

• 综述 •

步态分析在临床中的应用

胡雪艳 恽晓平

[关键词] 步态分析;康复;综述

中图分类号:R493 文献标识码:A 文章编号:1006-9771(2003)11-0677-03

步态分析对人体行走方式进行客观记录并对步行功能进行系统评价,是康复评定的重要组成部分。临床工作中,对患有神经系统或骨骼肌肉系统疾病而可能影响行走能力的患者需要进行步态分析,以评估患者是否存在异常步态以及步态异常的性质和程度,为分析异常步态原因和矫正异常步态、制订治疗方案提供必要的依据。

1 步态分析的方法

步态分析的方法包括定性分析法(目测分析法)和定量分析法(仪器分析法)。

1.1 定性分析法 由医务人员用肉眼观察患者行走过程,然后根据所得印象或按照一定观察项目逐项评价的结果作出步态分析的结论^[1]。目测法只能定性,不能定量。步态观察应由受过训练和有丰富临床经验的临床医生进行。进行步态观察时,患者应尽量少穿衣服以便于观察。嘱患者以自然和习惯的姿势和速度步行来回数次,从正面、背面、侧面观察患者的步行情况。正面、背面有助于观察躯干和骨盆的倾斜情况,侧面有助于观察脊柱、髋关节的运动情况,侧面还是观察支撑腿负重反应的最佳角度。观察时应首先从总体上进行评价,注意患者步行时身体不同部位运动的对称性、协调性和节奏性,观察行走时动力链中每一个节段的情况,包括头、肩、上肢、躯干、骨盆、髋关节、膝关节、踝关节及足部,步行各时相中两下肢各关节姿态和活动幅度是否正常和适度,骨盆的运动、重心的转换和上下肢的摆动是否自然和对称,行走的节律是否均匀,速度是否合适。临床医生应对患者的步频、步宽、跨步长、上肢摆动、躯干运动以及身体的起伏情况予以记录。如果行走时出现疼痛,则应观察疼痛出现的时间。对需用助行器辅助行走者,需观察持拐或杖的步态和徒手行走的步态,以便发现应用助行器时可能掩盖的异常。也可根据步态评定表逐一进行观察,如Brunnstrom偏瘫步态分析评定表,美国加利福尼亚RLA医学中心设计的RLA步态观察分析表^[2]。

1.2 定量分析法 为借助器械或专门设备来观察行走步态,并可记录和计量的方法。所用的器械或设备可以非常简单,如卷尺、秒表、量角器等测量工具加上能留下足印的相应设备;也可以较为复杂,如利用电子角度计^[3]、肌电图、录像、高速摄影等设备,甚至步态分析系统来进行此项工作^[1]。

步态定量分析所用参数大致可归纳为以下几类:

①时间-距离参数:包括步长、跨步长、步宽、足角、步速、步频、步态周期时间、站立相时间、迈步相时间等;②运动学参数:是步行中髋、膝、踝关节运动规律(角度变化或位移、速度、加速度等),身体重心位置、骨盆位置的变化规律,常用的有关节角度曲线、角度-角度图、分节棍图;③动力学参数:是专门研究引起运动的力的参数,常用的主要有地反应力的测定,经测力台可以测出地反应力的垂直分力、前后分力、侧向分力,并可绘成曲线;④肌电活动参数:主要为步行过程中下肢各肌肉的电活动,目前多采用表面电极记录步行时有关肌肉的电活动;⑤能量参数:包括能量代谢参数和机械能参数。能量代谢参数是指步行中的能量代谢,可以在步态分析过程中同时用气体分析仪分析气体中含氧量的变化,以此来计算步行中的能量消耗量,用以衡量步行效率,但不能查明行走时的具体的异常机制;机械能消耗参数可以应用动能、势能及其转换技术来计算在一步态周期中身体不同部位的能量消耗(产能及耗能),可查明异常行走时耗能高的特定部位和特定时期,有助于研究步态异常机理,选择恰当的治疗方法^[4,5]。其中时间-距离参数可以采用卷尺、秒表、足印法来获得。但测定站立相、迈步相需用一定的记录分析设备,如脚踏开关。运动学参数、动力学参数、肌电活动参数、能量参数均需一定的仪器设备来检测,如电子关节角度计、测力台、肌电图、气体分析仪、步态分析系统等。

步态分析系统分为二维和三维步态分析系统。二维步态分析系统价格相对低廉,分析技术相对简单,所得参数能够反映步态的基本特征,在临床步态分析应用早期较为普遍使用。它假定人体步行时髋、膝、踝关节的运动均在同一平面进行,因此所需的仪器设备较少,获取和处理数据较容易,测试时间较短。Davis等人比较了二维和三维步态分析系统的差异,认为两者在髋关节、膝关节的关节角度测量方面一致性较好,因

作者单位:100068 北京市,北京博爱医院康复评定科。作者简介:

胡雪艳(1978-),女,山东龙口市人,在读硕士,主要研究方向:病理性步态分析。

为在正常步态中这两个关节几乎均在同一平面运动,而对于踝关节的运动,三维步态分析系统有更好的灵敏性,因为踝关节的运动常常超出矢状面约 $7^{\circ} - 10^{\circ}$ [6]。因此,国外大多数的步态分析系统将关节中心的选定从二维数据转换为三维数据,因为后者可以测量关节多个平面的运动。

2 临床应用

2.1 评定肢体伤残的程度 利用步态分析所得的步速、步频、步长、步行周期与时相、关节角度、地反应力曲线、肌电图及能量消耗等参数可客观评价患者的行走功能,为制定康复方案提供依据,使之更准确、有效。Olney 等从时间-距离参数、运动学参数、动力学参数、肌电图、步态不对称性等方面对偏瘫步态特征作了详细的分析,客观评定了偏瘫步态异常的机理,并在此基础上对偏瘫的康复治疗方作了详细描述 [7,8]。有学者对 28 例患有严重膝骨性关节炎的患者作三维步态分析,将所得运动学参数、动力学参数、肌电活动参数与 25 个年龄匹配的正常人对比,结果显示,其步态异常与步行站立相中膝关节不稳有关 [9],此结论对患者的临床治疗和康复有重要的影响。

近年来,国内外学者致力于寻求步态评定的量化指标,以评定患者的残疾程度,如通过步态周期、站立相左右比、迈步相左右比计算出反映行走异常程度的时相对称性指数 sr [10];从行走时相对称性、垂直分力对称性、行走中站立平衡功能、行走制动功能及驱动功能 5 方面提出的时相对称性指数、垂直分力对称性指数、平衡功能指数、制动功能指数、驱动功能指数 [11] 等。恽晓平等提出拮抗收缩曲线 (Co-contraction Profile, CCP) 的客观评价方法,用来测量中风患者步行中作用于膝关节的主动肌和拮抗肌的拮抗收缩水平,测量结果显示,痉挛性偏瘫患者的 CCP 水平除在负重期与正常人的 CCP 达到同样的高峰水平外,在站立相的大部分时期及迈步相的后期均较正常人显著增高,认为 CCP 评定方法能够揭示拮抗收缩模式变异原因,可作为痉挛治疗前后评价的方法 [12]。

目前,步态分析在脑瘫诊断与治疗中已得到广泛关注 [13]。Bell 等对 8 例脑瘫儿童进行平均间隔 4.4 年的步态分析,研究脑瘫儿童步态在没有手术干预下的自然进展,结果表明,与经过手术干预的脑瘫儿童相比,其行走功能下降 [14]。

步态分析常被应用于帮助患有步态异常疾病的成人或儿童,尤其是患有神经肌肉疾病导致步态异常的患者,选择恰当的保守或侵入性治疗方法,如肉毒素 (BTX) 注射、巴洛芬泵的应用等。步态分析的肌电活动参数可帮助区分行走时马蹄足的主要痉挛肌肉,以帮助选择 BTX 的注射部位 [15,16]。

2.2 评价康复效果 在患者康复训练、安装支具或矫形器及手术前后进行步态分析,对步态参数进行比较,可以客观地评定治疗效果。如对应应用减重步态训练进

行治疗的截瘫患者进行步态分析,结果提示,减重步态训练可以有效改善患者行走能力 [16];评定脑瘫、偏瘫患者佩戴踝足矫形器 (Ankle Foot Orthosis, AFO) 的作用,认为正确使用 AFO 可显著提高步行速度,矫正肢体畸形或防止畸形加重,加强踝关节的稳定性,防止膝关节站立期过伸,改善步态 [17-19];在 BTX 注射前后分别进行步态分析,比较结果发现,BTX 注射后踝关节的运动学和动力学参数提高,踝关节背屈功能显著提高 [20];对人工髋关节置换术后患者进行手术前后步态分析,结果发现,术后患者在步速、步频、步长及患肢站立相等参数上均较术前有明显改善,术后 3 个月改善达到最高水平,术后半年、1 年再进一步的改善不明显,术后 1 年以上指标与正常人相比差异有显著性意义 [21]。

据研究表明,将步态分析的数据和体格检查的信息相结合,对步态矫正手术术式的选择有很大的帮助 [22]。在脑瘫儿童矫形术前进行步态分析,可以指导医生决定是否手术、选择适当的术式 [23,24]。Ounpuu 等对 20 例行股骨去旋转截骨术 (FDO) 的脑瘫儿童进行术前、术后 1 年、术后 5 年的三维步态分析,比较数据显示,FDO 对于纠正脑瘫儿童步行中的股骨前倾和髋关节内旋有很好的效果,其远期疗效也很显著 [25]。Saraph 等对 25 例行骨骼、软组织多水平 (联合) 手术的脑瘫儿童在术前和术后至少 3 年作步态分析,比较结果显示,选择适当的手术方式可显著改善痉挛肌肉功能 [26]。

2.3 优化设计假肢或支具 刘永斌等通过研究假肢穿着者步态时相的对称性,提出了对称性指数与直观评价方法得分之间的线性回归方程 [11]。金德闻等研究表明,单侧膝上假肢使用者异常步态主要表现为假肢侧支撑时相短、摆动时相长,而健侧支撑时相长、摆动时相短,由于假肢在支撑时相不能屈膝,造成患者在假肢侧肌肉摆动相人体重心起伏较大,因此,在假肢装配中应考虑假肢能够提供的可控制度膝力矩,以保证足够的助伸力,缩短摆动时相,减少冲击力 [27]。Bateni 等对膝下截肢者步态不对称性从运动学、动力学方面作了研究 [28]。崔寿昌等利用步态分析、步行能力两项客观指标对假肢代偿功能进行评价,对于截肢技术的改进、截肢水平的选择、临时假肢的应用及康复训练的重要性进行了研究 [29]。Czerniecki 等对步态分析是否能够帮助截肢患者或促进矫形支具的发展作了探讨 [30]。张济川等通过对正常人步态动力学分析,导出设计函数,用优化方法对步行器进行设计 [31]。

3 总结

目测分析法和定量分析法各有特点。目测法不需要价格昂贵的仪器设备,对测试场地没有特殊要求,可随时随地进行,简便易行。但目测法的结论只是一些定性估计,不能定量,且具有一定的主观性,观察者往往倾向于观察步态中较为粗大的异常,忽略那些较为

细微的异常,因此其结论的准确性或可靠性与观察者的临床经验和个人的观察技术水平有很大关系^[32]。但此法由受过训练和有丰富临床经验的观察者来执行,一般能够发现患者在步行中存在的异常,并作出初步的分析^[33],因此临床上至今此法仍在广泛应用。

定量步态分析研究始于 19 世纪末,20 世纪 70 年代以后发展较快,80 年代以后转向三维运动学研究,步态分析系统被广泛应用,可以弥补目测法结果准确性、可靠性差的不足,对临床治疗具有很大的指导价值。但国外的步态分析系统大多采用专用的视频设备和计算机设备,价格昂贵、不易更新换代,虽然具有很高的精确度,但同时也使操作过程具有很高的专业性和复杂性,故尚未在我国普及使用。

我国在步态分析领域的研究起步较晚,国内少数几家研究机构从 80 年代起开展了研究工作。由于进口的步态分析系统价格昂贵,技术参数复杂,难以被临床医生理解,大多数医生仍然采用目测、秒表、米尺等简单工具进行诊断^[11,15,17],严重制约了现代步态分析技术在我国地开展。二维步态分析系统,因所需的仪器设备较少,获取和处理数据较容易,测试时间较短,可以提供量化参数,较适合在我国推广使用。

中国康复研究中心与清华大学联合开发的基于数字视频和数字图像处理的二维步态分析系统,不仅能够提供数据、图表等测量分析结果,并结合真实运动影像、临床医生观察结果等信息进行综合分析,对受试者的运动形态、功能等给出定量的描述、评价,而且还具有完备的病例数据库管理系统,能够对测量的病例进行存档、管理、比较和统计分析。

[参考文献]

- [1] 南登昆, 缪鸿石. 康复医学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1993. 50.
- [2] 于克生, 恽晓平. 运动疗法与作业疗法[M]. 北京: 华夏出版社, 2002. 162—163.
- [3] 周天健. 临床实用步态分析学[M]. 北京: 北京出版社, 1993. 16—20.
- [4] Olney SJ, Griffin MP, Monga TN, et al. Work and power in gait of stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1991, 72:309—314.
- [5] Olney SJ, Monga TN, Costigan PA. Mechanical energy of walking of stroke patients[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1986, 67:92—98.
- [6] Davis RB, Ounpuu S, Tyburski DJ, et al. A comparison of two dimensional and three dimensional techniques for the determination of joint rotation angles[A]. In: Proceedings of the International Symposium on 3-D Analysis of Human Movement[C]. 1991. 67—70.
- [7] Olney SJ, Carol Richards. Hemiparetic gait following stroke. Part I: Characteristics[J]. Gait posture, 1996, 4:136—148.
- [8] Olney SJ, Carol Richards. Hemiparetic gait following stroke. Part II: Recovery and physical therapy[J]. Gait posture, 1996, 4:149—160.
- [9] Al Zahrani KS, Baheit AM. A study of the gait characteristics of patients with chronic osteoarthritis of the knee[J]. Disabil Rehabil, 2002, 24(5):275—280.
- [10] 刘永斌, 阎宁, 赵吉凤, 等. 步态时相对称性与假肢穿着者行走功能直观评价点相关分析[J]. 中国康复医学杂志, 1996, 1(1):19—21.
- [11] 刘永斌, 阎宁. 行走功能定量评定方法研究[J]. 中国康复理论与实践, 1996, 2(4):154—158.
- [12] 恽晓平, 刘永斌, Olney. 股四头肌与腓绳肌在痉挛性偏瘫步态中拮抗收缩短动态肌电图研究[J]. 中国康复理论与实践, 1996, 2(2):70—75.
- [13] Gage JR. The role of gait analysis in the treatment of cerebral palsy[J]. J Pediatr Orthop, 1994, 14:701—702.
- [14] Bell KJ, Ounpuu S, DeLuca PA, et al. Natural progression of gait in children with cerebral palsy[J]. J Pediatr Orthop, 2002, 22(5):677—682.
- [15] 李家殊, 黄艳, 周江堡. 肉毒毒素改善痉挛型脑性瘫痪儿童肌痉挛和运动功能的效果[J]. 中国临床康复, 2002, 6(5):654—655.
- [16] Abel R, Schabowski M, Rupp R, et al. Gait analysis on the treadmill-monitoring exercise in the treatment of paraplegia[J]. Spinal Cord, 2002, 40(1):17—22.
- [17] 易南, 王冰水, 李玲, 等. 脑性瘫痪患儿踝足矫形器的制作及应用[J]. 现代康复, 2001, 5(10):42—43.
- [18] 顾新, 张莉, 王立晖, 等. 踝足矫形器对偏瘫患者步行速度的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2000, 15(3):154—155.
- [19] Dursun E, Dursun N, Alican D. Ankle-foot orthoses: effect on gait in children with cerebral palsy[J]. Disabil Rehabil, 2002, 24(7):345—347.
- [20] Galli M, Crivellini M, Santambrogio GC, et al. Short-term effects of “botulinum toxin a” as treatment for children with cerebral palsy: kinematic and kinetic aspects at the ankle joint[J]. Funct Neurol, 2001, 16(4):317—323.
- [21] 孙天胜, 胥少汀, 张立仁, 等. 人工髋关节置换术患者的步态分析[J]. 中华骨科杂志, 1998, 18(1):27—29.
- [22] Deluca PA, Davis RB, Ounpuu S, et al. Alternations in surgical decision making in patients with cerebral palsy based on three-dimensional gait analysis[J]. J Pediatr Orthop, 1997, 17:608—614.
- [23] Kay RM, Dennis S, Rethlefsen S, et al. The effect of preoperative gait analysis on orthopaedic decision making[J]. Clin Orthop, 2000, 372:217—222.
- [24] Graubert C, Song KM, McLaughlin JF, et al. Changes in gait at 1 year Post-Selective Dorsal Rhizotomy: results of a prospective randomized study[J]. J Pediatr Orthop, 2000, 20(4):496—500.
- [25] Ounpuu S, Deluca PA, Davis RB, et al. Long-term effects of femoral derotation osteotomies: an evaluation using three-dimensional gait analysis[J]. J Pediatr Orthop, 2002, 22:139—145.
- [26] Saraph V, Zwick EB, Zwick G, et al. Multilevel surgery in spastic diplegia: evaluation by physical examination and gait analysis in 25 children[J]. J Pediatr Orthop, 2002, 22(2):150—157.
- [27] 金德闻, 张培玉, 王人成, 等. 膝上假肢使用者步态对称性分析[J]. 中国康复理论与实践, 1997, 12(3):112—115.
- [28] Bateni H, Olney SJ. Kinematic and kinetic variations of below-knee amputee gait[J]. Prothet Orthot Int, 2002, 14:2—10.
- [29] 崔寿昌, 赵利, 赵辉三. 对截肢与假肢一些问题的探讨[J]. 中国骨科杂志, 1995, 15(12):818—820.
- [30] Czerniecki JM, Gitter AJ. Gait analysis in the amputee: has it helped the amputee or contributed to the development of improved prosthetic components[J]? Gait Posture, 1996, 4:258—268.
- [31] 张济川, 金德闻, 周文. 双关节自由度截瘫步行器的研究[J]. 中国康复医学杂志, 1991, 6:262.
- [32] Krebs DE, Edelstein JE, Fishman S. Reality of observational kinematic gait analysis[J]. Phys Ther, 1985, 65:1027—1033.
- [33] Harris GF, Wertsch JJ. Procedures for gait analysis[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1994, 75:216—225.

(收稿日期:2003-10-13)