

Research Article

Open Access

만성 뇌졸중 환자의 Five Step Test의 신뢰도와 동시타당도

안승헌 · 이준민 · 박대성[†]

국립재활원 보행랩, ¹건양대학교 물리치료학과

The Reliability and Concurrent Validity of the Five Step Test in Chronic Stroke Patients

Seung-Heon An, PT, PhD · Jun-Min Lee, PT · Dae-Sung Park, PT, PhD[†]

Department of Gait Rab of National Rehabilitation Center

¹Department of Physical Therapy, Konyang University

Received: August 9, 2024 / Revised: October 8, 2024 / Accepted: April 18, 2025

© 2025 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study aimed to comprehensively evaluate the inter-rater and test-retest reliability of the Five Step Test (FST) completion time in individuals with chronic stroke, as well as to determine its absolute reliability indices, including the Standard Error of Measurement (SEM) and Minimal Detectable Change (MDC). Additionally, the concurrent validity of the FST was investigated by comparing its results with established clinical measures of motor and balance function.

METHODS: In a cross-sectional design, 40 individuals with chronic stroke (mean age = 59.1 years; mean duration post-stroke = 12 months) underwent FST assessments. Inter-rater and test-retest reliability were analyzed using intraclass correlation coefficients (ICC). SEM, MDC, and

MDC% were calculated to quantify measurement error. Concurrent validity was assessed using Pearson's correlation coefficients between FST performance and scores on the Fugl-Meyer Assessment for the Lower Extremity (FM-LE), Berg Balance Scale (BBS), Timed Up and Go (TUG), and Five Times Sit-to-Stand Test (5STS).

RESULTS: The FST demonstrated excellent inter-rater reliability (ICC = .939; 95% CI = .887-.967) and test-retest reliability (ICC = .901; 95% CI = .820-.946). SEM values were 1.71 and 1.87 seconds, and MDC values were 4.73 and 5.18 seconds—both below 20% of the maximum completion times. Concurrent validity analyses revealed strong negative correlations with FM-LE ($r = -.65$) and BBS ($r = -.71$), and significant positive correlations with TUG ($r = .60$) and 5STS ($r = .67$).

CONCLUSION: The FST is a highly reliable and valid tool for assessing step and stair negotiation ability in individuals with chronic stroke. Its strong psychometric properties and ease of administration support its use as a practical clinical measure for evaluating lower extremity motor function and balance in this population.

Key Words: Five step test, Reliability, Stair, Step, Stroke

[†]Corresponding Author : Dae-Sung Park
daeric@konyang.ac.kr, <https://orcid.org/0000-0003-4258-0878>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

뇌졸중 환자의 계단 오르내리기 능력은 지역사회 보행과 독립적인 일상생활을 유지하기 위해 필수적으로 요구되는 기능이다[1]. 계단 오르내리기 동작은 평지 보행과 비교하여 하지 관절의 더 큰 운동 범위와 근육의 모멘트가 필요하며, 특히 무릎 펴근이 중요한 역할을 한다. 그러나 뇌졸중 환자들은 마비측 하지 근력 약화와 운동 조절 및 협응 장애로 인해 계단 오르내리기 능력이 감소하는 경우가 많다[2, 3]. 이는 평지 보행뿐만 아니라 불규칙한 지면에서의 보행에도 영향을 미친다. 특히, 마비측 발목의 등쪽굽힘(배측굴곡) 근력 약화는 계단을 오르는 동작에서 발이 충분히 들리지 않아 넘어질 위험을 증가시키며, 계단을 내려올 때는 초기 경직성 발바닥굽힘(저측굴곡) 근육 긴장으로 인해 발이 안쪽번짐(내반)되어 낙상의 위험을 높인다[4,5,6].

기준에 널리 사용되는 Timed Up & Go(TUG) 검사는 기초적인 이동능력과 균형을 평가하며, 5 Times Sit-to-Stand(5STS) 검사는 하지 근력과 기능적 일어서기 능력을 측정한다. 그러나 두 검사 모두 계단 오르내리기와 같은 복합적 하지 협응 및 동적 균진 요구 동작을 직접 평가하지 못하는 한계가 있다. 이에 반해 Five-Step Test(FST)는 10cm 계단 5회 승하강 시간을 측정함으로써 계단 특이적 기능을 정량화하는 유일한 도구로 개발되었다. FST는 TUG가 포착하지 못하는 발목 근력의 등쪽굽힘과 발바닥굽힘 패턴과 5STS에서 평가되지 않는 무릎 펴근의 연속적 수축 능력을 종합적으로 반영한다.

계단 오르내리기 동작은 뇌졸중 환자의 지역사회에서의 자유로운 생활과 신체 활동 수준을 예측할 수 있는 중요한 지표로 간주된다. 이는 일상생활 활동 시간의 약 48%를 차지하며, 활동 빈도의 58%를 예측할 수 있는 요소로 보고되었다[1]. 따라서 계단 오르내리기 능력을 평가하는 것은 뇌졸중 환자의 지역사회 보행 훈련에 있어 필수적이다. 그러나 임상 환경에서는 항상 계단을 사용할 수 있는 것이 아니며, 연석이나 문턱을 넘어가거나 대중교통과 같은 지역사회 환경에 참여하기 위해서

는 최소한 계단 한 칸을 오를 수 있는 능력이 요구된다[8].

이러한 필요성에 따라 Five-Step Test(FST)가 개발되었으며, 이는 10cm 높이의 계단 위를 5회 오르고 내리는데 걸리는 시간을 측정하는 평가 도구이다[9]. FST는 노인을 대상으로 한 검사-재검사 신뢰도($r = .97$)와 낙상을 예측할 수 있는 기준값(21초, 민감도 82%, 특이도 82%)이 보고된 바 있다[9]. 또한, 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서는 FST의 측정자 간 신뢰도($ICC = .998$), 검사-재검사 신뢰도($ICC = .838 \sim .842$), 그리고 타당도가 입증되었으며, 뇌졸중 환자와 건강한 노인의 FST 수행 시간을 구분할 수 있는 기준값으로 13.35초가 제시되었다[10]. 그러나 국내에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 한 FST의 임상적 적용에 관한 연구가 이루어진 바 없다.

본 연구의 목적은 첫째, FST 수행 시간의 측정자 간 신뢰도와 검사-재검사 신뢰도를 포함한 절대적 신뢰도를 검증하고, 둘째, FST 수행 시간이 뇌졸중 환자의 특정 장애와 어떠한 관련성을 가지는지 동시 타당도를 평가하는 것이다. 이를 통해 FST가 뇌졸중 환자의 계단 특이적 기능 평가 도구로서 가지는 임상적 유용성을 입증하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자 및 절차

본 연구는 단면조사 연구로 뇌졸중으로 인하여 편마비 진단을 받고 병원에서 입원 치료를 받고 있는 만성 뇌졸중 환자 중 본 연구 내용을 이해하고 동의한 40명을 대상으로 2022년 4월부터 2024년 2월까지 시행하였다. 연구 대상자의 선정 기준은 뇌졸중 발병 후 6개월 이상 경과한 편마비 진단을 받고, 재활병원에 입원 중인 환자를 대상으로 하였다. 간이 정신 상태 검사(Mini Mental State Examination, MMSE)에서 24점 이상인 자, 기능적 독립성 평가(FIM) 보행항목 4점 이상으로 계단을 오르내릴 수 있는 능력이 있는 대상으로 하였다[11]. 제외기준은 최근 3개월 이내에 하지 골절, 관절염, 인공 관절 수술이력이 있는 자, 당화혈색소 8.5% 이상으로

조절되지 않는 당뇨를 가진 자[12], 시각이나 전정기능 장애로 계단 테스트 수행이 불가능한 자환자로 하였다.

표본 수 산출은 FST 검사-재검사 신뢰도를 기준으로 G power 분석(ver 3.1.9.7)을 이용하여 신뢰도 $ICC = .838$, 유의수준(α) = .05, 검정력 95%, 상관계수 .90로 하였을 때[10], 최소 표본수는 42명이었다. 연구에 참여한 모든 대상자에게 연구의 목적과 절차를 설명한 후 서명동의서에 서명한 사람만을 대상으로 하였다.

FST검사에 앞서 평가자는 표준 지침을 숙지하고, 충분한 교육을 하였으며, 신경계 물리치료 임상경험이 15년 이상인 물리치료사에 의해 평가되었다. FST소요 시간의 측정자간 신뢰도($ICC_{2,1}$)는 학습효과와 평가자간의 오류를 최소화하기 위하여 1세션에 최소 5명의 환자들을 2~3일 간격으로 FST소요시간을 2명의 평가자(A, B)가 동시에 평가하였고[10], 결과를 공유하지 않았다. 검사-재검사 신뢰도($ICC_{3,1}$)는 평가자 A가 첫 평가 후 5~7일 간격으로 재평가하였다. 이 간격은 선행연구의 권고에 따라 학습 효과를 최소화하면서도 환자의 기능적 상태 변화가 발생하지 않도록 재평가 간격을 설정하였으며, 모든 대상자에게 동일한 환경(오전 9~11시, 약물 복용 1시간 후)에서 평가를 진행했다[13]. 피실험자들의 FST소요시간의 동시 타당도 검증을 위해서 마비측 하지 운동 조절 장애 평가인 푸글 마이어 하지(Fugl Meyer-Lower extremity, FM-LE), 동적 균형 능력 평가인 버그 균형척도(Berg Balance Scale, BBS), 의자에서 일어 서기 위한 하지 근력과 동적 균형 및 보행 능력을 평가할 수 있는 일어나 걸어가기 검사(Timed up & Go test, TUG), 하지 근력 및 민첩성을 평가하는 5회 일어나 앉기 검사(5Times Sit To Stand test, 5STS)를 이용하였다. 피실험자들의 근피로도를 최소화하기 위하여 2~3분간의 휴식과 2~3일 간격으로 평가 순서는 무작위로 시행되었다. 모든 검사는 낙상의 위험과 안전 사고 방지를 위해 평가자 외에 1명의 치료사가 배치되었다. 최종 자료 수집과 정에서 불참(1명), 결측값(1명)을 제외하여 최종 40명의 자료를 수집하여 분석하였다.

2. 측정 도구

피실험자는 10cm높이의 나무 발판 앞에 서게 한 후

균형 소실 없이 가능한 빠르게 발판 위에 오르내리는 동작을 5회 실시하도록 지시하였다. 이때 양쪽다리를 교대로 사용할 수 있어야 하며 시작은 첫 스텝이 시작하는 시점을 기준으로 5회 스텝 후 두발이 바닥에 닿는 순간 종료로 되도록 하였다. 낙상 예방과 안전을 위하여 치료사 보조 하에 실시하였으며 피실험자 옆에 있지 않고 뒤에 서게 하였다. 자세 동요로 인하여 균형 유지의 도움이 필요할 경우 평가를 중지하였다. 이러한 경우 FST수행을 실패로 간주하여 포함시키지 않았다. FST수행에서 어떠한 보행 보조 도구도 허용하지 않으며, FST수행에 소요되는 시간이 짧을수록 균형 능력이 우수하다[9]. 각 피실험자들은 3회 시도하였으며, 가능한 피로를 최소한 줄이기 위하여 1분간의 휴식을 두도록 하였다. 3회 시도 후 그 중 FST를 완전히 수행하는데 소요된 평가 결과를 데이터 분석에 사용하였다[10].

FMA-LE는 뇌졸중 환자의 마비측 하지 운동 조절 능력을 평가하는 것으로 17개 항목으로 구성되어 있으며, 각 항목은 0~2점으로 총 만점은 34점이다. 34점은 정상, 29~33점은 경미한 장애, 23~28점은 중등 장애, 18~22점은 현격한 장애, ≤17점은 중증장애로 분류된다[14] FMA-LE의 측정자간 신뢰도 $ICC = .83 \sim .95$ 이다[15]. BBS는 정적인 균형과 동적인 균형능력을 평가할 수 있는 도구로 앉기, 서기, 자세 변경의 세가지 큰 영역으로 이루어져 있다. 14개 항목으로 최소 0점~최대 4점을 적용하여 만점은 56점이다. 뇌졸중 환자들의 BBS의 측정자간 신뢰도 $ICC = .98$ 이다[16]. 기능적 기동성을 평가하기 위하여 TUG를 이용하였으며, 피실험자는 등받이가 있는 의자에서 일어나 3m 직선을 걸어간 후 180도 회전하여 다시 의자로 돌아와 앉는 시간을 측정하는 것이다. 3회 실시 후 평균값을 이용하였다. TUG의 측정자 간 신뢰도는 $ICC = .98$ 이다[17]. 등받이가 있고 팔걸이가 없는 의자에 앉아 양팔을 가슴에 교차한 후 상지를 사용하지 않고 일어선 후 앉는 동작을 5회 실시하는 데 총 소요된 시간을 측정하는 것이다. 측정의 시작은 피실험자가 등받이에서 등이 앞으로 이동하는 순간이며, 종료는 등받이에 등이 접촉되는 시점을 기록하였다[18]. 이 검사의 측정자간 신뢰도 $ICC = .87$ 로 보고되었다[19].

3. 자료 분석

본 연구는 윈도우 10 SPSS Ver 22.0을 이용하여 자료를 분석하였다 모든 자료는 Shapiro-wilk 방법을 이용하여 정규성 검정을 하였고, 대상자들의 일반 의학적인 특성은 빈도분석과 기술통계로 기술하였다. FSST소요시간의 측정자간 신뢰도 (Inter-rater reliability)는 급간내 상관계수 (Intra class coefficient, ICC_{2,1}) 검사-재검사 신뢰도 (test-retest reliability)는 ICC_{3,1}를 이용하였다. ICC $\geq .80$ 이면 재현성이 우수한 것으로 간주된다[18]. 피실험자들의 동일한 검사를 반복적으로 평가하였을 때 평가 결과값이 95% 신뢰 구간에서 일관성 있게 유지되고 있는지 또는 무작위로 변화하고 있는지 규명하기 위하여 측정 표준 오차 (Standard Error of Measurement, SEM = 측정자간 점수(검사-재검사간 점수)의 표준 편차 $\times\sqrt{1-ICC}$)와 최소 감지 변화 (Minimal Detectable Change, MDC = $1.96\times SEM\times\sqrt{2}$), MDC% [(MDC/평균점수) $\times 100\%$]을 구하였다[20, 21]. MDC %는 독립된 측정 단위로서 측정자간, 검사 재검사의 일치율을 비교하는데 사용된다. SEM은 측정자간, 검사-재검사간 평균 점수의 20% 미만, MDC는 측정된 값 중 획득 가능한 최고점수의 20% 미만, MDC %는 평균 30% 미만인 경우 신뢰할 수 있는 수준이다[21]. MDC는 임상적으로 중요한 변화를 식별할 수 있는 도구로, 뇌졸중 환자의 기능적 변화 평가에 있어 중요한 역할을 한다. 예를 들어, 계단 오르내리기 시간이 감소했을 때, 그 변화가 MDC 임계값을 초과한다면 이는 실제 기능 향상으로 해석될 수 있다. 계다가 측정자간, 검사-재검사간에 체계적인 오류가 발생하고 있는지 결정하기 위하여 평균 차이를 t-검정을 이용하여 분석하였다. FSST 소요 시간의 동시 타당도는 FMA-LE 총점, BBS 총점, TUG 소요 시간, 5STS 소요 시간의 관련성을 피어슨 상관 계수를 이용하였다. 상관계수의 정도는 낮음($r = .25 \sim .50$), 보통($r = .51 \sim .75$), 우수($r > .75$)으로 분류된다[22]. 모든 통계학적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다

III. 연구결과

본 연구에 참여한 피실험자 40명 중 남자 26명(65%),

여자 14명(35%), 평균연령 59.10세였다. 유병 기간은 12.03개월, 진단명은 뇌경색 25명(62.5%), 뇌출혈 15명(37.5%), 좌측 편마비 18명(45%), 우측 편마비 22명(55%), MMSE-K는 26.18점이었다. 피실험자들의 기능적 수행 평가에서 FMA-LE 24.99점, BBS 46.00점, TUG 19.18초, FTSTS 22.33초, 5STS는 22.45초이었다(Table 1).

FST소요시간의 측정자간 신뢰도 ICC = .939(95% 신뢰수준 = .887~.967), 검사-재검사 신뢰도 ICC = .901(95% 신뢰수준 = .820~.946)로 높은 것으로 확인되었다. FST소요시간의 SEM은 각각 1.71, 1.87로 FST소요시간의 평균 점수의 10%미만, FST소요시간의 MDC는 각각 4.73, 5.18로 측정된 가장 높은 소요 시간의 20%미만이며, MDC%는 각각 17.26%, 19.44%로 평균 30%미만으로 측정 오차 수준은 신뢰할 수 있다. FST소요시간의 측정자간 검사-재검사 신뢰도 모두 평균값에 유의한 차이는 없으므로 체계적인 오차는 나타나지 않았다(Table 2).

FST소요시간은 FMA-LE($r = -.65$), BBS($r = -.71$)와는 중간 정도의 음의 관련성이 있었고 TUG($r = .60$), FTSTS($r = .67$)와 중간 정도의 양의 상관관계가 있는 것으로 확인되었다(Table 3).

IV. 고 찰

본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 Five-Step Test(FST) 소요시간의 신뢰도와 타당도를 체계적으로 검증하였다. 측정자간 신뢰도(ICC = .939)와 검사-재검사 신뢰도(ICC = .901)는 모두 높은 일관성을 보였다. NG 등(2020)의 ICC = .998~1.000과 비교 시, 본 연구에서 적용한 ICC_{2,1}(무작위 평가자, 단일 측정값)은 임상현장의 일반화 가능성을 반영한 반면, 선행연구의 ICC_{3,2}(평가자 고정, 평균값 사용)는 제한된 적용성을 가진다는 점에서 방법론적 차별성을 가진다[10]. 절대적 신뢰도 지표인 SEM(1.71~1.87초)과 MDC(4.73~5.18초)는 기준치(SEM < 20%, MDC < 30%)를 충족하며, MDC% 17.26~19.44%는 FST가 중등도 장애 환자군에서 5초 이상의 소요시간 변화를 임상적으로 유의미한

Table 1. Characteristics and functional performance outcomes of stroke patients (n = 40)

Characteristic	N (%) or M ± SD (min~max)
Gender (Male/Female)	26 / 14
Age (y)	59.10 ± 12.89 (34~87)
Onset (months)	12.03 ± 6.12 (7~24)
Diagnosis (infarction/hemorrhage)	25 / 15
Side of hemiplegia (left/right)	18 / 22
MMSE-K (score)	26.18 ± 2.34 (24~30)
ankle dorsiflexor (MAS scores)	
0 / 1 / 1+ / 2	11 (27.5) / 20 (50.0) / 6 (15.0) / 3 (7.5)
ankle plantar flexor (MAS scores)	
0 / 1 / 1+ / 2	13 (32.5) / 24 (66.0) / 2 (5.0) / 1 (2.5)
FMA-LE (score)	24.99 ± 4.87 (15~32)
Mild (29-33 score)	12 (30.0%)
Moderate (23-28 score)	13 (32.5%)
Marked (18-22 score)	11 (27.5%)
Severe (≤17 score)	4 (10.0%)
BBS (score)	46.00 ± 6.30 (35~56)
TUG (sec)	19.18 ± 8.11 (9.50~46.63)
5STS (sec)	22.33 ± 7.48 (14.04~46.58)

MMSE: Mini mental state examination, MAS: Modified Ashworth Scale, FMA-LE: Fugl Meyer Assessment-Lower/extremity, BBS: Berg Balance Scale, TUG: Timed up & Go test, 5STS: 5-Times Sit To Stand Test

Table 2. Inter-rater, test-retest, absolute reliability of the Five-Step test

Measures	Mean (SD) Median(Q1~Q3) Range (Min~Max)		Mean Difference (SD)	ICC _{3,1} (95% CI)	SEM	MDC (MDC%)	P
	A	B					
Inter-rater	27.15 ± 6.96 28.40(20.9~31.7) 15~42	27.68 ± 7.03 28(22.25~32.75) 16~43	-.53 ± 2.45	.939 (.887~.967)	1.71	4.73 (17.26)	.177
Test-retest	A 26.47 ± 6.02 26.50(22.23~30.75) 14~38	A' 26.80 ± 5.87 26(23~31) 15~39	-.33 ± 2.65	.901 (.820~.946)	1.87	5.18 (19.44)	.436

SD: Standard Deviation, Q1: first quartile, Q3: third quartile, ICC: Intraclass correlation coefficient, CI: confidence interval, SEM: standard error of measurement = standard deviation of all the Inter-rater(test-retest) score $\times \sqrt{1-ICC}$, MDC: Minimal Detectable Change = $1.96 \times SEM \times \sqrt{2}$, MDC % = (MDC/ mean of measurements taken) $\times 100\%$, P was based on paired t test

Table 3. The concurrent validity of Five-Step test

Outcome measures	Correlation coefficient
FM-LE (score)	-.75*
BBS (score)	-.71*
TUG (sec)	.60*
5STS (sec)	.67*

*p < .05, FMA-LE: Fugl Meyer Assessment-Lower/extremity, BBS: Berg Balance Scale, TUG: Timed up & Go test, 5STS: 5-Times Sit To Stand Test

개선으로 판단할 수 있음을 시사한다[20]. MDC는 치료 중재 후 환자의 기능이 실제 얼마나 변화할 수 있는지 또는 추후 어느 정도 개선될 수 있는지 결정하는데 사용된다. 즉 치료 후 효과 크기를 예측할 수 있는 역치 값으로 사용되며, 임상 의사 결정에 중요한 지표로 사용된다[22, 23]. 이러한 결과는 피실험자들의 동질적인 표본, 표준화된 평가 프로토콜, 피로를 최소화하기 위한 충분한 휴식, 명확한 지침 및 숙련된 평가자가 모두 높은 신뢰도를 관찰하는 데 기여한 것으로 판단된다.

일반적으로 ICC_{3K}는 평가자가 한 명 또는 단지 K명의 평가자가 고정된 것으로 평가자들 간의 일치율을 나타내므로 일반화하여 사용할 수 없다. 게다가 평가자 고정애 평균값을 사용하는 경우 신뢰도가 높게 나타나는데 일반적으로 연구자가 평가 도구의 신뢰도를 지수를 언급하거나 사용함에 있어 ICC_{2,1}이 대표성을 가지고 있기 때문이다. 현재 연구에서 측정된 FST의 측정시간·검사-재검사간 MDC는 각각 4.73초, 5.18초로 NG 등[10]은 9.16초였다. 이는 대상자들의 일반 의학적인 특성 차이로 인한 것으로 본 연구의 피실험자 기능 수행 평가로 FM-LE 24.99점(23~28: 중등도 장애)[14], BBS 45.20점(< 51점 낙상의 위험성이 있음)[16]에 비해 NG 등[10]의 연구에서 피실험자는 FMA-LE 27점, BBS 53점으로 상대적으로 마비측 하지 운동 기능과 동적 균형 능력이 더 우수하였다. 마비측 하지 운동 기능과 동적 균형능력이 우수할 수록 FST소요시간은 더 단축될 수 있다. FST소요시간의 SEM은 각각 1.71, 1.87로 FST소요시간의 평균 점수의 10% 미만, MDC%는 각각 17.26%, 19.44%로 평균 30% 미만으로 측정 오차 수준은 신뢰할 만하였다. FST의 두 신뢰도 모두 평균값에 유의한 차이는 없으므로 체계적인 오차는 나타나지 않았다.

본 연구 결과 FST소요시간의 SEM과 MDC 및 MDC%는 95% 신뢰 구간에서 측정 오차 없이 체계적으로 일관성 있게 유지되고 있으므로 만성 뇌졸중 환자들에게 적용할 수 있는 민감하고 신뢰할 수 있는 평가 방법으로 추천할 수 있다. FST소요시간의 동시 타당도는 FMA-LE($r = -.65$)와 음의 관련성이 있었는데 FMA-LE는 마비측 하지 운동 조절 기능을 정량적으로 평가할 수 있는 측정 도구이다[14]. FST는 마비측 하지로 스텝

을 밟을 때 엉덩관절 굴곡과 비마비측 하지의 엉덩관절과 무릎관절 신전을 수행하기 위한 관절의 움직임과 근력이 필요하다. 이러한 동작은 FMA-LE평가 항목에 포함되어 있다. 이는 대체 스텝 검사 (Alternative Step Test, AST)($r = -.69$)[24]를 사용한 연구와 FST와 FMA-LE($r = -.541$)[10]와 유사한 연구결과를 보였다. 본 연구에서 FST소요시간은 BBS($r = -.716$)와는 음의 상관관계를 보였다. 이는 BBS의 하위 항목인 지지 없이 한 발 서기, 탠덤 서기, 계단 교대 스텝이 FST의 동적 체중 이동 메커니즘과 공유하기 때문으로 판단된다[10]. 계단 오르내리기 시 요구되는 체중 이동 정확도와 하지 근육의 협응 능력이 두 평가 도구에서 공통적으로 측정되기 때문이다. AST연구에서도 BBS 점수와 유의한 상관관계($r = -.055$)가 확인되었으며, 특히 전후방 체중 이동 범위와의 연관성이 강조되었다. 이는 계단 테스트 수행 시 필요한 체중 이동 메커니즘이 BBS의 ‘탠덤 서기’ 항목(체중 분배 능력 평가)과 기능적으로 유사하기 때문으로 판단된다[24]. Step Test에 관한 연구에서는 비마비측 다리 사용 시 단계 수행 속도와 보행 속도 간 상관관계($r = .72$)를 보고했다[25]. 이는 BBS의 ‘계단 교대 스텝’ 항목이 FST의 동적 보행 패턴 평가와 방법론적으로 일치함을 입증한다고 판단된다. Murphy 등(2015)의 연구에서도 FST와 BBS 간 유의한 상관성($r = .61 \sim .73$)이 보고되었다. TUG($r = .60$) 및 5STS($r = .67$)와의 양의 상관성은 하지 근력 및 이동 능력의 공통 요소를 반영하나, FST는 계단 특이적 요소(발목 발등굽힘 강도, 엉덩관절 펌 지구력)를 추가로 평가한다는 점에서 차별성이 있다고 할 수 있다[9]. 특히 5STS와의 높은 상관성($r = .67$ vs. AST 연구 $r = .52$)은 FST가 근력 지구력을 더 민감하게 포착함을 의미하는 것으로 판단된다[24].

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 소요시간 측정만으로는 협응 패턴 또는 보상 전략과 같은 질적 요소를 평가할 수 없다. 둘째, 중등도 장애 환자(FMA-LE 24.99점, BBS 45.20점)에 집중된 표본 특성으로 인해 결과의 일반화가 제한된다. 셋째, 단면적 설계로 인과 관계 추론이 불가능하며, 향후 종단적 연구를 통해 FST가 낙상 위험 예측에 미치는 영향을 분석할 필요가 있다. 또한, 계단 높이(10cm)가 실제 환경(15~

20cm)과 차이가 있어 다양한 높이에서의 표준화 프로토콜 개발이 요구된다.

V. 결론

FST는 만성 뇌졸중 환자의 계단 특이적 기능 평가에 높은 신뢰도와 타당도를 가지며, 만성 뇌졸중 환자들의 계단과 계단 오르기 능력을 평가하기 위한 유용한 임상 검사 방법이다. MDC = 5초는 재활 중재 효과 판단의 임상적 기준으로 활용 가능하다. FMA-LE, BBS, TUG, 5STS와 유의한 상관관계가 있으며, 계단 동작의 생체 역학적 요구사항(관절가동범위, 근협응력)을 반영한다는 점에서 차별성을 가지므로, 지역사회 복귀를 위한 훈련 목표 설정에 유용한 도구로 제안된다.

References

- [1] Alzahrani MA, Dean CM, Ada L. Ability to negotiate stairs predicts free-living physical activity in community-dwelling people with stroke: an observational study. *Austral J Physiother.* 2009;55(4):277-81.
- [2] Chung MM, Chan RWY, Fung YK, et al. Reliability and validity of alternate step test times in subjects with chronic stroke. *J Rehabil Med.* 2014;46(10):969-74.
- [3] Ng SS, Ng HH, Chan KM, et al. Reliability of the 12-step ascend and descend test and its correlation with motor function in people with chronic stroke. *J Rehabil Med.* 2013;45(2):123-9.
- [4] Protopapadaki A, Drechsler WI, Cramp MC, et al. Hip, knee, ankle kinematics and kinetics during stair ascent and descent in healthy young individuals. *Clin Biomech.* 2007;22(2):203-10.
- [5] Tinetti ME, Speechley M. Prevention of falls among the elderly. *N Engl J Med.* 1989;320(16):1055-9.
- [6] Benedetti MG, Berti L, Maselli S, et al. How do the elderly negotiate a step? A biomechanical assessment *Clin Biomech.* 2007;22(5):567-73.
- [7] Ng SS, Hui-Chan CW. Contribution of ankle dorsiflexor strength to walking endurance in people with spastic hemiplegia after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(6):1046-51.
- [8] Reuben DB, Siu AL. An objective measure of physical function of elderly outpatients: the physical performance test. *J Am Geriatr Soc.* 1990;38(10):1105-12.
- [9] Murphy MA, Olsen MA, Protas EJ, et al. Screening for falls in community-dwelling elderly. *J Aging Phys Activ.* 2003;11(1):66-80.
- [10] NG S, Tse M, Tam, E et al. Reliability and convergent validity of the five-step test in people with chronic stroke. *J Rehabil Med.* 2018;50(1):16-21.
- [11] Fujita T, Sato A, Ohashi Y, et al. Amount of balance necessary for the independence of transfer and stair-climbing in stroke inpatients. *Disabil Rehabil.* 2018; 40(10):1142-45.
- [12] Shen Y, Shi L, Nauman E, et al. Association between Hemoglobin A1c and Stroke Risk in Patients with Type 2 Diabetes. *J Stroke.* 2020;22(1):87-98.
- [13] Chen HM, Sing LH, Lo KS, et al. The test-retest reliability of 2 mobility performance tests in patients with chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2007;21(4):347-52.
- [14] Fugl-Meyer AR, Jaasko L, Leyman I, et al. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med.* 1975;7(1):13-31.
- [15] Duncan PW, Propst M, Nelson SG. Reliability of the Fugl-Meyer assessment of sensorimotor recovery following cerebrovascular accident. *Phys Ther.* 1983; 63(10):1606-10.
- [16] Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI. The balance scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med.* 1995;27(1):27-36.
- [17] Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8.

- [18] Mong Y, Teo TW, Ng SS. 5-repetition sit-to-stand test in subjects with chronic stroke: reliability and validity Arch Phys Med Rehabil. 2015;91(3):407-13.
- [19] 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 Gerontol A Biol Sci Med. 2002;57(8):539-43.
- [20] Beckerman H, Roebroeck ME, Lankhorst GJ, et al. Smallest real difference, a link between reproducibility and responsiveness. Qual Life Res. 2001;10(7):571-8.
- [21] Smidt N, van der Windt DA, Assendelft WJ, et al. Interobserver reproducibility of the assessment of severity of complaints, grip strength, and pressure pain threshold in patients with lateral epicondylitis. Arch Phys Med Rehabil. 2002;83(8):1145-50.
- [22] Portney LG, Watkins MP. Foundations of clinical research: applications to practice. 3rd ed. F. A. Davis Company (Philadelphia, PA); 2015.
- [23] Flansbjer UB, Blom J, Brogardh C. The reproducibility of berg balance scale and the single-leg stance in chronic stroke and the relationship between the two tests. PM R. 2012;4(3):165-70.
- [24] Chung MM, Chan RWY, Fung YK, et al. Reliability and validity of alternate step test times in subjects with chronic stroke. J Rehabil Med. 2014;46(10):969-74.
- [25] Hong S, Goh EY, Chua SY, et al. Reliability and validity of step test scores in subjects with chronic stroke. Arch Phys Med Rehabil. 2012;93(6):1065-71.