

智能能量和日常活动记录仪在动态评估  
腰椎间盘突出症患者运动功能中的应用

吴建贤<sup>1</sup>, 黄俊<sup>2</sup>, 江蔚<sup>3</sup>, 王斌<sup>1</sup>, 刘彤<sup>1</sup>

[摘要] 目的 观察智能能量和日常活动记录仪(IDEAA)动态定量评估腰椎间盘突出症(PID)患者运动功能的临床意义。方法 将 8 例确诊为 PID 的患者设为研究组,同时选择年龄、身高、体重与之匹配的健康志愿者 9 名为对照组。采用 IDEAA 测试系统监测两组受试者日常生活活动,应用 IDEAA 相关软件采集身体运动功能相关数据并进行统计分析。结果 研究组腰部前屈速度、前屈完成时间、坐-站时间、站-坐时间与对照组均有显著性差异( $P < 0.05$ )。步态分析显示,研究组患侧每步平均速度为( $65.76 \pm 8.01$ ) m/min,对照组对应侧为( $79.32 \pm 6.45$ ) m/min( $P < 0.05$ )。结论 PID 患者运动功能明显下降;IDEAA 是动态评估 PID 患者运动功能的有效工具,具有良好的临床应用价值。

[关键词] 智能能量和日常活动记录仪(IDEAA);腰椎间盘突出症(PID);康复评定;身体执行能力

Application of Intelligent Device for Energy Expenditure and Activity in Evaluation of Protrusion of Intervertebral Disc WU Jian-xian, HUANG Jun, JIANG Wei, et al. Rehabilitation Department, First Affiliated Hospital, Anhui Medical University, He fei 230022, Anhui, China

**Abstract:** **Objective** To apply the Intelligent Device for Energy Expenditure and Activity (IDEAA) system to evaluate the locomotion of patients with protrusion of intervertebral disc (PID) quantitatively and dynamically. **Methods** 8 patients with PID and 9 volunteers as controls performed a series of daily activities in their nature environment. They were monitored with IDEAA. **Results** The velocity of flexion forward, time flexion forward, time stand up, time sit down of the patients were significant different to the controls( $P < 0.05$ ), and the walking speed of the former was slower ( $P < 0.05$ ) than the latter's. **Conclusion** Physical performance of the PID patients was significantly reduced. The IDEAA can be a good tool to evaluate their ability of locomotion in their daily living.

**Key words:** Intelligent Device for Energy Expenditure and Activity (IDEAA);protrusion of intervertebral disc (PID);rehabilitation evaluation;physical performance

[中图分类号] R681.5 [文献标识码] A [文章编号] 1006-9771(2008)03-0260-03

[本文著录格式] 吴建贤,黄俊,江蔚,等.智能能量和日常活动记录仪在动态评估腰椎间盘突出症患者运动功能中的应用[J].中国康复理论与实践,2008,14(3):260-262.

大多数的腰椎间盘突出症(protrusion of intervertebral disc, PID)患者都存在程度不同的运动功能障碍。然而,目前对 PID 患者运动功能评估研究缺乏动态、定量的评估手段<sup>[1]</sup>。智能能量和日常活动记录仪(Intelligent Device for Energy Expenditure and Activity, IDEAA)是一种新型便携式设备,主要用于不同领域内受试者运动功能和能量消耗等方面的研究。近年来国外研究显示,该仪器能够连续准确识别日常生活活动中的各种运动,并能实时记录各种运动的起始、持续时间、强度和频率,以及这些活动类型、分布等细节分析,具有较高的准确性和可重复性<sup>[2-5]</sup>。我们采用 IDEAA 测试系统对受试者 24 h 的日常生活活动进行

监测和记录,以探讨 IDEAA 在动态、定量评估 PID 患者运动功能中的作用。

1 资料与方法

1.1 资料 研究组:2005 年 11 月~2006 年 12 月在安徽医科大学康复运动医学科住院患者中选择 PID 患者 8 例,其中男性 4 例,女性 4 例,年龄 18~68 岁,平均 39.8 岁。所有入选患者均符合《外科学》第 6 版 PID 的诊断标准<sup>[6]</sup>。对照组:在社区征集健康志愿者 9 例,其中男性 4 例,女性 5 例,年龄 23~57 岁,平均 34.1 岁。所有志愿者半年内无腰痛发作史。研究组与对照组的基线特征均无显著性差异( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组一般资料比较

| 组别  | n | 年龄<br>(岁) | 体重<br>(kg) | 身高<br>(cm) | 体重指数<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----|---|-----------|------------|------------|-------------------------------|
| 研究组 | 8 | 39.8±15.9 | 77.0±6.2   | 171.4±4.6  | 22.3±1.7                      |
| 对照组 | 9 | 34.1±9.9  | 65.4±15.5  | 163.0±8.9  | 22.0±3.8                      |

在告知研究目的及可能的风险后,所有入选者均自愿参与本试验,并签署知情同意书。

1.2 仪器和方法 采用美国 Mini Sun 公司生产的 IDEAA 系统及其配置的附件。将微型计算机系统固定在受试者腰部或其他不影响身体活动的部位上,将

基金项目:1.安徽省高等学校省级自然科学基金项目(No.2008A97);2.安徽省卫生厅临床医学应用技术项目(No.06B117);3.安徽省科技厅年度内重点技术项目(No.06023058,07021002)。

作者单位:1.安徽医科大学第一附属医院康复医学科,安徽合肥市 230022;2.安徽医学高等专科学校附属医院骨科,安徽合肥市 230022;3.安徽医学高等专科学校,安徽合肥市 230022。作者简介:吴建贤(1956-),女,安徽歙县人,主任医师,主要研究方向:脊柱疾患康复基础与临床研究。

5 只电子传感器分别按照要求放置并固定于平胸骨角左侧 1 cm 处、双侧大腿前面正中及双足第四跖骨底稍外侧。仪器固定后,受试者采取坐位,上身挺直,屈髋屈膝 90°,在输入受试者姓名、年龄、性别、身高、体重等一般信息后,启动微型计算机。所有试验数据被传输至电脑中,使用处理软件进行分析处理。

所有受试者均被详细告知所要完成的动作及注意事项,由接受过专门培训的医师为所有受试者做动作示范。所有受试者在测试前均进行腰部及下肢的准备和整体的适应性活动。

规定动作:①站立位弯腰 3 次:动作要求:站立位,双足分开 30 cm,保持膝关节伸直位,向前弯腰达最大范围,再回到直立位。②站立位伸展 3 次:站立位,双足分开 30 cm,双手叉腰,腰椎向后伸展至最大范围,再回到直立位。③坐-站转移 3 次:坐位,腰部挺直,屈膝、屈髋、足跟踩地,完成坐-站转移,再回到坐位。④6-min 步行试验:尽最大努力以最大的速度步行 6 min。⑤上下楼:尽最大努力以最大的速度上下 3 层楼,每层 12 阶,共 4 组。

1.3 数据采集及输出 使用 IDEEA 系统分别记录研究组和试验组完成上述运动的各项参数,包括:①腰部活动功能:前屈完成时间( Time Flexion Forward, TFF)、前屈最大角度( Max Forward Angle, MFA)、坐-站时间( Time Stand Up, TSU)、站-坐时间( Time Sit Down, TSD)、俯卧位后伸角度等,取 3 次的平均值作统计学检验;②下肢运动功能:步行和上下楼时左/右脚单步时间( StpDuL/ R)、左/右脚每步平均速度

( SpeedL/ R)等。将记录的数据资料下载到计算机中,应用 IDEEA 系统专门处理软件进行处理,得到原始数据。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 11.0 统计软件进行成组 *t* 检验, *P* < 0. 05 为有显著性差异。

2 结果

2.1 腰部活动功能 8 例患者中 6 例完成规定的腰部活动,2 例因明显腰痛未能完成;对照组所有受试者均完成本试验。结果见表 2。

表 2 两组腰部活动参数比较

| 参数            | 研究组           | 对照组          | <i>P</i> |
|---------------|---------------|--------------|----------|
| TFF(s)        | 1.13 ± 0.4    | 0.88 ± 0.2   | 0.21     |
| MFA(°)        | 59.3 ± 25.9   | 48.4 ± 15.0  | 0.32     |
| MFA/ TFF(°/s) | 51.5 ± 18.6   | 56.1 ± 20.1  | < 0.001  |
| TFB(s)        | 1.21 ± 0.3    | 0.81 ± 0.1   | 0.003    |
| MFA/ TFB(°/s) | 48.2 ± 19.3   | 59.0 ± 18.4  | 0.13     |
| TE(s)         | 2.08 ± 0.8    | 1.40 ± 1.06  | 0.21     |
| MAE(°)        | - 44.2 ± 22.8 | - 40.6 ± 9.6 | 0.34     |
| TER(s)        | 1.30 ± 0.5    | 0.96 ± 0.3   | 0.13     |
| TSU(s)        | 1.03 ± 0.4    | 0.59 ± 0.1   | 0.035    |
| TSD(s)        | 1.33 ± 0.4    | 0.78 ± 0.2   | 0.008    |

注: TFF/ TE:完成向前/后弯腰的时间; MFA/ MAE:向前/后弯腰的角度; TFB/ TER:向前/后弯腰后回复到直立位的时间; TSU/ TSD:完成坐-站、站-坐时间。

2.2 6-min 步行试验 所有受试者均完成本试验,结果见表 3。

2.3 上下楼试验 所有受试者均完成本试验,结果见表 4。

表 3 两组 6-min 步行试验参数比较

| 组别                      | StpDu( ms)    | SwgPow(s)   | GndImpc(g)  | FtAgl(°)      | Speed( m/ min) |
|-------------------------|---------------|-------------|-------------|---------------|----------------|
| 患侧                      | 564.5 ± 31.45 | 0.82 ± 0.18 | 1.04 ± 0.18 | 46.87 ± 18.23 | 65.76 ± 8.01   |
| 健侧                      | 269.7 ± 46.04 | 0.85 ± 0.23 | 1.09 ± 0.19 | 47.19 ± 20.54 | 66.54 ± 8.23   |
| 对照组左侧                   | 380.7 ± 15.7  | 1.22 ± 0.32 | 1.38 ± 0.22 | 3.32 ± 0.47   | 79.32 ± 6.45   |
| 对照组右侧                   | 383.2 ± 20.5  | 1.14 ± 0.31 | 1.23 ± 0.17 | 3.19 ± 0.43   | 78.4 ± 8.87    |
| <i>P</i> <sub>患-左</sub> | < 0.0001      | 0.01        | 0.006       | 0.002         | 0.005          |
| <i>P</i> <sub>健-右</sub> | 0.0029        | 0.06        | 0.15        | 0.003         | 0.024          |

注: StpDu:单步时间; SwgPow:摆动强度; GndImpc:脚地面冲击强度; FtAgl:脚离地时角度; Speed:每步平均速度; *P*<sub>患-左</sub>:研究组患侧与对照组左侧比较; *P*<sub>健-右</sub>:研究组健侧与对照组右侧比较。下表同。

表 4 两对照组上下楼试验参数比较

| 组别                      | StpDu( ms)    | SwgPow(s)   | GndImpc( g) | FtAgl(°)      | Speed( m/ min) |
|-------------------------|---------------|-------------|-------------|---------------|----------------|
| 患侧                      | 380.8 ± 36.69 | 0.55 ± 0.23 | 0.75 ± 0.2  | 46.87 ± 18.23 | 70.1 ± 8.48    |
| 健侧                      | 385.1 ± 39.26 | 0.54 ± 0.09 | 0.86 ± 0.11 | 47.19 ± 20.54 | 71.1 ± 8.76    |
| 对照组左侧                   | 314.6 ± 28.2  | 0.72 ± 0.14 | 1.05 ± 0.15 | 3.32 ± 0.47   | 66.4 ± 9.6     |
| 对照组右侧                   | 310.9 ± 38.9  | 0.69 ± 0.14 | 0.96 ± 0.16 | 3.19 ± 0.43   | 66.9 ± 9.9     |
| <i>P</i> <sub>患-左</sub> | 0.0004        | 0.0484      | 0.0023      | 0.002         | 0.22           |
| <i>P</i> <sub>健-右</sub> | 0.0014        | 0.024       | 0.097       | 0.003         | 0.19           |

3 讨论

IDEEA 是近年来国际上出现的一种用于记录和分析日常生活活动能力的新型智能仪器,该仪器体型小巧、便于携带,具有无创和对日常活动影响很小等特

点,有研究显示,IDEEA 能够准确辨别和分析日常生活中常见的 32 种运动,对跑、跳、上下楼、坐、站、躺等活动的正确识别率都达到 98 % 以上<sup>[2]</sup>,并能实时记录各种运动的持续时间、速度<sup>[3]</sup>及关节活动度( ROM)<sup>[5]</sup>

等重要参数,具有较高的准确性和可重复性<sup>[1]</sup>。研究表明,IDEAA 可以广泛用于包括康复、步态分析、运动失常、关节疾病等在内的很多领域的研究。

PID 是因椎间盘变性、纤维环破裂、髓核突出、刺激或压迫神经根、马尾神经所表现的一种综合征<sup>[6]</sup>,是腰痛最常见的原因之一。其临床表现为腰和下肢的钝痛或者锐痛、下肢肌肉痉挛、坐骨神经痛以及下肢的感觉异常和无力。由于几乎全部 PID 患者都有不同程度的腰部活动受限、髂棘肌痉挛及肌力下降等症状和体征,存在程度不同的运动功能障碍。白路<sup>[7]</sup>及 Mannion 等<sup>[8]</sup>分别对下腰痛患者的腰部关节活动度、朱干等<sup>[9]</sup>对 PID 患者的下肢肌力、成鹏等<sup>[10]</sup>对 PID 膝关节等速运动能力等方面进行评估,然而各种评估量表和其他研究方法中均不能动态、定量地反映受试者运动功能。

IDEAA 能够准确识别 PID 患者腰部前屈和后伸运动、坐-站转移、步行等运动,并精确记录相应的关节活动度和各运动持续时间和速度。本研究显示,PID 患者 TFF、MFA 与对照组比较无显著性差异,而腰部前屈运动速度(MFA/TFF)有显著性差异。运动速度是衡量运动能力的重要指标,因此在评估腰部活动功能时,MFA/TFF 较腰部 ROM 及运动完成时间更为敏感,可作为 PID 和腰痛患者腰部活动能力的客观评估指标。试验中我们发现,2 例病情严重的患者未能完成相应任务,提示 IDEAA 在对症状严重的 PID 患者的运动功能评估存在一定的局限性。

本研究提示,PID 患者完成坐-站运动的能力降低。Shum 等<sup>[11]</sup>和 Whitehurst 等<sup>[12]</sup>在坐-站运动中腰部和髋关节运动的试验性研究中,也认为下腰痛患者(包括 PID 患者)的坐-站运动能力较对照组显著下降,证实了本文的结果。与他们的检测方法相比,IDEAA 具有小巧、便于携带、对日常生活影响小等优点,在实验室外的日常活动中即能够测出相应的活动时间,试验方法简单、易行,避免了实验室环境对研究结果的可能影响,结果更加客观。

步态分析是一种生物力学研究方法。通过记录受试者平均步行周期时间、步行距离、左右步长、跨步长、步宽等数据以及步频、步速等反映受试者身体运动功能。龚正丰等人的研究表明,突出的椎间盘压迫或刺激神经根导致 PID 患者出现跛行等异常步态<sup>[13]</sup>。本研究显示,PID 患者患侧肢体运动功能明显降低,而健侧肢体运动功能受影响不大,与龚正丰等的研究结果一致。

有研究显示,年龄<sup>[14]</sup>、视听觉<sup>[15]</sup>、躯体疾病、情绪

低落<sup>[16-17]</sup>等因素均影响运动功能评估结果的客观性和准确性。从本研究结果来看,IDEAA 能够准确识别和记录受试者日常生活活动,并能提供大量有关 PID 患者身体运动功能的定量研究资料,易于实施,而且对监测环境要求低,可以在室外进行检测,对患者影响小,能将心理、年龄等因素对评估结果的影响减小到最低,因此,IDEAA 在定量客观评估受试者身体运动功能中具有较高的临床应用价值,不仅可以用于 PID 和腰痛患者身体运动功能的定量评估,还将有助于运动员体能测评和其他领域的康复评估研究。

#### [参考文献]

- [1] 黄俊,吴建贤. 腰椎间盘突出症患者身体执行能力评估[J]. 中国康复理论与实践,2006,12(11):975-977.
- [2] Zhang K, Patricia Werner, Sun M, et al. Measurement of Human Daily Physical Activity[J]. Obes Res, 2003, 11(1):33-40.
- [3] Zhang K, Boozer N. Improving energy expenditure estimation for physical activity[J]. Med Sci Sports Exerc, 2004, 36(5):883-889.
- [4] Zhang K, Sun M, Lester DK, et al. Assessment of human locomotion by using an insole measurement system and artificial neural networks[J]. Diabetes Technol Ther, 2003, 5(6):1023-1033.
- [5] Huddleston J, Alaiti A, Goldvasser D, et al. Ambulatory measurement of knee motion and physical activity: Preliminary evaluation of a smart activity monitor[J]. Neuroengineering Rehabil, 2006, 13:3-21.
- [6] 吴在德. 外科学[M]. 6 版. 北京:人民卫生出版社,2003:78.
- [7] 白路. 慢性腰痛患者身体活动度评估[J]. 中国临床康复, 2003, 7(23):3248.
- [8] Mannion AF, Knecht K, Balaban G. A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine: reliability of measurements and comparison with data reviewed from the literature[J]. Eur Spine J, 2004, 13(2):122-136.
- [9] 朱干,张盛强,何凤春,等. 腰椎间盘突出症治疗方法与肌电图变化的相关性研究[J]. 中国骨伤,2004, 17(3):167-168.
- [10] 成鹏,郎海涛,杨红. 腰椎间盘突出症膝关节等速运动能力的研究[J]. 中华物理医学与康复杂志,2000,22(4):226-227.
- [11] Shum GL, Crosbie J, Lee RY. Effect of low back pain on the kinematics and joint coordination of the lumbar spine and hip during sit-to-stand and stand-to-sit[J]. Spine, 2005, 30(17):1998-2004.
- [12] Whitehurst M, Brown LE, Eidelson SG, et al. Functional mobility performance in an elderly population with lumbar spinal stenosis[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82(4):464-467.
- [13] 龚正丰,姜宏,陈一群. 腰椎间盘突出症患者步态观察与分析[J]. 颈腰痛杂志,1994,15(2):70-73.
- [14] 王刚,崔利华. 康复对偏瘫患者 ADL 能力的影响以及与某些因素的关系[J]. 中国康复,2000,(3):21-22.
- [15] 范宝玉,邓雪珍. 脑卒中患者认知功能康复对提高 ADL 能力的影响[J]. 心血管康复医学杂志,2002,(1):36-37.
- [16] 张明园,朱紫青,陈佩俊,等. 老年人日常生活能力与某些疾病关系的社会调查[J]. 中华医学杂志,1998,78(2):124-127.
- [17] 吕桦,李盛,倪宗瓚. 老年人群慢性病患状况及其对日常生活能力的影响[J]. 安徽医科大学学报,2001,36(1):29-32.

(收稿日期:2007-01-22 修回日期:2007-11-08)