

老年 2 型糖尿病周围神经病变患者三维步态分析

朱嘉瑜 于海燕 万祯漪 孙杨帆 姚帅 蒋志达 陈兰 陈煜 黄桂兰 袁荣正

江苏省无锡市中心康复医院老年康复科 214151

通信作者:于海燕,Email: yhywx911@163.com

【摘要】 目的 探讨老年 2 型糖尿病周围神经病变患者的三维步态分析特点。**方法** 选取符合纳入标准的 60 岁以上的 2 型糖尿病周围神经病变患者 20 例(神经病变组)和无周围神经病变的 2 型糖尿病患者 20 例(糖尿病组),并招募年龄相匹配且无 2 型糖尿病病史的健康志愿者 20 例(健康对照组)作为研究对象,使用瑞典 Qualisys 动作捕捉系统对 3 组受试者进行三维步态测试,采集并分析其步长、步速、步宽、步频、步幅、双足支撑相时间、单足支撑相时间、足底峰值压力及时间等数据特点。**结果** 神经病变组的步长、步速、步频、步幅均较糖尿病组和健康对照组下降($P<0.05$);神经病变组与糖尿病组和健康对照组相比较,双足支撑相时间延长,单足支撑相时间缩短,且差异均有统计学意义($P<0.05$);神经病变组足底第一峰值压(P1)和第二峰值压(P2)、第二峰值出现时间(T2)较糖尿病组和健康对照组增加,且差异均有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 老年 2 型糖尿病周围神经病变患者出现明显步态异常,步行稳定性下降,足底压力增强,足底受压时间增加。

【关键词】 2 型糖尿病; 周围神经病变; 三维步态分析; 足底压力

基金项目:无锡市科技局社会发展指导项目(CSZON1725);无锡市卫计委项目(MS201703)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.12.007

Gait abnormalities among elderly persons with type 2 diabetes and peripheral neuropathy

Zhu Jiayu, Yu Haiyan, Wan Zhenyi, Sun Yangfan, Yao Shuai, Jiang Zhida, Chen Lan, Chen Yu, Huang Guilan, Yuan Rongzheng

Department of Geriatric Rehabilitation, Wuxi Tongren Rehabilitation Hospital, Wuxi 214151, China

Corresponding author: Yu Haiyan, Email: yhywx911@163.com

【Abstract】 Objective To explore the features the gait of elderly persons with type 2 diabetes and peripheral neuropathy. **Methods** Twenty patients no less than 60 years old with type 2 diabetes and peripheral neuropathy (DPN) formed a DPN group, while 20 counterparts with type 2 diabetes but without peripheral neuropathy composed the DM group, and another 20 healthy counterparts served as a control group. The three groups were tested using the Swedish Qualisys motion capture system and their walking speed, step length, step width, stride frequency and stride length, bipedal foot support phase time, single foot support phase time, peak plantar pressure, and regional-holding time were collected and compared. **Results** The average walking speed, stride length and stepping frequency of the DPN group were all significantly lower than the other 2 groups' averages. Their bipedal support phase was significantly longer, but their single foot support phase time was significantly shorter. And in the DPN group the average first and second peak plantar pressures and the second peak pressure time were significantly greater than the other groups' averages. **Conclusions** Elderly patients with type 2 diabetes and peripheral neuropathy have significant gait abnormalities, decreased walking stability, as well as increased plantar pressure and plantar compression time.

【Key words】 Type 2 diabetes; Diabetes mellitus; Peripheral neuropathy; Gait; Plantar pressure

Funding: A Social Development Guidance Project of Wuxi Science and Technology Bureau (CSZON1725); Wuxi Health and Family Planning Commission (MS201703)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.12.007

正常人体的行走和负重都是依靠足部正常的生物学力线来完成。各种原因导致的生物力学环境的改变会出现足底承受压力不均匀,步态不稳,对行走的控制

能力下降,长此以往会影响人体的脊柱、髌、膝和踝关节的功能,增加跌倒风险^[1]。糖尿病周围神经病变(diabetic peripheral neuropathy, DPN)多发生在病程

长、血糖控制不达标的老年患者,因感觉、运动和自主神经受损,出现站立不稳及步态异常,造成跌倒、外伤骨折以及糖尿病足。三维步态分析技术根据生物力学原理,应用计算机辅助和红外线摄像技术,在人体步行过程中检测记录特定时相躯干、关节运动、肌肉活动、地面的反作用力、关节力矩和做功以及足底压力分布等数据^[2]。本研究应用三维步态分析技术观察 2 型糖尿病周围神经病变患者的步行特点及足底受压情况,旨在为其矫正步态、减少足畸形、降低跌倒风险及预防足溃疡提供依据。

对象与方法

一、研究对象及分组

患者入选标准:①符合 1999 年世界卫生组织(WHO)的 2 型糖尿病诊断标准^[3];②患者能赤脚完成独立行走和跑台测试,配合完成所有试验数据采集;③自愿参加试验,并签署知情同意书,符合无锡市精神卫生中心医学伦理委员会标准(WXMHCIRB2018LLKY005)。

排除标准:①严重的足部骨性畸形;②严重足部创伤;③试验期间足踝关节活动不正常;④严重骨质疏松影响行走;⑤严重心、肺、肾功能异常不能进行日常活动;⑥下肢骨关节手术后或人工关节;⑦合并有其它影响步行能力和平衡能力的神经肌肉骨骼疾病(如帕金森氏病);⑧合并有严重认知功能障碍不能配合试验。

多伦多临床评分系统(Toronto clinical scoring system, TCSS)用于糖尿病周围神经病变的筛查和严重程度评估,评分标准由神经症状、神经反射和感觉神经功能三部分评分组成^[4]:①神经症状包括下肢麻木、针刺样感觉、乏力、疼痛、步态不稳及上肢相似症状,正常计 0 分,有相应症状,计 1 分,共 6 分;②神经反射包含踝反射和膝反射,双侧分别计分,正常计 0 分,减弱计 1 分,消失计 2 分,共 8 分;③感觉功能包括右侧拇趾的痛觉、温度觉、震动觉、触压觉及位置觉,正常计 0 分,异常计 1 分,共 5 分。总分 19 分,TCSS 评分 0~5 分为无 DPN;6~8 分为轻度 DPN;9~11 分为中度 DPN;12~19 分为重度 DPN。神经肌电图检查腓肠肌神经传导速度低于 35 m/s 为减慢达中度以上。

招募 2017 年 6 月至 2018 年 6 月在无锡市中心康复医院门诊就诊和住院治疗年龄>60 岁且符合上述标准的 2 型糖尿病患者 40 例,使用 TCSS 评分和神经肌电图检查进行分组,将 TCSS 评分 6 分以上且神经肌电图检查神经传导速度减慢达中度以上者设为糖尿病合并周围神经病变组(简称神经病变组),无糖尿病周围神经病变者设为糖尿病不合并周围神经病变组(简称糖尿病组),每组 20 例患者;同时招募 20 例 60 岁以上无 2 型糖尿病病史的健康志愿者作为健康对照组。3 组受试的性别、平均年龄、体质指数(body mass index, BMI)及 2 组患者的平均病程等一般临床资料经统计学分析比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),详见表 1。

二、步态分析测试方法

采用瑞典 Qualisys 公司生产的 Qualisys 动作捕捉系统(仪器型号 Qualisys/Oqus700⁺)。Qualisys 三维运动采集与分析系统由 8 台高速红外线数字运动捕捉摄像机(摄像速度 10000 Hz)、分析软件、获取单元、校准设备、标记球和设备固定装置组成,可与测力台、肌电等外设进行同步测试步态分析和结果报告打印。测力台由 4 块压力板(500 mm×400 mm×10 mm)排成 2 m×0.4 m 的压力步道,采样频率为 100 Hz。该系统基于分布式阵列压强传感器的原理,将传感器的受力信号转化为数字信号后传入计算机,并通过计算机分析软件系统自动分析处理。具体方法如下。

1.测试前准备:步态分析试验室测试范围内确定无任何发光物体,避免对数据采集的干扰。受试者暴露腰部以下的肢体部分,对衣物上的反光点予以遮挡;然后用标定框架对整个测试系统进行标定。首先记录受试者的身高、体重等信息,然后用统一大小的标记球(直径 14 mm)进行体表标记,总共 16 个标记点,分别置于髌前上棘、髌后上棘、股骨外侧上 1/3、股骨外上髁、胫骨外侧上 1/3、外踝、足跟、第 3 跖趾关节背侧,每侧 8 个标记点,标记位置如图 1。

取安静的室内环境下,所有受试者以自我选择的安全、舒适的步速,从压力步道前 2 m 开始,赤脚沿着步道的中线方向行走,穿过步道后继续行走 2 m,以使受试者匀速通过步道,通过步道时均有 1 位试验人员负责监护。

表 1 3 组受试的一般临床资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	BMI(kg/m ²)	平均病程(年, $\bar{x}\pm s$)
		男	女			
神经病变组	20	11	9	68.5±6.35	23.7±1.22	10.34±2.12
糖尿病组	20	10	10	67.8±7.34	24.5±1.26	10.16±2.23
健康对照组	20	12	8	69.2±4.68	24.3±2.16	-

注:-表示无数据

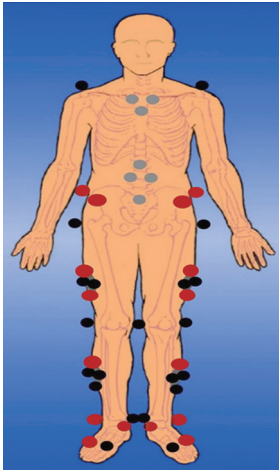


图 1 人体表面标记点(红色)示意图

2.测试过程:测试由同一位有丰富步态分析经验的康复治疗师进行。测试前,嘱受试者在测力台外用习惯的姿势和速度来回行走数次,使其适应试验环境;然后嘱受试者保持标准站立姿势,系统记录各标记点的空间测试原点,建立静态模型;注意受试者的所有反光点都应在红外线区域内,受测者按照平时的行走方式及速度匀速、直线行走于步行地毯上,往返走 5 次。采集自然行走状态下的步态图像,保证行走过程中每只脚分别完整踏在一块测力台上,从中选取行走姿态自然、图像质量好、完整包含 16 个标记点的 3 个图像用于步态分析。

记录时间和空间数据(双足支撑时间、单足支撑时间、支撑相所占比、步频、步宽、步长、步幅、步速);记录受试者自然行走状态下矢状面髋、膝、踝关节活动角度,同时记录受试者自然行走状态下垂直地板反作用力。在人体行走时垂直地板反作用力在每个步态周期转折点时会出现极值,足跟着地时产生的力和时间,即第一峰值压(P1)和第一峰值出现时间(T1),随着足跟的逐渐放平,重心降低,当足底受力面积最大时出现谷值(V)和谷值出现时间(T3),随后足跟开始离

地,在前足蹬地时发生第二峰值压(P2)和第二峰值出现时间(T2),前脚掌为主要受力点。

三、观察指标

获取并计算各组受试者步速、步长、步宽、步频、步幅,以及双侧单支撑期左右足的支撑时间和足底压力峰值、谷值、峰值出现时间、谷值出现时间等,其中足底压力峰值及谷值以每公斤体重承受的地面反作用力(N/kg)表示,足底压力峰值和谷值的出现时间用开始行走至分别出现峰值和谷值的时间在步态周期中所占百分比(%)表示。

四、统计学方法

使用 SPSS 22.0 版统计软件进行统计学分析比较,经 S 检验所有计量资料均符合正态性分布,用($\bar{x}\pm s$)表示。各组间相关计量数据比较采用配对 t 检验, $P<0.05$ 认为差异有显著性意义。

结 果

一、时空参数比较

神经病变组的步长、步速、步频、步幅均明显低于糖尿病组和健康对照组($P<0.05$),其步宽与糖尿病组和健康对照组比较,差异无统计学意义($P>0.05$);神经病变组的双足支撑相时间较糖尿病组和健康对照组延长,单足支撑相时间较糖尿病组和健康对照组缩短($P<0.05$);糖尿病组的步长、步速、步频、步宽、步幅、双足支撑相和单足支撑相时间与健康对照组比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具体数据详见表 2。

二、动力学参数比较

健康人步行时双下肢交替负重,对称性良好,足底压力曲线呈双驼峰状,足底压力峰值分别出现于首次触地期(第一峰值压)和足蹬离期(第二峰值压)。神经病变组的足底第一峰值压(P1)和第二峰值压(P2)均较糖尿病组和健康对照组增高($P<0.05$),且神经病变组的第二峰值出现时间(T2)较糖尿病组和健康对照组延长($P<0.05$),具体数据详见表 3。

表 2 3 组受试者左右下肢的时空参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	步长 (m)	步速 (m/s)	步频 (步/min)	步宽 (m)	步幅 (m)	双足支撑相 时间(s)	单足支撑相 时间(s)
神经病变组								
左	20	0.53±0.01 ^{ab}	1.12±0.09 ^{ab}	87.9±3.13 ^{ab}	0.15±0.03	1.01±0.06 ^{ab}	0.61±0.03 ^{ab}	0.42±0.04 ^{ab}
右	20	0.52±0.03 ^{ab}	1.13±0.14 ^{ab}	98.4±3.45 ^{ab}	0.17±0.04	1.02±0.07 ^{ab}	0.59±0.03 ^{ab}	0.44±0.05 ^{ab}
糖尿病组								
左	20	0.58±0.02	1.18±0.14	101.5±4.01	0.15±0.03	1.17±0.09	0.53±0.03	0.75±0.12
右	20	0.61±0.02	1.17±0.12	102.6±4.13	0.17±0.04	1.19±0.11	0.51±0.02	0.77±0.14
健康对照组								
左	20	0.61±0.01	1.23±0.17	103.8±4.05	0.16±0.04	1.15±0.11	0.50±0.02	0.77±0.14
右	20	0.56±0.01	1.25±0.19	104.2±3.98	0.15±0.03	1.17±0.13	0.51±0.03	0.78±0.15

注:与糖尿病组比较,^a $P<0.05$;与健康对照组比较,^b $P<0.05$

表 3 3 组受试者动力学参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	P1(N/kg)	P2(N/kg)	T1(%)	T2(%)	T3(%)	V(N/kg)
神经病变组							
左	20	9.82±0.72 ^{ab}	11.45±0.46 ^{ab}	23.45±5.28	85.32±5.34 ^{ab}	55.68±5.68	9.33±0.73
右	20	9.84±0.76 ^{ab}	11.38±0.52 ^{ab}	23.65±5.18	86.02±5.58 ^{ab}	54.78±5.97	9.36±0.75
糖尿病组							
左	20	9.45±0.64	10.56±0.42	21.62±4.65	82.32±5.11	52.34±5.21	9.30±0.67
右	20	9.43±0.58	10.49±0.40	22.01±4.73	81.82±4.93	53.00±5.07	9.34±0.71
健康对照组							
左	20	9.46±0.66	10.52±0.46	21.23±4.55	80.56±4.89	53.08±5.13	9.02±0.54
右	20	9.42±0.56	10.49±0.45	21.34±4.58	81.12±5.04	52.68±5.07	9.12±0.64

注:与糖尿病组比较,^a $P<0.05$;与健康对照组比较,^b $P<0.05$

讨 论

三维步态分析主要是通过运动学和生物力学手段,对步行周期中步长、步频、步幅、步速、步宽以及步行周期中单足和双足支撑压力和时间等数据进行测量分析,观察步态的稳定性、足底压力、身体各关节承受的力矩以及肌肉的反应速度等,可以早期发现跌倒的风险和足部异常受力对足部关节造成畸形和足溃疡的风险^[5]。糖尿病周围神经病变对运动神经、感觉神经、自主神经均有累及,运动神经传导速度减慢,导致所支配的下肢和足部肌群萎缩、肌肉收缩速度减慢、肌力减退、肌群间平衡失调;感觉神经受损使患者出现疼痛和感觉异常,关节位置觉和振动觉受到影响,出现步态和站立不稳等症状;自主神经病变使汗腺分泌异常导致皮肤干裂、溃疡,这些病变均可以导致糖尿病周围神经病患者出现步态异常^[6],跌倒和糖尿病足发生率增高。因此,通过三维步态分析尽早发现老年 2 型糖尿病周围神经病患者步态及足底受压情况异常显得尤为重要。

本研究在确保重复测试可信度的前提下,通过对 3 组不同受试者的步态分析发现,与糖尿病组和对照组相比,神经病变组步速减慢、步频降低、步长步幅缩短,与陈凯等研究结果一致^[7],说明老年 2 型糖尿病周围神经病患者存在明显的步态异常。本研究结果中神经病患者步宽未见明显差异,可能与老年患者髋、膝、踝关节生理性退行性病变导致关节活动度缩小有关。神经病变组受试者左右足之间运动学参数无明显差异,与糖尿病周围神经病变以远端对称性的病变为主、入组患者均未出现足溃疡有关。

神经病变组动力学参数较糖尿病和正常对照组相比,双足支撑相时间延长,单足支撑相时间缩短,其原因与神经病变组其神经支配功能下降导致参与支撑的腓肠肌等下肢肌肉和足趾间肌等肌肉萎缩^[8],肌力下降使患者对下肢控制能力减弱、步行稳定性下降。为了控制步态的稳定性,会花费更多的注意力保证正常

行走,表现为步态周期时间延长,有研究者称为“保守步态”以避免跌倒的发生^[9]。

长期的步态不稳会增加足底压力尤其是足外侧压力,从而导致足溃疡的发生^[10]。本研究结果显示,神经病变组步行过程中足底的第一峰值压力和第二峰值压力均增加,第二峰值压出现时间延长,说明在行走中其足跟与前足所承受的压力较无周围神经病变糖尿病患者和健康人大,承受压力时间更长,是这些患者发生糖尿病足溃疡的主要原因^[11];同时神经病变患者在行走时所承受地面的反作用力也增加,对踝、膝、髌关节冲击力增加,间接地导致踝、膝、髌关节受力异常^[12],下肢力线异常也会导致步态不稳,进一步使足底受压不均,增加足溃疡发生风险^[13,15]。

综上所述,步态分析技术是一种无创、安全、便捷的临床检测方式,对糖尿病患者运动功能、跌倒风险以及足溃疡风险评估具有非常重要的价值^[14],尽早发现步态异常并进行矫正可预防糖尿病足的发生^[16]。糖尿病患者运动功能的提高对控制血糖、提高生活质量也具有重要意义。步态分析也可以通过动态肌电图同步测定多块肌肉电活动,进一步了解肌肉活动与步态的关系^[17]。本研究亦存在不足之处,样本量偏小,未对足底压力进一步分区,未对受试者进行运动中肌电图的检测了解肌群在步行中的变化,未考虑到髌、膝、踝关节老年退行性病变对步态的影响,尚有待后期研究进一步完善。

参 考 文 献

[1] Kuo AD, Donelan LM. Dynamic principles of gait and their clinical implications[J]. Phys Ther, 2010, 90(2): 157-174. DOI: 10.2522/ptj.20090125.

[2] 岳雨珊, 俞君, 张文毅, 等. 三维步态分析的研究进展[J]. 中华生物医学工程杂志, 2011, 17(4): 372-375. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-1927.2011.04.018.

[3] World Health Organization, Department of Noncommunicable disease Surveillance. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complication. Report of a WHO Consultation. Part 1: Diag-

- nosis and classifications, Geneva: WHO, 1999
- [4] 刘凤,毛季萍,颜汀,等.多伦多临床评分系统在糖尿病周围神经病变中的应用价值[J].中南大学学报(医学版),2008,33(12):1137-1141.
- [5] 刘新成,陈雁西,俞光荣,等.糖尿病伴足趾畸形的三维动态足底压力分析[J].中国骨与关节外科,2009,12(6):488-493. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1439.2009.06.016.
- [6] Fernando M, Crowther RG, Cunningham M, et al. The reproducibility of acquiring three dimensional gait and plantar pressure data using established protocols in participants with and without type 2 diabetes and foot ulcers[J]. Foot Ankle Res, 2016, 29(1): 4-8. DOI: 10.1186/s13047-016-0135-8.
- [7] 陈凯,于涛,李兵,等.2 型糖尿病患者足底压力分布特点[J].同济大学学报(医学版),2017,38(5):52-57. DOI: 10.16118/j.1008-0392.2017.05.011.
- [8] 许蕾,钱鸿洁,张彬彬,等.不同程度感染的糖尿病足溃疡患者临床特点及预后分析[J].中华内分泌代谢杂志,2013,29:116-119. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6699.2013.02.006.
- [9] 胡伊玢,孟晓静.平衡足底压力及稳定步态在早期糖尿病足防治中的意义[J].中国全科医学,2013,16(6):1959-1963. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2013.06.045.
- [10] Barn R, Waaijman R, Nollet F, et al. Predictors of barefoot plantar pressure during walking in patients with diabetes, peripheral neuropathy and a history of ulceration[J]. PLoS One, 2015, Feb3, 10(2): 0117443. DOI: 10.1371/journal.pone.0117443.
- [11] 何蕊,刘芳.糖尿病周围神经病变导致糖尿病足的机制[J].中华医学杂志,2016,96(32):2536-2538. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2016.32.003.
- [12] Arts ML, de Haart M, Waaijman R, et al. Data-driven direction for effective footwear provision for high-risk diabetic foot[J]. Diabet Med, 2015, 6, 32(6): 790-795. DOI: 10.1111/dme.12741.
- [13] Debbi EM, Wolf A, Goryachev Y, et al. In-shoe center of pressure: indirect force plate vs direct insole measurement[J]. Foot, 2012, 22: 269-275. DOI: 10.1016/j.foot.2012.07.001.
- [14] El-Hilaly R, Elshazly O, Amer A. The role of a total contact insole in diminishing foot pressures following partial first ray amputation in diabetic patients[J]. Diabetes Sci Technol, 2013, 23(1): 6-10. DOI: 10.1016/j.foot.2012.10.002.
- [15] Razak AH, Zayegh A, Begg RK, et al. Foot plantar pressure measurement system: a review[J]. Sensors, 2012, 12: 9884-9899. DOI: 10.3390/s120709884.
- [16] Bus SA, van Netten JJ, Lavery LA, et al. IWGDF guidance on the prevention of foot ulcers in at-risk patients with diabetes[J]. Diabetes Metab Res Rev, 2016, 32(Suppl 1): 16-24. DOI: 10.1002/dmrr.2696.
- [17] 沈雯琦,刘芳.步态分析在糖尿病周围神经病变患者中的研究进展[J].中华糖尿病杂志,2019,11(8):558-561. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2019.08.011.
- (修回日期:2022-10-12)
(本文编辑:汪 玲)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊对参考文献的有关要求

执行 GB/T 7714-2005《文后参考文献著录规则》。采用顺序编码制著录,依照其在文中出现的先后顺序用阿拉伯数字标出,并将序号置于方括号中,排列于文后。内部刊物、未发表资料(不包括已被接受的待发表资料)、个人通信等请勿作为文献引用。日文汉字请按日文规定书写,勿与我国汉字及简化字混淆。同一文献作者不超过 3 人全部著录;超过 3 人只著录前 3 人,后依文种加表示“等”。作者姓名一律姓氏在前、名字在后,外国人的名字采用首字母缩写形式,缩写名后不加缩写点;不同作者姓名之间用“,”隔开,不用“和”、“and”等连词。题名后请标注文献类型标志。文献类型标志代码参照 GB 3469-1983《文献类型与文献载体代码》,如参考文献类型为杂志,请于参考文献末尾标注 DOI 号。中文期刊用全名。示例如下。

- [1] 陈登原.国史旧闻[M].北京:中华书局,2000:29.
- [2] 胡永善.运动功能评定//王茂斌.康复医学[M].2 版.北京:人民卫生出版社,2002:67-78.
- [3] 刘欣,申阳,洪葵,等.心脏性猝死风险的遗传检测管理[J].中华心血管病杂志,2015,43(9):760-764. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2015.09.003.
- [4] Mahowald ML, Krug HE, Singh JA, et al. Intra-articular Botulinum Toxin Type A: a new approach to treat arthritis joint pain[J]. Toxicon, 2009, 54(5): 658-667. DOI: 10.1016/j.toxicon.2009.03.028.
- [5] 余建斌.我们的科技一直在追赶:访中国工程院院长周济[N/OL].人民日报,2013-01-12(2). [2013-03-20].http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2013-01/12/nw.D110000renmrb_20130112_5-02.htm.