

·临床研究·

脑卒中患者偏瘫步态的时空及关节运动学参数分析

万青¹ 吴伟¹ 刘慧华¹ 燕铁斌^{1,2}

摘要

目的:探讨脑卒中患者偏瘫步态的时空及关节运动学参数,为临床康复评估和治疗提供客观依据。

方法:脑卒中偏瘫患者和健康受试者各24例自愿参加本研究;其中脑卒中组男15例,女9例,脑出血5例,脑梗死19例,年龄(57.75±5.57)岁;对照组男12例,女12例,年龄(56.54±6.02)岁。应用Gait Watch步态分析系统评估步态的时空参数和下肢关节运动学参数。所有受试者由同一医师进行2次评估。

结果:与对照组相比,脑卒中组的步频、步速显著降低,患侧步长显著缩短,步态周期和患侧支撑相均延长,患侧摆动相缩短。脑卒中组患侧髋关节的最大伸展角度明显受限($P=0.001$),髋关节屈伸运动的平均角速度明显降低($P<0.001$),膝关节最大屈曲角度亦明显受限($P<0.001$),膝关节屈伸运动的平均角速度明显降低($P<0.001$),髋关节的最大屈曲角度和足偏角与对照组比较无明显差异。患者的步行能力显著下降。

结论:Gait Watch步态分析系统可定量测量脑卒中偏瘫患者的步态特征和下肢的关节运动学参数,对于脑卒中偏瘫患者步行能力的评估具有较高敏感度。

关键词 脑卒中;偏瘫;步态分析;步行能力

中图分类号:R743.3,R742.3,R318.01 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2014)-11-1026-05

Kinematic analysis of temporal-spatial parameters and lower extremity motions of hemiparetic stroke patients/WAN Qing, WU Wei, LIU Huihua, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2014, 29(11): 1026—1020

Abstract

Objective:To investigate the temporal-spatial parameters and lower extremity motions of hemiparetic stroke patients using Gait Watch kinematic analysis system.

Method:Two groups of subjects participated in the study. Stroke group had 24 stroke patients [(male 15, female 9, cerebral hemorrhage 5, cerebral infarction 19, age (57.75±5.57)y] and control group had 24 healthy volunteers [male 12, female 12, age (56.54 ± 6.02)y] were set as control. They were assessed twice by the same physiatrist. The subjects' height, weight, age and gait temporal-spatial parameters and lower extremity motions as well as walking capacity were compared.

Result:There were significant differences ($P<0.05$) in spatiotemporal parameters (cadence, walking speed, step length, cycle time, swing phase and support phase) of the stroke patients group. The maximum range of motion (ROM) of hip extension decreased significantly in hemiparetic stroke patients compared with control group ($P=0.001$), and the mean velocity of hip flexion-extension motion decreased significantly($P<0.001$). The maximum ROM of knee flexion and the mean velocity of knee flexion-extension motion also significantly decreased ($P<0.001$). The walking capacity of hemiparetic stroke patients significantly reduced compared with that of control group.

Conclusion:Gait Watch kinematic analysis system could assess the kinematic parameters and walking capacity of hemiparetic stroke patients quantitatively. The sensitivity of walking capacity evaluation was high.

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2014.11.006

1 中山大学附属孙逸仙纪念医院康复科,广州,510120; 2 通讯作者

作者简介:万青,女,博士,住院医师; 收稿日期:2014-08-11

Author's address Dept. of Rehabilitation Medicine, Sun Yat-sen Memorial Hospital, Guangzhou, 510120

Key word stroke; hemiplegia; gait analysis; walking capacity

步态分析系统是近年来逐渐广泛应用于评估下肢运动功能的方法,因其具有客观、准确、定量、操作便捷的特点,在康复评估领域受到越来越多关注。目前三维步态分析系统已应用于评测脑卒中偏瘫患者的步态特征及下肢运动学改变^[1-7],大多数步态分析系统为进口产品,操作复杂且价格昂贵,应用国产的步态分析系统鲜见报告。本研究应用国产 Gait Watch 步态分析系统定量和定性分析脑卒中患者偏瘫步态的时空参数和下肢的运动学特征,同时检验该系统评定脑卒中偏瘫患者步行能力的敏感性,为临床康复评估和治疗提供客观依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选择2013年9月—2014年2月在中山大学孙逸仙纪念医院康复科住院的脑卒中恢复期和后遗症期的偏瘫患者24例[男15例,女9例,其中脑出血5例,脑梗死19例;病程(21±9.415)周,年龄44—64岁,平均57.75±5.57岁],以及健康受试者24例[男12例,女12例,年龄40—65岁,平均(56.54±6.02)岁]。患者及健康受试者的一般情况无显著性差异,具有可比性。

脑卒中患者入选标准:诊断符合1995年中华医学会第四次脑血管病学术会议修订的《各类脑血管疾病诊断要点》,经CT或MRI检查符合脑出血或脑梗死诊断且为第一次发病;病情稳定,可独立或监督下行走12m以上者;签署知情同意书。

排除标准:有严重认知功能障碍者[简易精神状态测试量表(mini-mental status examination, MMSE)评分≤24分],有严重心、肺、肝、肾功能不全等严重系统疾病者;合并外周神经损伤或骨关节疾病、下肢软组织损伤者;合并腰椎骶管疾病者。

1.2 方法

应用 Gait Watch 步态分析系统(章和电器,广州)评估脑卒中患者和健康受试者步态的时空参数和关节运动学参数。分别将7个内含加速度计和陀螺仪等惯性测量模块和高性能嵌入式微处理器 DSP 数据采集处理模块的传感器绑定在患者的骶骨、双股骨中段前侧、双胫骨近端内侧和双足背处;系统硬

件数据采集频率为500Hz,实时同步采集患者骨盆、髋、膝、踝各关节在矢状面、冠状面和垂直面的运动数据,并将数据通过无线传输技术实时同步传输至电脑软件中进行分析。

要求受试者穿无束缚裤装和舒适平底鞋,将传感器固定至标准部位后,患者尽量呈标准立正姿势站立行环境角度等参数校准,在测试走廊按习惯速度直线行走12m。所有受试者均由同一医师分别进行2次评估,测试间歇受试者取坐位休息3min。

1.3 统计学分析

采用SPSS16.0统计软件对实验结果进行统计分析。计量数据用均数±标准差表示,组内均数比较采用配对样本 *t* 检验,组间均数比较采用两独立样本 *t* 检验。 $P<0.05$ 示差异有显著性意义。

2 结果

2.1 参与者数量分析

纳入受试者共48例,全部完成实验,无脱落者。

2.2 脑卒中患者偏瘫步态的特征

脑卒中组患侧与健侧下肢相比髋关节屈伸的平均角速度、膝关节最大屈曲角度和膝关节屈伸的平均角速度显著降低,其余各参数患侧与健侧比较差异无显著性意义(表1)。脑卒中组的步频、步速与对照组相比显著降低,患侧步长显著缩短,步态周期和患侧支撑相均延长,患侧摆动相缩短,差异有显著性意义。患侧下肢的关节运动学参数与对照组双侧下肢均值比较,结果显示脑卒中组患侧髋关节最大伸展角度明显受限($P=0.001$),髋关节屈伸运动的平均角速度比对照组明显降低($P<0.001$),膝关节最大屈曲角度亦明显受限($P<0.001$),膝关节屈伸运动的平均角速度明显降低($P<0.001$),患侧髋关节最大屈曲角度较对照组减小,但差异无显著性意义,患侧足偏角与对照组比较无显著差异(表2)。

脑卒中组与对照组下肢关节在矢状面、冠状面和水平面上的关节角度变化曲线示意图如下(图1),对照组双下肢髋、膝、踝关节的运动曲线基本一致,关节屈伸运动的角速度基本相等。而脑卒中组患侧(实线)与健侧(虚线)相比,髋关节外展、外旋角

度增加,膝、踝关节的平均角速度明显较健侧低。

2.3 步态分析系统评估脑卒中偏瘫患者步行能力的敏感度

根据文献报告,步速和步长常作为反映步行能力的参数^[9-10]。应用本步态分析系统评估脑卒中患者的步速和步长参数与对照组比较,结果表明脑卒中组的步速和步长均显著降低($P<0.001$),此步态分析系统测试脑卒中偏瘫患者步行能力的敏感度高。

表1 脑卒中组患侧与健侧时空参数和下肢关节运动学参数比较 ($\bar{x}\pm s$)

	患侧	健侧	P
步长(cm)	38.46±12.26	37.14±10.31	0.671
支撑相(%)	65.38±4.22	67.91±5.63	0.443
摆动相(%)	34.63±4.21	32.10±5.34	0.489
髋关节最大屈曲角度(°)	30.63±9.65 ^①	35.25±9.82	0.115
髋关节最大伸展角度(°)	5.92±5.10	7.14±3.75	0.402
髋关节屈伸平均角速度(°/s)	47.54±17.71 ^①	63.26±8.46	0.028
膝关节最大屈曲角度(°)	40.29±14.68 ^①	61.24±12.38	0.000
膝关节最大伸展角度(°)	2.13±3.59	0.65±2.11	0.499
膝关节屈伸平均角速度(°/s)	62.07±28.18 ^①	82.57±25.77	0.000
足偏角(°)	7.25±3.96	5.16±4.26	0.068

①与健侧相比 $P<0.05$

表2 脑卒中组与对照组时空参数和下肢关节运动学参数比较 ($\bar{x}\pm s$)

	脑卒中组 (n=24)	对照组 (n=24)	P
步态周期(s)	1.58±0.33 ^①	1.13±0.16	0.000
步频(steps/min)	58.13±24.92 ^①	72.04±18.77	0.019
步速(cm/s)	53.58±22.25 ^①	119.29±27.44	0.000
步长(cm)	38.46±12.26 ^①	67.54±10.75	0.000
支撑相(%)	65.38±4.22 ^①	59.81±1.00	0.000
摆动相(%)	34.63±4.21 ^①	40.23±1.05	0.000
髋关节最大屈曲角度(°)	30.63±9.65	34.30±6.84	0.207
髋关节最大伸展角度(°)	5.92±5.10 ^①	10.92±4.37	0.001
髋关节屈伸平均角速度(°/s)	47.54±17.71 ^①	80.98±9.27	0.000
膝关节最大屈曲角度(°)	40.29±14.68 ^①	67.67±6.58	0.000
膝关节最大伸展角度(°)	2.13±3.59	1.00±1.56	0.166
膝关节屈伸平均角速度(°/s)	62.07±28.18 ^①	121.80±21.28	0.000
足偏角(°)	7.25±3.96	6.00±3.13	0.083

①与对照组相比 $P<0.05$

3 讨论

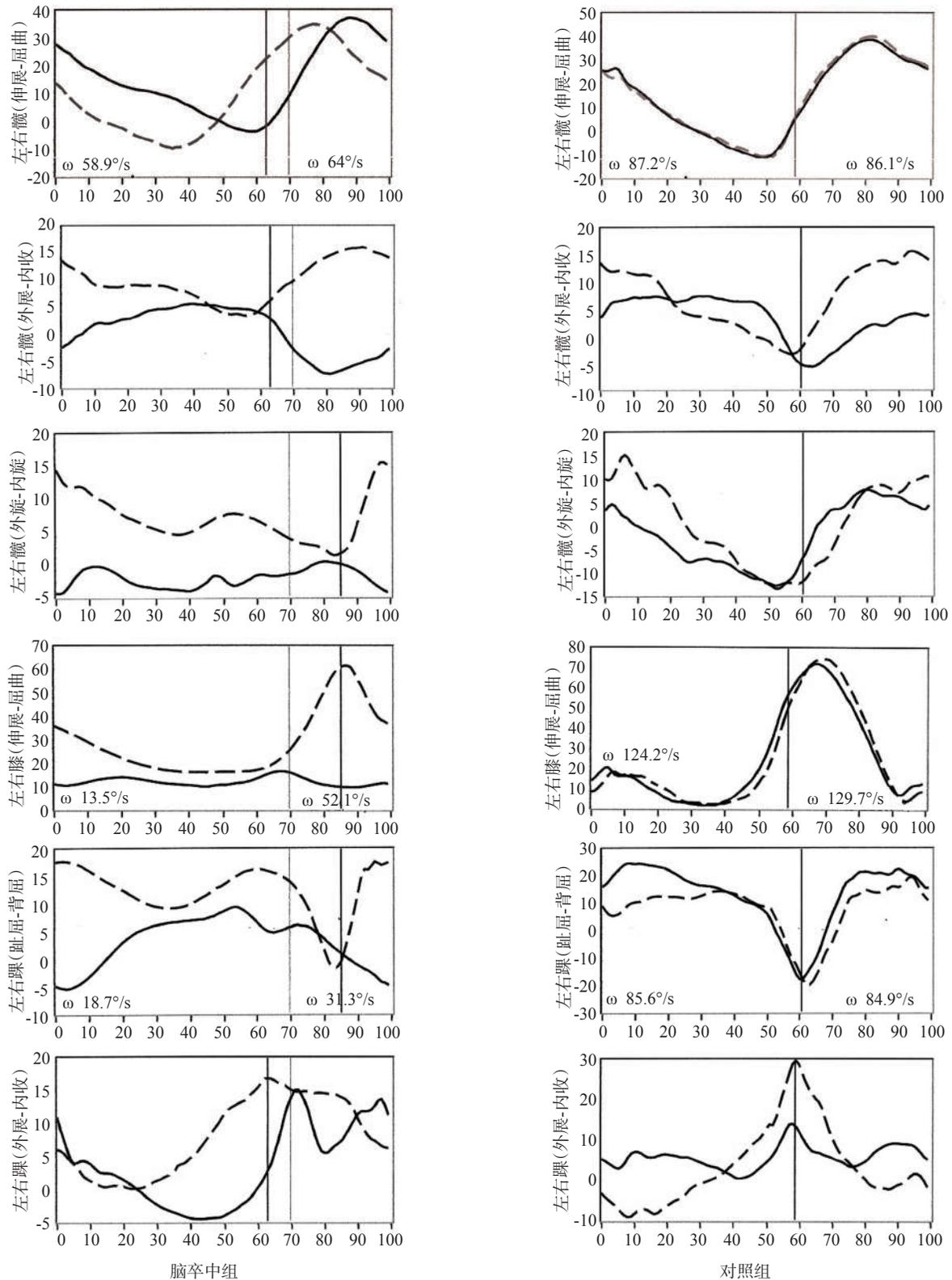
步态分析是一种重要的临床评估方法,是反映脑卒中患者功能状态的重要工具。以往所用的目测法、足印法等操作费时且不客观,三维步态分析系统测量参数全面且结果客观、准确,但大多数进口步态分析系统价格昂贵且操作复杂。本研究采用国产三维步态分析系统对脑卒中偏瘫患者的下肢关节运动与步行能力进行定量和定性测评,该系统操作简便

且耗时少,能为临床康复评定、治疗和康复医学研究提供客观数据。本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^[11],本研究未再行此步态分析系统的效度研究。本系统的重复测量信度已由使用相同步态分析系统的单莎瑞等^[6]的研究中完成,按 Landis JR, Koch GG^[8]的标准,重复测量信度良好,表明本步态分析系统性能稳定,对步态评定具有较高可靠性。

有中外文献报告脑卒中患者步态的时空参数改变包括步频、步长和步速明显减慢,患侧支撑时间延长^[2,5],与本研究结果一致。本研究发现脑卒中患者患侧的髋关节最大伸展角度明显受限,髋关节屈伸运动的平均角速度明显降低,膝关节最大屈曲角度和屈伸运动的平均角速度明显降低,与国内作者的报告一致。研究表明在步态分析的初始阶段,偏瘫患者会采用代偿策略,而超过3次步态分析测试后脑卒中偏瘫患者的步态时空参数和髋、膝、踝关节的运动异常更能被突显出来^[12]。因此,临床上评估偏瘫步态时可能需要增加评定的次数。患者偏瘫侧的肌张力增高,肌力下降以及关节挛缩是导致患侧伸髋、屈膝受限的主要原因。脑卒中患者偏瘫侧和健侧的运动不对称性是影响步行能力的重要因素。由于患侧肢体的肌张力、肌力和运动协调性障碍导致了与健侧下肢运动的不对称。有研究者提出步长的不对称应细分为向前位移的不等和相对于躯干方向的差异,有助于区别功能障碍和代偿策略^[13]。步速和步长是评估步行能力的重要时空参数,本研究结果表明脑卒中偏瘫患者的步速和患侧步长与对照组比较均显著下降,说明本步态分析系统评定脑卒中偏瘫患者的步行能力具有较高敏感度。本系统能定性分析患侧与健侧关节空间角度的变化,有助于通过与健侧对比了解患侧各关节在冠状面和水平面上的运动轨迹,可在治疗期间通过定期测量以评估各关节运动与健侧差异的变化。而且,此步态分析系统增加了关节运动的平均角速度这一参数,能够更加全面地评估下肢关节的运动状态。

与其他进口的步态分析系统比较,此步态分析系统有一定局限性,比如未能定量评估下肢关节在冠状面的运动参数,以及踝关节跖屈、背屈和内、外翻的角度。此外,缺少足底测压系统而不能反映步

图1 脑卒中组和对照组下肢关节空间角度变化



实线:患侧;虚线:健侧

态周期中脑卒中患者患侧及健侧足底压力的变化。

总之,本研究表明 Gait Watch 步态分析系统可定量及定性测量脑卒中患者偏瘫步态的特征,特别是下肢的关节运动学参数,对于脑卒中患者的步行能力的评估具有较高敏感度。

参考文献

- [1] 徐光青,黄东锋,兰月,等. 脑卒中患者下肢关节运动对步行能力影响的三维运动学研究[J]. 中国临床康复, 2004, 8: 6816—6818.
- [2] 毛玉璐,李乐,陈正宏,等. 脑卒中患者步行能力与下肢三维运动学及动力学相关性分析[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27: 442—447.
- [3] 王桂茂,严隽陶,刘玉超,等. 三维运动解析系统测试脑卒中偏瘫步态的运动学定量评价[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14: 9816—9818.
- [4] 徐光青,兰月,毛玉璐,等. 脑卒中患者步行时下肢运动的三维运动学研究[J]. 中华医学杂志, 2007, 87: 2889—2892.
- [5] Carmo AA, Kleiner AF, Costa PH, et al. Three-dimensional kinematic analysis of upper and lower limb motion during gait of post-stroke patients[J]. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 2012, 45: 537—545.
- [6] 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: 558—563.
- [7] 徐光青,兰月,毛玉璐,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: 673—676.
- [8] Booth ML, Owen N, Bauman AE, et al. Retest reliability of recall measures of leisure-time physical activity in Australian adults[J]. Int J Epidemiol, 1996, 25: 153—159.
- [9] 李香平,舒彬,顾小红,等. 中国正常成人步行时空参数分析[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27: 227—230.
- [10] Rosano C, Brach J, Studenski S, et al. Gait variability is associated with subclinical brain vascular abnormalities in high-functioning older adults[J]. Neuroepi, 2007, 29: 193—200.
- [11] 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.
- [12] Boudarham J, Roche N, Pradon D, et al. Variations in kinematics during clinical gait analysis in stroke patients[J]. PLoS One, 2013, 8: 192—195.
- [13] Roerdink M, Beek PJ. Understanding inconsistent step-length asymmetries across hemiplegic stroke patients: impairments and compensatory gait[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2011, 25: 253—258.
- [12] Freemont AJ, Hampson V, Tilman R, et al. Gene expression of matrix metalloproteinases 1, 3, and 9 by chondrocytes in osteoarthritic human knee articular cartilage is zone and grade specific[J]. Ann Rheum Dis, 1997, 56(9): 542—549.
- [13] 王明波,邢更彦,李志国,等. 兔关节软骨接受体外冲击波治疗后细胞增殖及胶原的表达[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(46): 8611—8614.
- [14] 赵喆,王振宇,姜川,等. 体外冲击波对兔膝软骨细胞增殖的影响[J]. 中国康复理论与实践, 2012, 18(9): 824—826.
- [15] Wang CJ, Weng LH, Ko JY, et al. Extracorporeal shock-wave therapy shows chondroprotective effects in osteoarthritic rat knee[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2011, 131(8): 1153—1158.
- [16] Wang CJ, Sun YC, Wong T, et al. Extracorporeal shock-wave therapy shows time-dependent chondroprotective effects in osteoarthritis of the knee in rats[J]. J Surg Res, 2012, 178(1): 196—205.
- [17] Wang CJ, Hsu SL, Weng LH, et al. Extracorporeal shock-wave therapy shows a number of treatment related chondroprotective effect in osteoarthritis of the knee in rats[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2013, (14): 44.
- [18] 赵喆,刘春梅,白晓东,等. 体外冲击波对兔膝骨性关节炎软骨细胞凋亡的影响[J]. 实用医学杂志, 2012, 28(20): 3348—3350.
- [19] Zhao Z, Jing R, Shi Z, et al. Efficacy of extracorporeal shockwave therapy for knee osteoarthritis: a randomized controlled trial[J]. J Surg Res, 2013, 185(2): 661—666.
- [20] 刘洪柏,侯晓东,张鸣生,等. 低能量体外冲击波对实验性膝骨性关节炎兔膝关节软骨的影响[J]. 广东医学, 2013, 34(22): 8823—8825.
- [21] 刘洪柏. 体外冲击波对兔膝关节炎软骨白细胞介素及肿瘤坏死因子- α 表达的影响[J]. 实用医学杂志(增刊), 2013, 29(8): 20—21.
- [22] Hazan-Molina H, Reznick AZ, Kaufman H, et al. Assessment of IL-1 β and VEGF concentration in a rat model during orthodontic tooth movement and extracorporeal shock wave therapy[J]. Arch Oral Biol, 2012, 3(12): 334—336.
- [23] Moretti B, Iannone F, Notarnicola A, et al. Extracorporeal shock waves down-regulate the expression of interleukin-10 and tumor necrosis factor- α in osteoarthritic chondrocytes[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2008, (9): 16.

(上接第 1019 页)