759	0.622—0.832	0.001
左膝						
屈曲	0.821	0.671—0.929	0.000	0.761	0.600—0.805	0.017
伸直	0.877	0.707—0.956	0.000	0.806	0.639—0.906	0.000
右膝						
屈曲	0.757	0.592—0.905	0.011	0.781	0.655—0.876	0.000
伸直	0.752	0.537—0.883	0.001	0.867	0.681—0.944	0.000
左踝						
背屈	0.756	0.543—0.883	0.001	0.777	0.563—0.886	0.000
跖屈	0.752	0.553—0.844	0.004	0.758	0.563—0.881	0.000
右踝						
背屈	0.766	0.549—0.885	0.010	0.767	0.544—0.888	0.016
跖屈	0.761	0.502—0.838	0.011	0.777	0.514—0.882	0.010

表3 冠状面、水平面最大角度值重测信度和测量者间信度结果

参数	重测信度	95%可信区间	P值	测量者间信度	95%可信区间	P值
骨盆						
旋前	0.241	-0.155—0.548	0.306	0.217	-0.346—0.537	0.359
旋后	0.303	-0.720—0.309	0.194	0.061	-0.400—0.190	0.798
左髋						
内收	0.543	0.192—0.804	0.013	0.024	-0.288—0.295	0.921
外展	0.303	-0.234—0.687	0.194	0.192	-0.201—0.477	0.418
内旋	0.181	-0.392—0.600	0.445	0.342	-0.166—0.679	0.140
外旋	0.434	0.094—0.686	0.056	0.334	-0.020—0.594	0.150
右髋						
内收	0.678	0.358—0.841	0.001	0.403	-0.082—0.681	0.078
外展	0.449	0.131—0.794	0.560	0.508	0.230—0.760	0.022
内旋	0.435	0.014—0.788	0.055	0.028	-0.393—0.387	0.905
外旋	0.477	-0.091—0.796	0.053	0.210	-0.308—0.591	0.374
左踝						
内翻	0.361	-0.193—0.696	0.118	0.074	-0.184—0.578	0.412
外翻	0.264	-0.048—0.537	0.264	0.183	-0.257—0.583	0.138
右踝						
内翻	0.501	0.166—0.787	0.024	0.074	-0.462—0.604	0.755
外翻	0.317	0.022—0.745	0.173	0.310	-0.137—0.725	0.184

析系统,受试者仅需通过佩戴1个腰部控制器及6个下肢无线传感器,在长约12m的步道中行走,即可实时采集步行数据。环境要求仅需一般走廊,10min内可完成准备及测试全过程;同时,受试者的行走过程可被同步回输至电脑形成三维图像并存储,可多次多角度回放观看,有多种便捷及简易之处。该步态分析系统已通过华南国家计量测试中心广东省计量科学研究院进行校准^[3],王盛等^[4]将其与实验室步态分析所得的时空参数相比较,认为一致性良好,故本研究未再进行效度研究,而对其信度进行分析。

本研究选取30例健康受试者,由评定者A与B同时进行评估,不仅选取了步态的时空参数,亦包含矢状面、水平面及冠状面的关节最大角度值;同时对重测信度及测量者间信度分析,角度更全面,可深入了解该分析系统的优劣势。

研究结果表明:①步态时空参数ICC值均大于0.75,且95%可信区间较集中,信度较好,此与单莎瑞^[5]、伦亿僖^[6]等的研究结果相一致,本测试系统分析的步频、步长、步速等时空参数具有良好的信度。步态时空参数是步态分析的基本参数,通过对时空参数的研究,可发现一些神经系统疾病患者步态的异常。脑卒中患者与健康中老年人在步频、步长、步速及双足支撑时间上有差异^[7],偏瘫侧下肢步长及摆动相时间均较健侧增加,站立期时间较健侧缩短,步态时空参数存在不对称性^[8];而步态不对称是脑卒中后步态的重要特点^[9],可表现为患侧单支撑相缩短及步长不对称^[10]。对于帕金森病患者,O'Sullivan等^[11]认为该类患者原始步态步速较正常对照慢,步频在正常范围内而步长较小;廖福元等^[12]将帕金森患者的左、右腿支撑时间和跨步时间组成序列对,用序列对的相似性评价步态的对称性,发现患者左右腿支撑期时间及左、右腿跨步时间都存在不对称。骨关节疾病患者同样可发现步态时空参数的异常。Bennett等^[13]的研究发现髌关节置换后10年的患者与正常健康人比较,患者的步速减小、跨步长和步幅短;膝骨性关节炎患者步行速度、步幅、步长均较正常健康人明显减小,支撑相所用时间、单侧支撑相在步态周期所占百分比明显降低^[14]。另外,参数值的改善也可作为量化手段对治疗方法进行效果评

估^[15-17],在康复治疗领域应用基础广泛。②矢状面的关节最大角度值间信度良好,而其他轴面的关节最大角度值信度较差。目前公认精准度较高的三维步态分析系统即红外光点动作捕捉与分析系统,应用多个红外标识点标记不同的解剖部位,根据三点确立一面的规律,可保证每轴面均有大于3个标识点,因此能精确地捕捉运动过程中各轴面关节的变化。与之不同的是,本测试系统仅佩戴6个无线传感装置,分别位于双侧下肢股骨中段、胫骨内侧及足背部,从三维上观均属矢状面,传感器内的加速度器及陀螺仪可良好地感知该轴面上关节角度值的变化,从而准确获取相关关节数据;而对于其他轴面,因缺少足够的传感器以形成平面感知,故而所获得的数据测量信度不高,这也是本系统的缺陷之一。时空参数结合矢状轴角度值的变化可作为治疗前后评估的依据^[18-20],但值得注意的是,一些疾病患者步态的异常还表现为多关节角度值的变化,如典型的偏瘫步态常表现为足下垂、内翻、髋关节外展外旋之“划圈”步态;膝骨性关节炎患者除矢状面外,水平面足跟着地期胫骨外旋减小,重度膝骨性关节炎患者冠状面上膝关节内收增加^[21]。因此,在涉及多关节角度的分析比较时,本方法略显不足,还需结合其他评估方式。

综上所述,本分析系统客观、省时、便捷、操作简易、环境要求不高,时空参数值及矢状轴关节角度值测量信度良好,可用于疾病的诊断分析及治疗效果的简单评估,但用于多关节角度的评估与比较时还需结合其他评估方式。

参考文献

- [1] 白跃宏,周俊,梁娟.步态分析在临床中应用[J].中国矫形外科杂志,2006,14(10):787—789.
- [2] 吴毅,胡永善,范文可,等.功能评定量表信度和效度的研究[J].中国康复医学杂志,2004,19(3):230—231.
- [3] 华南国家计量测试中心广东省计量科学研究院.证书编号:CDP201206489.
- [4] 王盛,伍琦,朱奕,等.便携式步态分析与实验室步态分析时空参数的一致性研究[J].中华物理医学与康复杂志,2014,36(8):621—624.
- [5] 单莎瑞,黄国志,曾庆,等.步态诱发功能性电刺激对脑卒中后足下垂患者步态时空参数的影响[J].中国康复医学杂志,2013,28(6):558—563.

(下转第782页)