

## 四方格跨步试验及其临床应用进展

黄美欢<sup>1</sup> 曹建国<sup>1,2</sup>

四方格跨步试验(four square step test, FSST)是一种定量评定快速改变方向及跨越障碍物时的动态站立平衡能力的方法。由Dite和Temple在Medell等的快速跨步试验(rapid step test, RST)<sup>[1]</sup>的基础上加以改进而形成,于2002年首次报道,最初用于识别和预测老年人的跌倒风险<sup>[2]</sup>。近年来,FSST已被广泛应用于神经疾病及骨骼肌肉疾病领域,尤以脑卒中、帕金森、多发性硬化、亨廷顿病、前庭功能障碍、截肢后、脑瘫及唐氏综合征人群为多<sup>[3-8]</sup>,逐渐得到治疗师及其他临床工作人员的关注。

### 1 FSST简介

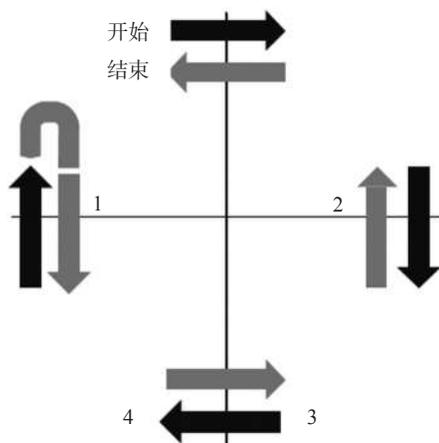
FSST是一个计时测验,被测试者需在快速向前方、后方、左/右侧方跨步的同时顺利跨过一定高度的条木并以相反方向返回。

#### 1.1 评定方法

评定所需设备:秒表;4根高2.5cm、长90cm的条木。将4根条木在地上放平组成十字。

跨步顺序:被测试者站在方格1,面向方格2。按照顺时针方向,依次通过四个方格,然后按逆时针方向立即返回,即按照方格2-3-4-1-4-3-2-1的顺序。见图1。

图1 FSST的跨步顺序



指示语:请尝试用最快的速度走一个来回,脚不要碰到条木。在每一方格都需要两脚着地。尽可能面向前方完成整个过程。

注意:①测试者示范;②允许被试者有1次练习机会,以熟悉跨步顺序;③出现以下情况需重复试验:没能成功完成整个试验,失去平衡,脚碰到条木;④被测试者如果在整个过程中无法保持面向前方(如跨步到下一方格时先转身),仍记录分数。

记分:当被测试者的足初次接触到方格2时开始计时,最后双脚均回到方格1时计时结束。被测试者需完成两次完整的试验,以时间较短者作为最后分数。

测试者应站在一个能完全看清被测试者的地方,同时助理需站在旁边保护其安全。被测试者要求穿着舒适的鞋子。包括给予指示语、示范及1次练习,整个试验可以在5min内完成。

#### 1.2 FSST的信度及效度

FSST最初用以识别社区老年人的跌倒风险,Dite和Temple报道,FSST在该人群中具有较高的信度和效度,且在识别不同程度跌倒风险时,表现出较高的敏感性和特异性。

在Dite和Temple的研究中,测试人员由5位PT和1位研究助理组成,所有人员均接受过FSST的示范演示及评分的培训,且对“站起-走”计时测试(timed up and go test, TUG)、功能性前伸试验(functional reach test, FRT)及台阶测试(step test, ST)等的评估过程十分熟悉。测试时由1位PT及1位研究助理分别同时记录30例被测试者的试验时间。一周后返回,由同一位PT进行再次评估。在该研究中,同一测试者(测试者组内)对不同老年人的重复测试相关系数(intraclass correlation coefficients, ICC)以及不同测试者在同一时间内分别测试同一老年人(测试者组间)的测试相关系数分别为0.98(n=20)和0.99(n=30)。可以看出,FSST在老年人群的应用中具有很高的信度。

FSST是一个动态站立平衡的评估方法,针对老年人,设计者选择TUG、FRT及ST等试验来检验其有效性。由同一位PT负责每一例被测试者的所有平衡测试项目。结果发

现,FSST和ST、TUG三者之间具有较强的相关性,相关系数在-0.79—0.88之间,FRT和其他三个评估方法的相关性则较弱( $r=0.47—0.50$ ),原因是FRT评估的平衡内容未涉及跨步或行走等活动。

### 1.3 敏感度及特异度

在Dite和Temple的研究中,FSST在多发跌倒组(过去6个月内跌倒次数 $\geq 2$ )、非多发跌倒组(过去6个月内跌倒次数 $< 2$ )、健康对照组中的评估结果有显著性差异。针对该样本人群,临界分数为15s,FSST时间大于15s即识别为多发跌倒人群, $\leq 15s$ 为非多发跌倒人群。临界值为15s时,FSST的阳性预测值(即敏感度)为86%,阴性预测值(即特异度)为94%。在相比较的四个评估方法中,FSST同时具有最高的敏感度和特异度,能够很好地识别社区老年人群的跌倒风险。

FSST在不同领域应用时,因群体特征改变,其信度及效度有所变化,临界值改变。因此,在一个新的群体,特别是显著影响平衡功能的疾病群体中应用时,应先针对该群体进行信度检测,并以该疾病领域平衡能力评估的金标准或常用的评估方法为参照作共时效度检测,进而判断FSST是否适用。

## 2 FSST的临床应用

目前,研究人员已经完成了FSST在多个领域里信度和效度检测,并针对不同人群的特征进行方法改进,为今后更广泛的临床应用提供参考。

### 2.1 脑卒中后保留步行能力的患者

脑损伤所导致的肢体功能异常及平衡障碍使卒中患者的步行安全性受到限制,跌倒风险增加<sup>[9]</sup>。高达73%的卒中患者在发病后6个月内有跌倒史,回归家庭后有60%报道有跌倒情况发生<sup>[10]</sup>。FSST能够获得患者在完成快速改变方向,同时跨越障碍物任务时的表现情况,该任务与患者的日常生活活动需求相关,能够为临床康复决策提供有价值的信息。Blennerhassett等<sup>[4]</sup>通过对37例脑卒中后(平均病程66d)残存步行能力(在最小辅助下至少步行50m)的住院患者进行连续4周的PT训练,发现训练后FSST评估结果改善,第1周、第2周和第4周FSST的结果与ST的结果具有高度的一致性。本研究组内信度为0.94—0.99,与ST的呈较强的负相关( $r=-0.73—0.86$ )。FSST对于卒中后站立平衡的改善是一种敏感、有效、可行的测试,结果可以反映患者在4周训练中在动态站立平衡中获得的进展。研究报道,在测试中摔倒的5例患者,其2例测试中的成绩均较低。测试前,患者认为在FSST测试过程中需要不停改变方向,且要同时跨过条木,难度较ST大,其危险性也偏高。但完成测试后,患者和治疗师意见一致,FSST能够得到更有意义的临床信息,即跌倒风险及动态站立平衡的能力。因此,在保证患者安全的前提下,

应用FSST能够更有力地预测卒中患者的跌倒风险。Blennerhassett等<sup>[11]</sup>对回归社区后的卒中患者进行随访观察,发现出院时及随访中平衡测试得分偏低的跌倒次数较频繁。无法完成FSST或时间 $> 15s$ 、ST $< 10$ 步及6min步行试验 $< 250m$ 即为该人群的临界分数,准确识别跌倒风险的准确率为70%—78%。高跌倒风险患者在社区或家中需避开一些难度大的活动,同时进行改善平衡的物理治疗。Goh等<sup>[12]</sup>进一步对30例社区慢性期中风老人(病程 $> 6$ 个月,年龄 $> 50$ 岁,可以独立完成10米步行)进行FSST评估,组内信度( $ICC=0.83$ )和组间信度( $ICC=0.99$ )均较高。设计者选取中风患者中常用的TUG、Berg平衡量表和稳定极限(limits of stability, LOS)等评估方法作为参照,进行效度检测。结果显示,FSST时间与这三个评估方法的评估结果的相关性并不明显,其与站立平衡及功能性移动测量的相关性仍需大样本的研究进一步证实。该研究得到识别慢性期中风老人和健康老人之间动态平衡能力的临界值为11s,但由于选取的两组人员在性别、身高、体重各方面并不匹配,在应用临界值时需谨慎。

### 2.2 帕金森病患者

帕金森病(Parkinson's disease, PD)患者进展性的动作迟缓、肌强直、步态姿势异常,以及认知能力下降,是其高跌倒风险的主要因素<sup>[13]</sup>。目前广泛使用的简易平衡评估系统测试(mini-balance evaluation systems test, Mini-BESTest)能够很好地预测PD患者6个月内的跌倒风险,但耗时长,不能作为常规检查在临床上使用。FSST是一个快速、简易的动态平衡评估工具,其在53例帕金森患者的应用情况,具有良好的组间信度和组内重测信度,与Mini-BESTest有中等强度的相关性( $r=-0.65$ )。临界分数为9.68s,但敏感度及特异度并不高<sup>[5]</sup>。由于平衡和动作迟缓均显著影响患者的完成时间,且测试中的条木对PD患者有视觉提示的作用,加强了测试中的跨步表现,因此,临界分数不能用来识别PD患者的跌倒风险,Mini-BESTest在这方面要优于FSST。Paul等<sup>[14]</sup>在2013年提出PD患者动态平衡任务的完成和认知功能的相关关系。PD患者常常在计划和执行复杂任务、目标导向行为方面表现弱势。FSST是一个包含运动的启动、计划及协调能力的测试,与被测试者的执行功能和认知双重任务表现相关。McKee等<sup>[15]</sup>采用FSST试验,对31例轻症且正在接受药物治疗的帕金森患者进行研究。实验对被试者分别进行FSST及其他运动、认知功能测试,对照组为同样数量的年龄匹配的老人。结果显示,FSST与分别进行的运动及认知能力测试具有较好的同时效度。研究者认为,FSST对于帕金森患者应用是可行且可靠的,临床工作中使用FSST可以用于判断帕金森病患者运动及认知的健康状态,为PD患者的运动—认知的交互执行情况提供信息。

### 2.3 前庭功能障碍引起的平衡缺陷

前庭功能损伤导致的平衡能力下降,是该类患者的跌倒的直接原因。频繁的跌倒及对跌倒的恐惧,常引起焦虑、易感、身体残障等新问题,对患者的日常生活造成严重影响。Whitney等<sup>[1]</sup>应用FSST评定32例该类患者,其组内信度较高,与TUG和步行速度测试的相关系数分别是0.69、0.65,临界值为12s。FSST是一个可信、有效的评估工具,能够识别前庭功能障碍患者在多方向跨步时的平衡能力及其摔倒的风险,完成该测试用时超过12s的患者存在一种或多种导致摔倒的因素,其敏感度达80%,特异性92%。测试结果可以为平衡训练及采取跌倒预防措施提供参考。由于用时少、设备简单,研究者指出,FSST也可用于筛查被测试者快速变换方向的跨步能力。

### 2.4 多发性硬化患者

在保留步行能力的多发性硬化患者中,FSST常用来记录站立平衡问题、预测跌倒风险、评估步行时自我感知到的限制、评价耐力和阻力训练后的站立平衡变化等<sup>[16-17]</sup>。因耗时少、占用空间不大、设备简单,操作简易,同时避免了评估者的主观性及测试本身的天花板效应,FSST与其他量表相比有独特的优势。Wagner等<sup>[6]</sup>在2013年完成FSST在多发性硬化患者中应用的信度和效度研究。25例多发性硬化患者参与了此项研究,通过对每例患者分别进行2次FSST、Berg平衡量表测试、动态步态指数、ABC量表(activities-specific balance confidence scale, ABC Scale)评估后发现:FSST与其他3个量表有较强的相关性,相对信度较高。有预测价值的最小时间变化为4.6s,在变化值达到43%以上时才在患者身上观察到实际的变化。FSST对于具有步行能力的多发性硬化患者是一种有效、可靠的评估方法,但其对患者在一段时间后的纵向变化不敏感。

### 2.5 亨廷顿病患者

Kloos等<sup>[18]</sup>对20例亨廷顿病患者进行间隔为6周的两次测试,包括FSST、Tinetti平衡量表(Tinetti mobility test, TMT)及ABC量表。重测信度均良好,FSST和TMT在时间和空间步态参数上表现出很好的相关性。研究者认为,FSST是一个可靠、有效、敏感的评估工具,可用于监测康复干预过程中患者的平衡和移动能力的变化。但由于FSST的测试表现受患者的认知水平影响,因而建议在亨廷顿病早期使用。

### 2.6 脑瘫及唐氏综合征儿童

FSST于2014年开始应用于儿童领域。在一个仅包含4例脑瘫患儿的研究中<sup>[19]</sup>,FSST表现出较好的组内和组间信度(ICC=0.98, 0.83),且容易操作,耗时少。另外,FSST在8—17岁的唐氏综合征儿童及青少年中也有比较好的信度,与功能性前伸试验有中等的负相关性<sup>[20]</sup>。Bandong等<sup>[7]</sup>在前

人的基础上对5—12岁的脑瘫及唐氏儿童分别进行了较大样本的研究,要求研究对象在有或无辅具时至少可以步行6米,能够听懂至少3条不相关的指令,且能够识别颜色或数字。由于脑瘫及唐氏儿童在认知及执行能力上的特点,研究者对现有的FSST进行了部分改进。在试验区域使用防滑的橡胶垫保证安全,每个区域标有数字(1,2,3,4)或颜色(绿,蓝,黑,黄),识别数字有困难儿童可以选择颜色代替,在前方的墙上画一个固定的红色圆圈作为视觉提示,保证在试验过程中患儿始终面向前方,用标准且易懂的语言提示。当患儿执行指令有困难时,先给予口头提示(数字,颜色,方向等),再给予视觉提示(测试者用手指给患儿下一步的方格),最后选择手动或触觉提示(在迈步时轻轻拍打肩部,髋部或大腿)<sup>[21]</sup>。修正后适用于脑瘫及唐氏儿童的FSST在该研究群体中有较好的组间信度(ICC=0.86, 0.69)及组内信度(ICC=0.51—0.92),两组儿童的测试结果均和TUG具有较高的共时效率( $r=0.70, 0.71$ )。FSST能够可靠、有效地评估脑瘫及唐氏儿童的动态平衡能力,区分不同能力水平患儿的平衡表现,能够为康复计划的制订提供参考。但试验的结果受患儿的认知水平及执行能力影响,因而,在具体应用时,应该选择合适的对象,同时根据患儿的认知情况提供言语、视觉、触觉等提示,以减少认知水平对结果的影响,以更客观评价患儿在步行过程中的动态平衡能力。

## 3 小结

FSST是一个可靠、有效的动态站立平衡能力的评估方法,其操作简便,占地小,耗时少,不需要特殊工具,能够快速评估及识别健康老年人群及多种疾病导致的平衡障碍人群的跌倒风险和动态站立平衡能力。测试任务与患者的日常生活活动需求相关,可快速评估患者在步行时改变方向及跨越障碍物的能力,为康复方案的制订提供参考,同时也能作为评估一段时间后平衡能力变化的疗效指标。在当前医疗环境下,该测试的简便、占地小等特点可极大的提高工作效率,其在各个疾病领域的信度和效度亦经过严谨的检测,可靠而有效,建议在国内临床上推广使用。

## 参考文献

- [1] Medell JL, Alexander NB. A clinical measure of maximal and rapid stepping in older women[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2000, 55(8):M429—433.
- [2] Dite W, Temple VA. A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2002, 83(11):1566—1571.
- [3] Whitney SL, Marchetti GF, Morris LO, et al. The reliability and validity of the Four Square Step Test for people with balance deficits secondary to a vestibular disorder[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2007, 88(1):99—104.

- [4] Blennerhassett JM, Jayalath VM. The Four Square Step Test is a feasible and valid clinical test of dynamic standing balance for use in ambulant people poststroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2008, 89(11):2156—2161.
- [5] Duncan RP, Earhart GM. Four square step test performance in people with Parkinson disease[J]. J Neurol Phys Ther, 2013, 37(1):2—8.
- [6] Wagner JM, Norris RA, Van Dillen LR, et al. Four Square Step Test in ambulant persons with multiple sclerosis: validity, reliability, and responsiveness[J]. Int J Rehabil Res, 2013, 36(3):253—259.
- [7] Bandong AN, Madriaga GO, Gorgon EJ. Reliability and validity of the Four Square Step Test in children with cerebral palsy and Down syndrome[J]. Res Dev Disabil, 2015, (47):39—47.
- [8] Dite W, Connor HJ, Curtis HC. Clinical identification of multiple fall risk early after unilateral transtibial amputation [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2007, 88(1):109—114.
- [9] Said CM, Goldie PA, Patla AE, et al. Obstacle crossing in subjects with stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1999, 80(9): 1054—1059.
- [10] Hyndman D, Ashburn A, Stack E. Fall events among people with stroke living in the community: circumstances of falls and characteristics of fallers[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2002, 83(2):165—170.
- [11] Blennerhassett JM, Dite W, Ramage ER, et al. Changes in balance and walking from stroke rehabilitation to the community: a follow-up observational study[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2012, 93(10):1782—1787.
- [12] Goh EY, Chua SY, Hong SJ, et al. Reliability and concurrent validity of Four Square Step Test scores in subjects with chronic stroke: a pilot study[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2013, 94(7):1306—1311.
- [13] Speelman AD, van de Warrenburg BP, van Nimwegen M, et al. How might physical activity benefit patients with Parkinson disease?[J]. Nat Rev Neurol, 2011, 7(9):528—534.
- [14] Paul SS, Sherrington C, Fung VS, et al. Motor and cognitive impairments in Parkinson disease: relationships with specific balance and mobility tasks[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2013, 27(1):63—71.
- [15] McKee KE, Hackney ME. The Four Square Step Test in individuals with Parkinson's disease: association with executive function and comparison with older adults[J]. Neuro Rehabilitation, 2014, 35(2):279—289.
- [16] Nilsagard YE, von Koch LK, Nilsson M, et al. Balance exercise program reduced falls in people with multiple sclerosis: a single-group, pretest-posttest trial[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2014, 95(12):2428—2434.
- [17] Ilett P, Lythgo N, Martin C, et al. Balance and gait in people with multiple sclerosis: A comparison with healthy controls and the immediate change after an intervention based on the Bobath concept[J]. Physiother Res Int, 2015, [Epub ahead of print].
- [18] Kloos AD, Fritz NE, Kostyk SK, et al. Clinimetric properties of the Tinetti Mobility Test, Four Square Step Test, Activities-specific Balance Confidence Scale, and spatiotemporal gait measures in individuals with Huntington's disease [J]. Gait Posture, 2014, 40(4):647—651.
- [19] Gorgon EJ, Madriaga GO, Gomez-Cailao MZ, et al. Reliability and feasibility of the four square step test for use in children with cerebral palsy: a pilot study[J]. The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice, 2014, 12(2):1—5.
- [20] Verma A, Samuel AJ, Aranha VP. The four square step test in children with down syndrome: Reliability and concurrent validity[J]. J Pediatr Neurosci, 2014, 9(3):221—226.
- [21] MacDuff GS, Krantz PJ, McClannahan LE. Prompts and prompt-fading strategies for people with autism. In: Making a difference. edn. Edited by C. Maurice, G. Green, Foxx RM. Austin: TX: Pro-Ed, 2001: 37—50.

## 北京大学第一届全国运动神经元病诊治技术新进展学习班招生通知

北京大学第三医院神经内科主办的“北京大学第一届全国运动神经元病(MND)诊治技术新进展学习班”拟于2017年7月17—21日在北京举行。本学习班集中了北京大学神经病学诊治领域雄厚的师资力量,并邀请国内知名专家共同参与授课。学习班内容包括MND的基础研究,临床电生理技术、认知筛查等在MND的诊断治疗中的应用,以及MND相关的营养支持、呼吸管理、精神心理支持及康复等,欢迎全国神经内科、电生理检查室、康复科、精神心理科及其他相关科室的医技术人员参加。国家级继续医学教育 I 类 8 学分。

E-mail: bssn1706@sina.com, 联系电话: 15901312366, 张华纲; 01082264446, 张朔。

北京大学第三医院神经内科