

脑卒中偏瘫患者健侧膝关节的运动学特征观察

乔蕾¹, 蒙元孟¹, 倪卫东¹, 皇甫良², 王少白³, 王晨³

【摘要】 目的:观察脑卒中偏瘫患者在异常步态时健侧膝关节的运动情况,为临床康复评定和治疗提供依据。**方法:**运用 Opti-Knee 膝关节运动功能参数检测仪对符合纳入标准的 60 例脑卒中偏瘫患者作为观察组进行步态分析,与其基本情况相匹配的健康者 60 例作为对照组,进行步行时健侧膝关节运动分析。评价 2 组间在步行中健侧膝关节 6 个自由度(屈伸、内外旋、内外翻、前后位移、上下位移、内外位移)的运动角度以及支撑期的最大伸角和摆动期的最大屈角的变化。**结果:**观察组脑卒中患者的健侧膝关节活动范围与对照组比较,其健侧膝的屈伸角、内外旋、内外翻的活动范围均显著小于正常组($P<0.01$, $P<0.05$);与对照组比较,观察组脑卒中患者健侧膝的最大伸角和最大屈角均显著减小($P<0.05$, 0.01)。**结论:**通过 Opti-Knee 膝关节运动功能参数检测仪分析偏瘫患者健侧膝关节活动范围,可以帮助确定偏瘫步态基本特征,为下一步的康复训练提供临床依据。

【关键词】 脑卒中;运动捕捉;健侧;膝关节;偏瘫步态;

【中图分类号】 R49;R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2020.01.005

Knee kinematics of uninjured knee in hemiplegic stroke patients during treadmill walking Qiao Lei, Meng Yuan-meng, Ni Weidong, et al. Department of Rehabilitation Medicine, Shanghai Xuhui District Central Hospital, Shanghai 200031, China

【Abstract】 Objective: To investigate the kinematics of the knee on the uninjured side in the hemiplegic stroke patients during abnormal gait and provide basis for rehabilitation evaluation and clinical treatment. **Methods:** Gait analysis was performed on 60 cases of stroke hemiplegia, and 60 cases of healthy people who matched their basic conditions by a portable Opti_Knee motion analysis system. The 6 degree-of-freedom kinematics of the knee on the healthy side (flexion and extension, internal and external rotation, varus and valgus rotation, front and rear displacement, upper and lower displacement, medial and lateral displacement), maximum extension angle in the stance phase and maximum flexion angle in the swing phase were evaluated. **Results:** As compared with the control group, the range of motion of the knee (flexion-extension, internal-external rotation and varus-valgus rotation) on the healthy side in the observation group was significantly reduced ($P<0.01$, 0.05). As compared with the control group, maximum extension angle and maximum flexion angle of the knee on the uninjured side in the observation group were significantly reduced ($P<0.05$, 0.01). **Conclusion:** The analysis of the knee motion angle on the healthy side of hemiplegic patients by the opti-knee motor function parameter detector can help determine the basic characteristics of hemiplegic gait and provide clinical basis for the next step of rehabilitation training.

【Key words】 stroke; motion analysis; uninjured side; knee joint; hemiplegic gait

脑卒中具有高发病率、高致残率的特点,多数脑卒中患者会表现为不同程度的下肢功能障碍^[1],其中以异常的偏瘫步态最为常见。脑卒中患者异常步行模式的出现,不仅严重制约其步行能力的恢复,也严重影响了患者的生存质量^[2]。以往的研究大多着重于偏瘫患侧髋关节和踝关节的检测和训练,对于健侧膝关节的检测和评估较少。目前,国内外研究常采用三维步态

分析系统进行评估^[3-6]。但多数仅局限于一个自由度和单个轴向的观察,因而得出的结论也有一定的差异和局限性^[4]。而 Opti-Knee 运动功能参数检测仪是一种不限制躯体自由运动的检测方法。它可以在没有任何机械限制的条件下进行检测,对膝关节运动进行多自由度、多轴向的观察。因此,本研究旨在运用 Opti-Knee 膝关节运动功能参数检测仪对脑卒中偏瘫患者健侧膝关节各方向运动进行实时检测分析,并比较其与正常人群步态时膝关节运动的差异,为下一步的康复训练提供临床依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2016 年 2 月~2017 年 8 月期

基金项目:2015 年上海市残联神经康复专科建设资助课题,2015 年上海市临床重点专科(ZK2015A29)

收稿日期:2019-06-01

作者单位:1. 上海市徐汇区中心医院康复科,上海 200031;2. 上海市逸动医学科技有限公司,上海 201612;3. 宁波卫生职业技术学院,浙江 宁波 315100

作者简介:乔蕾(1975-),女,副主任技师,主治医师,主要从事神经康复方面的研究。

间在上海市徐汇区中心医院康复科病房的符合纳入标准的脑卒中偏瘫患者 60 例作为观察组,选择来自上海市徐汇区中心医院职工及其家属中与观察组患者年龄、身高、体重相匹配的正常人 60 例作为对照组。纳入标准:观察组:符合 2014 中国急性缺血性脑卒中的诊治指南,经 CT 或 MRI 确诊,诊断为脑血管病患者^[7];年龄 30~80 周岁;病程 ≥ 3 个月,初次发病;均有肉眼可见的偏瘫步态,Holden 步行功能 ≥ 2 级;可独立步行 10m 以上且 Brunnstrom 分期为 4~5 期;适应运动平板步行;自愿签署知情同意书。对照组:身体健康能自然行走;无下肢肌肉、骨骼、关节疾病,无神经系统疾病及严重心肺疾病,下肢和足部各关节活动正常;年龄 30~80 周岁;自愿签署知情同意书。排除标准:观察组:生命体征不稳定、严重心肺疾病者、认知功能严重障碍者;检测时突发二次卒中或其他重大疾病;检测时出现血压、心率、呼吸明显变化者(较基础值改变 20%或患者不能耐受);中途自动放弃者;健侧下肢存在引起行走障碍的疾病(骨性关节炎等)。对照组:下肢骨骼、肌肉疾病患者、神经系统疾病以及心脑血管疾病患者;心理和精神异常者、孕期和哺乳期妇女;病理步态者;伴其他膝关节疼痛、疾病可能禁忌运动练习者;中途自动放弃者。2 组受试者一般资料组间比较差异均无统计学意义,见表 1。本研究经过上海市徐汇区中心医院伦理委员会审查并接受其监督,伦理批件号为 NO. 201603。参与本研究的受试者均签署知情同意书。

1.2 方法 采用 Opti-Knee 膝关节运动功能参数检测仪(型号:YD-OK-694-DSP18)及其配套运动平板(型号:KF-205D),标记绑缚组件。所有入选患者接受 Opti-Knee 膝关节运动功能参数检测仪对卒中偏瘫步态患者健侧膝关节在步行时的运动捕捉,分析健侧膝关节在步行中 6 个自由度的关节运动(见图 1),其中健侧膝关节 6 自由度分别为屈曲/伸展、外翻/内翻、内旋/外旋、前后位移、内外位移和上下位移。Opti-Knee 膝关节运动功能参数检测仪由 2 名专用工程师参与数据采集和分析。实验过程:按要求摆放好 Opti-Knee

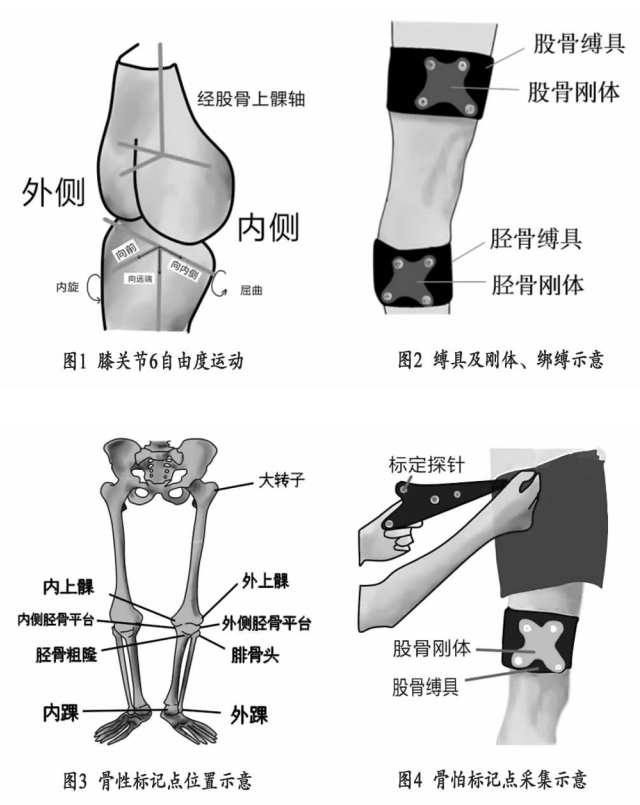
膝关节运动功能参数检测仪和相关设备。入选患者站立在运动平板上,充分暴露健侧下肢。①刚体绑缚:将胫骨和股骨缚具分别绑缚在受试者健侧的小腿和大腿上(胫骨和股骨的绑缚位置,一般是肢体靠近膝关节三分之一处),调整合适的绑缚牢固性,将胫骨刚体和股骨刚体分别固定在胫骨缚具和股骨缚具上(见图 2);②骨性特征点标定:触摸健侧下肢上的 9 个个体化特征骨性标记点(见图 3),将追踪探针放置在骨性标记点处(见图 4),标定时避免遮挡标定器上任何反光标记,以防止信号丢失;③热身运动:在步态测试前,受试者应在跑步机上选择适宜的步速(步速设定为 0.8km/h)进行数分钟的热身,以便受试者在步态测试中以平常姿态行走,还原受试者的真实步态;④步态数据采集:测试软件中默认采集时间为 15s,点击采集按钮,软件会自动采集受试者 15s 的步态数据。角度精度允差 $\leq \pm 2^\circ$,位移精度允差 $\leq \pm 2\text{mm}$ 。

1.3 评定标准 检测脑卒中患者健侧膝关节及对照组膝关节的 6 个自由度屈曲为+,伸展为一;支撑相最大伸角,摆动期最大屈角。指标评定时间点为入组后 48h 内。关节角度的定义:本研究中,在受试者膝关节周围绑缚刚体,并依据关节骨性结构特征点进行标记,然后建立特异性的向量关系,在计算机上建立膝关节的股骨-髌骨-胫骨结构关系,最后形成膝关节的解剖模拟图。膝关节在活动时,通过捕捉体表的标记点移动,计算机实时记录体表标记点位移和角度变化,计算获得膝关节的运动情况,并实时获得 6 个自由度的关节运动图线,即屈曲/伸展、外翻/内翻、内旋/外旋的角度数据和前后位移、内外位移和上下位移的运动数据图线。

1.4 统计学方法 采用统计软件 SPSS 20.0 进行数据处理,对 2 组所有计量资料均采用 K-S 正态性检验,若采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组资料符合正态分布,组间比较采用独立样本 t 检验;若 2 组资料不符合正态分布,则采用 Wilcoxon 非参数秩和检验。显著性水平为 $P < 0.05$ 。

表 1 2 组治疗前一般资料比较

组别	<i>n</i>	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别(例) 男/女	病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	卒中类型(例) 脑出血/脑梗死	偏瘫侧(例) 左侧/右侧	身高 (cm, $\bar{x} \pm s$)	体重 (kg, $\bar{x} \pm s$)	BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)
观察组	60	56.14 $\pm$ 12.22	43/17	5.61 $\pm$ 3.39	20/40	22/38	164.32 $\pm$ 7.84	62.56 $\pm$ 5.62	23.64 $\pm$ 2.57
对照组	60	57.22 $\pm$ 13.62	39/21	—	—	—	166.35 $\pm$ 7.76	63.43 $\pm$ 7.23	27.61 $\pm$ 2.88



2 结果

观察组患者的健侧膝关节屈伸、内外旋、内外翻的活动范围均较对照组显著减少($P<0.01, 0.05$),但在前后位移、上下位移和内外位移活动范围的比较中,2组比较差异均无显著变化。观察组患者最大伸角、最大屈角与对照组比较均显著减少($P<0.05, 0.01$)。见表2。

3 讨论

本研究结果证实:观察组患者的健侧膝关节屈伸、内外旋、内外翻、最大伸角和最大屈角的活动范围均显著减少。但在前后位移、上下位移和内外位移活动范围的比较中,2组比较差异均无显著变化。

既往有关脑卒中偏瘫患者步态功能的评估,都侧重于其患侧下肢功能的评定,尤其是患侧髋关节和踝关节的功能评定。而较少关注其“健侧膝”的运动情况。膝关节是一个屈戌关节,在屈膝时也能做轻度的

滑动和旋转^[8-9]。其主要功能为负重、传递载荷,并为下肢小腿的运动提供动能^[10]。因此,本研究的目的是在异常的偏瘫步态的运动中,去观察捕捉“健侧膝”的运动,与正常步态中真正的健侧膝的运动作对比,了解卒中偏瘫步态患者的“健侧膝”存在哪些异常运动。

3.1 健侧膝屈伸角、内外旋、内外翻及位移的活动范围变化 国内学者王卫强等^[11]对偏瘫患者健侧下肢与正常人双下肢进行了运动学比较,发现脑卒中患者健侧下肢与正常人双下肢在时间参数、空间参数等方面均有显著性差异,分析造成这种差异的原因是存在健肢对患肢的功能性代偿作用。而本研究结果发现:观察组和对照组比较,其健侧膝的屈伸角、内外旋、内外翻的活动范围均显著小于对照组。其原因可能是:偏瘫步态下健侧下肢支撑期患侧下肢摆动期时,由于患侧下肢伸肌及外展肌群的肌张力增高,导致膝关节不能协调地屈曲,同时踝关节背屈受限及足下垂,无法使足充分离地,通常用患侧下肢向外侧划圈来代偿,而此时需要身体向健侧倾斜,或靠健侧下肢的跳跃来代偿,身体的重心严重偏斜,平衡失稳;此时健侧膝通过被动减少活动以便为身体提供一个稳定的支持^[12-16]。

3.2 健侧膝最大屈角和伸角的活动范围变化 本研究结果证实:观察组脑卒中偏瘫患者健侧膝的最大伸角和最大屈角均小于正常,其中最大屈角减小更甚。其原因可能为:患侧下肢因负重支撑能力差,导致其单支撑期缩短,健侧下肢的摆动速度加快,此时为了缩短健侧下肢的摆动时间,健侧膝可能通过减少活动来求得速度以便快速进入支撑期^[17-19]。脑卒中偏瘫患者行走时,为了补偿患侧下肢的功能不足,偏瘫患者更多地依赖健侧下肢来保持平衡和行走,使健侧下肢承担着更多的身体负荷^[20-21]。

综上,偏瘫患者健侧如果长期的过度负重,可能会导致关节间隙变小,从而引起关节磨损,造成疼痛。由于膝关节结构发生变化长此以往会影响骨盆、髌及踝的正常位置,身体重心发生变化,影响平衡,增加跌倒风险。如果患侧下肢在摆动期膝关节不能正常屈曲,这种影响可能就更明显,会致使许多患者会出现健侧膝关节的疼痛,并影响步行能力和步行的稳定性^[22-23]。

表2 观察组健膝和对照组膝关节各活动范围、最大屈伸角度比较 °, $\bar{x} \pm s$

组别	n	屈伸	内外旋	内外翻	前后位移	上下位移	内外位移	最大伸角	最大屈角
观察组	60	41.17±11.51 ^b	11.59±6.05 ^a	6.19±3.99 ^a	1.47±0.89	1.08±0.68	0.72±0.44	3.38±5.02 ^a	44.55±16.53 ^b
对照组	60	58.85±3.71	13.57±3.81	8.29±3.10	1.39±0.46	1.25±0.39	0.83±0.31	8.88±9.70	67.73±13.41
P		<0.01	0.018	0.049	0.720	0.320	0.360	0.032	<0.01

与对照组比较, ^a $P<0.05$, ^b $P<0.01$

江晓峰等^[24]的研究表明:偏瘫患者患侧和健侧膝关节初始着地时刻、站立相最大伸展角度、摆动相最大屈曲角度、矢状面膝关节角度范围均与正常人存在显著差异。这与本研究结果一致,再次证明了 Opti-knee 膝关节运动检测系统能有效地观察膝关节在各个轴向的运动角度变化。

在本研究还发现,在脑卒中偏瘫步态患者中,有部分患者存在健侧膝关节内侧的疼痛,但遗憾的是 Opti-Knee 膝关节运动功能参数检测仪无法测得其疼痛具体部位和程度。同时,在今后的康复评估和训练时,也应注意健患侧兼顾。通过 Opti-Knee 膝关节运动功能参数检测仪分析偏瘫患者健侧膝关节活动范围,可以帮助确定偏瘫步态基本特征,为下一步的康复训练提供临床依据。

【参考文献】

- [1] 孙海欣,王文志. 中国脑卒中患病率、发病率和死亡率调查结果发表[J]. 中华神经科杂志,2017,50(5):337-337.
- [2] 徐光青,兰月,黄东锋,等. 运动想象对脑卒中患者偏瘫步态和步行能力的影响[J]. 中国康复医学杂志,2010,25(10):942-946.
- [3] 桑德春,卢利萍,邵春霞,等. 老年脑卒中偏瘫患者的三维步态分析[J]. 中国康复理论与实践,2013,19(9):860-862.
- [4] 唐翔宇,刘玉杰,齐玮,等. 医学步态分析工具的应用进展[J]. 世界最新医学信息文摘,2017,17(26):33-36.
- [5] Portnoy S, Frechtel A, Raveh E, et al. Prevention of Genu Recurvatum in Poststroke Patients Using a Hinged Soft Knee Orthosis[J]. PM R,2015,7(10):1042-1051.
- [6] Wang Y, Bontempi B, Hong S M, et al. A comprehensive analysis of gait impairment after experimental stroke and the therapeutic effect of environmental enrichment in rats[J]. J Cereb Blood Flow Metab,2008,28(12):1936-1950.
- [7] 邢岩. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2010[J]. 中国临床医生杂志,2011,2(3):50-59.
- [8] 宣芸,于春水,李云生. 膝关节横断面解剖及临床意义[J]. 中华解剖与临床杂志,2005,10(2):89-91.
- [9] 王建晖. 可调式膝关节矫形器对脑卒中偏瘫患者膝过伸的影响[J]. 中国康复,2016,31(3):195-196.
- [10] 刘志宏,杨庆铭. 正常膝关节的运动学特性[J]. 国际骨科学杂志,2002,23(3):148-150.
- [11] 王卫强,荣湘江,任晓玲. 偏瘫患者健侧下肢与正常下肢的运动学比较[J]. 中国康复医学杂志,2004,19(1):28-29.
- [12] 江晓峰,胡雪艳. 偏瘫步态膝关节角度分析[J]. 中国康复医学杂志,2007,22(10):918-920.
- [13] 王文威,潘翠环,陈艳,等. 步态中枢模式发生器对脑卒中偏瘫患者步行能力的影响[J]. 中国康复医学杂志,2011,26(6):529-532.
- [14] 徐光青,兰月,毛玉蓉,等. 影响脑卒中偏瘫患者步行能力的三维运动学因素分析[J]. 中华物理医学与康复杂志,2010,32(9):673-676.
- [15] 刘海兵,廖麟荣,廖曼霞. 脑卒中膝过伸的临床康复策略[J]. 中华物理医学与康复杂志,2016,38(1):72-75.
- [16] Park S W, Son S M, Lee N K. Exercise-induced muscle fatigue in the unaffected knee joint and its influence on postural control and lower limb kinematics in stroke patients[J]. 中国神经再生研究(英文版),2017,12(5):765-769.
- [17] Andrade A G P, Polese J C, Paolucci L A, et al. Functional data analyses for the assessment of joint power profiles during gait of stroke subjects[J]. Journal of Applied Biomechanics,2014,30(2):348-352.
- [18] Kesar T M, Binder-Macleod S A, Hicks G E, et al. Minimal detectable change for gait variables collected during treadmill walking in individuals post-stroke[J]. Gait & Posture,2011,33(2):314-317.
- [19] 等速肌力训练对纠正脑卒中患者膝过伸的疗效观察[J]. 中国康复,2019,34(1):39-41.
- [20] 李桥军,华东,张斌,等. 强化膝关节控制训练对脑卒中偏瘫患者步行能力的影响[J]. 中国实用神经疾病杂志,2012,15(21):53-55.
- [21] 杜玲玲,夏清. 脑卒中偏瘫患者膝过伸步态运动学特点分析[J]. 中国康复,2018,33(1):7-10.
- [22] Davies R J, Parker J, McCullagh P, et al. A Personalized Self-Management Rehabilitation System for Stroke Survivors: A Quantitative Gait Analysis Using a Smart Insole[J]. Jmir Rehabilitation & Assistive Technologies,2016,3(2):e11.
- [23] Cdm N, Van D P J, Hermens H J, et al. The influence of early or delayed provision of ankle-foot orthoses on pelvis, hip and knee kinematics in patients with sub-acute stroke: A randomized controlled trial[J]. Gait & Posture,2018,63:260-267.
- [24] 江晓峰,胡雪艳. 偏瘫步态膝关节角度分析[J]. 中国康复医学杂志,2007,22(10):918-920.

欢 迎 投 稿