

·临床研究·

## 5次坐立试验用于预测老年人跌倒危险的有效性\*

瓮长水<sup>1</sup> 王娜<sup>1</sup> 刘立明<sup>1</sup> 朱才兴<sup>1</sup> 焦伟国<sup>1</sup> 成忠实<sup>1</sup>

### 摘要

**目的:**探讨5次坐立试验(FTSST)在预测老年人跌倒危险方面的有效性。

**方法:**137位老年人受试者参与本研究并分为跌倒组和非跌倒组。对受试者进行FTSTS和利用功能性蹲屈测试训练仪来测量下肢肌力。

**结果:**41位受试者在过去一年发生过跌倒。跌倒组和非跌倒组的受试者在年龄、FTSST时间和下肢肌力之间的比较有显著差异( $P < 0.001$ )。Spearman相关分析结果显示FTSST时间与肌力、年龄和跌倒史之间显著相关( $P < 0.001$ )。Logistic回归分析因变量和跌倒史关系,FTSST时间是预测跌倒危险最主要的变量(OR:1.406)。ROC曲线分析显示FTSST最佳临界值为9.75s,其敏感性为78%,特异性为70.8%,ROC曲线下面积为0.81。

**结论:**FTSST作为一个简便、快捷的功能性测试工具可以有效预测老年人跌倒危险,FTSST鉴别力优于下肢肌力。

**关键词** 跌倒;5次坐到站测试;肌力;老年人

中图分类号:R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2012)-10-908-05

**The five times sit to stand test: a useful assessment tool for predicting falls in elderly/WENG Changshui, WANG Na, LIU Liming, et al//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2012, 27(10): 908—912**

### Abstract

**Objective:** To investigate the usefulness of the five times sit to stand test(FTSST) as an assessment tool for predicting falls.

**Method:** One hundred and thirty-seven elderly volunteers were recruited and divided into two groups: fall group and no-fall group. All subjects were tested by FTSST and functional squat system for quantifying their muscle strength. The data were analyzed by using the statistic description, Spearman's correlation coefficient, Logistic regression analysis and receiver operating characteristic (ROC) curve analysis.

**Result:** Forty-one volunteers reported fall during the past year. The fall group showed higher FTSST time, higher age and lower muscle strength than those in no-fall group ( $P < 0.001$ ). There were significantly correlation of the lower-limb strength and history of falls with FTSST time(s) ( $P < 0.001$ ). The Logistic regression analysis revealed that only FTSST was significantly related to falling (odds ratio: 1.406). Receiver operating characteristic analysis determined a cut off of 9.75s(sensitivity, 78%; specificity, 70.8%) for discriminating between fallers and no-fallers, with an area under the curve of 0.81.

**Conclusion:** The FTSST might be a quick, easily functional testing tool that was useful for predicting falls in elderly people, and FTSST was better than lower-limb strength test at discriminating between fallers and no-fallers.

**Author's address** Dept. of Rehabilitation Medicine of NanLou, The General Hospital of PLA, Beijing, 100853

**Key word** fall; five times sit to stand test; muscle strength; the elderly

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.10.004

\*基金项目:全军医药卫生科研基金课题(11BJZ14)

1 解放军总医院南楼临床部康复医学科,北京,100853

作者简介:瓮长水,男,副主任医师; 收稿日期:2012-04-25

跌倒常给老年人造成严重的伤害,导致死亡率和失能情况的增加,跌倒已成为老年社会中一个严重的公共卫生问题,预防跌倒的主要策略是准确地识别危险因素,然后进行有效地干预<sup>[1-2]</sup>。美国老年医学会制定的跌倒预防指南中指出肌力、平衡和步态等方面问题是造成老年人跌倒发生的常见高危因素<sup>[3]</sup>,也是影响老年人身体移动能力的重要因素。正确识别老年人发生跌倒的危险,有利于预防和康复战略的制定,在这个过程中,康复从业人员的专业知识和处理骨骼肌肉和平衡问题方面的经验在预防跌倒发生的多学科合作中发挥着重要作用。从坐到站是人类基本动作要素之一,也是移行能力的基础,完成坐到站需要良好的关节活动度、肌肉力量和姿势控制能力。老年人随着老化的过程会导致身体功能的退化,将使得坐到站移动变得困难,影响到执行日常生活活动的的能力,也增加了跌倒发生率。在临床上常用重复性的坐到站动作来评估下肢肌力<sup>[4-5]</sup>,其中5次坐立试验(five times sit to stand test, FTSST)因简便、快捷而常用于评估老年人的下肢力量和平衡功能<sup>[5-6]</sup>,也被用于跌倒危险的筛查<sup>[7-8]</sup>。虽然国内进行过一些跌倒危险评估的研究<sup>[9-10]</sup>,但到目前为止还没有确立一个简单的临床工具用于大样本的调查研究。因此本研究目的是探讨FTSST在预测老年人跌倒危险方面的效力,为未来跌倒预防研究提供依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

以2008年5月—2011年5月在解放军总医院南楼康复医学科就诊并自愿参与本实验的受试者为研究对象。纳入标准:①65岁(含)以上的老年人;②无任何会影响本研究测试项目完成的严重神经、肌肉、骨骼、心肺等其他系统性疾病;③可以独立完成5次以上从坐到站动作;④有正常的智力水平,可以准确地理解整个实验中的动作及动作指令;⑤受试者了解实验内容和流程后同意接受实验。

排除标准:①严重下肢关节炎患者;②患有神经系统或心肺系统疾病而影响下肢测试结果者;③过去一年中,任何一侧下肢接受过手术者;④曾接受过下肢关节置换手术者;⑤目前活动时仍伴有下肢疼

痛者。

### 1.2 研究步骤

本研究采用横断面研究设计。由医师和治疗师对符合本研究标准的受试者详细说明测试方法及流程,获得受试者本人和家人的同意。测试时受试者需穿着宽松舒适服装与平底鞋,首先对受试者的基本社会人口学、病史和跌倒史等资料进行采集,在受试者进行蹬踏固定式踏车和下肢牵伸动作等热身运动10min后,进行FTSST和下肢肌力测试。测试顺序为随机测试,测试项目之间给予受试者充分的休息时间。

### 1.3 评测方法

**1.3.1 FTSST方法:**受试者坐在43cm高无扶手的椅子上,双脚着地,背部不贴靠椅背,双手交叉于胸前,在听到测试开始命令后,以尽可能快的速度完成5次起立和坐下动作。记录受试者完成5次动作的时间,以s为单位。在测试过程中要求受试者双手必须交叉于胸前不能分开,站立时要求膝关节完全伸直。测试过程中可以给予受试者口头鼓励。测试进行3次,测试间隔休息1min。以3次测试时间的平均值为测试结果。FTSST具有较好的重测信度,ICC为0.92<sup>[11]</sup>。

**1.3.2 下肢肌力测试方法:**本研究利用功能性蹲屈测试训练系统(functional squat system, FSS)测试下肢肌力。在测试中受试者仰躺于背靠板,摆位方法要求受试者下肢的足部靠放在踏板上,踝关节处于中立位,髋、膝关节处于屈曲90°位置上。通过计算机设置测试等长伸展肌力测试命令程序。测试按先左下肢后右下肢顺序进行。测试前给予受试者1—2次轻度用力训练以熟悉如何用力。正式测试用力前有1—2s的准备时间,待发出开始命令后,受试者的受试下肢以尽可能最大努力,快速向踏板方向下蹬将力量加速至最大,持续保持最大努力用力5s。用力时给予口头鼓励,希望受试者尽最大努力完成测试程序。整个用力过程由计算机监控并记录保存测试数据。每侧下肢测试1次。以每一侧下肢最大等长伸展肌力值(简称为最大肌力)值作为下肢肌力测试结果。FSS测试结果具有较好的重测信度,ICC为0.89<sup>[12]</sup>。

**1.3.3 跌倒的判定方法:**本研究依据“跌倒是指是一

种突发的、不自主的体位改变,导致身体的任何部位(不包括双脚)意外‘触及地面’,但不包括由于瘫痪、癫痫发作或外界暴力作用引起的摔倒”的定义来判断受试者是否发生过跌倒<sup>[3]</sup>。本研究依据在过去一年里受试者有无跌倒事件的发生将受试者分为跌倒组(有跌倒)和非跌倒组(无跌倒)。

1.4 数据采集和处理

测试数据处理包括:①基本数据处理:采集受试者包括性别、年龄、身高和体重等基本数据资料,并计算出体重指数(body mass index, BMI)。②FTSST测试数据处理:取其测试3次FTSST测试时间的平均数值作为分析数据,单位为s,此数值越小表示坐到站动作能力越好。③下肢肌力数据处理:采用双下肢最大肌力的平均值,将肌力值换算为kg为单位,并将肌力值除以体重以标准化。

1.5 统计学分析

采用MedCalc 11.5软件进行统计学分析。计量资料用均数±标准差表示。依次进行下列统计分析:①通过独立样本t检验、χ<sup>2</sup>检验来分析跌倒组和非跌倒组在年龄、性别、BMI、身高、体重、FTSST时间和最大肌力等测试数据之间的差异。②通过Spearman相关分析来检验测试数据与跌倒有无情况(有跌倒为1,无跌倒为0)之间的相关性。③以跌倒有无情况(有跌倒为1,无跌倒为0)为因变量,进行二分类Logistic回归分析。④建立受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,计算出曲线下面积(area under the curve, AUC)及95%置信区间,AUC以面积±标准误表示,通过ROC曲线各点数据,获得预测跌倒的最佳临界值,计算出在最佳临界值时的敏感性、特异性、阳性预测率、阴性预测率、阳性似然比和阴性似然比。

2 结果

2.1 跌倒组与非跌倒组的一般资料比较

符合入选标准并完成测试任务共137位受试者,年龄范围65—93岁,平均年龄(74.4±6.5)岁。其中跌倒组41例(占29.9%),非跌倒组96例(占70.1%)。两组受试者在年龄、FTSST时间和最大肌力之间的比较有显著差异(P<0.001),在BMI、身高和体重之间的比较无差异(P>0.05),见表1。

表1 跌倒组与非跌倒组的一般资料比较 (x±s)

	跌倒组(n=41)	非跌倒组(n=96)	P值
年龄(岁)	77.5±5.9	73.1±6.3	<0.001
性别(男/女)	32/9	83/13	0.309
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	25.9±3.8	25.9±2.7	0.974
身高(m)	1.67±0.08	1.69±0.07	0.1
体重(kg)	72.7±13.4	74.7±11.4	0.369
FTSST时间(s)	12.4±3.9	8.5±2.6	<0.001
最大肌力(kg/kg)	0.32±0.13	0.41±0.13	<0.001

2.2 跌倒有无情况与年龄、FTSST时间和最大肌力之间相关性

通过Spearman相关分析跌倒组与非跌倒组比较后,有显著差异的变量与有无跌倒情况之间的相关性,跌倒有无情况、年龄、FTSST时间和最大肌力之间显著相关(P<0.05),FTSST时间与有无跌倒情况、年龄和最大肌力之间相关系数r值分别为0.497、0.404和-0.587,P<0.001,呈现出中度相关,见表2。

表2 跌倒有无情况与测试数据之间的相关性

	有无跌倒	年龄	FTSST时间	最大伸展肌力
有无跌倒	1.00			
年龄	0.325 <sup>①</sup>	1.00		
FTSST时间	0.497 <sup>①</sup>	0.404 <sup>①</sup>	1.00	
最大伸展肌力	-0.340 <sup>①</sup>	-0.432 <sup>①</sup>	-0.587 <sup>①</sup>	1.00

跌倒有无情况、年龄、FTSST时间和最大肌力之间相关性比较:①P<0.001

2.3 二分类Logistic回归分析结果

以跌倒有无情况为应变量,FTSST时间、年龄和最大肌力为自变量,通过二分类Logistic回归分析发现FTSST时间是预测跌倒发生最主要的变量(OR:1.406,95%置信区间:1.179—1.676),Hosmer-Lemeshow检验χ<sup>2</sup>=3.847(P=0.871),回归模型成立,见表3。

表3 二分类Logistic回归分析结果

自变量	β	SE	χ <sup>2</sup>	P	OR	OR 95%CI
FTSST时间	0.358	0.090	14.417	<0.0001	1.406	1.179—1.676
年龄	0.055	0.038	2.143	0.143	1.057	0.981—1.138
最大肌力	-1.048	2.147	0.238	0.626	0.351	0.005—23.562

Hosmer-Lemeshow检验:χ<sup>2</sup>=3.847,P=0.871

2.4 ROC曲线分析结果

以ROC曲线分析FTSST时间预测跌倒回归模型的适用性,结果显示回归模型的AUC为0.81,提示具有较好的预测力,以9.75s作为临界值的敏感性为78%,特异性为70.8%,阳性预测率为53.3%、阴性

预测率为88.3%、阳性似然比为2.68、阴性似然比为0.31,见表4,图1—2。

表4 跌倒情况与FTSST时间临界值的2×2分类表

	跌倒	非跌倒	合计
FTSST时间≤9.75	9	68	77
FTSST时间>9.75	32	28	60
合计	41	96	137

图1 FTSST时间的ROC曲线

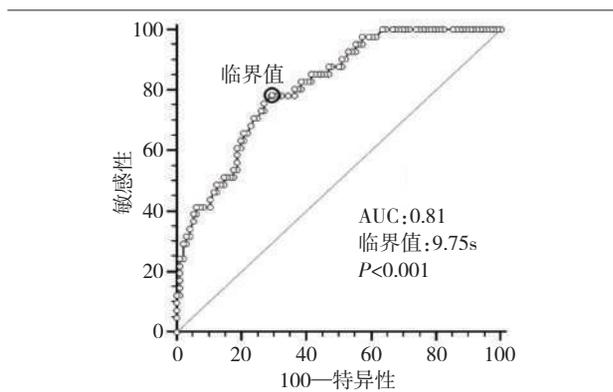
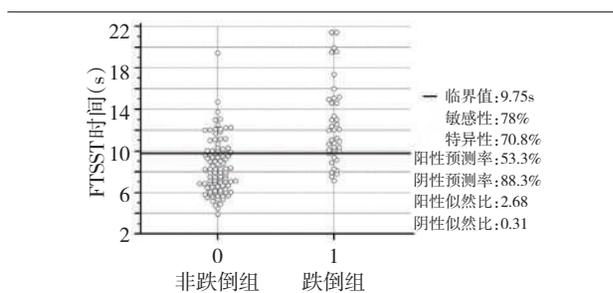


图2 临界值预测准确性的分布图



### 3 讨论

本研究中我们对FTSST在预测老年人跌倒危险的效力进行了探讨,结果表明FTSST在预测老年人跌倒危险方面是一个敏感而特异的指标,FTSST作为一个简单、省时的筛查工具可以有效评估老年人跌倒危险和下肢力量情况。

在本研究中跌倒组与非跌倒组在FTSST时间之间的比较有显著差异,跌倒有无与FTSST时间之间存在中度的相关性。Logistic回归分析发现在年龄、下肢力量和FTSST时间这三个变量中,FTSST时间是预测跌倒危险最主要的变量,FTSST时间每增加1s,跌倒危险就会增加41%(OR=1.406)。本研究中ROC曲线的AUC为0.81,根据Swets等<sup>[14]</sup>在确定AUC与诊断准确度关系判定标准,认为AUC≥0.8,具有

较好的预测力,以9.75s作为FTSST时间临界值的敏感性为78%,特异性为70.8%,具有较高的阳性似然比(2.68)和较低阴性似然比(0.31),这些研究结果提示FTSST时间在预测跌倒方面是一个有效指标。Nevitt等<sup>[15]</sup>在以社区60岁以上的老年人群(n=325)为对象的前瞻性研究中,发现完成1次起坐动作超过2s的老年人有跌倒的高危险,本研究中FTSST需完成5次起坐动作,预测跌倒危险FTSST时间临界值为9.75s,与Nevitt等研究结果基本一致。Tiedemann等<sup>[16]</sup>以年龄在74—98岁的受试者(n=362)为对象的前瞻性队列研究中,比较8个功能性移动能力测试工具对跌倒预测的效力,发现FTSST时间是其中最佳的预测工具之一,其预测反复跌倒(一次以上)临界值为12s,敏感性为66%,特异性为55%,由于在此研究中受试者的年龄较大,而且以研究预测重复跌倒危险为目标,故与我们研究结果有所不同。

下肢肌力是预测老年人跌倒危险的一个主要因素。在完成坐到站动作中,力量主要由下肢肌肉所产生,研究发现髋、膝和踝关节的最大力矩都发生于离开椅座瞬间或之后,此时髋伸展肌群和膝伸肌群收缩几乎到达最大强度<sup>[17]</sup>。本研究采用功能性蹲屈测试训练仪,将双下肢处于屈髋和屈膝为90°的位置,模仿离开椅座瞬间的蹲屈用力过程来获得下肢最大肌力,研究结果显示FTSST时间与下肢最大肌力呈中度负相关( $r=-0.587, P < 0.001$ ),表明下肢肌力是影响FTSST时间重要因素,但在预测跌倒危险相关因素Logistic回归分析中,FTSST时间是预测跌倒危险最重要因素(OR=1.406),而且预测跌倒危险的效力远高于下肢肌力因素(OR=0.351),说明坐到站动作表现包含着更多影响跌倒危险的因素,而不仅仅是下肢肌力因素。在Lord等研究中认为坐到站动作表现是受到身体和心理多种因素影响的一个特定的转移技能,并不是下肢力量的代名词<sup>[18]</sup>。另外除了下肢肌力是FTSST时间的主要影响因素外,还有与跌倒密切有关因素,如平衡<sup>[19]</sup>、反应性<sup>[20]</sup>、认知水平<sup>[21]</sup>和心理状态<sup>[18]</sup>等都影响着FTSST时间的变化,因此可以认为FTSST所包含的复合功能表现的特点较单一维度评估工具(如下肢肌力)能更好地预测跌倒危险。

筛查老年人群跌倒危险已报道不同类型的评估

工具,如起立行走测试、Berg平衡量表和Tinetti平衡量表等,根据其易用性和使用目的,这些工具可以用于治疗师、医生或护士评估老年人在社区、家庭、长期照护机构和住院环境中,但是在大规模的跌倒危险筛查研究中必须要考虑评估工具应具有简便、省时的特点,同时确立其的敏感性和特异性。FTSST所需的场地和设备条件(一把椅子和一个计时器)要求低,测试过程简单、快捷,并具有较高敏感性和特异性,从坐到站反复的动作测试形式易被老年人理解和执行,也便于老年人在家中自我评估,FTSST适用于多种测试环境。在本研究入选标准中要求受试者可以独立完成5次以上从坐到站动作,故较严重功能受限者未能入选,而他们可能具有更高的跌倒危险。由于老年人在各方面表现的异质性很高,或许很少有一种功能测试是适用于全体老年人群,在Bohannon的研究中发现部分老年人无法完成FTSST<sup>[22]</sup>,说明FTSST在老年人跌倒危险评估应用中还存在局限性,建议未来对坐到站测试方法进行改良研究,以便适用于不同功能状态的老年人的跌倒危险筛查。

本研究的局限性包括:本研究所入选的受试者均为来科室就诊的老年人,并非随机抽样,样本不具代表性且样本量小。其次在本研究中受试者跌倒史情况调查是通过受试者或照护者回忆,此种数据获得形式,可能会受老年人或照护者记忆力或判断力的影响而造成误差。另外在研究中下肢最大肌力测试结果仅为1次测试数据,由于老年人在动作表现的异质性较高,应进行3次测试,以平均值或最大值的方式来记录下肢肌力的测试结果。

虽然FTSST作为一个简单、快捷的功能性测试工具可以有效预测老年人跌倒的危险,但是跌倒危险的因素是复杂而多面性的,因此要进行综合性的评估,除了老年人关注身体因素评估外,还要关注认知和环境因素的评估。另外未来应开展前瞻性研究,进一步明确FTSST在预测老年人跌倒危险方面的效力。

#### 参考文献

[1] Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community[J]. *N Engl J Med*, 1988, 29, 319(26):1701—1707.

[2] Cesari M, Landi F, Torre S, et al. Prevalence and risk factors for falls in an older community-dwelling population[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2002, 57(11):M722—726.

[3] Guideline for the prevention of falls in older persons. American Geriatrics Society, British Geriatric Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2001, 49(5):664—672.

[4] Batista FS, Gomes GA, Neri AL, et al. Relationship between lower-limb muscle strength and frailty among elderly people[J]. *Sao Paulo Med J*, 2012, 130(2):102—108.

[5] Takai Y, Ohta M, Akagi R, et al. Sit-to-stand test to evaluate knee extensor muscle size and strength in the elderly: a novel approach[J]. *J Physiol Anthropol*, 2009, 28(3):123—128.

[6] Ng S. Balance ability, not muscle strength and exercise endurance, determines the performance of hemiparetic subjects on the timed-sit-to-stand test[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2010, 89(6):497—504.

[7] Doheny EP, Fan CW, Foran T, et al. An instrumented sit-to-stand test used to examine differences between older fallers and non-fallers[J]. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2011, 2011:3063—3066.

[8] Duncan RP, Leddy AL, Earhart GM. Five times sit-to-stand test performance in Parkinson's disease[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2011, 92(9):1431—1436.

[9] 王利维,周立.修订版社区老年人跌倒危险评估工具的预测准确性评价[J].*护理学杂志*,2011,26(15):72—74.

[10] 王利维,周立.社区老年人跌倒危险评估工具的信效度检验[J].*护理学杂志*,2011,26(10):85—87.

[11] 刘立明,瓮长水,王娜,等.5次坐立试验对老年人运动功能的评估价值[J].*中国康复理论与实践*,2010,16(4):359—361.

[12] 王娜,瓮长水,朱才兴,等.功能性蹲屈测试系统在老年人下肢等长肌力测量中的重测信度[J].*中国康复理论与实践*,2010,16(1):19—20.

[13] Lord SR, Menz HB, Tiedemann A. A physiological profile approach to falls risk assessment and prevention[J]. *Phys Ther*, 2003, 83(3):237—252.

[14] Swets JA. Measuring the accuracy of diagnostic systems[J]. *Science*, 1988, 240(4857):1285—1293.

[15] Nevitt MC, Cummings SR, Kidd S, et al. Risk factors for recurrent nonsyncopal falls. A prospective study[J]. *JAMA*, 1989, 261(18):2663—2668.

[16] Tiedemann A, Shimada H, Sherrington C, et al. The comparative ability of eight functional mobility tests for predicting falls in community-dwelling older people[J]. *Age Ageing*, 2008, 37(4):430—435.

[17] Lindemann U, Claus H, Stuber M, et al. Measuring power during the sit-to-stand transfer[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2003, 89(5):466—470.

[18] Lord SR, Murray SM, Chapman K, et al. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2002, 57(8):M539—543.

[19] Whitney SL, Wrisley DM, Marchetti GF, et al. Clinical measurement of sit-to-stand performance in people with balance disorders: validity of data for the Five-Times-Sit-to-Stand Test[J]. *Phys Ther*, 2005, 85(10):1034—1045.

[20] 瓮长水,王娜,刘立明,等.老年人下肢多关节闭链下神经肌肉功能与坐到站动作表现的关系[J].*中国康复医学杂志*,2012..

[21] Annweiler C, Schott AM, Abellan van Kan G, et al. The Five-Times-Sit-to-Stand test, a marker of global cognitive functioning among community-dwelling older women[J]. *J Nutr Health Aging*, 2011, 15(4):271—276.

[22] Bohannon RW. Five-repetition sit-to-stand test: usefulness for older patients in a home-care setting[J]. *Percept Mot Skills*, 2011, 112(3):803—806.