

星状伸展平衡测试在评估社区老年女性动态平衡功能中的运用*

杨 璨¹ 庄 洁^{1,3} 王于领² 方叙伦¹

摘要

目的:探讨星状伸展平衡测试(SEBT)在评估社区老年女性动态平衡功能中的运用研究,为预防老年人跌倒提供一定的研究依据。

方法:通过星状伸展平衡测试和计时起立行走测试方法,测试44名60—74岁认知功能正常、能够独立行走的老年女性的动态平衡能力。根据过去两年内跌倒的情况,将老年人分为跌倒组32人和无跌倒组12人。

结果:星状伸展平衡测试结果组内一致性结果为0.940—0.984($P < 0.05$),其中内侧后方的伸展长度与计时起立行走测试呈中度相关($P < 0.05$);跌倒组的星状伸展平衡测试结果显著低于无跌倒组($P < 0.05$),特别是在正后方上的结果有非常显著的差异($P < 0.01$);“有无跌倒”与正后方向上的伸展长度呈高度相关($P < 0.01$),与计时起立行走测试无显著相关($P > 0.05$)。

结论:星状伸展平衡测试是一个可靠的社区老年女性动态平衡的测试方法,60—74岁两年内有过跌倒史的社区老年女性,双下肢动态平衡能力均显著差于无跌倒史的老年女性,正前方和正后方方向上的动态平衡能力可能与跌倒风险密切相关。

关键词 星状伸展平衡测试;计时起立行走;老年女性;跌倒;动态平衡

中图分类号:R212.7, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2012)-10-917-06

The study of dynamic balancing evaluation by the star excursion balance test in community aging women/
YANG Can, ZHUANG Jie, WANG Yuling, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2012, 27(10):
917—922

Abstract

Objective: To investigate the star excursion balance test (SEBT) for examining dynamic balance function of community aging women, and provide the evidence on falls prevention in the elderly.

Method: Forty-four eligible healthy aging women with aged 60 to 74, lived in the community, measured by the SEBT and timed up and go test (TUG). Participants were assigned to the fall group ($n=32$) and non-fall group ($n=12$) based on the criteria with falling history within the past two years.

Result: Internal consistency reliability coefficients (ICC) of SEBT ranged from 0.940 to 0.984 ($P < 0.05$). The posteromedial component of SEBT was significant correlated with TUG ($P < 0.05$). There was a significant decreasing performance in the fall group compared to the non-fall groups ($P < 0.05$), especially in the posterior direction during the SEBT ($P < 0.01$). The posterior component of SEBT was highly correlated with “falls or no” ($P < 0.01$), and no significant correlation with TUG ($P > 0.05$).

Conclusion: Star excursion balance test is a reliable dynamic balance testing. The dynamic balance ability of fall

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.10.006

*基金项目:国家体育总局科研项目(10B044);上海市人类运动能力开发与保障重点实验室(上海体育学院)(11DZ2261100);上海体育学院研究生教育创新基金(YJSCX2012045)

1 上海体育学院运动科学学院,上海,200438; 2 中山大学附属第一医院; 3 通讯作者

作者简介:杨璨,女,硕士研究生; 收稿日期:2012-03-23

group decreased significantly compared with non-fall group in 60—74 years-old community healthy aging women. The posterior and anterior components of SEBT maybe highly related to the risk of falling in healthy aging women who lived in community.

Author's address School of Kinesiology, Shanghai University of Sport, Shanghai, 200438

Key word star excursion balance test; timed up and go test; elderly women; fall; dynamic balance

老年人平衡能力下降是造成活动能力受限与跌倒的重要原因^[1]。特别是老年女性在绝经后,雌激素水平大幅度下降造成骨质疏松,一旦发生跌倒后易发生髌、腕关节骨折。因此对老年女性平衡功能的有效测量对评估其跌倒风险有重要意义。目前测试老年人动态平衡能力的方法主要有 Berg 平衡量表(Berg balance scale, BBS)、计时起立行走测试(timed up and go test, TUG)、功能伸展测试(functional reach test, FRT)等。计时起立行走测试因其操作简单、结果可靠有效,在社区老年人中广泛使用,但计时起立行走测试受个体体型、步速等影响,主要测试老年人前、后两个方向上的运动功能,不能全面地评价老年人在不同方向上的动态平衡能力。

星状伸展平衡测试(star excursion balance test, SEBT)是 Gary W. Gray 在 1995 年提出的一个新型、可靠的人体动态平衡功能的评价方法^[2]。测试只需要 8 根皮尺和一块硬质地面,无需昂贵的测试仪器或测量工具;通过测试受试者在不同方向上的下肢功能伸展长度,评价受试者在不同方向上的下肢稳定性和平衡功能。在国外,SEBT 多运用于评价 20—25 岁年轻运动员、大学生的慢性踝关节不稳定性(chronic ankle instability, CAI),观察踝关节康复效果和预测运动员下肢损伤中,对老年人的研究较少^[3-5]。在国内对 SEBT 的研究较少^[6-7]。本文的研究目的是通过比较 SEBT 和 TUG,探讨 SEBT 在评估社区老年女性动态平衡功能中的运用研究。

1 对象与方法

1.1 研究对象

上海市杨浦区、虹口区 44 名 60—74 岁认知功能正常,能够独立行走的老年女性,年龄(65.1 ± 3.9)岁,所有老年人半年内无前庭病变、脑病变、眩晕、深感觉障碍等。老年人通过自己的回忆,回顾过去两年内有无跌倒。跌倒的判断标准按照国际疾病分类(ICD-10)对跌倒的分类为准:①从一个平面至另一

个平面的跌落;②同一平面的跌倒^[8]。跌倒一次及以上的老年人为跌倒组,无跌倒过的老年人为无跌倒组,不考虑跌倒方式。无跌倒组与跌倒组之间年龄、身高、体重、BMI、下肢长均无显著性差异,见表 1。

表 1 受试者一般资料分组比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	无跌倒组(n=32)	跌倒组(n=12)	总(n=44)
年龄(岁)	65.3 ± 4.0	64.5 ± 3.7	65.1 ± 3.9
身高(cm)	156.8 ± 5.2	156.3 ± 2.9	156.7 ± 4.7
体重(kg)	58.4 ± 7.9	59.4 ± 6.7	58.7 ± 7.5
BMI(kg/m ²)	23.8 ± 3.0	24.3 ± 2.5	23.9 ± 2.9
右下肢长(cm)	87.7 ± 4.1	86.6 ± 3.3	87.4 ± 3.9

1.2 研究方法

1.2.1 星状伸展平衡测试:将 8 根“零”点对齐,依次间隔 45°的皮尺固定在地上,按测试顺序分别命名为正前方、内侧前方、内侧方、内侧后方、正后方、外侧后方、外侧方、外侧前方^[9]。受试者双手插腰,支撑脚的中心与皮尺零点重合,第二足趾与正前方重合对齐,并始终保持与地面完全接触。测试开始后,受试者支撑腿屈膝,非支撑腿尽可能地向前提、轻点皮尺上所能触到的最大距离;测试过程中如果支撑脚有任何移动、转动或身体失去平衡,需重新测量。左、右下肢分别作为支撑腿和非支撑腿,每侧各测试 1 遍,每侧测试间隔 5min^[10]。受试者每个方向各练习 2 次,正式测试 3 次,每次练习、测试间隔 5s。测量所有受试者的右侧下肢长。

1.2.2 计时起立行走测试:受试者穿平底鞋,背靠坐在高约 46cm,扶手高约 65cm 的靠背椅上,当听到“开始”后,站直(不能扶任何东西),以正常步速向前行走 3m,绕过标记物后转弯,回到座椅坐下,以背靠靠在靠背椅上为结束。用秒表记录所用时间,每人各练习 1 次,正式测试 3 次,以时间长短(s)来评估受试者平衡能力^[11]。

1.3 统计学分析

SEBT 测试的原始结果除以受试者下肢长,再乘以 100,以标准化原始数据^[12]。SEBT 和 TUG 的测试结果取 3 次的平均值进行数据分析。数据结果均采

用SPSS 17.0统计软件进行分析,包括内部一致性的信度分析(internal consistency reliability)、皮尔逊相关分析、配对样本 t 检验、单因素方差分析(ANOVA)。内部一致性的信度分析是为了检验SEBT的信度情况,用Cronbach α 系数表示。双变量相关分析是为了检验SEBT的可靠性,有无跌倒与SEBT、TUG之间的相关程度,相关程度分别用Pearson相关系数、Spearman相关系数表示。配对样本 t 检验是为了检验受试者不同支撑腿的SEBT有无差异,单因素方差分析是为了检验不同年龄段、有无跌倒组之间SEBT的差异。

2 结果

2.1 SEBT的可靠性

右脚支撑的SEBT内部一致性系数为0.940—0.978;左脚支撑的SEBT内部一致性系数为0.957—0.984。见表2。

2.2 SEBT的有效性

以右腿为支撑腿的SEBT,与“TUG”之间相关系数为-0.375—-0.555,在8个方向上均有显著性负相关($P < 0.05$);以左腿为支撑腿的SEBT,与“TUG”之间相关系数为-0.375—-0.442,在“内侧方”、“内侧后方”、“正后方”、“外侧方”上有显著负相关($P < 0.05$)。见表3。

2.3 跌倒组、无跌倒组不同支撑腿的SEBT

无跌倒组的SEBT均大于跌倒组。以右腿为支撑腿的SEBT,在“正前方”、“外侧后方”上有显著性

差异($P < 0.05$),在“正后方”向上有非常显著的差异($P < 0.01$)。

以左腿为支撑腿的SEBT,在“正前方”、“内侧前方”、“内侧方”向上有显著差异($P < 0.05$),在“内侧后方”和“正后方”向上有非常显著的差异($P < 0.01$)。见图1—2。

无跌倒组TUG所花的时间为(7.19 ± 0.85)s,跌倒组TUG所花的时间为(7.74 ± 1.00)s,无跌倒组平均少于跌倒组0.55s,两组之间差异无显著性($P > 0.05$)。

2.4 不同年龄段SEBT与TUG

60—64岁年龄组的SEBT略低于65—69岁的年龄组,60—64岁、65—69岁年龄组的SEBT均大于70—74岁年龄组。不同年龄组之间SEBT的均值比较差异均无显著性($P > 0.05$)。

60—64年龄组的TUG略低于65—69岁、70—74岁年龄组,65—69岁年龄组的TUG略大于70—74岁年龄组。不同年龄组之间TUG的均值比较差异均无显著性($P > 0.05$)。

2.5 有无跌倒与SEBT、TUG的相关分析

有无跌倒与以右腿为支撑腿的SEBT,在“正前方”、“内侧前方”、“正后方”、“外侧后方”向上有显著相关($P < 0.05$)。有无跌倒与以左腿为支撑腿的SEBT,在“正前方”、“内侧方”、“内侧后方”、“正后方”向上有显著相关($P < 0.05$)。有无跌倒与“TUG”之间无显著相关($P > 0.05$)。见表4。

表2 不同支撑腿SEBT结果内部一致性系数

	正前方	内侧前方	内侧方	内侧后方	正后方	外侧后方	外侧方	外侧前方
右脚支撑	0.940	0.946	0.948	0.967	0.972	0.977	0.978	0.944
左脚支撑	0.957	0.973	0.972	0.984	0.974	0.968	0.976	0.958

表3 不同支撑腿的SEBT与TUG的Pearson相关系数

TUG	正前方	内侧前方	内侧方	内侧后方	正后方	外侧后方	外侧方	外侧前方
以右脚为支撑腿	-0.375 ^①	-0.402 ^①	-0.485 ^②	-0.552 ^②	-0.555 ^②	-0.524 ^②	-0.424 ^①	-0.454 ^①
以左脚为支撑腿	-0.153	-0.260	-0.428 ^②	-0.442 ^②	-0.385 ^②	-0.241	-0.338 ^①	-0.287

SEBT与TUG的Pearson相关系数:① $P < 0.05$;② $P < 0.01$

3 讨论

人体的平衡能力靠前庭、视觉、本体感觉三者共同维持(又称“平衡三联^[13]”)。老年人随着年纪的增大,前庭功能退行性衰退、视力和本体感觉下降,造

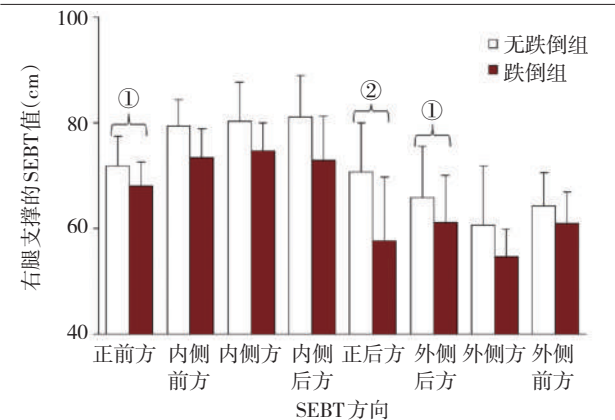
成平衡能力下降,跌倒风险增高。跌倒为突发的、不自主、无意识的体位改变,摔倒在地上或更低的平面上^[14]。动态平衡功能的测试可以客观地反映社区老年人的平衡能力,研究中发现SEBT测试无论量表

表4 不同支撑腿的SEBT与有无跌倒之间的Spearman相关系数

有无跌倒	正前方	内侧前方	内侧方	内侧后方	正后方	外侧后方	外侧方	外侧前方
以右脚为支撑腿	-0.449 ^①	-0.368 ^①	-0.319	-0.359	-0.482 ^②	-0.400 ^①	-0.310	-0.278
以左脚为支撑腿	-0.313 ^①	-0.269	-0.309 ^①	-0.418 ^②	-0.434 ^②	-0.281	-0.277	-0.213

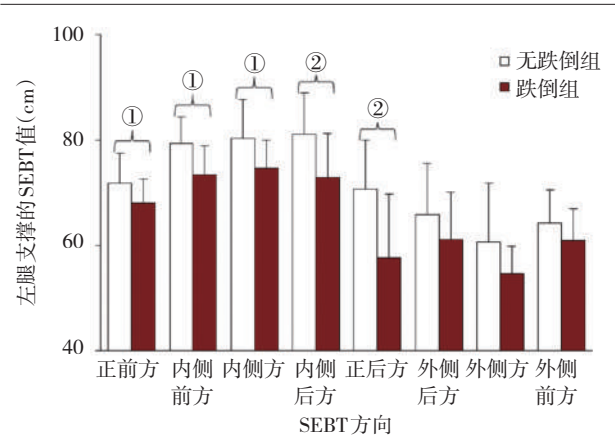
SEBT与有无跌倒之间的Spearman相关系数:① $P < 0.05$;② $P < 0.01$

图1 以右腿为支撑腿的跌倒组与无跌倒组之间SEBT的均值比较



两组比较: ① $P < 0.05$;② $P < 0.01$

图2 以左腿为支撑腿的跌倒组与无跌倒组之间SEBT的均值比较



两组比较: ① $P < 0.05$;② $P < 0.01$

本身的特性,还是在实际应用中,具有以下特点:

3.1 SEBT的可靠性

Hertel等^[10]对每个方向测试7次,结果发现第4—6次的结果显著高于第1—3次的结果,组内相关系数低于0.78,建议在三次正式测试之前先练习6次。Robinson和Gribble^[15]在Hertel的研究基础上,发现练习4次后就可以达到正常的最大偏移距离。以上研究对象都是年轻人,本研究在以往的研究基础

上,考虑老年人自身体力的因素,将练习次数缩减为2次,探讨对测试有无影响。结果显示,SEBT正式测试的3次结果的组内重测信度非常高,Cronbach α 系数均高于0.9。表明在正式测试前每个方向练习2次,可以有效减小老年人学习对测试的影响。

3.2 SEBT的有效性

Langley等^[16]对17种临床较常见的老年人平衡功能测试方法的可靠性、有效性进行回顾性分析,发现只有Berg平衡量表、计时起立行走、平衡筛查工具(balance screening tool)和改进的Fullerton平衡量表(advanced balance scale)四种测试方法,确立了对评估老年人平衡功能的有效性和可靠性。目前,还未统一一种适用于评价老年人平衡功能的金标准方法。较多的文献是将Berg平衡量表作为“金标准”,测试一种新的平衡方法的可靠性。但Berg平衡量表主要评价的是受试者静态的平衡能力,而TUG可靠性为0.97—0.99,与Berg平衡量表之间的相关系数为-0.47,是评价老年人动态平衡能力的可靠的、有效的测试方法^[16]。因此,我们以TUG作为测试动态平衡能力的“金标准”。

研究结果发现,SEBT下肢功能伸展长度与计时起立行走时间之间呈显著负中度相关。Newton^[17]对正前、正后、右侧、左侧的上肢功能伸展与TUG之间做皮尔逊相关分析,结果均有显著负相关,但相关系数较低,分别为0.442,0.333,0.260,0.310。SEBT与上肢功能伸展测试都是在保持人体平衡的情况下,测试各个方向上的极限伸展,都是测试动态平衡能力的方法,只是一个单脚支撑,一个是双脚支撑,本结果与Newton的结果基本一致。以上这种中度相关系数的原因可能是,虽然SEBT和TUG都是测量动态平衡能力的方法,但各自针对不同方面的动态平衡能力有关。SEBT是测试单脚固定时的动态平衡能力,TUG是测试站立、行走、转身时的动态平衡能力。将SEBT和TUG联合使用,可能可以更好地评价老年人综合的动态平衡能力。

3.3 老年人左、右下肢动态平衡能力

研究发现,不管有无跌倒,60—74岁社区老年女性右腿和左腿的SEBT无显著性差别,说明左、右下肢动态平衡能力均无显著性的差别。老年女性两侧下肢动态平衡能力无显著性差异,可能与健康的普通人行走时,双脚交替摆动,双下肢运动水平基本一致有关。Allan等^[18]对11名男和11名女年轻运动员的优势腿和非优势腿的SEBT进行测试,发现男、女在所有方向上,优势腿与非优势腿的下肢伸展长度也无显著性差异($P > 0.05$)。这对简化星状平衡测试提供了一定参考依据。

3.4 不同年龄段老年女性动态平衡能力变化

在本研究中,60—64岁年龄段社区老年女性的动态平衡能力差于70—74岁年龄段,但差别不显著。有研究发现^[19],60—80岁老年人静态平衡能力与18—30岁的健康成年人相比,未见显著下降,而80岁以上老年人静态平衡功能显著下降。瞿群等^[20]对489名身体健康、无重大疾病的澳门老年女性的闭眼单脚站立时间进行测量,发现随着年龄的增长,闭眼单脚站的时间出现下降的趋势,但60—64岁、65—69岁、70—74岁之间差异无显著性。80岁以上的老年人出现平衡功能的显著下降可能与自身前庭、视觉、本体感觉器官的衰退时间有关^[21]。但本研究因对象较少,尚不能非常明确老年女性动态平衡的变化情况,未来的研究可扩大样本量和老年人的年龄分组,对老年人动态平衡能力下降随年龄的变化情况进行更深入的研究。

3.5 有无跌倒史的老年女性的动态平衡能力

动态平衡能力的下降可能与老年人跌倒有非常密切的关系^[22]。结果发现,有跌倒史的老年女性的SEBT和TUG均差于无跌倒史的老年女性,与过往研究一致。李正宇等^[23]编译的文献中提到,跌倒者在行走过程中呈现拖行步态,摆动相伴随比目鱼肌和胫骨前肌的不平衡。王少君等^[24]认为,老年人踝关节肌肉反应延迟以及踝关节肌肉收缩效率的下降可能是老年人侧向姿势控制能力下降的主要原因。因此,踝关节不稳定,小腿肌群控制身体前后移动的平衡能力差,可能是导致老年人跌倒的重要因素。

Hertel等^[25],在比较有、无患有CAI年轻人的SEBT后,发现前内侧方、内侧方、内侧后方的结果与

CAI显著相关,其中“内侧后方”的结果相关程度最高。本研究发现有跌倒者在SEBT的“正前方”、“内侧后方”和“正后方”向上有显著性相关($P < 0.05$),其中“正后方”的结果相关程度最高,与Hertel的研究结果相似。不同的结果原因可能是,老年人向正后方做下肢功能伸展时,人体重心从足中心向足跟转移。宋祺鹏^[26]在比较中、老年女性正常行走足底压力分布特征后发现,中年女性足跟部位的肌肉活动和平衡能力控制都优于老年女性。老年人随年纪增长后跌倒风险增高可能与“正后方”的下肢稳定性下降有密切联系。

有跌倒史的老年人的单侧动态平衡能力显著差于无跌倒史的老年人,而行走能力无显著性差别。肖春梅等^[21]测试了62例跌倒和127例无跌倒老年人的计时起立行走,结果发现跌倒老年人所花时间长于无跌倒老年人,但两组之间无显著性差异。这可能与“计时起立行走”多用于预测患有帕金森^[27]或身体非常衰弱老年人的跌倒风险有关。因此,TUG可能不太适用于分析较年轻的老年女性,因跌倒引起的动态平衡能力变化,而SEBT可以更全面的评价跌倒与非跌倒老年女性在不同方向上的动态平衡能力。有可能SEBT比TUG更适合评估健康老年人的跌倒风险,但对于SEBT是否能够作为预测跌倒的有效工具,有待于进一步的研究。

3.6 研究不足与展望

因目前没有公认的动态平衡能力评估金标准,所以本研究只能采用较高信度和效度的计时起立行走测试,作为本研究有效性分析的“金标准”,但计时起立行走受个人步长、步频等因素影响。未来还需继续探讨SEBT与TUG在评估老年人跌倒风险中的敏感性、特异性,对动态平衡能力的评估方法上做深入研究。老年人跌倒不仅仅是因为人体动态平衡能力的下降而造成的,还与下肢肌力、视觉、本体感觉、周围环境等多个因素相关,未来可利用更有效的测试方法,对老年人跌倒风险做更准确的评估。

另外,研究中跌倒组的样本量较无跌倒组要小,主要因为在现实生活中征寻有跌倒经历的老年人较难,可能给组间比较的结果带来一定影响,日后的研究中会考虑这方面的因素。

SEBT是可用于社区老年女性动态平衡的测

试。SEBT与TUG呈中度相关,其中内侧后方的动态平衡能力与步行有密切的关系。60—74岁两年内有跌倒史的社区老年女性,双下肢动态平衡能力均显著差于无跌倒史的老年女性,步行能力无显著性差别。正前方和正后方方向上的动态平衡能力可能与跌倒风险有关。

参考文献

- [1] Arnold CM, Sran MM, Harrison EL. Exercise for fall risk reduction in community-dwelling older adults: a systematic review[J]. *Physiother Can*, 2008, 60(4):358—372.
- [2] Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, et al. The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control[J]. *J Athl Train*, 2004, 39(4):321—329.
- [3] O'Driscoll J, Kerin F, Delahunt E. Effect of a 6-week dynamic neuromuscular training programme on ankle joint function: A Case report[J]. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*, 2011, 3:13.
- [4] Hale SA, Hertel J, Olmsted-Kramer LC. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2007, 37(6):303—311.
- [5] 世界卫生组织.疾病和有关健康问题的国际统计分类ICD-10[M].第10版.北京:人民卫生出版社,1996.1—24.
- [6] 屈萍.星形偏移平衡测试在评价优秀蹩泳运动员核心训练效果中的应用[J].*武汉体育学院学报*,2011,45(9):74—78.
- [7] 邹军,林菲,张丽,等.长期太极拳运动对绝经后妇女骨密度和平衡能力的影响[J].*中国康复理论与实践*,2011,17(1):80—82.
- [8] Kinzey SJ, Armstrong CW. The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1998, 27(5):356—360.
- [9] Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, et al. Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability[J]. *J Athl Train*, 2002, 37(4):501—506.
- [10] Hertel J, Miller SJ, Denegar CR. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests[J]. *Journal sport rehabilitation*, 2000, 9:104—116.
- [11] Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds[J]. *Phys Ther*, 2002, 82(2):128—137.
- [12] Phillip A. Gribble, Jay Hertel. Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test[J]. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 2003, 7(2), 89—100.
- [13] 刘铤.内耳病[M].北京:人民卫生出版社,2006.59—80.
- [14] 高纪明,王少君,徐冬青.侧向稳定性与老年人跌倒研究进展[J].*中国老年学杂志*,2010,9(30):2540—2542.
- [15] Robinson RH, Gribble PA. Support for a reduction in the number of trials needed for the star excursion balance test[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2008, 89(2):364—370.
- [16] Langley FA, Mackintosh SFH. Functional balance assessment of older community dwelling adults:a systematic review of the literature[J]. *The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*, 2007, 5(4):1—11.
- [17] Newton RA. Validity of the multi-directional reach test: a practical measure for limits of stability in older adults[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2001, 56(4):M248—252.
- [18] Munro AG, Herrington LC. Between-session reliability of the star excursion balance test[J]. *Phys Ther Sport*, 2010, 11(4):128—132.
- [19] 张丽,瓮长水,彭楠,等.老年静态平衡功能定量测定及年龄相关性分析[J].*中国康复理论与实践*,2011,17(3):258—261.
- [20] 翟群,袁永红,李张廉,等.澳门老年人体质发展的性别和年龄特征分析[J].*体育学刊*,2004,11(5):61—64.
- [21] 赵承军,张素珍.高龄老人前庭功能、平衡功能、视动功能的定量评价[J].*中国康复临床杂志*,2005,9(23):231—233.
- [22] 肖春梅,李阳,党繁义.老年人跌倒与平衡能力下降的相关测试指标[J].*中国康复医学杂志*,2003,18(8):457—459.
- [23] 李正宇,张盘德.踝背屈延迟预测老年人跌倒[J].*国外医学·物理医学与康复学分册*,2004,24(1):39—40.
- [24] 王少君,徐纳新,万发桃,等.衰老对侧向姿势干扰下神经肌肉反应的影响[J].*医用生物力学*,2011,26(3):286—290.
- [25] Hertel J, Braham RA, Hale SA, et al. Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2006, 36(3):131—137.
- [26] 宋祺鹏,毛德伟,李卫平,等.中年女性与老年女性正常行走足底压力分布特征[J].*山东体育科技*,2008,30(1):88—90.
- [27] Zampieri C, Salarian A, Carlson-Kuhta P, et al. The instrumented timed up and go test: potential outcome measure for disease modifying therapies in Parkinson's disease[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2010, 81(2):171—176.